



BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GUSTAVO BICUDO LETCOOVISKI

**ANÁLISE DA EFICÁCIA DA MODELAGEM 3D EM BIM
NO ENTENDIMENTO DOS PROJETOS**

CARAGUATATUBA – SP

2022

GUSTAVO BICUDO LETCOOVISKI

**ANÁLISE DA EFICÁCIA DA MODELAGEM 3D EM BIM
NO ENTENDIMENTO DOS PROJETOS**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia, como
exigência parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Me. Tatiane Roselli Ribeiro

CARAGUATATUBA – SP

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação do IFSP Câmpus Caraguatatuba

L645a Letcooviski, Gustavo Bicudo
Análise da eficácia da modelagem 3D em BIM no
entendimento dos projetos. / Gustavo Bicudo Letcooviski. --
Caraguatatuba, 2022.
57 f. : il.

Orientadora: Profa. Me. Tatiane Roselli Ribeiro.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em
Engenharia Civil) -- Instituto Federal de São Paulo,
Caraguatatuba, 2022.

1. Engenharia Civil. 2. Modelagem. 3. BIM. 4. CAD. 5. 3D.
I. Ribeiro, Tatiane Roselli, orient. II. Instituto Federal de São
Paulo. III. Título.

CDD: 624

ATA N.º 9/2022 - DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Ata de Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **ANÁLISE DA EFICÁCIA DA MODELAGEM 3D EM BIM NO ENTENDIMENTO DOS PROJETOS** apresentado pelo aluno **Gustavo Bicudo Letcooviski** (CG170107X) do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil** (Câmpus Caraguatatuba). Os trabalhos foram iniciados às 08:30 pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

Membros	IES	Presença (Sim/Não)	Aprovação/Conceito (Quando Exigido)
Tatiane Roselli Ribeiro (Presidente/Orientadora)	IFSP	Sim	Aprovado
Joice Cristina Ferreira Ramos (Examinadora interna)	IFSP	Sim	Aprovado
Ana Paula Preto Rodrigues (Examinadora externa)	FAAP	Sim	Aprovado

Observações:

O aluno deverá corrigir as observações abaixo antes de enviar a versão final do TCC à biblioteca:

- Corrigir erros de português;
- Atualizar os dados anteriores de 2010;
- Retirar a parte do texto que cita a pandemia;
- Substituir a palavra "hipótese" por "objeto".

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo da monografia, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo(a) aluno(a), tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado(a) Reprovado(a) Nota (quando exigido): _____

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Caraguatatuba/SP, 18 de fevereiro de 2022.

Avaliador externo: Sim Não

Assinatura:

Documento assinado eletronicamente por:

- **Tatiane Roselli Ribeiro, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 18/02/2022 13:22:42.
- **Joice Cristina Ferreira Ramos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 21/02/2022 09:34:44.
- **Ana Paula Preto Rodrigues, 87927390910 - Pessoa Externa**, em 21/02/2022 14:00:07.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/02/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 299292

Código de Autenticação: a2d688001a



ATA N.º 9/2022 - DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Dedico esta singela obra a toda minha família, amigos e professores que direta ou indiretamente me auxiliaram neste trabalho. Gostaria de enfatizar a importância dos meus pais, até hoje, Sandra e Valter, que me ajudaram a chegar até aqui e me tornaram quem eu sou. A eles, eu serei eternamente grato e dedico essa conquista.

Gostaria também de dedicar esse marco, em minha vida, a mais algumas pessoas que, infelizmente, não estão mais presentes. Ao meu avô, por parte de mãe, Antônio Luiz Tosetti Bicudo que, apesar de rígido, sempre foi muito atencioso e carinhoso comigo, a minha avó, por parte de pai, Lucília de Souza Letcooviski que, durante minha formação, sempre se interessou e acompanhou minha trajetória e, por fim, ao meu avô, por parte de pai, João Letcooviski que, infelizmente, não cheguei a ter a oportunidade de conhecer, mas acredito ter sido um bom pai para meu pai e que também seria um bom avô. Tenho fé que todos estão olhando por mim, de onde estiverem, e que sempre desejarão os melhores feitos e felicidades para minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que iluminou o meu caminho durante esta jornada. Agradeço, também, a todos os meus familiares que me apoiaram na realização desta etapa da minha vida.

Aos meus amigos, anteriores e posteriores à faculdade, expresso meu muito obrigado, por estarem presentes e colaborarem para que minha passagem neste plano fosse melhor. Agradeço, em especial, a dois amigos que, durante a faculdade e a realização deste trabalho, colaboraram para que eu conseguisse finalizar o curso e me apoiaram diversas vezes. Muito obrigado Lucas Eduardo Campeiro da Silva e Gustavo Marcos Campos dos Santos.

Agradeço também aos meus professores, que me ensinaram e, muitas vezes, foram mais do que apenas profissionais, mas sim amigos. Um obrigado especial a professora Elaine Regina Barreto, ao professor José Américo Alves Salvador Filho, a professora Tatiane Roselli Ribeiro e a professora Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos que participaram deste trabalho, empresas e profissionais, pois sem sua colaboração, isto não seria possível. Obrigado aos engenheiros(as) civis Eloísa Oliveira de Souto (SP Engenharia), Guilherme Borges (autônomo), Helivelton Medeiros dos Santos (Construir Inovações para Construção), Jessica Chagas de Sena (SP Engenharia) e Valdir Nogueira (Arquitetura & Engenharia Nogueira) e aos arquitetos(as) e urbanistas Adriana Nogueira (Adriana Nogueira Arquitetura), Alessandra Barreto (autônoma), Ana Oliveira (Ana Oliveira Arquitetura), André Felipe (MDNZ Projetos e Construções Ltda.), Andréa Alves (Casa e Conceito), Athos de Sousa Arruda (Athos Arruda Arquitetura), Bruna Carvalho (ContemporArq), César Dolfini (César Dolfini Arquitetura), Débora de Jesus (Studio Dimensão Arquitetura), Edierk Casusa (Casusa Arquitetura), Evandro Barros (Evandro Barros Arquitetura & Interiores), Gabriella Balan (Construtora MDG), Julianna Schiavetti (ContemporArq), Hannele Mesquita (Escalier Arquitetura), Lais dos Santos Rosário Santana (Plani Construção a Seco Ltda.), Leandro Emiliano (Studio 33 Arquitetura e Construção), Marcio de Castro Lopes (Marcio Lopes Arquitetura), Nilberto Duque Brito (Nilberto Brito Arquitetura), Robson Alves Martin (Robson Martin Arquitetura), Thales Mendes (Arquitetura Thales Mendes), Thalita Karen Frateschi (TKF Arquitetura) e Vinícius Cataldi (Cataldi Arquitetura).

“Enquanto houver vontade de lutar haverá
esperança de vencer. “

(Santo Agostinho)

RESUMO

Este trabalho trata-se de uma pesquisa de levantamento para o desenvolvimento de uma monografia que irá pesquisar a eficácia da utilização da modelagem 3D em BIM (*Building Information Modeling*) no processo de entendimento de projetos de edificações, por clientes, empresas, fornecedores e colaboradores. Tem como objetivo principal verificar as potencialidades deste recurso, na fluidez do processo, de forma mais coesa e alinhada com o planejado pelo projetista e desejado pelo cliente, evitando assim o retrabalho, desperdícios e erros construtivos em uma obra.

O propósito inicial baseia-se na ideia de que erros aconteçam na maioria dos escritórios por projetos apresentados apenas em desenhos em duas dimensões e/ou em perspectivas estáticas, dificultando assim o entendimento do projeto entre as partes. Para isso, a monografia se desenvolverá baseada na literatura pertinente ao tema, entrevistas com escritórios de projetos de edificações na região estudada, aplicação de um questionário pertinente à pesquisa e, posteriormente, a análise dos resultados obtidos durante todo o processo. Por fim, busca-se comprovar os benefícios da utilização da modelagem 3D em BIM durante o processo de concepção até a execução de uma edificação.

Palavras-chave: Modelagem. 3D. BIM. CAD.

ABSTRACT

This work is a survey for the development of a monograph that will investigate the effectiveness of using 3D modeling in BIM (Building Information Modeling) in the process of understanding building projects by customers, companies, suppliers and employees. It's main objective is to verify the potential of this resource, in the fluidity of the process, in a more cohesive way and in line with what was planned by the designer and desired by the client, thus avoiding rework, waste and constructive errors in a construction.

The initial purpose is based on the idea that errors occur in most offices due to projects presented only in two-dimensional drawings and/or in static perspectives, thus making it difficult for the parts to understand the project. For this, the monograph will be developed based on the literature relevant to the topic, interviews with building design offices in the studied region, application of a questionnaire relevant to the research and, later, the analysis of the results obtained throughout the process. Finally, we seek to prove the benefits of using 3D modeling in BIM during the design process until the execution of a building.

Keywords: Modeling. 3D. BIM. CAD.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	BUILDING INFORMATION MODELING – BIM	20
3.	PESQUISA DE LEVANTAMENTO	29
3.1.	QUESTIONÁRIO	29
3.2.	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA	31
3.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.3.1.	RESPOSTAS OBTIDAS	34
3.3.1.1.	CARACTERIZAÇÃO DOS ENTREVISTADOS	34
3.3.1.2.	RESPOSTAS SOBRE A MODELAGEM E O BIM.....	38
3.3.1.3.	OBSTÁCULOS OBSERVADOS PARA A UTILIZAÇÃO DO BIM.....	43
3.3.2.	DEPOIMENTOS DOS ENTREVISTADOS	44
4.	CONCLUSÃO	46
5.	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	48
6.	REFERÊNCIAS.....	49
	ANEXO I – QUESTIONÁRIO	54

1. INTRODUÇÃO

No mundo atual, o fluxo de informações está cada dia mais elevado. As pessoas são bombardeadas com informações a todo momento, sendo elas imagens, textos, vídeos, entre outras. Isso é fruto do avanço da tecnologia, principalmente da internet. Com sua inserção na sociedade, a globalização e o compartilhamento de informações aumentaram de uma forma nunca vista antes.

O consumo desse tipo de mídia digital, como vídeos, filmes, notícias, entre outros, na primeira década do século XXI, para o bem ou para o mal, deu um salto enorme, sendo que em 2008 as pessoas já consumiam três vezes mais informações do que faziam em 1960, por exemplo (O GLOBO, 2011).

A troca de conhecimentos atual exerce influência no modo e na velocidade como aprendemos. Hoje em dia, na era da tecnologia e redes sociais, as crianças já estão conectadas e mostrando sinais de aprendizado antes mesmo de utilizarem a fala como forma de expressão e comunicação.

Em meados do século XX, a partir do interesse pelo desenvolvimento infantil, pesquisas surgiram abordando esse tema e através delas, da tecnologia e da ciência, hoje, é possível afirmar que os estímulos do ambiente e das interações têm impactos determinantes na formação do cérebro, sendo que as conexões entre os neurônios podem se estabelecer em menor ou maior velocidade a partir dessas interações (MINISTÉRIO DA CIDADANIA, 2021).

A exposição prematura a esse tipo de situação, principalmente com a utilização de *smartphones*, *tablets*, computadores e televisões de forma constante, mostra como o ser humano, no geral, absorve e aprende com facilidade através de imagens e formas não verbais de linguagem. Para Moran (1993), o vídeo é:

[...] sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Nos atingem por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário) em outros tempos e espaços. O vídeo combina a comunicação sensorial-cinética, com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão. Combina, mas começa pelo sensorial, pelo emocional e pelo intuitivo, para atingir posteriormente o racional (MORAN, 1993, p.2).

Apenas observando e ouvindo, esses indivíduos, que nunca souberam o que era aquilo, começam a ter uma noção sobre o tema, se familiarizando de forma mais fácil do que por meio da escrita e leitura, por exemplo. No entanto, ambas as formas

se complementam no processo de aprendizado. Segundo Oliveira (2007, p. 7), *“para compreender o mundo de forma plena e se comunicar, o ser humano usa as duas formas de expressão: verbal e não-verbal, que são muitas vezes, campos complementares e simultâneas”*.

Fazendo uma analogia quanto a isso, pode-se comparar essas crianças a indivíduos mais velhos, porém que nunca tiveram contato com algum tema em específico e buscam conhecimento ou são apresentados a um conhecimento pela primeira vez.

O que se observa é a dificuldade de entendimento e visualização de espaços e objetos tridimensionais através apenas da fala e uma forma de minimizar esse problema é modificando essa abordagem, utilizando a informática, tornando o ambiente mais atrativo e interativo (ANDRADE; MEDINA, 2007).

Sendo assim, trazendo o tema para a área da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação), ocorre-se a suspeita de que se pode fazer com que o cliente ou colaborador envolvido no projeto tenha um entendimento melhor do assunto tratado através de métodos que utilizem o que foi citado anteriormente.

Tratando da engenharia civil, em 2005 foi regulamentada a Resolução Nº 1.010 do CONFEA/CREA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia/Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) que dispõe das atribuições, atividades e competências dos profissionais inseridos nesse conselho e/ou profissão, além de outros tópicos. No capítulo II, artigo 5º, a Resolução lista 18 atividades em que esses profissionais estão capazes de serem designados, e entre elas estão:

Atividade 01 - Gestão, supervisão, coordenação, orientação técnica;

Atividade 02 - Coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, especificação;

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

Tomando-se por base as atividades acima, na rotina diária de um engenheiro civil há várias tomadas de decisões, em que informações são obtidas e projetos são realizados, como visto anteriormente, em conjunto com diversos tipos de indivíduos, das mais diversas classes e características distintas. Cada um traz consigo um conhecimento, entendimento pessoal ou a falta dele, sobre o tema que é colocado em pauta, e como explica Torres (2011), *“...para entender como acontece o processo de leitura é necessário conhecer o sujeito, suas particularidades, considerando as*

aprendizagens e experiências que cada pessoa já traz de seu ambiente social e cultural”.

