

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

Joice Mariana de Assis Teixeira

**ANÁLISE DA COLABORAÇÃO E INTEGRAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO**  
**NAS ÁREAS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA**

Belo Horizonte

2022

Joice Mariana de Assis Teixeira

**ANÁLISE DA COLABORAÇÃO E INTEGRAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO  
NAS ÁREAS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Construção Civil. Área de concentração: Tecnologia na Construção Civil. Linha de pesquisa: Gestão na Construção Civil.

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Sidnea Eliane Campos Ribeiro.

Belo Horizonte

2022

T266a	<p>Teixeira, Joice Mariana de Assis. Análise da colaboração e integração no processo de projeto nas áreas de Arquitetura e Engenharia [recurso eletrônico] / Joice Mariana de Assis Teixeira. - 2022. 1 recurso online (93 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientadora: Sidnea Eliane Campos Ribeiro.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.</p> <p>Apêndices: f. 79-93. Bibliografia: f: 76-78. Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Construção civil - Teses. 2. Modelagem de informação da construção - Teses. 3. Projetos de Engenharia – Teses. 4. Arquitetura – Projetos e Plantas - Teses. I. Ribeiro, Sidnea Eliane Campos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 691 (043)</p>
-------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL**



## FOLHA DE APROVAÇÃO

### **ANÁLISE DA COLABORAÇÃO E INTEGRAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO NAS ÁREAS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA**

#### **JOICE MARIANA DE ASSIS TEIXEIRA**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CONSTRUÇÃO CIVIL, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CONSTRUÇÃO CIVIL, área de concentração TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Aprovada em 04 de novembro de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Sidnea Eliane Campos  
Ribeiro:67676685672  
Prof(a). Sidnea Eliane Campos Ribeiro - Orientador  
UFMG  
Danielle Meireles de  
Oliveira:04897576695  
Prof(a). Danielle Meireles de Oliveira  
UFMG

Assinado digitalmente por Sidnea Eliane Campos Ribeiro 67676685672  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG  
Data: 2022.11.04 19:31:19 -03'00'

Assinado de forma digital por Danielle Meireles de Oliveira:04897576695  
Dados: 2022.11.04 19:31:19 -03'00'



Documento assinado digitalmente  
HISASHI INOUE  
Data: 04/11/2022 17:50:38-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof(a). Hisashi Inoue  
UFSJ

Belo Horizonte, 4 de novembro de 2022.

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo apoio incondicional durante meu período de estudo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade de continuar meus estudos.

Aos meus pais, pelo apoio, especialmente a minha mãe, Marilsa, por me lembrar do amor que sinto pela Arquitetura e pela Engenharia, por não ter me deixado desistir do curso e por confiar no meu potencial.

Aos meus familiares e meus amigos – aqueles verdadeiramente acreditaram em mim e me apoiaram em investir mais tempo nos estudos.

À Prof<sup>a</sup>. Sidnea, minha orientadora desta Dissertação, que tem feito um trabalho incrível comigo, pelo apoio e inspiração como docente e profissional.

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde sempre sonhei estudar.

Aos professores Paulo Andery, Eduardo Arantes, Eduardo Chahud, Maria Carmen Ribeiro, Maria Teresa Aguilar, Marys Almeida e Danielle Oliveira, por todo conhecimento transmitido durante o curso de mestrado.

Ao Centro Universitário de Formiga - UNIFOR-MG, que, desde 2011, quando iniciei meu curso em Engenharia Civil, e depois Arquitetura e Urbanismo, fez parte das melhores lembranças da minha vida – aos funcionários, professores e colegas que torceram por mim durante o processo seletivo para o Mestrado.

A todos os professores do UNIFOR-MG, da Universidade Fumec e da UFMG que tive o privilégio de ser aluna, por todo apoio e conhecimento transmitido.

A todos os sócios e funcionários dos escritórios entrevistados no desenvolvimento deste trabalho, que abriram a porta de suas empresas e contribuíram para a pesquisa.

## RESUMO

Na Arquitetura, Engenharia e Construção, a colaboração é identificada quando existe uma visão comum do empreendimento por parte dos profissionais envolvidos e pode ser analisada através de quatro recursos: pessoas, processos, tecnologia e dados. O trabalho colaborativo de uma equipe de projetistas facilita a integração das diferentes disciplinas de projeto, bem como a verificação antecipada de detalhes e informações sobre a construção, sendo possível a visualização e controle de interferências projetuais, além de maior controle e planejamento do empreendimento. A colaboração pode acontecer quando uma metodologia de projeto tradicional é utilizada, entretanto, é mais onerosa do que em um fluxo de trabalho com modelos coordenados, como acontece em projetos desenvolvidos com a tecnologia *Building Information Modeling* (BIM). Com este estudo, buscou-se avaliar a integração de projetos de arquitetura e engenharia e analisar o nível de colaboração no processo de projeto de empresas do setor da construção civil, considerando um fluxo de trabalho com a utilização, ou não, de metodologias como o BIM. Para isso, foi feito um levantamento bibliográfico sobre configurações de processos de projetos, diferenciando um fluxo de trabalho tradicional e outro colaborativo, e uma abordagem sobre a utilização do BIM, bem como uma pesquisa exploratória sobre o processo de projeto seguido em escritórios de arquitetura de Minas Gerais. Através de entrevistas com essas empresas, foi possível avaliar a integração e colaboração entre profissionais de diferentes áreas, identificando, dessa forma, três cenários de colaboração: o primeiro, empresas onde não existe colaboração, o segundo, aquelas onde existe colaboração, porém a tecnologia BIM não está implementada e, o terceiro, empresas onde existe colaboração e os projetos são desenvolvidos em BIM. Concluiu-se, portanto, que é possível desenvolver a colaboração sem tecnologias como o BIM, entretanto, um escritório de projeto que deseja implementá-lo precisa estabelecer um processo de colaborativo, voltado para a integração de projetos e interação entre as pessoas. A colaboração pode acontecer sem o uso do *Building Information Modeling*, pois depende de outros fatores além da tecnologia utilizada no desenvolvimento de projetos. Porém, o uso dessa tecnologia aumenta capacidade de colaboração, uma vez que possui ferramentas e disponibiliza recursos que, para serem efetivos, necessitam de um ambiente colaborativo.

**Palavras-chave: colaboração; integração de projetos; BIM.**

## **ABSTRACT**

In Architecture, Engineering and Construction, collaboration is identified when there is a common vision of the enterprise on the part of the professionals involved and can be analyzed through four resources: people, processes, technology and data. The collaborative work of a team of designers facilitates the integration of different design disciplines, as well as the advance verification of details and information about the construction, making it possible to visualize and control design interferences, in addition to greater control and planning of the enterprise. Collaboration can happen when a traditional design methodology is used, however, it is more costly than in a workflow with coordinated models, as in projects developed with Building Information Modeling (BIM) technology. With this study, we sought to evaluate the integration of architecture and engineering projects and analyze the level of collaboration in the design process of companies in the civil construction sector, considering a workflow with the use, or not, of methodologies such as BIM. For this, a bibliographic survey was carried out on project process configurations, differentiating a traditional and collaborative workflow, and an approach to the use of BIM, as well as an exploratory research on the design process followed in architectural offices of Minas Gerais. Through interviews with these companies, it was possible to evaluate the integration and collaboration between professionals from different areas, thus identifying three collaboration scenarios: the first, companies where there is no collaboration, the second, those where there is collaboration, but the technology BIM is not implemented and, thirdly, companies where there is collaboration and projects are developed in BIM. It was discovered, therefore, that it is possible to develop collaboration without technologies such as BIM, however, a project office that wants to implement it needs to establish a collaborative process, aimed at project integration and interaction between people. Collaboration can happen without the use of Building Information Modeling, as it depends on factors other than the technology used in project development. However, the use of this technology increases collaboration capacity, since it has tools and provides resources that, to be effective, need a collaborative environment.

**Keywords: collaboration; project integration; BIM.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arranjo tradicional de equipes de projeto .....	16
Figura 2 – Processo de projeto de acordo com o Plano de Trabalho do RIBA (1965) .....	20
Figura 3 – Processo de projeto de acordo com modelo RIBA de 2007.....	21
Figura 4 – Representação mais honesta do processo de projeto Markus-Maver	22
Figura 5 – Arranjo de equipe multidisciplinar de projeto .....	26
Figura 6 – Conceito de modelo compartilhado .....	29
Figura 7 – Esquema representativo de modelo de projeto integrado .....	33
Figura 8 – Estágios de implementação BIM .....	34
Figura 9 – Curva de esforço .....	36
Figura 10 – Fluxos básicos no processo de projeto BIM .....	38
Figura 11 – Áreas de atuação nas empresas de projetos .....	52
Figura 12 – Serviços terceirizados pelas empresas de projetos .....	53
Figura 13 – Softwares utilizados pelas empresas de projetos .....	57
Figura 14 – Problemas relatados durante o processo de projeto e construção ...	59
Figura 15 – Conhecimento sobre BIM .....	60
Figura 16 – Usos do BIM no processo de projeto .....	62
Figura 17 – Organização funcional .....	83
Figura 18 – Organização matricial .....	83
Figura 19 – Organização projetizada .....	84

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo entre diferentes processos de projeto .....	45
Quadro 2 – Quadro de objetivos .....	47
Quadro 3 – Relação entre perguntas e recursos-chave .....	49
Quadro 4 – Recursos-chave para a análise da colaboração .....	70
Quadro 5 – Cenários de colaboração .....	71
Quadro 6 – Resultados das entrevistas – Perguntas de 1 à 10 .....	92
Quadro 7 – Resultados das entrevistas – Perguntas de 11 à 20 .....	93

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>14</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Processo de Projeto Tradicional.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.1 Metodologias para concepção de projetos .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Colaboração .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Building Information Modeling (BIM).....</b>	<b>31</b>
<b>3.3.1 Fluxo de trabalho em BIM.....</b>	<b>37</b>
<b>4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA .....</b>	<b>46</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>50</b>
<b>6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>64</b>
<b>6.1 Análise de cenários da colaboração .....</b>	<b>69</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE A – Roteiro de perguntas para as entrevistas .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B – Resultados das entrevistas .....</b>	<b>92</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A colaboração é um dos pilares que sustentam o desenvolvimento de projetos na construção civil e acontece quando existe uma visão comum do empreendimento, desde os estudos preliminares de projeto (RUGGERI, 2017). Para Sacks *et al.* (2021), um projeto de edifício baseia-se na colaboração próxima entre especialistas situados em todo o espectro de conhecimento de um empreendimento, bem como na colaboração próxima entre a equipe de projeto, os construtores e os fabricantes. O resultado pretendido é de um produto projetado e de um processo que são coerentes e integram todo o conhecimento relevante. Portanto, segundo os autores, o trabalho colaborativo aponta para a integração do projeto e da construção. Entre os benefícios da integração podem ser listados a identificação antecipada de itens de longo prazo de execução, estimativas de custo e cronograma mais fieis, definição das restrições de projeto, interação entre sequências de execução, redução das diferenças entre modelos computacionais desenvolvidos pelos projetistas e redução, também, dos erros de coordenação entre os sistemas durante a construção.