O grande problema é que nem sempre as informações transmitidas são entendidas da forma correta ou como o gestor gostaria que fosse feito. A suposição é de que o problema durante a comunicação é algo recorrente e que quanto mais rica em detalhes for essa comunicação, com textos, imagens, gestos, informações técnicas, melhor será o resultado final, além de todos os ganhos que advém desse detalhamento.

Segundo Rozestraten (2006), é preciso haver uma comunicação entre as formas de representação, uma vez que

[...] a palavra ampara, mas não é suficiente para o diálogo arquitetônico. O desenho e a modelagem são imprescindíveis para uma comunicação clara da forma plástica, da organização espacial e das soluções construtivas previstas. É somente a partir de uma apresentação gráfica e espacial completa da proposta arquitetônica que a crítica pode ser construída. Uma comunicação imprecisa e incompleta só pode fundamentar uma crítica igualmente inconsistente (ROZESTRATEN, 2006).

A fim de tentar facilitar a transmissão de conhecimento e, também, o entendimento, principalmente dentro da obra e durante o desenvolvimento de projeto com o cliente e o fornecedor, a atual pesquisa busca mostrar como a utilização de *softwares* voltados a tecnologia 3D (três dimensões) de visualização, integrados com a informação, consegue auxiliar na tomada de decisões, entendimento e alinhamento de ideias no decorrer do projeto. Desta forma, a utilização desta tecnologia pode trazer benefícios como a redução de retrabalho e maior rapidez na execução, por exemplo, resultando em uma maior satisfação, no geral, no fim de todo o processo para os envolvidos.

Uma forma de atingir esse resultado é utilizando *softwares* com tecnologia BIM - *Building Information Modelling* (ou, em português, Modelagem da Informação da Construção). A tecnologia BIM é um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um edifício. É considerado BIM o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção (BRASIL, 2019).

No século passado, era comum a utilização de maquetes físicas que buscavam o maior grau de realismo com o intuito de ser uma importante ferramenta de

compreensão e representação da arquitetura proposta do projeto. Porém, com o passar do tempo e a evolução da tecnologia, novas possibilidades surgiram, e entre elas podemos citar os *softwares* voltados para a modelagem eletrônica e visualização 3D de projetos, que vieram com o intuito de facilitar esse processo e assumir aos poucos essa função.

Na atualidade vive-se um momento de intensas transformações das estratégias projetuais, propiciada, principalmente, pelos novos meios digitais. Após o surgimento e popularização dos computadores, a maquete física como mecanismo de projeção parece perder um pouco da sua representatividade e, gradativamente, entra em desuso (ROSA, 2016).

Ao iniciar um projeto, o projetista necessita encontrar uma forma de expor suas ideias, colocando-as no papel de modo a poder visualizá-las e colocá-las em prática. Algumas formas usadas são os desenhos e as maquetes, que correspondem a materialização desses projetos, em um momento anterior à construção de fato da edificação (RAGONHA; VIZIOLI, 2015).

As maquetes ainda são utilizadas atualmente e, normalmente, conseguem atingir seu objetivo de transmitir a informação buscada necessária, no entanto, atualmente, as maquetes podem ser classificadas em dois grupos básicos: as maquetes físicas e as maquetes eletrônicas.

As maquetes físicas vieram antes, sendo utilizadas desde os primórdios das civilizações. Mesmo que bem simples, naquela época, elas conseguiam exemplificar o que seria realizado, muitas vezes até fazendo em escala, uma técnica que ainda utilizamos até hoje.

Um exemplo claro disso é o modelo do Templo de Niha, datada do séc. II d.C. A peça foi localizada dentro de uma edificação de apoio às obras do templo, a qual correspondia à arquitetura da construção real, confeccionada na escala 1:24, e representava a parte principal do mesmo, fazendo referência a detalhes de seus acessos (NEVES, 2020).



Figura 01. Templo de Niha (real). Fonte: Viator Imperi: <https://viatorimperi.es/niha/>.



Figura 02. Templo de Niha (maquete). Fonte: Vitruvius:
<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.139/4155>.

O Templo de Niha, conforme as figuras 01 e 02, é o mais provável exemplo de maquete utilizada na Antiguidade Clássica (ROZESTRATEN, 2003), porém foi no Renascimento que esta prática se associou ao processo construtivo.

Com o passar do tempo, as maquetes foram sendo aprimoradas, ficando cada vez mais refinadas e fiéis à realidade, porém sua criação requer uma habilidade muito grande, bastante tempo e isso acaba atrelando a um custo final elevado deste produto.

Brunelleschi, um talentoso arquiteto do período do Renascimento, fazia uso frequente de maquetes para o estudo de seus projetos ou de parte deles, sendo que

costumava fazê-los com materiais, texturas e pinturas, tal qual seria o projeto real, chegando até a envelhecer a madeira, buscando aproximar ao máximo os clientes com o resultado final da obra (NEVES, 2020).

Logo, esse tipo de maquete para fins comerciais, atualmente, está ligado aos grandes empreendimentos, como prédios, por exemplo, e as edificações de alto padrão, levando em conta todo valor atrelado ao produto e ao processo de fabricação.

O nível de sofisticação atualmente é tão grande que existem maquetes todas automatizadas, que respondem até a alguns comandos de voz, onde até mesmo os móveis de decoração são baseados em peças reais, trazendo o realismo e a imersão a um patamar ainda mais elevado (THENÓRIO, 2021).

Entretanto, com o passar do tempo e a chegada dos computadores, foram sendo criados *softwares* dedicados a essa área na construção civil, dando início às maquetes eletrônicas. Assim como as maquetes físicas, no início, elas eram bem simples, pouco realistas, mas facilitavam no desenvolvimento de um projeto.

Porém, com o passar do tempo e o avanço da tecnologia, esses *softwares* foram sendo atualizados e refinados até os dias de hoje, em que as maquetes beiram o realismo, em todos os sentidos, como na escala, iluminação, representação, detalhes, tudo dependendo de sua modelagem de informação. Quanto maior o empenho colocado na criação dessa modelagem, melhor será o resultado final da maquete.

A criação e utilização das maquetes eletrônicas na área de projetos expandiu a gama de possibilidades a serem apresentadas para o público-alvo, trazendo diversos benefícios, em alguns pontos, quando comparado ao método tradicional de maquetes físicas, como a diminuição do tempo para a criação dessas maquetes eletrônicas, facilidade de alterações quando necessárias no projeto, além de se tornar cada vez mais acessível aos profissionais e aos clientes e/ou colaboradores, entre outros fatores. Além disso, cada dia mais a tecnologia avança, visando o máximo de realismo possível, trazendo novas tendências para esse mercado, como a realidade virtual e aumentada dentro da própria maquete, algo já implementado hoje em dia, mas ainda em aprimoramento. Através desta tecnologia, busca-se o entendimento e a aprovação do projeto por meio da imersividade junto à maquete. Há a possibilidade de transitar por dentro das edificações, visualizar modelos em projetos por meio de simulações e animações, enriquecer sistemas de informações com recursos de

visualização 3D, tudo isso por meio da Computação Gráfica (ANDRADE; MEDINA, 2007).

A maquete eletrônica, diferente da maquete física, requer menos tempo para sua criação, além de ser mais barato, quando comparado com seus produtos finais, uma vez que na maquete física os materiais são gastos apenas naquele produto e na maquete eletrônica, com um mesmo *software* e máquina podem ser criados diversos modelos virtuais.

Mesmo com a utilização de profissionais treinados para esse tipo de trabalho, como maquetistas e ajudantes, e utilizando também de tecnologias como máquinas de corte a laser e impressão 3D para maior rapidez e precisão, por se tratar de um processo muito artesanal, algumas maquetes podem levar meses para serem desenvolvidas e seus valores podem chegar a até 2 milhões de reais (FOGASSA, 2011).

Com o acesso à tecnologia ficando cada dia mais fácil, a ampliação de disponibilidade por esse produto aumenta a cada momento, sendo bastante utilizado desde projetos de objetos planejados, como também em edificações de pequeno, médio e grande porte, independentemente de seu padrão construtivo adotado.

A expectativa é que continue existindo mercado para ambos os tipos de maquetes citados anteriormente (física e eletrônica), mas as maquetes eletrônicas estão se tornando cada vez mais comuns no mercado profissional e saber desenvolver uma maquete eletrônica atualmente não se trata mais de um diferencial, como era alguns anos atrás, com o surgimento desta tecnologia, mas sim de uma necessidade profissional.

Analisando com um olhar macro, desde 1990, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) calcula o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. O PIB é composto por valores brutos de três grandes setores da economia nacional, sendo eles a Agropecuária, a Indústria e os Serviços (SOUZA et al., 2015). Dentro desses três grandes setores da economia, ocorre uma subdivisão, se separando em vinte atividades econômicas, sendo uma delas a Indústria da Construção Civil¹ (ICC), a qual

¹ A Indústria da Construção Civil compreende atividades relacionadas à construção de edificações e obras de infraestrutura, incluindo edifícios residenciais, comerciais, industriais e públicos, bem como saneamento, instalações de energia elétrica, gás, telecomunicações entre outras (FIRJAN, 2021).

tem fundamental contribuição para o PIB do país, uma vez que consome uma considerável parte dos recursos naturais disponíveis, emprega uma expressiva quantidade de mão de obra, além de dar vida a uma cadeia produtiva ao seu redor, possibilitando assim o desenvolvimento da infraestrutura necessária para o crescimento de uma comunidade.

Segundo a Federação das Indústrias do Distrito Federal (Fibra), a ICC é responsável por 6,2% do PIB do país. Com o PIB do Brasil, em 2017, no valor de 5,7 trilhões de reais (FIBRA, 2017), pode-se afirmar que 353,4 milhões de reais são provenientes da ICC.

Considerando que parte da atuação de um engenheiro civil está ligada às obras e seus projetos, como consta na Resolução Nº 1.010 do CONFEA/CREA (2005), o tema deste TCC está diretamente ligado com o cotidiano da ICC. Uma vez que quanto mais detalhado e alinhado o projeto estiver, menos problemas, mais rápido e lucrativo será o processo, o tema vem com a proposta de analisar como a utilização da modelagem 3D em BIM pode auxiliar e facilitar o entendimento de todos os indivíduos ligados a ela, gerando assim diversos benefícios.

Apenas no ano de 2020, o PIB brasileiro foi de R\$ 7,4 trilhões (IBGE, 2020) e, como dito anteriormente, a ICC oferece uma fundamental contribuição para esse valor. Sendo assim, qualquer perda associada a esse segmento representa um valor expressivo, que poderia estar sendo mais bem aproveitado, evitando gastos desnecessários. Segundo Mastenbroek (2010 apud Mello et al., 2018), “... *os custos em retrabalho na construção civil, levantados por diversos autores em diferentes países, variam entre 1 e 10% dos custos totais do empreendimento*”. Isso acaba causando impacto nos orçamentos, onerando contratantes e contratados, atrasando prazos e atingindo baixos índices de qualidade.

Logo, a perspectiva buscada neste trabalho é de mostrar como a tecnologia de modelagem 3D BIM pode facilitar o entendimento do projeto como um todo, desde o cliente até o fornecedor e prestador de serviços, evitando dessa forma perdas desnecessárias de tempo, dinheiro, materiais, entre outros. Segundo estudos contratados pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), com a utilização da tecnologia BIM, a expectativa é de uma redução de custo que pode chegar até 20% e, quando implementada, a metodologia deverá elevar o PIB da construção civil em 28,9% (ABDI, 2019).

Da mesma forma que os alunos aprendem com mais facilidade por meio de

imagens, objetos 3D e informações, todos em conjunto, os clientes e os colaboradores que não conhecerem o que estiver sendo proposto irão entender com maior facilidade se for mostrado a eles por meio desses *softwares* que englobam todos esses pontos, ao invés de simplesmente tentarmos explicar com palavras e a imaginação.

O que se observa é a dificuldade de entendimento e visualização de espaços e objetos tridimensionais através apenas da fala e uma forma de minimizar esse problema é modificando essa abordagem, utilizando a informática, tornando o ambiente mais atrativo e interativo (ANDRADE; MEDINA, 2007). A expectativa é de que a probabilidade de acertos e entendimento é muito maior utilizando a ferramenta e o método proposto.

Sendo assim, o presente trabalho busca mostrar como a modelagem 3D com *softwares* BIM pode ajudar no entendimento dos projetos e transmissão de conhecimento tanto para o cliente, quanto para o colaborador que irá executá-lo, fazendo com que a comunicação e o processo fluam de uma forma melhor, mais coesa e com menos erros.

Busca-se:

- Comparar experiências profissionais similares em escritórios diferentes;
- Traçar um perfil geral dos profissionais da região do Litoral Norte Paulista;
- Comprovar que a modelagem 3D BIM beneficia no entendimento do projeto.

Desta forma, este trabalho tem uma abordagem qualitativa, através de uma metodologia exploratória, no qual o procedimento foi uma pesquisa de levantamento.

Iniciou-se com a revisão de literatura, a seleção de escritórios e profissionais autônomos da área de engenharia civil e/ou arquitetura para comparação entre eles, em realizar entrevistas com esses profissionais, separadamente, além da elaboração e aplicação do questionário e, posteriormente, a comparação das respostas obtidas pelo mesmo, a fim de culminar no resultado deste TCC.