Apesar de a colaboração usando desenhos 2D também ser possível, ela é mais difícil e mais demorada do que trabalhar com um ou mais modelos 3D coordenados, nos quais o controle de modificações pode ser melhor gerenciado. O *Building Information Modeling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, é considerado, atualmente, um facilitador de processos para os serviços de arquitetura, engenharia e construção, oferecendo modelos virtuais com informações de todas as fases de projeto, contemplando diversas dimensões e proporcionando análise e controle melhores do que é possível em um processo de projeto tradicional, com projetos desenvolvidos em *Computer Aided Design* (CAD). Quando completos, esses modelos computacionais contêm geometria precisa e os dados necessários que serão referência para as atividades de construção, fabricação e contratação por meio das quais uma edificação é construída, operada e mantida. O BIM traz inúmeros benefícios no processo de projeto e construção de edificações, desde a análise de viabilidade de um empreendimento, passando por melhorias na atividade projetual, como visualização antecipada de um projeto, geração de desenhos 2D mais precisos,

extração de informações de outras dimensões sobre a construção e possibilidade de trabalho simultâneo de múltiplas disciplinas de projeto (SACKS *et al.*, 2021).

Segundo Ruggeri (2017), as complicações decorrentes da má colaboração resultam em inúmeros problemas na indústria da construção. Considerando isso, questiona-se a eficiência do processo de projeto comumente seguido nos escritórios de arquitetura e engenharia e se existe uma estrutura e um fluxo de trabalho que favoreçam a colaboração entre os profissionais envolvidos na concepção de um empreendimento de forma a garantir a integração de projetos de diferentes disciplinas.

Em 2 de abril de 2020, o Decreto n. 10.306 (BRASIL, 2020) definiu o prazo de implementação da metodologia BIM no Brasil, determinando que a partir de janeiro de 2021 o BIM seja utilizado na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia. Essa implementação ocorrerá de forma gradual, até o ano de 2028, entretanto já tem causado impacto no setor da construção civil. Diante das vantagens da adoção do BIM, pergunta-se, também, de que forma essa metodologia pode contribuir para a garantia de um processo de projeto colaborativo e quais mudanças a sua utilização pode provocar na cultura das organizações e nas relações de trabalho entre os profissionais da construção civil, principalmente entre projetistas, arquitetos engenheiros, de forma a integrar as especialidades e melhorar as entregas de projetos.

O objetivo principal deste estudo é avaliar se as empresas do setor da construção civil têm estabelecido relações de trabalho colaborativas, com processo de projeto integrado, analisando a possibilidade de a metodologia BIM contribuir para este cenário. Sabe-se que a implementação do BIM no Brasil ocorrerá de forma lenta, portanto busca-se analisar em que ponto as empresas estão para a adoção de novas tecnologias e formas de trabalho e verificar o nível de colaboração e interação existente para garantir a integração no processo de projeto e modelos da construção mais fiéis e com mais informações.

Na indústria da construção, a incompatibilidade entre projetos impede que projetistas e outras partes interessadas do empreendimento compartilhem informações de forma

rápida e precisa, causando problemas como acréscimo nos custos da construção e dificuldades para operação e manutenção da edificação. Essa incompatibilidade indica ineficiência no processo de projeto. O trabalho colaborativo busca processos mais aprimorados nas etapas de projeto e de construção de forma a evitar erros projetuais e erros na coordenação. Entretanto, diante das falhas registradas no setor e da resistência dos profissionais na adoção de novas tecnologias de projeto e na mudança de cultura, vê-se a necessidade de investigar como anda a interação entre projetistas, se existe uma colaboração no seu fluxo de trabalho que garanta a integração dos projetos de diferentes áreas e de que forma a metodologia BIM pode ajudar na constituição de um ambiente colaborativo e na minimização de erros de projeto através modelos da construção compatibilizados e com informações precisas.

No desenvolvimento deste estudo foi feito um levantamento bibliográfico sobre o tema e uma pesquisa exploratória sobre processos e fluxo de trabalho de empresas da área de Arquitetura e Engenharia localizadas em Minas Gerais. Esse estudo foi conduzido na forma de entrevistas, a fim de abordar as experiências dos profissionais e a estrutura das empresas. Para tanto, foi elaborado um roteiro de perguntas estruturadas para nortear o trabalho, com o objetivo de identificar padrões, cultura e dificuldades no processo de projeto adotado pelos escritórios entrevistados. Através das entrevistas com profissionais da área, foi possível identificar, então, diferentes cenários de colaboração.

Para cumprir os objetivos, o trabalho está estruturado nos seguintes capítulos: o capítulo é destinado à introdução ao tema; o capítulo dois será destinado aos objetivos; no três será apresentada uma revisão bibliográfica, abordando o processo de projeto tradicional, praticado em escritórios de arquitetura, os conceitos relacionados à colaboração e à troca de informações de projetos em equipes e o *Building Information Modeling* (BIM), identificando seus estágios de implementação e fluxo de trabalho; o capítulo quatro descreverá o método utilizado na pesquisa, incluindo os procedimentos, a estratégia e a descrição das etapas efetivadas; o quinto capítulo apresentará os resultados da pesquisa; o sexto capítulo contemplará uma discussão sobre os resultados obtidos; o sétimo capítulo será composto pelas considerações finais e sugestões para futuros trabalhos.

## 2 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a integração de projetos de arquitetura e engenharia e analisar o nível de colaboração no processo de projeto de empresas do setor da construção civil, considerando um fluxo de trabalho com a utilização, ou não, de metodologias como o *Building Information Modeling* (BIM).

Para atingir este objetivo proposto serão abordados os seguintes objetivos específicos:

- analisar o fluxo de trabalho seguido dentro das empresas do setor da construção civil;
- elaborar um levantamento sobre o nível de colaboração nas relações entre projetistas;
- verificar se as relações de trabalho entre as partes interessadas contribuem para um ambiente colaborativo;
- avaliar de que forma a modelagem BIM pode melhorar a integração entre projeto e construção dentro de um ambiente de trabalho colaborativo;
- pesquisar sobre o andamento da implementação da modelagem BIM no Brasil e as dificuldades encontradas pelas empresas ao estabelecer novos processos de projeto.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para fundamentar este estudo foi realizado um levantamento bibliográfico, abordando conceitos relacionados a processos de projeto, diferenciando um fluxo de trabalho tradicional e um fluxo de trabalho considerando a utilização da modelagem *Building Information Modeling* (BIM). Foram abordados, ainda, conceitos pertinentes à colaboração, apontando o BIM como um facilitador para um processo de projeto colaborativo e integrado.

#### 3.1 Processo de Projeto Tradicional

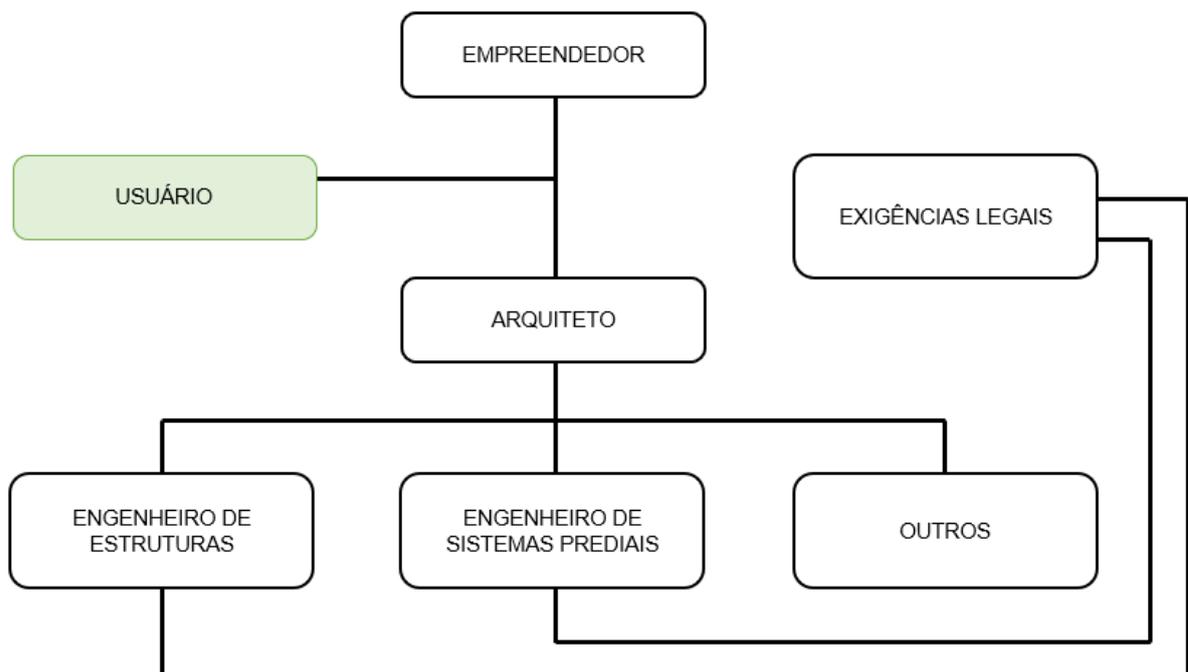
O conceito de processo está relacionado a uma metodologia para alcance de objetivos. A gestão de um processo consiste na atividade de organização das partes e manutenção da unidade de um conjunto para assegurar sua finalidade. Segundo Melhado (2005), essa definição, que se confunde com conceitos inerentes ao ambiente organizacional, pode ser aplicada à gestão na construção civil, envolvendo um conjunto de ações relacionadas com o planejamento, organização, direção e controle do processo de projeto, assim como atividades de natureza estratégica – estudos de demanda, prospecção de terrenos, definição das características do edifício –, e táticas, tais como a contratação dos membros da equipe, com a finalidade de garantir a qualidade do produto-serviço oferecido, ou seja, a eficiência e a eficácia do empreendimento.