Foram selecionados profissionais e escritórios que atuassem, obrigatoriamente, no município de Caraguatatuba, podendo também atuar em outras cidades da região, como, por exemplo, as cidades do Litoral Norte Paulista, para que pudesse ser analisada a realidade enfrentada pela região, tendo um estudo mais restrito.

2. BUILDING INFORMATION MODELING – BIM

O *Building Information Modeling* é um assunto que ganha maior proporção e relevância a cada dia. Atualmente, diversos autores e profissionais da construção civil buscam definir o que é o BIM, entretanto sua amplitude de recursos gera dificuldade de encontrar uma definição que seja unânime por toda a comunidade científica. Desta forma, continuam sendo diversas as definições sobre o que ele realmente é (CATELANI, 2016).

Pode-se afirmar que a tecnologia BIM é uma sucessora dos sistemas CAD (em inglês, *Computer Aided Design*) e da modelagem 3D. Os sistemas CAD podem ser entendidos como a junção de ferramentas digitais que concedem ao usuário realizar projetos em pranchetas virtuais. Os projetos são feitos com a ajuda de ferramentas geométricas, como linhas e pontos. A base deste tipo de sistema está na criação de elementos vetoriais que correspondem a elementos construtivos. Cada camada (em inglês, *layer*) pode ser configurada para representar um certo elemento específico, como, por exemplo, paredes, esquadrias e estrutura (EASTMAN, 2014, p. 12). Um bom exemplo é o *software* AutoCAD, da empresa Autodesk, representado na figura 03.

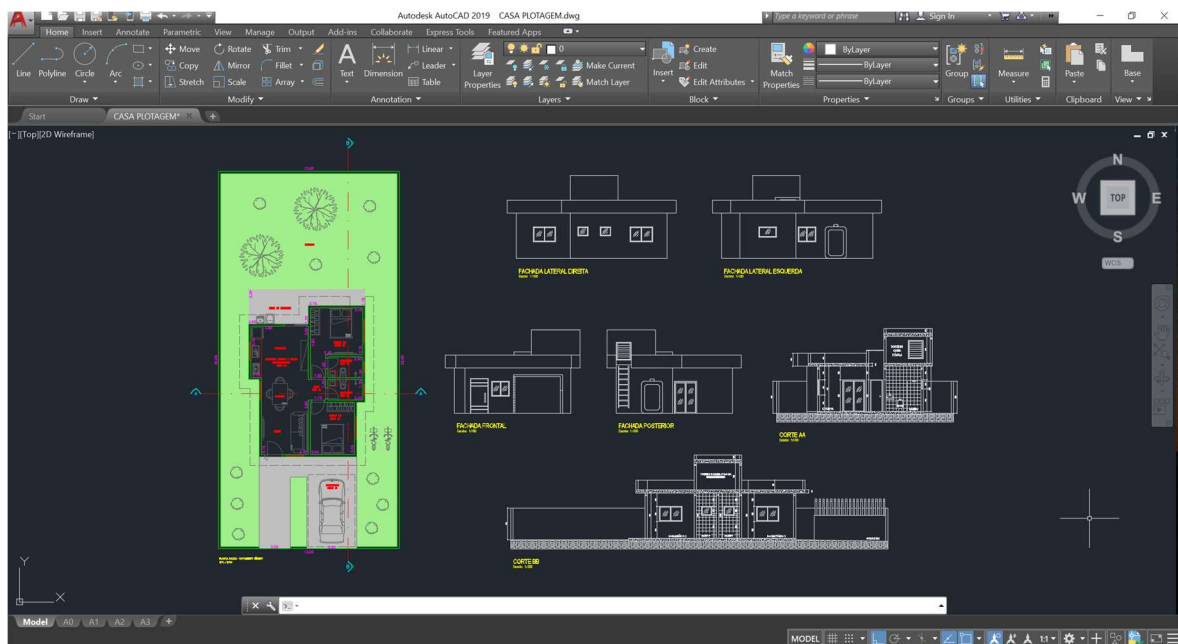


Figura 03. Interface do programa AutoCAD 2019, com projeto em desenvolvimento. Fonte: Própria Autoria.

Com o passar do tempo, com o sistema CAD ganhando aplicabilidade dentro do mercado da construção civil e, por consequência, notoriedade, novas tecnologias foram sendo desenvolvidas, o que deu início à modelagem 3D, por exemplo. Tratando da modelagem 3D, é possível citar o *software* SketchUp, da empresa Trimble Navigation, representado na figura 04.

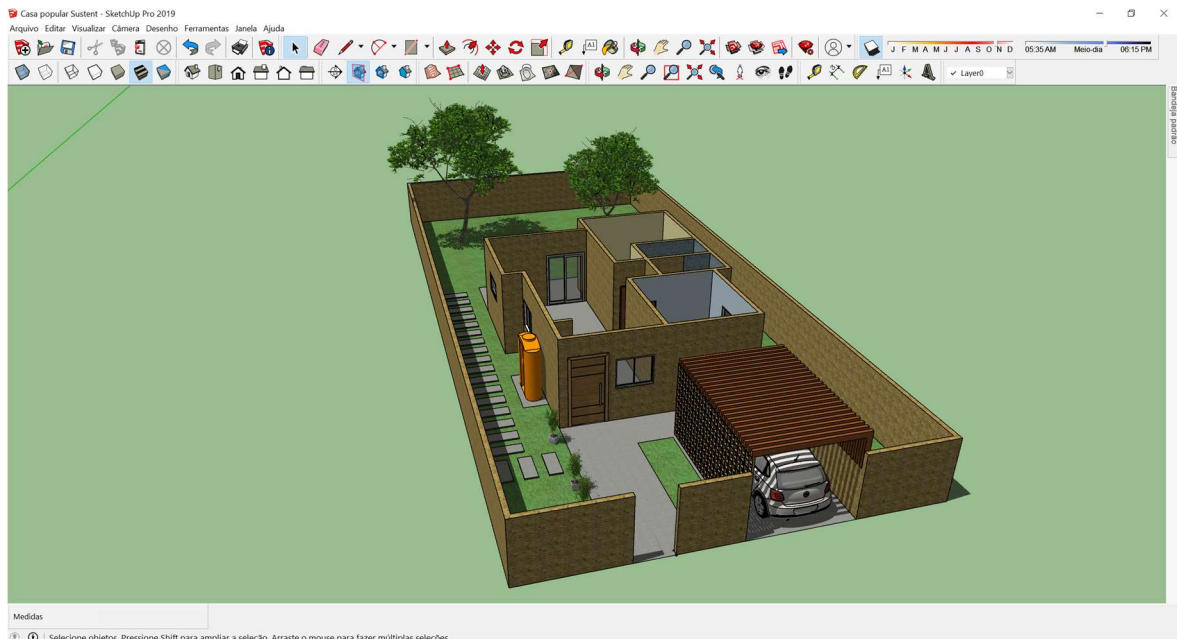


Figura 04. Interface do programa SketchUp 2019, com projeto em desenvolvimento. Fonte: Própria Autoria.

Essas tecnologias surgiram com o intuito de complementar umas às outras, fazendo com que os projetos se tornassem mais completos, ricos em detalhes e informações. Desta forma, com a evolução desses sistemas, em busca de tecnologias mais amplas, que englobasse mais áreas, que pudessem ser compartilhadas, cujo foco se tornasse a informação, surge a tecnologia BIM (EASTMAN, 2014, p. 12).

De acordo com o professor Charles M. Chuck Eastman (2014, p. 13), considerado o “pai” do BIM no meio acadêmico, BIM “é uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”. Atualmente, é possível citar alguns programas que possuem tecnologia BIM, como o ArchiCAD da empresa Graphisoft e o Revit da empresa Autodesk, por exemplo, representado na figura 05.

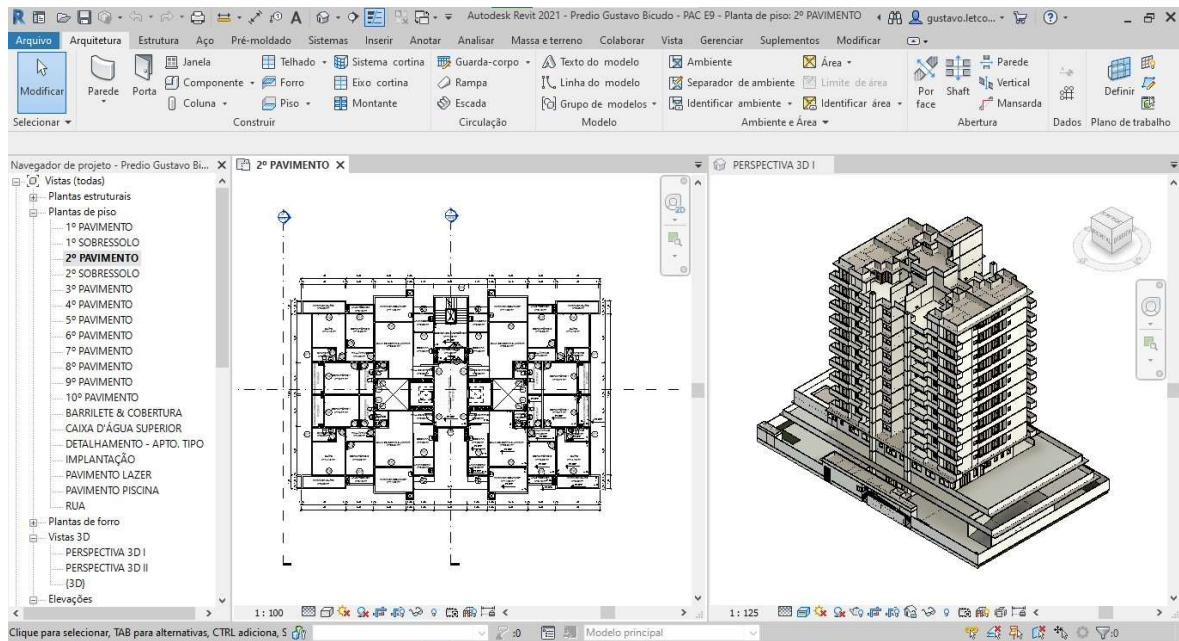


Figura 05. Interface do programa Revit 2021, com projeto em desenvolvimento. Fonte: Própria Autoria.

Com a introdução do BIM no desenvolvimento de projetos, a forma de se desenhar em duas dimensões e idealizar em três dimensões foi substituída pela exteriorização de um projeto em um ambiente de simulação virtual, repleto de informações, inteligente e eficiente (KASSEM et al., 2015; RUSCHEL, 2013).

Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção [...] (EASTMAN, 2014, p. 1).

A tecnologia BIM possui uma aplicação vasta, pois engloba diversas áreas, buscando ser a mais integrada possível ao processo da construção e, sendo assim, pode ser dividida em várias dimensões, em 2D, 3D, 4D, até “n” dimensões, uma vez que não há, na bibliografia, um consenso sobre as dimensões a partir do 6D (SILVA, 2020).

Seguindo a estrutura presente no Guia BIM 3 da ABDI e subdividindo as dimensões em 10 itens, tem-se de forma resumida que, o 2D é a dimensão mais básica, em que representa apenas os planos do projeto, como as plantas dos pavimentos, cortes e fachadas, por exemplo.

O 3D do BIM é responsável por transformar o projeto em um modelo virtual, atrelando informações à modelagem, não se limitando apenas a um terceiro plano e

volumetria, estando vinculado à dimensão 2D. Através da utilização de três dimensões, busca-se facilitar a compreensão do projeto como um todo, além de detectar possíveis incompatibilidades dentro do projeto.

O 4D trata da parte de planejamento e cronograma. Nesta dimensão, são estabelecidos os prazos, analisando se as etapas planejadas estão em conflito e qual a melhor sequência para um determinado projeto, de modo que tudo ocorra de forma coesa.

O 5D já aborda a parte dos custos de um projeto, ou seja, o orçamento de uma obra, por exemplo. Utilizando essa dimensão, a partir do momento que algum ponto é alterado no projeto, como tudo está interligado e possui informações atreladas, o custo já vai se atualizando automaticamente, facilitando até em projeções futuras de custos do projeto e quais as melhores opções a serem tomadas, visando um lucro maior e um custo menor.

O 6D está direcionado às questões ambientais e de sustentabilidade. Nessa dimensão são tomadas algumas decisões que visam a sustentabilidade dentro do projeto, como, por exemplo, o reuso de água, utilização de energias renováveis e consideradas limpas, conforto térmico, métodos construtivos, entre outros possíveis pontos.

O 7D visa a gestão de manutenção da edificação em todo o seu ciclo de vida. Por meio de todas as informações inseridas e atreladas ao projeto, é possível determinar algumas decisões relacionadas à manutenção preventiva de certos itens, como a parte elétrica e o sistema hidrossanitário, por exemplo. Através desta dimensão, por meio da manutenção preventiva, é possível evitar danos maiores a integridade do objeto de estudo (edificação, por exemplo), diminuindo os custos empregados nessas correções a longo prazo, que costumam ser mais onerosos, como mostra a Lei de Sitter.

Segundo Pereira (2011), com relação a Lei de Sitter ou Lei dos Cincos, como também é conhecida, se intervenções preventivas necessárias em uma edificação forem previstas na etapa de projeto, os custos com manutenção podem ser minimizados em relação aos custos devidos a intervenções tardias, pois os valores ascendem em projeção geométrica de razão 5. Logo, pode-se afirmar que uma intervenção prevista na etapa de projeto equivale a 20% do valor dessa mesma intervenção quando realizada de forma tardia.