Para Fabrício (2002), o processo de projeto na construção civil envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, indo da montagem da operação imobiliária, passando pela formulação do programa de necessidades e da concepção do produto até o desenvolvimento da produção, o projeto “*as built*” e a avaliação da satisfação dos usuários com o produto. O processo engloba não só os projetos de especialidades de produto, mas, também, a formulação de um negócio, a seleção de um terreno, o desenvolvimento de um programa de necessidades, bem como o detalhamento dos métodos construtivos para produção e no planejamento da obra. Para o autor, os agentes da concepção e do projeto do empreendimento são os projetistas de

arquitetura e engenharia e todos aqueles que tomam decisões relativas à montagem, concepção e planejamento do empreendimento.

Para Melhado (2005), a condução do processo de projeto pode se tornar complexa, tornando fundamental a manutenção da unidade do conjunto delimitado pelas suas etapas, sobretudo para garantir o alcance de objetivos finais, dentre os quais destaca-se a oferta de um produto-serviço coerente com os objetivos do empreendimento, e resultar em edificações com maior qualidade e valor agregado. Dependendo do porte do empreendimento, o processo de projeto pode ser ilustrado por estruturas organizacionais mais complexas, com diferentes camadas de partes interessadas – projetistas, clientes, usuários e construtores. Entretanto, tradicionalmente, esse processo representa um conjunto de projetos isolados, desenvolvidos de maneira fragmentada, independente e desintegrada. Um exemplo pode ser visto na Figura 1, em que os projetos de diferentes disciplinas – no caso Arquitetura, Estrutura, Sistemas Prediais e outros – são desenvolvidos individualmente, sem integração uns com os outros, com base apenas no projeto concebido pelo Arquiteto. Dessa forma, o foco está na delimitação das características do produto-edifício, desconsiderando o papel do projeto como ferramenta para auxílio na condução das atividades construtivas.

Figura 1 – Arranjo tradicional de equipes de projeto.



Fonte: Melhado (2005, p. 30). Adaptada.

O sucesso da articulação da sequência de decisões sobre um projeto depende da qualidade da comunicação, que é o elo entre as fases de um processo, permitindo que as partes interessadas sejam informadas sobre a evolução das metas, soluções e avaliações (KOWALTOWSKI *et al.*, 2011). Uma lacuna entre os que projetam o produto e os que concebem a produção define o processo de projeto como tradicional, onde uma etapa do processo só é iniciada após o término da outra, desencadeando um sequenciamento das atividades e a falta de interação entre os participantes do processo – arquitetos, engenheiro de estruturas, engenheiro de sistemas prediais e outros envolvidos.

### *3.1.1 Metodologias para concepção de projetos*

Diversos autores estudam o processo de projeto, com a intenção de potencializar os resultados positivos do produto final. De acordo com Munari (2008), o método de projeto pode ser ajustado de acordo com a necessidade e experiência do projetista, portanto, um mesmo projeto pode ser desenvolvido de diversas formas.

Os processos que envolvem um projeto não surgiram como resultado de um planejamento cuidadoso e voluntário, mas como reação a mudanças no contexto social e cultural mais amplo em que se projeta. O projetista especializado, que produz desenhos com base nos quais outros constroem, passou a ser um profissional tão estável e conhecido que tornou esse processo a forma tradicional de se projetar (LAWSON, 2011). O autor afirma que a separação entre projetar e fazer teve como efeito não apenas isolar os projetistas, mas também colocá-los no centro das atenções e cita, ainda, Alexander (1964), que afirma que o reconhecimento autoconsciente pelo artista, a respeito de sua própria individualidade, causa um efeito profundo no processo de criar formas. Agora, cada forma é vista como o trabalho de um único homem, e o seu sucesso é uma realização só dele.

A partir da década de 1960, começou-se a discutir o processo criativo e desenvolvimento de ideias do profissional de projeto. Nesse período houve o desenvolvimento dos estudos em métodos de projeto, que tiveram uma forte influência de conhecimentos oriundos de diversas áreas como Engenharia, Ergonomia,

Matemática e Computação (KOWALTOWSKI *et al.*, 2011). Segundo Martins Júnior (2018), na tentativa de compreender e facilitar o desenvolvimento do ofício, no campo da arquitetura, diversos pesquisadores e instituições buscaram mapear o processo de trabalho de arquitetos e propor técnicas e modelos de processo de projeto. Assim, diversos métodos foram criados e aplicados especificamente à arquitetura. De acordo com Jones (1971 apud Kowaltowski *et al.*, 2011) esses métodos são classificados sob três pontos de vista: o da criatividade, o da racionalidade e o do controle do processo de projeto. Os métodos baseados no ponto de vista do controle do processo são uma forma de criar um sistema auto-organizado, capaz de substituir a busca cega de alternativas por uma busca inteligente – o esforço de projeto é, portanto, dividido entre a busca de uma solução adequada e o controle e avaliação dos padrões de busca.

Lawson (2011) considera haver diferença entre projetos concebidos por projetistas de distintos campos de atuação e afirma, também, que profissionais de determinados campos elaboram desenhos baseados, quase que em sua totalidade, por procedimentos mecânicos e repetitivos, que podem ser aplicados a um grande número de projetos. Entretanto, a arquitetura está singularmente situada dentro de um campo no qual a tridimensionalidade e a ambiência são, dentre outras, variáveis inseparáveis da concepção. Assim, o produto “projeto de arquitetura” exige que muitas variáveis sejam consideradas durante o processo de criação, dentre as quais se destacam a especialização temática e funcional sobre o que se projeta (residência, estabelecimento de saúde, educação, comércio e outros), o conhecimento técnico específico ao tema e às soluções construtivas, o conhecimento tecnológico atual, o conhecimento legal específico ao local do projeto, a imaginação visual e juízo estético.