O 8D busca a segurança e saúde dentro do processo construtivo. Essa dimensão analisa todos os processos a serem realizados durante a construção e dessa forma proporciona a menor taxa de acidentes e situações prejudiciais à saúde, sempre pensando em soluções para esse tipo de problema. A meta é sempre zerar o número de casos de acidentes nos canteiros de obras, por exemplo.

O 9D é sobre a filosofia da *lean construction* (em português, construção enxuta). Essa filosofia, bastante enraizada na indústria automotiva japonesa, busca eliminar perdas produtivas, como as esperas, os defeitos, os movimentos desnecessários de materiais e trabalhadores no ambiente de construção, os desperdícios, entre outros. Basicamente, quanto mais perdas forem evitadas, melhor será o planejamento, andamento e lucro da obra.

Por fim, o 10D busca englobar todas as dimensões citadas anteriormente e aplicá-las em conjunto, criando assim a construção industrializada, em que se tem o melhor de todos os mundos, integrando as novas tecnologias por meio de sua digitalização ao processo (SILVA, 2020).

A figura 06 representa, de forma simplificada, as 10 dimensões do BIM.

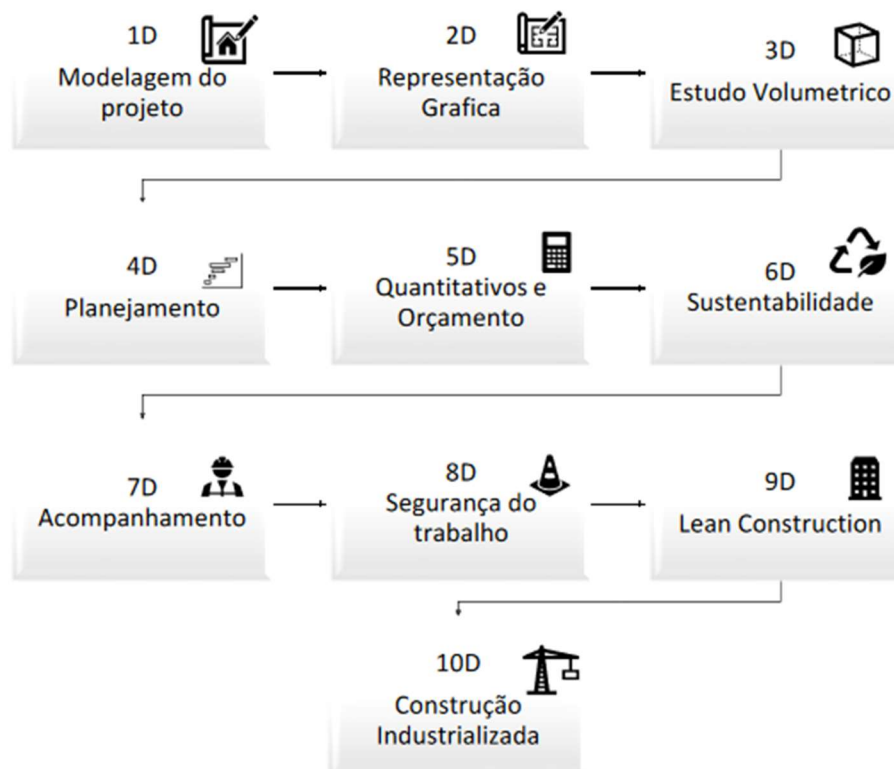


Figura 06. Representação das 10 dimensões do BIM. Fonte: BISNETO, 2021.

Como dito anteriormente, apesar de existirem “n” dimensões e terem sido citadas 10 dimensões, o presente estudo se limitou a 3ª dimensão, por ser a dimensão que mais se relaciona com o objetivo do tema.

Uma vez que, a 3ª dimensão engloba informações atreladas à modelagem e não apenas uma volumetria geométrica no projeto, tem-se a teoria de que quanto mais detalhada for essa etapa, mais rico em informações e dados será o projeto, algo que facilita o entendimento do que se está sendo proposto e traz benefícios no decorrer do processo.

De acordo com Doumbouya et al. (2016), por ser uma tecnologia que abrange tantos pontos, visando a melhoria do processo, desde a concepção do projeto até a execução, a utilização de programas BIM traz diversos benefícios. Através dela é possível uma melhoria da produtividade e eficiência do empreendimento, compatibilização de projetos, otimização do tempo, redução de desperdícios no canteiro de obras, planejamento de custos, controle do prazo de obra, gerenciamento da construção, uso e pós-ocupação.

A modelagem 3D propicia uma análise do empreendimento como um todo, onde as incompatibilidades e falhas de projeto podem ser identificadas e sanadas, por meio de soluções debatidas com todos os integrantes antes de ser iniciada a etapa de construção. Uma das vantagens desta tecnologia consiste na possibilidade de se testar uma edificação real em meio virtual, como por exemplo testes de análise energética, estrutural, térmica, estudos luminotécnicos ou de sombreamento (CATELANI, 2016), e, caso necessário, realizar as devidas correções.

Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos (EASTMAN, 2014, p. 1).

Isso mostra uma evolução, uma vez que no sistema CAD, voltado para a tecnologia 2D, o fluxo de projeto era ineficiente, propenso a erros acumulados. No processo de projeto tradicional, o projeto arquitetônico é a origem para o avanço de cada matéria envolvida. Deste modo, a criação de cada projeto complementar (elétrico, hidrossanitário, estrutural, entre outros) ocorre de maneira exclusiva e sem qualquer interligação por um agente técnico capacitado. À vista disso, o resultado final de uma série de projetos baseados em CAD é um modelo em duas dimensões, carente de competência e repleto de defasagens, como divergências entre os elementos, alto custo e baixo rendimento (KASSEM et al., 2015).

Entretanto, ocorre uma resistência dos profissionais e empresas do ramo da construção civil para a migração de um sistema mais antigo e defasado (sistema CAD – 2D), porém estabelecido e difundido no mercado, para seu sucessor, mais abrangente e repleto de informações (sistema BIM), mas ainda sem adesão coletiva (DOUMBOUYA et al., 2016).

As barreiras para a implementação do BIM são frutos de um conjunto de situações e variáveis. Entre as principais barreiras enfrentadas por parte dos profissionais da construção civil estão o alto custo de investimento inicial com máquinas especializadas, *softwares* e capacitação de profissionais, tempo para mudança das políticas organizacionais, normas subjetivas e receio com relação a segurança digital do modelo, por ser compartilhado em nuvem, na rede (DOUMBOUYA et al., 2016).

Na figura 07, são expostas as principais barreiras à implementação da tecnologia BIM, segundo estudo realizado por Liu (2015).

Category	Item	Literature
Lack of national standard	Incomplete national standard	Bernstein & Pittman, 2004; Thomson & Miner, 2006; Björk & Laakso, 2010; Azhar, 2011; Aibinu & Venkatesh, 2014; Alreshidi et al., 2014
	Lack of information sharing in BIM	
High cost of application	High initial cost of software	Allen Consulting Group, 2010; Thomson & Miner, 2010; Azhar, 2011; Ganah & John, 2014
	High cost of implementation process	
Lack of skilled personnel	Lack of professionals	Smith & Tardif, 2009; Allen Consulting Group, 2010; Sharag-Eldin & Nawari, 2010; Becerik-Gerber et al., 2011; NATSPEC, 2013 ; Wu & Issa, 2014
	High cost of training and education	
Organizational issues	Process problems	Arayici et al., 2011; Won et al., 2013; Aibinu & Venkatesh, 2014; Demian & Walters, 2014
	Learning curve	
	Lack of senior support	
Legal issues	Ownership	Thomson & Miner, 2006; Chynoweth et al., 2007; Azhar, 2011; Udom, 2012
	Responsibility for inaccuracies	
	Licensing problems	

Figura 07. Principais barreiras à implementação da tecnologia BIM. Fonte: LIU, 2015.

Perante a divergência entre os benefícios, possibilidade da implementação do sistema BIM e suas barreiras, alguns estudiosos alegam que o Brasil se encontra em uma situação de implementação inicial e pouco efetiva deste sistema. Isso denota que o país tem um caminho extenso a ser percorrido até que se alcance uma maturidade adequada (CATELANI, 2016).

Apesar da resistência apresentada por parte dos integrantes da AECO, entendendo os benefícios do uso da tecnologia BIM e acompanhando os países desenvolvidos, o Governo Federal, visando incentivar a aplicação do sistema BIM no país, publicou o Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, em que revogou o Decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018 e nele dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR, instituída com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e a sua difusão no país (BRASIL, 2019). Este ato federal confirma que, no futuro, essa tecnologia estará cada vez mais presente nos projetos desenvolvidos.

Posteriormente, com o Decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, o Governo Federal propõe-se incentivar e acelerar essa disseminação, estabelecendo a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, definindo fases de implementação de forma gradual.

Na primeira fase, a partir de 1º de janeiro de 2021, o BIM deveria ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM. Sendo assim, seria utilizado apenas para concorrências públicas. Já na segunda fase, a partir de 1º de janeiro de 2024, 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, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM. E por fim, na terceira fase, a partir de 1º de janeiro de 2028, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância para a disseminação do BIM (BRASIL, 2020).

Além de decretos, o setor público tem direcionado a atenção para a criação de normas referentes ao tema, entre elas podemos citar a ABNT NBR 15965-7 (Sistema de classificação da informação da construção - Parte 7: Informação da construção) e a ABNT NBR 12006-2/18 (Construção de edificação - Organização de informação da construção - Parte 2: Estrutura para classificação), sendo esta última se tratando de uma versão traduzida da ISO 12006-2, desenvolvida e utilizada em países estrangeiros.

Assim sendo, tem-se convicção que saber utilizar essa tecnologia a favor do projeto é de suma importância para que se obtenham resultados mais positivos, tanto para a obra (pública e/ou privada), quanto para o gestor, melhorando assim o processo construtivo como um todo.

3. PESQUISA DE LEVANTAMENTO

A partir da suposição levantada, com relação a eficácia da utilização da modelagem 3D em BIM para o entendimento de projetos, foi proposta uma pesquisa de levantamento com o intuito de coletar informações sobre o tema e confirmar, ou não, se a suposição inicial estava parcialmente ou totalmente de acordo com a realidade enfrentada na área da construção civil.

A pesquisa de levantamento se baseou em um questionário e em entrevistas realizadas com profissionais e empresas do ramo da construção civil e áreas correlacionadas que, a partir de suas experiências profissionais práticas, poderiam responder os questionamentos e discorrer sobre o assunto a ponto de expor suas opiniões colaborando com a realização da pesquisa.

O questionário foi elaborado a partir das informações levantadas pela revisão bibliográfica, pela experiência vivenciada pelo autor durante os estágios nas empresas em que passou e pelas suspeitas iniciais que deram início a esta pesquisa. A entrevista foi realizada durante a aplicação do questionário, em um modelo de conversa, explicando brevemente sobre o tema do presente projeto e debatendo sobre as questões aplicadas no questionário.

3.1. QUESTIONÁRIO

Segundo Carvalho et al. (2017), a partir de meados da década de 90, com a massificação do uso da internet, a utilização de questionários eletrônicos *online* passou a ser algo recorrente para a realização de pesquisas acadêmicas e de mercado, buscando formas mais rápidas e objetivas na coleta, organização e no processamento de dados da pesquisa.

Um questionário é tão somente um conjunto de questões, criado para gerar os dados necessários para se verificar se os objetivos de um projeto foram alcançados (PARASURAMAN, 1991).

Ele é elaborado contendo perguntas que viabilizam a coleta de dados complexos, diversificados e em maior número por serem de aplicação e preenchimento breve e direto, proporcionando maior uniformidade nas respostas, além de garantir maior confiabilidade e agilidade na coleta. Diversas vezes esse

instrumento, o questionário, é enviado por meio eletrônico, dispensando a necessidade da presença do pesquisador (CARVALHO et al., 2017).

Desta forma, com o intuito de entender melhor a perspectiva dos profissionais da área de engenharia civil e arquitetura, foi elaborado um questionário para ser aplicado durante as entrevistas. No início da entrevista foi apresentado um breve resumo sobre o que se tratava o tema da pesquisa para contextualizar o entrevistado, ajudando-o a se situar, e na sequência foi aplicado o questionário.

As perguntas foram elaboradas a partir das suspeitas iniciais que deram origem a esta pesquisa, bem como a revisão bibliográfica pertinente ao tema, além da experiência vivenciada pelo autor durante os estágios nas empresas em que passou ao longo de sua formação acadêmica.

Algumas perguntas eram de múltipla escolha, outras de respostas curtas e algumas eram abertas a respostas longas. O tipo de resposta variava de acordo com a pergunta.

A ordem seguida foi primeiramente de perguntas que ajudassem a traçar um perfil dos entrevistados, bem como ter o registro de participação de quais escritórios e/ou profissionais colaboraram para a pesquisa. Em seguida vinham as perguntas relacionadas ao tema do TCC, tratando da modelagem 3D e do BIM. Por fim, foi deixado um campo para que o entrevistado escrevesse críticas, elogios, comentários e/ou sugestões sobre o tema da pesquisa e sobre o próprio questionário aplicado, caso ele desejasse, e também um campo para os contatos do mesmo. O título, as perguntas e suas opções de respostas são apresentados no Anexo I.

Com relação a forma de aplicação, o questionário foi aplicado pelo Google Forms e as entrevistas foram realizadas pelo Google Meet, tudo de forma exclusivamente *online* e gratuita, acessível para todos.