Desta forma, segundo Oliveira (2013), faz-se necessário que a análise do processo de produção do projeto arquitetônico seja realizada tanto sob a ótica do gerenciamento centrado no controle de informações (dados e fluxos), na quantificação e qualificação de componentes técnicos (desenhos, relatórios, detalhamentos, memoriais, entre outros), como, também, levando em consideração as teorias, metodologias e técnicas de projeção em arquitetura discutidas e desenvolvidas ao longo dos anos pelos autores que trataram o tema.

Muitos autores tentaram mapear, portanto, o caminho do processo, do início ao fim. A ideia comum sobre esses mapeamentos do processo de projeto é que ele se compõe de uma sequência de atividades distintas e identificáveis que ocorrem numa ordem previsível e com uma lógica identificável. Um desses mapeamentos foi exposto no *Architectural Practice and Management Handbook*, ou Manual de Administração e Prática Arquitetônica, do *Royal Institute Of British Architects* - RIBA (1965), para ser usado por profissionais arquitetos. O manual considera que o processo de projeto seja dividido em quatro fases:

**1ª fase** – Assimilação: acúmulo e organização de informações gerais e especificamente ligadas ao problema em mãos.

**2ª fase** – Estudo geral: exame da natureza do problema e investigação de possíveis soluções ou meios de solução.

**3ª fase** – Desenvolvimento: refere-se ao desenvolvimento e refinamento de uma ou mais soluções possíveis isoladas durante a 2ª fase.

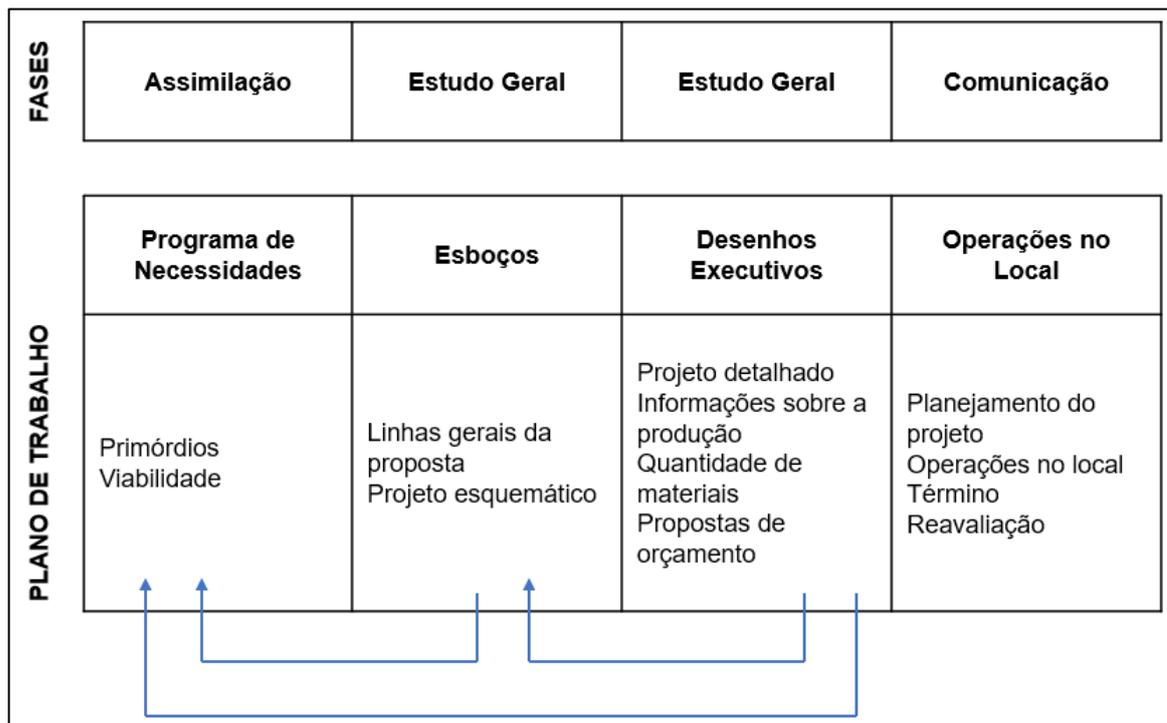
**4ª fase** – Comunicação: a comunicação de uma ou mais soluções aos que estão dentro ou fora da equipe do projeto.

Segundo análise de Lawson (2011), esse modelo apresentado no manual do RIBA aparentemente segue uma sequência lógica, porém, na prática, essas quatro fases podem não seguir o fluxo esperado. O autor atenta para as transições entre as fases, já que para o projetista podem aparecer variáveis que dificultem a sequência do fluxo esperado, podendo ocorrer imprevistos durante o andamento do processo, como por exemplo, recolher informações na fase de assimilação (fase 1) de maneira tal que, após iniciados os estudos gerais (fase 2), seja necessário colher posteriormente novas informações não consideradas. Outro exemplo seria o cliente perceber somente na apresentação do projeto (fase 4) que as informações foram mal descritas e, assim, novamente o projeto retornar à fase de assimilação (fase 1).