Figuras 08 e 09. Ícones dos aplicativos utilizados na aplicação da pesquisa – Google Forms e Google Meet. Fontes: Techtudo: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/2018/07/google-forms-como-enviar-um-formulario-no-corpo-do-e-mail.ghtml> ; Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM):

<https://news.uthm.edu.my/ms/2021/08/optimumkan-penggunaan-google-meet/>.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA

Intitulada, oficialmente, como Estância Balneária de Caraguatatuba, o município se localiza no litoral norte do estado de São Paulo. O Litoral Norte Paulista é composto pelos municípios de Ubatuba, São Sebastião e Ilhabela, além de Caraguatatuba.

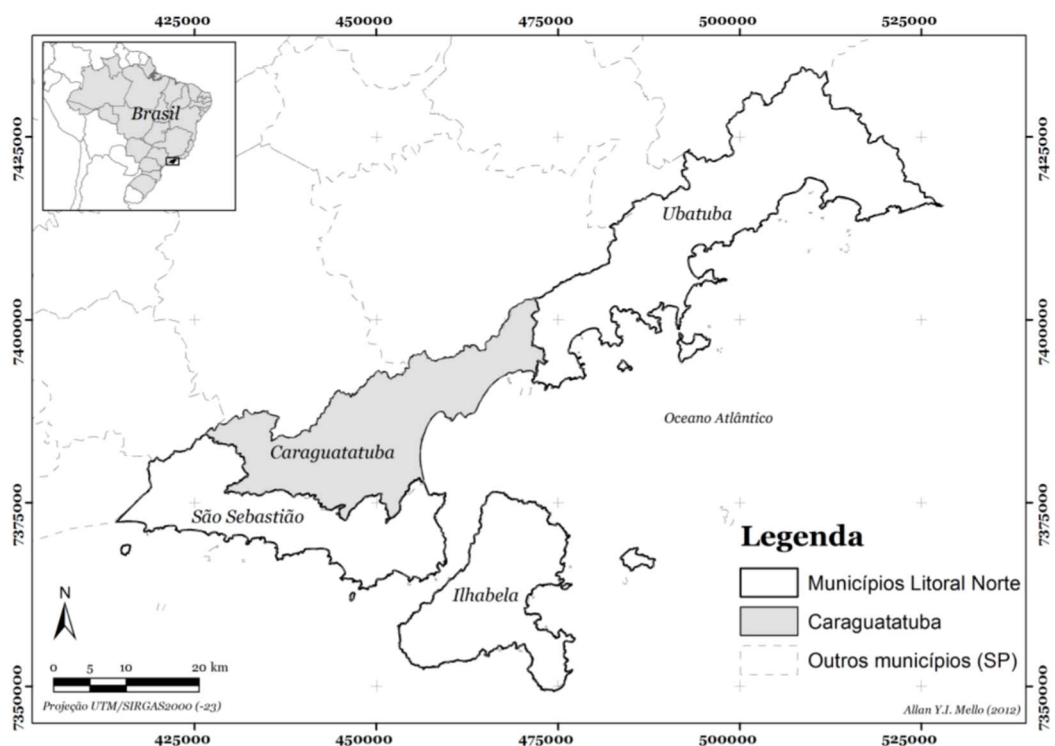


Figura 10. Mapa do litoral norte paulista e seus municípios. Fonte: MELLO et al., 2013.

Caraguatatuba possui uma extensão territorial de 484,947 km² (2020), com uma densidade demográfica de 207,88 hab/km² (2010) e um PIB per capita de R\$ 33.193,25 (2019). Seu índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) atinge um valor de 0,759 (2010) (IBGE, 2021).

Tratando de sua população, no último censo, em 2010, o município contava com 100.840 habitantes, porém a população estimada do ano passado, de 2021, apontou um crescimento, chegando ao valor de 125.194 habitantes (IBGE, 2022).

Entretanto, esse crescimento já vem do passado, desde 1950, onde o processo de urbanização foi intensificado por conta das atividades turísticas na região e,

posteriormente, em 1970, com a expansão do setor imobiliário, ocorreu um aumento da especulação imobiliária na região, mediante a construção de segundas residências e condomínios de luxo para a estadia de veranistas (GIGLIOTTI; SANTOS, 2013). Isso fez com que, conseqüentemente, a cidade viesse a sofrer transformações e se ajustasse a essa nova demanda da população.

Atualmente, Caraguatatuba conta com uma infraestrutura abrangente, em que possui escolas e faculdades (públicas e privadas), segurança (delegacia e corpo de bombeiros), saúde (Santa Casa, Hospital Regional, UPA, UBS, entre outros), entretenimento (shopping, teatro municipal), além dos eventos que a cidade proporciona ao longo do ano (feiras gastronômicas, culturais, esportivas, de empreendedorismo), mercados (varejo e atacadista), comércio local, turismo (Parque Estadual da Serra do Mar, praias e cachoeiras), serviços públicos, como o Poupatempo e o Detran, e isso acaba sendo um diferencial para que a população visite, conheça e, às vezes, até migre para esta cidade.

Com a pandemia de COVID-19, as pessoas tiveram que se adaptar ao “novo normal”, em que algumas ficaram em isolamento por muito tempo, tiveram a troca do trabalho presencial pelo teletrabalho e, sendo assim, resolveram sair dos centros urbanos em que residiam e decidiram se mudar para as cidades do interior e litoral, em busca de uma qualidade de vida melhor, mais próximos da natureza, e Caraguatatuba foi um desses destinos (BRITO, 2021).

Em 2020, Caraguatatuba foi considerada a 13º melhor cidade, acima dos 100.000 habitantes, para se investir no mercado imobiliário no Brasil, superando São José dos Campos, por exemplo, que aparece na 38º posição do ranking. Este resultado foi obtido através do estudo “Melhores Cidades para Fazer Negócios” de 2020, encomendado anualmente pela Revista Exame (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA, 2020). Isso mostra a importância que a cidade vem obtendo, principalmente na região, e como seu desenvolvimento está em crescimento, atingindo marcos inéditos.

Portanto, pode-se considerar que essa junção de fatores colaborou para o aumento da população, algo que fez com que o mercado da construção civil ficasse aquecido e movimentado, onde, apenas em 2021, segundo reportagem realizada pela

emissora Bandeirantes², 1.098 projetos foram aprovados, o melhor resultado desde 2005, quando começou a série histórica na cidade.

Essa tendência de crescimento municipal, aliada ao embalo do setor da construção civil na região, fomenta o incentivo para os profissionais da área, tornando a profissão de engenheiro civil, por exemplo, mais necessária no dia a dia do município e a expectativa é de que em 2022 o resultado seja ainda melhor, uma vez que o Secretário de Urbanismo de Caraguatatuba – Wilber Cardozo relatou que o crescimento de 2020 para 2021 saltou de 2,5% para 4% e a expectativa é de que aumente mais 2% agora em 2022 (BAND, 2022).

Apenas como curiosidade, em 5 dias de funcionamento, a partir da virada do ano para 2022, a Secretaria de Urbanismo já havia aprovado 12 projetos e ao final do mês de janeiro havia aprovado um total de 93 projetos, se mostrando o melhor mês em termos de aprovação de projetos para obras em Caraguatatuba dentre os anos anteriores, desde 2015. Isso representa um crescimento em torno de 35% na aprovação de projetos de obras (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA, 2022).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do questionário, foram obtidas respostas de 25 entrevistados. Dentre os entrevistados, foram selecionados engenheiros civis e arquitetos e urbanistas, de várias idades e épocas distintas de formação e início de carreira, que abrangesse uma gama de serviços da construção civil, como por exemplo topografia, estruturas, construção, design de interiores, modelagem de maquetes eletrônicas, renderizações, entre outros. Desta forma, buscou-se um resultado bem abrangente, não se limitando apenas a uma atribuição dentro da indústria da construção civil.

² Reportagem apresentada em 07/01/2022, no horário noturno, entre às 18:50 e às 19:20, pela emissora de televisão Bandeirantes, no programa “Band Cidade 2ª Edição”, ao vivo e, posteriormente, disponibilizado no canal Band Vale, no YouTube, em que o tema era trazer notícias da região e tratar de assuntos do município de Caraguatatuba.

3.3.1. RESPOSTAS OBTIDAS

Seguem abaixo as respostas obtidas para cada pergunta relacionada ao tema desta pesquisa.

3.3.1.1. CARACTERIZAÇÃO DOS ENTREVISTADOS

Como explicado anteriormente na metodologia, as primeiras perguntas tinham como objetivo auxiliar na realização do traçado de perfil dos entrevistados.

A área de atuação dos escritórios e profissionais giravam, em sua grande maioria, em torno da realização de projetos (arquitetônicos, elétricos, hidráulicos, estruturais, interiores, modelagem 3D), assessorias e construção de edificações, podendo elas serem ampliações, reformas ou até mesmo uma obra a partir da estaca zero, algo esperado, tendo em vista as profissões dos entrevistados (engenheiros civis e arquitetos e urbanistas).

As cidades em que atuavam eram sempre em Caraguatatuba e alguns entrevistados relataram atuar em cidades vizinhas, pertencentes ao litoral norte paulista e ao Vale do Paraíba, como, por exemplo, Ubatuba, São Sebastião, Ilhabela e São José dos Campos. Portanto, foi atendida a expectativa de entrevistar profissionais de uma mesma região.

Com relação ao tempo em que estavam inseridos no mercado de trabalho, 80% dos entrevistados responderam que estavam trabalhando a menos de 10 anos (de 2012 até 2022) e, destes, 44% responderam que estavam trabalhando a menos de 5 anos (de 2017 até 2022). Isso mostra que são profissionais novos no mercado de trabalho e a tendência é de que estejam atualizados quanto às novas tecnologias relacionadas a ICC.

5) No mercado desde:

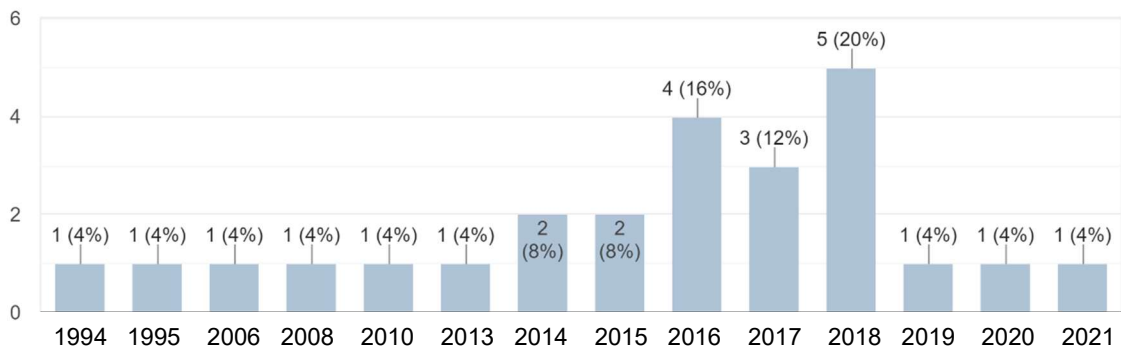


Figura 11. Gráfico de barras com as respostas da questão 5). Fonte: Própria Autoria.

O tipo de edificação mais usual que as empresas e os profissionais trabalham são as residências. Este é um resultado condizente, uma vez que a população de Caraguatatuba teve um crescimento populacional significativo na última década, saindo de 100.840 habitantes em 2010 para 125.194 habitantes em 2021, como citado anteriormente, representando um aumento de 24,15%.

6) Qual o tipo de edificação mais usual que a empresa e/ou profissional trabalha?

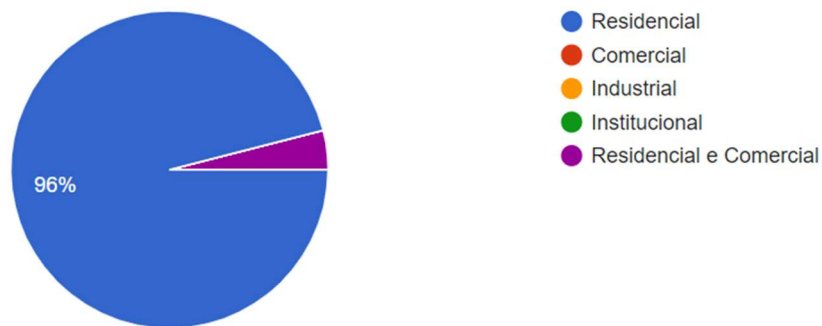


Figura 12. Gráfico de pizza com as respostas da questão 6). Fonte: Própria Autoria.

Dentre o porte e o padrão construtivo das edificações mais usuais que as empresas e os profissionais trabalham, pode-se notar que 76% das edificações são de médio porte e quanto ao padrão construtivo, houve uma divisão, em que 60% afirmaram ser de médio padrão e 40% afirmaram ser de alto padrão. Isso se dá pelo fato de algumas edificações, principalmente as residências secundárias, em Caraguatatuba e região se encontrarem muitas vezes em condomínios residenciais privados, de luxo. Sendo assim, as edificações devem seguir um mesmo padrão

construtivo, atendendo as exigências do local, quanto a estética, porte, revestimentos, entre outras características, para manter uma harmonia dentro do local.

Através das entrevistas, pode-se notar que grande parte dos entrevistados atuavam para clientes com um maior poder aquisitivo economicamente, algo esperado, pois quanto mais privilegiado cultural e economicamente (ensino superior e classes A/B), maior a chance do brasileiro de já ter feito alguma obra particular, em especial, reforma. Segundo o Datafolha, a principal barreira para a contratação de serviços de arquitetos, por exemplo, é o senso comum de que se trata de um trabalho caro, algo que não é verdade, uma vez que o custo é de cerca de 10% do valor total da obra (CAU/BR, 2015).

Vale lembrar que, a atuação do engenheiro e do arquiteto e urbanista é voltada para toda a população, já que a engenharia e a arquitetura devem ser implantadas em todas as esferas, com o intuito de atender a todos os públicos resultando em condições melhores e mais corretas de edificações para todos. Segundo o programa Habitat (Organização das Nações Unidas), a urbanização planejada maximiza a capacidade das cidades em gerar emprego e renda, e estimular a diversidade e a coesão social entre diferentes classes sociais, culturas, etnias e religiões (CAU/BR, 2015).

7) Qual o porte de edificação mais usual que a empresa e/ou profissional trabalha?

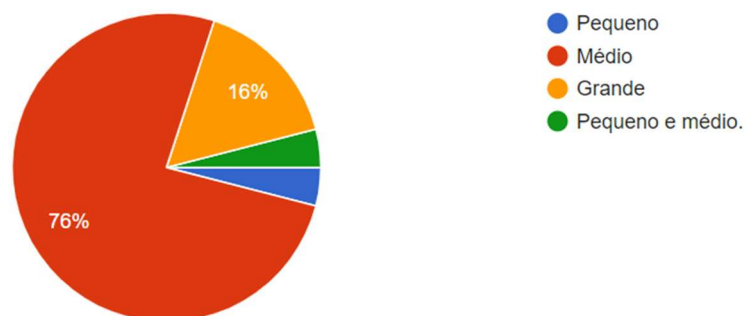


Figura 13. Gráfico de pizza com as respostas da questão 7). Fonte: Própria Autoria.

8) Qual o padrão construtivo mais usual que a empresa e/ou profissional trabalha?

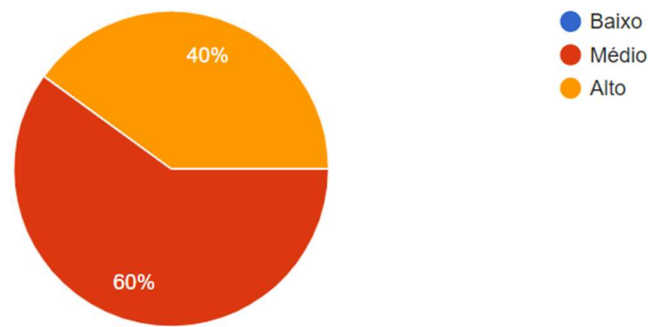


Figura 14. Gráfico de pizza com as respostas da questão 8). Fonte: Própria Autoria.

Em relação aos *softwares* utilizados pelos entrevistados, 96% afirmaram que utilizam o AutoCAD, 84% utilizam o SketchUp, 64% utilizam algum renderizador (Lumion, V-Ray, Corona Renderer) para realizar vídeos e fotos o mais realistas possíveis, 40% utilizam o Revit e 4% utilizam o ArchiCAD. Os entrevistados não necessariamente utilizavam apenas um *software*. Normalmente eles faziam uma combinação de programas para que cada etapa fosse atendida da forma desejada (Exemplo: AutoCAD, SketchUp e Lumion; AutoCAD e Revit).



Figuras 15 a 18. Ícones de alguns dos programas citados na pesquisa – AutoCAD, SketchUp, Lumion e Revit. Fontes: Marcas Logos: <https://marcas-logos.net/autocad-logo/> ; 1000 Logos: <https://1000logos.net/sketchup-logo/> ; Hotmart: <https://www.hotmart.com/product/presets-de-efeitos-para-lumion/V52719773B> ; Artlantis: <https://artlantis.com/de/revit-2/>.

Outros *softwares* também foram citados, mas normalmente eram utilizados para serviços mais específicos, como por exemplo o CypeCAD (utilizado em projetos de estruturas), o Topographic (para a área de topografia), o Photoshop (para pós produção e tratamento de imagem), entre outros. Isso variava de acordo com os serviços que cada empresa prestava.

3.3.1.2. RESPOSTAS SOBRE A MODELAGEM E O BIM

Adentrando no tema da tecnologia BIM, 84% dos entrevistados afirmaram ter conhecimento sobre o assunto e quando questionados sobre a utilização da tecnologia BIM em seus trabalhos, pouco mais da metade dos entrevistados afirmaram utilizar, sendo esse valor de apenas 52%. Os *softwares* citados pelas empresas, aos quais alegavam utilizar, eram o Revit, o ArchiCAD, o CypeCAD, o Civil 3D e o SketchUp (com plugins).

10) Possui conhecimento sobre o sistema de Modelagem de Informação da Construção, mais conhecido como BIM?

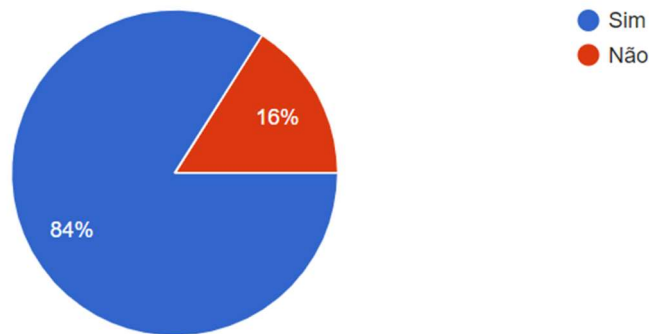


Figura 19. Gráfico de pizza com as respostas da questão 10). Fonte: Própria Autoria.

11) Utiliza algum software BIM na empresa?

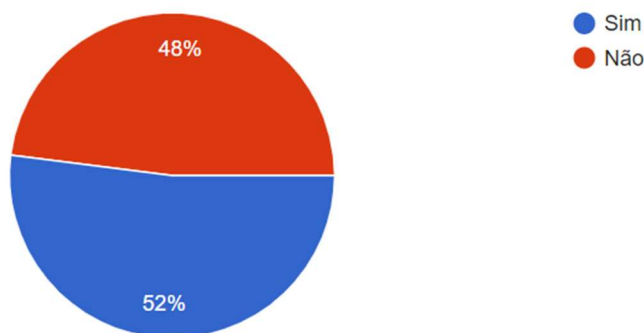


Figura 20. Gráfico de pizza com as respostas da questão 11). Fonte: Própria Autoria.

Como mostra a figura 21, se tratando da modelagem, 92% dos entrevistados afirmaram que faziam o uso desse método durante o desenvolvimento do projeto.

13) Faz uso da modelagem durante o desenvolvimento do projeto?

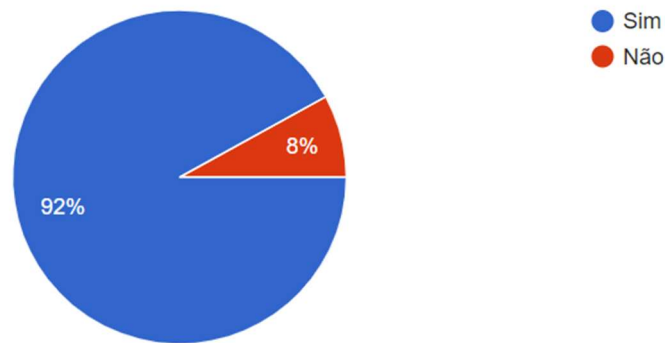


Figura 21. Gráfico de pizza com as respostas da questão 13). Fonte: Própria Autoria.

A justificativa para isso era de que a modelagem auxiliava o profissional durante a criação do projeto, facilitando o entendimento do projeto como um todo, desde o estudo preliminar até o projeto executivo, na compatibilização dos projetos complementares, na escolha para a parte estética, como os revestimentos e as cores a serem utilizadas, os elementos arquitetônicos, entre outros, além de ajudar a mão de obra a se familiarizar sobre as etapas construtivas e também o cliente com todo o projeto em si.

Quando perguntado, de acordo com a experiência profissional dos entrevistados, se a modelagem ajudava no entendimento do cliente em relação ao projeto, 100% das respostas foram “Sim”.

15) De acordo com sua experiência profissional, a modelagem ajuda no entendimento do cliente em relação ao projeto?

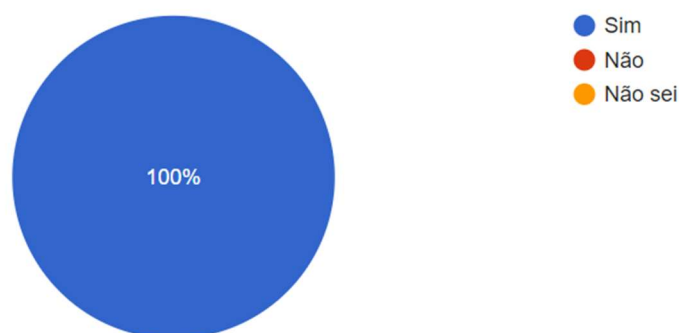


Figura 22. Gráfico de pizza com as respostas da questão 15). Fonte: Própria Autoria.

Já, quando questionados se a modelagem ajudava na execução da obra e/ou produto, 100% das respostas também foram “Sim”. Quase todos os entrevistados concordaram que a modelagem ajudava enquanto ocorria o desenvolvimento do

projeto, sendo que 96% das respostas foram a favor.

16) De acordo com sua experiência profissional, a modelagem ajuda na execução da obra e/ou produto?

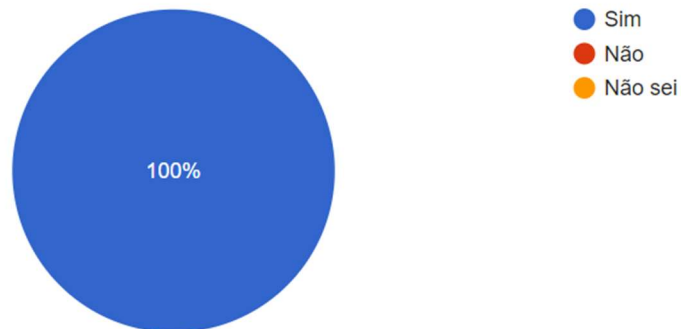


Figura 23. Gráfico de pizza com as respostas da questão 16). Fonte: Própria Autoria.

17) De acordo com sua experiência profissional, a modelagem ajuda enquanto ocorre o desenvolvimento do projeto?

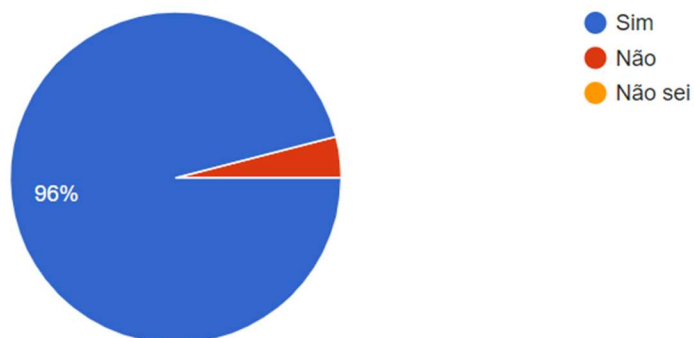


Figura 24. Gráfico de pizza com as respostas da questão 17). Fonte: Própria Autoria.

Sobre a redução do retrabalho, foi unânime entre os entrevistados que a modelagem realmente auxiliava na redução, uma vez que se podia planejar mais detalhadamente antes de ir para campo executar o projeto, evitando desperdícios desnecessários.

18) De acordo com sua experiência profissional, acredita que a modelagem auxilia na redução de retrabalho?

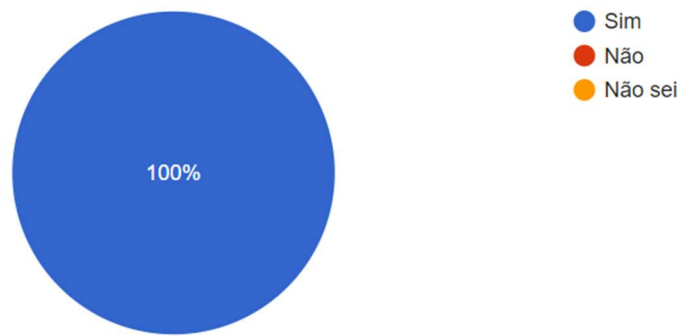


Figura 25. Gráfico de pizza com as respostas da questão 18). Fonte: Própria Autoria.

Por fim, todos concordaram que a modelagem acabava agregando valor para o produto/conjunto (projeto e obra) e podia ser considerado um diferencial entre os profissionais e empresas.

19) De acordo com sua experiência profissional, acredita que a modelagem agrega valor para o produto e/ou conjunto (projeto e obra) e pode ser considerado um diferencial?

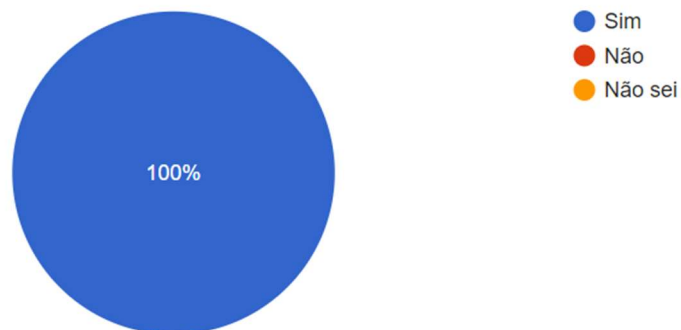


Figura 26. Gráfico de pizza com as respostas da questão 19). Fonte: Própria Autoria.