Outro mapeamento proposto pelo *Royal Institute Of British Architects* - RIBA (1965), em escala muito maior, é o chamado "Plano de Trabalho", que consta no Manual de Administração e Prática Arquitetônica e que pareceu ser mais promissor, segundo Lawson (2011). Conforme pode-se observar na Figura 2 de Oliveira (2013), o plano

de trabalho compõe-se de 12 estágios descritos como uma linha de ação lógica: Primórdios; Viabilidade; Linhas gerais da proposta; Projeto esquemático; Projeto detalhado; Informações sobre a produção; Quantidade de materiais; Propostas de orçamento; Planejamento do projeto; Operações no local; Término; e Reavaliação. O manual também apresenta uma versão simplificada, no que ele descreve como "terminologia comum", dividindo o plano de trabalho em Programa de necessidades, Esboços, Desenhos executivos e Operações no local. Lawson (2011) considera o plano de trabalho proposto pelo RIBA como uma descrição não do processo, mas dos produtos do processo. Ele não aponta como o arquiteto trabalha, mas o que tem de ser produzido em termos de relatórios de viabilidade, desenhos básicos e desenhos para a produção. Além disso, o plano também detalha os serviços oferecidos pelo arquiteto com o objetivo de obter aprovação dos órgãos de planejamento urbano e de supervisionar a obra.

Figura 2 – Processo de projeto de acordo com o Plano de Trabalho do RIBA (1965).



Fonte: Oliveira (2013, p. 32). Adaptada.

Segundo Oliveira (2013), um outro modelo, também do RIBA, publicado em 2007, é mais complexo e detalhado, subdividindo o processo em 11 subprocessos, que, por sua vez, estão agrupados em cinco fases de projeto (Figura 3), são elas: preparação,

projeto, pré-construção, construção e uso. Esse agrupamento acontece de acordo com o processo de gestão, de projetos e de contratos.

Figura 3 – Processo de projeto de acordo com modelo RIBA de 2007.

PREPARAÇÃO		PROJETO			PRÉ-CONSTRUÇÃO			CONSTRUÇÃO		USO
Avaliação	Resumo do projeto	Conceito	Desenvolvimento do projeto	Desenho técnico	Informações de produção	Documentação da proposta	Implantação da proposta	Mobilização	Construção prática da proposta	Pós uso da proposta

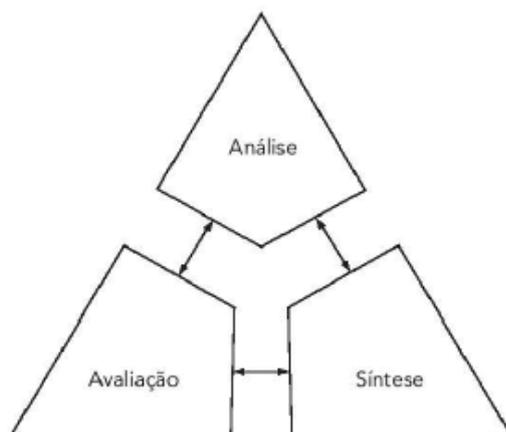
Fonte: Oliveira (2013, p. 33). Adaptada.

Lawson (2011) explica esse modelo novo de processo de projeto do RIBA. Segundo o autor, os arquitetos costumavam receber os seus honorários de acordo com um sistema padronizado de valores e formas de pagamento que fazia parte das Condições de Contratação de Arquitetos. Atualmente, os honorários dependem da negociação entre arquitetos e clientes, e tanto a faixa da remuneração quanto a forma de pagamento são muito variáveis. No entanto, o caso é que a elaboração de um projeto arquitetônico pode durar muito tempo, com frequência vários anos, e assim, os arquitetos, para se manter solventes, precisam receber antes do fim do serviço. Com isso, o plano de trabalho do RIBA era usado, historicamente, para combinar em quais estágios do trabalho haveriam pagamentos parcelados. Portanto, o plano de trabalho também pode ser considerado parte de uma transação comercial – ele informa aos clientes o que receberão e descreve o que os arquitetos têm de fazer. Não aponta, necessariamente, como isso é feito. O plano de trabalho também descreve o que os outros membros da equipe do projeto (supervisor de orçamento, engenheiros, entre outros) farão e como se relacionarão com o arquiteto, sendo este claramente retratado como gerente e líder da equipe. Isso revela, ainda mais, que o plano de trabalho faz parte do exercício da propaganda da classe dos arquitetos para assegurar-lhes um papel de liderança na equipe multidisciplinar que projeta a edificação. O autor destaca que hoje esse não é mais o ponto de vista geral sobre o papel do arquiteto e afirma que nada disso deve ser entendido como crítica ao plano

de trabalho do RIBA, que provavelmente cumpre as suas funções de maneira adequada, mas, no final, é provável que ele ensine mais sobre a história do papel da entidade do que sobre a natureza do processo de projeto na arquitetura.

Dois acadêmicos, Markus (1969) e Maver (1970), produziram mapeamentos mais elaborados do processo de projeto na arquitetura, defendendo que o quadro completo de um método exige tanto uma sequência de decisões quanto um processo, ou morfologia, e sugerem sequência de análise, síntese, avaliação e decisão do processo de projeto, equivalentes a alguns estágios do manual do RIBA, em níveis cada vez mais detalhados. Entretanto, como sugere Lawson (2011), esses mapeamentos precisam permitir uma revisão a uma atividade precedente. Portanto, deveria existir uma linha de retorno de cada função a todas as funções precedentes. Lawson (2011) apresenta, então, a proposta de mapeamento representando o ciclo de uma sequência de decisões, compreendendo as fases de análise, síntese e avaliação (Figura 4).