Com relação aos lucros, em que a questão era se a modelagem aumentava esse ganho, 80% das respostas afirmavam que sim, de fato o lucro aumentava com a utilização da modelagem.

20) A utilização da modelagem aumenta o lucro dos seus serviços?

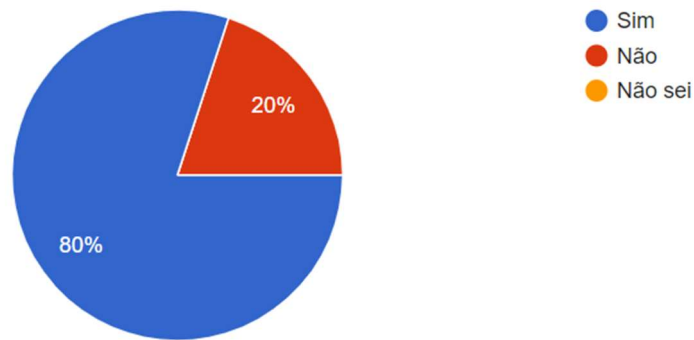


Figura 27. Gráfico de pizza com as respostas da questão 20). Fonte: Própria Autoria.

Foi explicado por alguns entrevistados que a modelagem 3D, apesar de muitas vezes já fazer parte do processo criativo dos autores dos projetos, ainda assim podia ser comercializada a parte, dando um detalhamento maior no arquivo, se tornando mais um projeto complementar a obra e não só uma forma de ilustrar melhor o possível resultado final do empreendimento e ajudar na explicação para quem fosse externo ao meio da construção civil. Entretanto, outros entrevistados disseram que a modelagem já estava inclusa no valor cobrado por seus serviços e, sendo assim, não representava, na visão deles, um acréscimo de lucro para a empresa.

Considerando o mesmo pensamento do lucro, quando questionados sobre a diminuição dos custos dos serviços com desperdícios, erros, atrasos, através da utilização da modelagem, 84% das respostas foram afirmando que realmente a modelagem ajudava nesse quesito, reduzindo os custos.

21) A utilização da modelagem diminui o custo dos seus serviços (com desperdícios, erros, atrasos)?

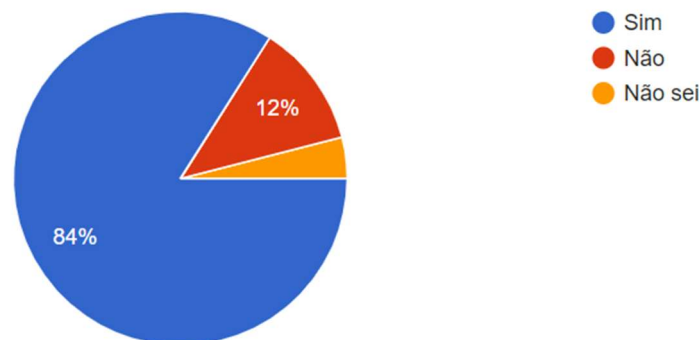


Figura 28. Gráfico de pizza com as respostas da questão 21). Fonte: Própria Autoria.

Apesar de que, 12% dos entrevistados discordaram disso, afirmando que na

realidade a modelagem tomava um tempo considerável para ser feita e, desta forma, gerava custos. Também 4% dos entrevistados não souberam responder, pois justificaram que não executavam a obra e, por conta disso, não sabiam se na prática essa diminuição acontecia.

No geral, muitos (88%) concordaram que o uso da tecnologia BIM demonstrava um diferencial no mercado da construção civil e reconheceram que, apesar de nem todos utilizarem essa tecnologia atualmente na região analisada, o futuro será dominado por essa tecnologia e se atualizar é necessário. Apenas 12% dos entrevistados não souberam responder.

22) De acordo com sua experiência profissional, o uso de tecnologia BIM demonstra um diferencial no mercado da construção civil?

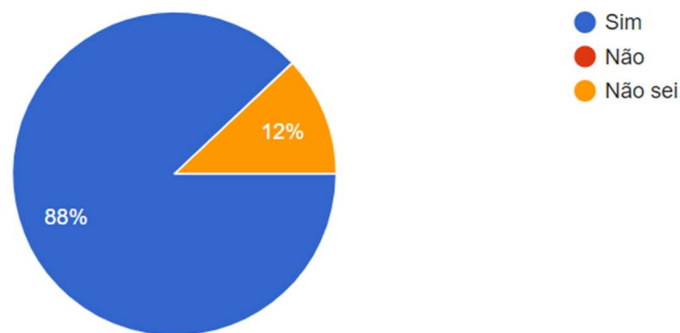


Figura 29. Gráfico de pizza com as respostas da questão 22). Fonte: Própria Autoria.

3.3.1.3. OBSTÁCULOS OBSERVADOS PARA A UTILIZAÇÃO DO BIM

Através das entrevistas, foram citados alguns obstáculos, pelos entrevistados, para a utilização e implementação da tecnologia BIM nos escritórios. Uma vez que o escritório já está habituado a trabalhar com ferramentas mais simples que programas BIM e o fluxo de trabalho do escritório está regular, foi citado que seria difícil fazer toda a mudança/adaptação a esse novo método de trabalho. Levaria muito tempo e seria custoso para o profissional, uma vez que poderia deixar de captar projetos novos e dependendo de como fosse seu processo na aprendizagem de outro *software*, poderia levar até a perda de projetos já fechados em contrato, além de poderem receber multas e sofrer com penalidades, caso os prazos não fossem atendidos.

Outro ponto é que os *softwares* são considerados caros, já que muitos são

cobrados em moedas estrangeiras e no atual momento, em janeiro de 2022, o real está desvalorizado em relação às principais moedas de câmbio, como o dólar norte americano e o euro. Atualmente, 1 dólar norte americano equivale a mais de 5 reais (US\$ 1,00 > R\$ 5,00) e 1 euro equivale a mais de 6 reais (1,00 € > R\$ 6,00) (ECONÔMICO, 2022). Sendo assim, os escritórios ficam receosos de investirem um dinheiro a mais em outro *software* e acabarem não se adaptando a mudança de fluxo de trabalho e esse dinheiro não valer o investimento.

Além disso, um problema recorrente encontrado pelos entrevistados é a mão de obra sem capacitação para a utilização dessa tecnologia, na região. Eles citam que além da curva de aprendizagem de alguns *softwares*, como o Revit, ser muito íngreme, evidenciando a dificuldade no aprendizado, os custos para que fossem capacitados os profissionais dentro das empresas também seriam altos e a chance de nem todos se adaptarem é considerada grande. Por conta disso, foi dito que é complicado fazer parcerias e compartilhar arquivos com outros profissionais da região, um dos principais benefícios da tecnologia BIM, já que muitos não sabem usar e não possuem os mesmos programas, nas mesmas versões também (Exemplo: Revit 2020 e Revit 2021).

O último ponto citado, em comum, por alguns entrevistados foi a parte de biblioteca de blocos/famílias (Revit). Eles relataram que este é um problema ainda enfrentado por eles, pois os blocos são escassos e quando os encontram ou não possuem tanta qualidade gráfica (por mais que estejam atrelados a informações) ou são caros, diferentemente de outros *softwares*, como o SketchUp por exemplo, que possuem uma vasta quantidade e variedade de blocos, de fácil obtenção e diversas vezes gratuitos, como os blocos encontrados no site da 3D Warehouse (WAREHOUSE, 2022).

3.3.2. DEPOIMENTOS DOS ENTREVISTADOS

Concluindo a entrevista e o questionário, foi destinado um campo para que os entrevistados pudessem deixar comentários referentes a pesquisa do presente TCC. Muitos relaram que o tema que está sendo pesquisado é algo que ocorre na prática, comum no cotidiano dos profissionais e que, por esse motivo, a pesquisa era bem pertinente. Foram feitos diversos depoimentos e abaixo seguem somente alguns:

Um dos depoimentos foi: *“Tema interessante, o mercado de trabalho no litoral norte está cada vez mais se atualizando, facilitando alguns processos que, anteriormente, eram executados separadamente, o que acarretava em algumas falhas, gerando prejuízo e retrabalho”*.

Outro depoimento dizia: *“O 3D é primordial para o profissional e para o cliente entender o projeto. Na minha opinião, deveria ser obrigatória a aula do desenvolvimento de projetos 3D na faculdade. Facilita a aceitação do projeto, pois muitas vezes o cliente não entende e rejeita as propostas, quando não há o 3D. Mostro as etapas do projeto pra equipe em obra, como a parte arquitetônica, a planta baixa e isso facilita no entendimento de todos”*.

Uma fala de um profissional referente aos softwares usados na empresa e sua troca para a tecnologia BIM foi: *“A tecnologia (BIM) é muito bem-vinda, porém o básico também funciona e isso pode ser um dos motivos para a resistência de mudança de um programa para o outro”*.

Um dos entrevistados escreveu: *“Concordo com o pensamento do autor da pesquisa, com relação ao uso da modelagem ser primordial pro entendimento de todas as partes envolvidas no projeto. E o BIM, realmente, é o futuro da construção civil”*.

Por fim, até mesmo o profissional que não utiliza a tecnologia BIM reconheceu alguns dos benefícios da sua utilização durante o trabalho: *“Não utilizo nenhum programa de plataforma BIM, mas a ferramenta ajuda a enxergar conflitos e evitar o retrabalho”*.

4. CONCLUSÃO

A partir das informações coletadas por meio da revisão bibliográfica, das respostas obtidas pelo questionário e também durante as entrevistas *online*, pode-se concluir que realmente a suposição inicial de que a utilização da modelagem 3D para o entendimento dos projetos gerava benefícios no meio da construção civil.

Os resultados, a partir do questionário, e os depoimentos dos profissionais, através das entrevistas, comprovaram que a utilização da modelagem 3D ajuda no entendimento do cliente, na execução da obra e/ou produto, durante o desenvolvimento do projeto e na redução do retrabalho, além de agregar valor para o produto e/ou conjunto (projeto e obra).

Com relação ao perfil dos entrevistados, pode-se concluir que a maioria está presente no mercado há menos de 10 anos e que o tipo de edificação, de porte e de padrão construtivo mais comuns trabalhados por eles são as residências de médio porte e médio padrão, resultado que também faz sentido, pois o município de Caraguatatuba vem obtendo um acréscimo significativo em sua população e também é considerada uma cidade turística, em que podemos encontrar diversos condomínios residenciais de luxo privados, cobiçados por moradores de fora que querem ter uma opção de residência de veraneio, por exemplo.

Muitos não utilizam a tecnologia BIM em seus trabalhos, recorrendo a *softwares* mais específicos para determinadas funções, porém a grande maioria tem conhecimento dessa tecnologia, algo que já pode ser considerado o passo inicial para a migração para essa nova metodologia de trabalho.

Todos os pontos analisados foram cobertos pela pesquisa e a metodologia adotada mostrou-se eficiente e capaz de gerar informações que pudessem embasar tal conclusão.

Sendo assim, foi unânime que a modelagem 3D, de fato, tem suma importância na área da construção civil dentro da região estudada, compreendida pelo município de Caraguatatuba-SP e cidades ao redor.

Outro ponto a ser destacado é que apesar da tecnologia BIM ainda não ser utilizada em todos os escritórios analisados, grande parte dos participantes concordaram que o uso de tecnologia BIM demonstra um diferencial no mercado da construção civil e que a tendência, no futuro, é que os escritórios e profissionais acabe trabalhando cada vez mais com esses recursos, algo que possivelmente

proporcionará grandes benefícios, não só na parte de tempo e dinheiro, mas também na parte de sustentabilidade, uma vez que o retrabalho e, por consequência, os desperdícios serão reduzidos, diminuindo as perdas, em que alguns locais chegavam a até 10% do valor total da obra, como mostra a literatura.

As empresas, de fato, deverão ter dificuldades em fazer a transição de um *software* mais simples pra um mais complexo no início, como apontaram durante o questionário, porém, a expectativa é que a longo prazo estarão colhendo os benefícios dessa mudança e podendo aproveitar grande parte das vantagens que a tecnologia BIM tem a oferecer.

5. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Para a realização de trabalhos futuros, iguais ou baseados na atual pesquisa, seguem abaixo algumas sugestões de melhorias e implementações, fundamentado no que vivenciei e observei:

- A metodologia utilizada mostrou-se capaz de atender as expectativas, porém acredita-se que uma junção de questionário virtual e entrevistas presenciais seriam mais eficientes, pois a adesão com toda a metodologia sendo exclusivamente *online* não foi muito grande;
- Acredita-se que seria interessante a realização da mesma pesquisa, nos mesmos moldes, após alguns anos, para que fosse possível fazer uma comparação e observar se ocorreram mudanças nos resultados, evidenciando uma melhora ou piora desse cenário;
- Também seria interessante a realização da mesma pesquisa, nos mesmos moldes, mas em outra região, para que fosse possível fazer uma comparação e observar se a realidade de Caraguatatuba e arredores é a mesma de outra região e/ou cidade, como por exemplo em São Paulo (capital) ou até mesmo em outro estado do Brasil;
- Caso futuros autores encontrassem outras dúvidas relacionadas ao tema, que fossem pertinentes e que não foram propostas nesta pesquisa, deveriam acrescentá-las para que o questionário ficasse cada vez mais completo e rico em informações;
- Por fim, acredita-se que seria relevante informar os valores dos principais *softwares* utilizados pelas empresas e/ou profissionais e propor *softwares* alternativos, de uso e aquisição gratuita, semelhantes em funções aos utilizados.

6. REFERÊNCIAS

- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Transformação Digital Da Construção Já É Realidade No Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://abdi.com.br/postagem/transformacao-digital-da-construcao-ja-e-realidade-no-brasil>>. Acesso em: 03 ago. 2021.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12006-2/18: Construção de edificação - Organização de informação da construção: Parte 2: Estrutura para classificação**. Rio de Janeiro. 2018. Acesso em: 09 dez. 2021.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15965-7: Sistema de classificação da informação da construção: Parte 7: Informação da construção**. Rio de Janeiro. 2015. Acesso em: 09 dez. 2021.
- ANDRADE, A. F.; MEDINA, S. S. S. **O Uso De Imagens De Satélite Do Google Earth Como Recurso Didático Para O Ensino De Projeções De Coberturas**. In: VII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 7. e XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 18., 2007, Curitiba. Anais... Curitiba: GRAPHICA, 2007. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/OUSODEIMAGE NS.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2021.
- BAND cidade 2ª edição - 07/01/2022 - programa completo. [S. l.: s. n.], 2022. 1 vídeo (29 min). Publicado pelo canal **Band Vale**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=twC2zb0AecU&t=661s>>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- BRASIL. Presidência da República. Secretaria Geral. **Decreto Nº 10.306, de 2 de Abril de 2020**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- BRASIL. Presidência da República. Secretaria Geral. **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>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- BRITO, S. **Documentário Retrata Êxodo Das Cidades Para Litoral E Interior Na Pandemia**. 2021. Veja. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/tecnologia/documentario-retrata-exodo-das-cidades-para-litoral-e-interior-na-pandemia/>>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- CARVALHO, C. V. D.; VALENÇA, T. D. C.; SANTOS, J. A.; CORREIA, I. F.; LIMA, P. V. **Aplicação De Questionários Online Na Pesquisa Científica Com Idosos: Relato De Experiência**. 2017. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cieh/2017/TRABALHO_EV075_MD4_SA15_ID1964_15092017215730.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

CATELANI, W. S. **10 motivos para evoluir com o BIM - CBIC e SEBRAE**. 1ª Edição. Brasília, DF. Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, abril de 2016.

CAU/BR. Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. **Pesquisa Inédita: Percepções da Sociedade Sobre Arquitetura e Urbanismo**. 2015. Disponível em: <<https://www.caubr.gov.br/pesquisa-caubr-datafolha-revela-visoes-da-sociedade-sobre-arquitetura-e-urbanismo/>>. Acesso em: 30 jan. 2022.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Resolução Nº 1.010, de 22 de Agosto de 2005**. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/1010-05.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

DOUMBOUYA, L.; GAO, G.; GUAN, C. **Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for construction project effectiveness: The review of BIM benefits**. American Journal of Civil Engineering and Architecture, v. 4, n. 3, p. 74-79, 2016.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre, Bookman Editora, 2014. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=YSg6AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=bim+na+arquitetura&ots=ITZrjIfAwf&sig=YeP6Hbqm3cRnCwF19KxWSrwbkE#v=onepage&q=bim%20na%20aquitetura&f=false>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

ECONÔMICO, Valor. **Valor Data – Moedas**. 2022. Disponível em: <<https://valor.globo.com/valor-data/>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

FIBRA. Federação das Indústrias do Distrito Federal. **Construção Civil Representa 6,2% Do PIB Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>>. Acesso em: 25 set. 2021.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Setores de Atuação: Construção Civil**. 2021. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/o-sistema-firjan/setores-de-atuacao/construcao-civil.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

FOGASSA, A. [S. l.: s. n.], 2011. 1 vídeo (3 min). Reportagem - Adhemir Fogassa Maquetes - Rede TV - Rede TV News - 24-03-10. Publicado pelo canal **Adhemir Fogassa Maquetes**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=rW1LLKYoD6Q>>. Acesso em: 12 out. 2021.

GIGLIOTTI, C. M. C.; SANTOS, M. J. **A Expansão Urbana De Caraguatatuba (1950-2010): Uma Análise Das Transformações Sócio Espaciais**. Caminhos de Geografia, [S. l.], v. 14, n. 46, 2013. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/17794>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

O GLOBO. **Excesso De Informações Provocado Pelo Avanço Da Tecnologia Altera Capacidade De Concentração**. 2011. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/saude/excesso-de-informacoes-provocado-pelo-avanco-da-tecnologia-altera-capacidade-de-concentracao-2998288>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. **Cidade e Estados – Caraguatatuba (2021)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/caraguatatuba.html>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. **Panorama – Caraguatatuba (2022)**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/caraguatatuba/panorama>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto – PIB (Brasil, 2020)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

INBEC. Instituto Brasileiro de Educação Continuada. **Uso Do BIM Será Obrigatório A Partir De 2021 Nos Projetos E Construções Brasileiras**. Disponível em: <<https://inbec.com.br/blog/uso-bim-sera-obrigatorio-partir-2021-projetos-construcoes-brasileiras>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **BIM Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. 2015.

LIU, S. **Critical barriers to BIM implementation in the AEC industry**. International Journal of Marketing Studies, v. 7, n. 6, p. 162, 2015.

MASTENBROEK, Y. C. **Reducing Rework Costs In Construction Projects** (Tese de bacharelado). University of Twente, Enschede, 2010.

MELLO, A. Y. I.; ASMUS, G. F.; BATISTELLA, M.; SEIXAS, S. R. C. **Análise Sociodemográfica Da Distribuição Espacial De Ocorrências De Diarréias Agudas Em Áreas De Risco De Inundação, Caraguatatuba-SP**. Revista VITAS – Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade – www.uff.br/revistavitas ISSN 2238-1627, Ano III, Nº 6, abril de 2013. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/972222/1/AnlisesociodemodistdiarreiasUnicampAsmusetalvitas2013.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

MELLO, L. C. B. B.; BANDEIRA, R. A. M.; BRANDALISE, N. **Seleção De Metodologia De Mensuração De Retrabalho Através Da Utilização Do Método AHP**. Gest. Prod., São Carlos, v. 25, n. 1, p. 94-106, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X2732-16>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MINISTÉRIO DA CIDADANIA (Brasil). Ações e Programas. *In*: MINISTÉRIO DA CIDADANIA (Brasil). **Criança Feliz: A Primeira Infância**. [Brasília, DF]:

Ministério da Cidadania, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidadania/pt-br/acoes-e-programas/crianca-feliz/a-primeira-infancia>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

MORAN, J. M. **Leituras dos meios de comunicação**. São Paulo: Pancast, 1993.

NEVES, C. (org.). **O Que É Maquete Física?**. Maricá: Sua Maquete, 2020. *E-book*. Disponível em: <<https://www.suamaquete.com.br/portfolio/publicacoes/>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

OLIVEIRA, M. H. C. **Metodologia da Linguagem**. 7.ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

PARASURAMAN, A. **Marketing Research**. 2. ed. Addison Wesley Publishing Company, 1991.

PEREIRA, P. S. **Programa De Manutenção De Edifícios Para As Unidades De Atenção Primária À Saúde Da Cidade De Juiz De Fora**. 2011. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/ambienteconstruido/files/2009/09/Disserta%c3%a7%c3%a3o-Priscila-Souza-Pereira1.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA. Notícias. *In*: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA. **Gabinete do Prefeito**. [Caraguatatuba, SP]: Prefeitura Municipal de Caraguatatuba, 2020. Disponível em: <https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2020/12/__trashed-31/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA. Notícias. *In*: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA. **Secretaria de Urbanismo**. [Caraguatatuba, SP]: Prefeitura Municipal de Caraguatatuba, 2022. Disponível em: <<https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2022/02/janeiro-registra-aumento-de-35-em-aprovacao-de-projetos-de-obras-e-e-o-melhor-desde-2015/>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

RAGONHA, J.; VIZIOLI, S. H. T. **O Uso Da Maquete Física Como Ferramenta De Leitura Do Patrimônio Cultural**. 2015. Disponível em: <https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/nelac/wp-content/uploads/2015/01/REPRESENTAR2013_ragonha_vizioli.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.

ROSA, L. M. **A Maquete E Os Processos Projetuais: Ideia E Criatividade Em Práticas De Ateliê**. 2016. 272f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/5227>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ROZESTRATEN, A. S. **Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na antiguidade**: Origens das primeiras maquetes de arquiteto. Dissertação de mestrado, FAU-USP, São Paulo, 2003.

ROZESTRATEN, A. S. **O desenho, a modelagem e o diálogo**. *Arquitextos*, São Paulo, 07.078, Vitruvius, nov 2006. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.078/299>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. **O ensino de BIM no Brasil**: Onde estamos? *Ambiente Construído*, v. 13, n. 2, p. 151-165, 2013.

SILVA, R. F. T. D. **Democratizando BIM: Conceituação Básica em BIM**. 2020. Disponível em: <<https://eadbim.abdi.com.br/>>. Acesso em: 21 out. 2021.

SOUZA, B. A.; OLIVEIRA, C. A. C.; SANTANA, J. C. O.; NETO, L. A. C. V.; SANTOS, D. G. **Análise Dos Indicadores PIB Nacional E PIB Da Indústria Da Construção Civil**. *Revista de Desenvolvimento Econômico*, Salvador, v. 17, n. 31, p. 140-150, jan./jun. 2015. Disponível em: <<https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/3480>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

THENÓRIO, I. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (6 min). Como é Feita Uma Maquete Profissional #Boravê. Publicado pelo canal **Manual do Mundo**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=w0gwBa4zMhM>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

TORRES, M. R. L. **A Importância Da Leitura De Imagens Para O Ensino E Aprendizagem Em Artes Visuais**. 2011. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/4458>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

WAREHOUSE, 3D. 2022. Disponível em: <<https://3dwarehouse.sketchup.com/>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

ANEXO I – QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO PARA AS EMPRESAS E OS PROFISSIONAIS EM RELAÇÃO À MODELAGEM E AO BIM

- 1) Nome do entrevistado:
 - (Texto de resposta curta)

- 2) Nome da empresa:
 - (Texto de resposta curta)

- 3) Área de atuação (Exemplos: construção, reforma, ampliação, regularização, renderização, topografia, projetos):
 - (Texto de resposta longa)

- 4) Cidade(s) de atuação (Exemplo: Caraguatatuba-SP):
 - (Texto de resposta longa)

- 5) No mercado desde:
 - (Texto de resposta curta)

- 6) Qual o tipo de edificação mais usual que a empresa e/ou profissional trabalha?
 - Residencial
 - Comercial
 - Industrial
 - Institucional
 - Outros... (aberto a edição do entrevistado)

- 7) Qual o porte de edificação mais usual que a empresa e/ou profissional trabalha?
 - Pequeno
 - Médio
 - Grande

- Outros... (aberto a edição do entrevistado)
- 8) Qual o padrão construtivo mais usual que a empresa e/ou profissional trabalha?
 - Baixo
 - Médio
 - Alto
 - Outros... (aberto a edição do entrevistado)
- 9) Quais os *softwares* utilizados pela empresa e/ou profissional (Exemplos: ArchiCAD, Revit, AutoCAD, 3DS Max, SketchUp, Lumion, V-Ray)?
 - (Texto de resposta longa)
- 10) Possui conhecimento sobre o sistema de Modelagem de Informação da Construção, mais conhecido como BIM?
 - Sim
 - Não
- 11) Utiliza algum *software* BIM na empresa?
 - Sim
 - Não
- 12) Caso a resposta anterior tenha sido "sim", quais *softwares* utiliza?
 - (Texto de resposta longa)
- 13) Faz uso da modelagem durante o desenvolvimento do projeto?
 - Sim
 - Não
- 14) Caso a resposta anterior tenha sido "sim", essa modelagem auxilia? De que forma?
 - (Texto de resposta longa)
- 15) De acordo com sua experiência profissional, a modelagem ajuda no

entendimento do cliente em relação ao projeto?

- Sim
- Não
- Não sei

16) De acordo com sua experiência profissional, a modelagem ajuda na execução da obra e/ou produto?

- Sim
- Não
- Não sei

17) De acordo com sua experiência profissional, a modelagem ajuda enquanto ocorre o desenvolvimento do projeto?

- Sim
- Não
- Não sei

18) De acordo com sua experiência profissional, acredita que a modelagem auxilia na redução de retrabalho?

- Sim
- Não
- Não sei

19) De acordo com sua experiência profissional, acredita que a modelagem agrega valor para o produto e/ou conjunto (projeto e obra) e pode ser considerado um diferencial?

- Sim
- Não
- Não sei

20) A utilização da modelagem aumenta o lucro dos seus serviços?

- Sim
- Não
- Não sei

- 21) A utilização da modelagem diminui o custo dos seus serviços (com desperdícios, erros, atrasos)?
- Sim
 - Não
 - Não sei
- 22) De acordo com sua experiência profissional, o uso de tecnologia BIM demonstra um diferencial no mercado da construção civil?
- Sim
 - Não
 - Não sei
- 23) Caso utilize a tecnologia BIM durante seu trabalho, quais os obstáculos e/ou dificuldades de trabalhar com o BIM?
- (Texto de resposta longa)
- 24) Caso utilize a tecnologia BIM durante seu trabalho, quais os conflitos que podem ocorrer ou já ocorreram durante o projeto?
- (Texto de resposta longa)
- 25) Considerações a serem feitas pelo entrevistado sobre o tema do TCC e/ou sobre a pesquisa (críticas, elogios, comentários, sugestões):
- (Texto de resposta longa)
- 26) Endereço virtual para contato com o entrevistado (e-mail, Whatsapp, site, etc):
- (Texto de resposta longa)

(Agradecimentos pela participação do entrevistado)

(Informações para contato com o autor da pesquisa)