Figura 4 – Representação mais honesta do processo de projeto Markus-Maver.



Fonte: Lawson (2011, p. 47).

A análise constitui a fase de identificação dos principais elementos que compõem o problema de projeto. Nela são definidos as principais metas e objetivos que o empreendimento deve alcançar, os critérios de desempenho do edifício, as restrições e os possíveis impactos das soluções para os usuários, clientes e localidade. A síntese está associada à fase criativa dos estágios de decisão. Nessa fase, os arquitetos concebem as ideias e possíveis soluções que atendam aos objetivos e satisfaçam às restrições e oportunidades observadas na etapa de análise. O emprego de técnicas e

métodos de decisão não são capazes de garantir que uma solução seja boa ou não. A solução pode ser otimizada em alguns requisitos, mas, certamente, tantos outros serão incompletos, podendo não ter todos os requisitos desejados ou conter conflitos internos. A fase de avaliação visa garantir que uma solução proposta seja a mais aceitável. Para tanto, procura detectar deficiências no projeto antes da execução da obra, venda e uso, quando as alterações se tornam progressivamente mais demoradas e caras. Na avaliação, a solução proposta é comparada com as metas, restrições e oportunidades que devem ser atendidas, detectadas na fase de análise. Deficiências no projeto vistas na avaliação podem levar à revisão da síntese, com melhorias, ajustes ou mudanças nas soluções, e resultar em redefinições de metas, restrições e requisitos (OLIVEIRA, 2013).

Os processos de concepção em arquitetura variam de acordo com cada profissional. É comum o uso da intuição em alguns momentos do processo, mas outros momentos são padronizados ou normatizados. Na rotina de escritórios de arquitetura pode ser observada a divisão da fase de projeto em croquis, anteprojeto e projeto (KOWALTOWSKI *et al.*, 2011). A autora afirma que Osborn, na década de 50, criou a expressão “solução criativa de problemas”, ou CPS – *creative problem solving*, para organizar as ideias-base do processo de solução criativa de problemas, com métodos e técnicas utilizáveis pelas pessoas em geral. Roozenburg e Eekels, em 1991, por sua vez, definem uma analogia entre o ciclo de projeto e a solução criativa de problemas (CPS) e identificam quatro fases que se integram: desenvolvimento de um registro dos problemas e objetivos do projeto; formulação de princípios espaciais e físicos; geração de soluções diversificadas; análise e seleção de soluções, com critérios explícitos.

Segundo Lawson (2011), em arquitetura, o processo de solução de problemas é focado no resultado, em contraposição a outras áreas, como as ciências exatas, em que o foco é o problema. Isso ocorre por causa da complexidade na área da arquitetura. A metodologia de projeto parte da análise para a síntese, mas o arquiteto vai da síntese para a análise e, novamente, para a síntese, na tentativa de que as soluções encontradas em experiências anteriores sejam aproveitadas para a solução de novos problemas. Entretanto, as etapas do processo de projeto em arquitetura têm sido consideradas, até a atualidade, conforme a antiga norma brasileira NBR

13.532:1995 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a), etapas estas que ocorrem, tradicionalmente, de forma sequencial:

- Levantamento de dados para arquitetura;
- Programa de necessidades de arquitetura;
- Estudo de viabilidade de arquitetura;
- Estudo preliminar de arquitetura;
- Anteprojeto de arquitetura;
- Projeto legal de arquitetura;
- Projeto básico de arquitetura;
- Projeto para execução de arquitetura.

Atividades técnicas são desenvolvidas nas etapas do processo e correspondem às diferentes disciplinas de projeto, concebidas por profissionais de diversas especialidades. A NBR 13.531:1995 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995b), quando em vigor, determinava as principais “Atividades Técnicas de Projeto de Edificações”: Topografia, sondagens de reconhecimento do solo, arquitetura, fundações e estruturas, instalações elétricas, instalações mecânicas, instalações hidráulicas e sanitárias, luminotécnica, comunicação visual, paisagismo e arquitetura de interiores.

As normas anteriormente citadas, a NBR 13.531:1995 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995b) e a NBR 13.532:1995 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a), embora ainda sejam comentadas na prática profissional, foram canceladas e substituídas pela norma NBR 16.636-2:2017 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017), que determina as mesmas atividades técnicas associadas ao desenvolvimento de projetos de edificações.

Segundo Martins Júnior (2018), um aspecto relevante a ser lembrado no processo de projeto tradicional é o uso das tecnologias digitais na elaboração dos projetos. Os países desenvolvidos começaram a implantar a cultura do *Computer Aided Design* (CAD) na década de 1970, tendo início no Brasil apenas 20 anos depois, tanto na

prática da arquitetura como no ensino. Assim, desde a década de 1990, as ferramentas digitais CAD são empregadas no processo de projeto tradicional. Entretanto, a inserção do CAD no processo de projeto não mudou, significativamente, a forma de trabalho dos arquitetos. A representação dos projetos foi facilitada, mas a forma de colaboração, por exemplo, permanece sendo sequencial. Os recursos CAD pouco estimulam o processo de projeto colaborativo da equipe, ao contrário do que propõe as ferramentas digitais atualmente disponíveis.

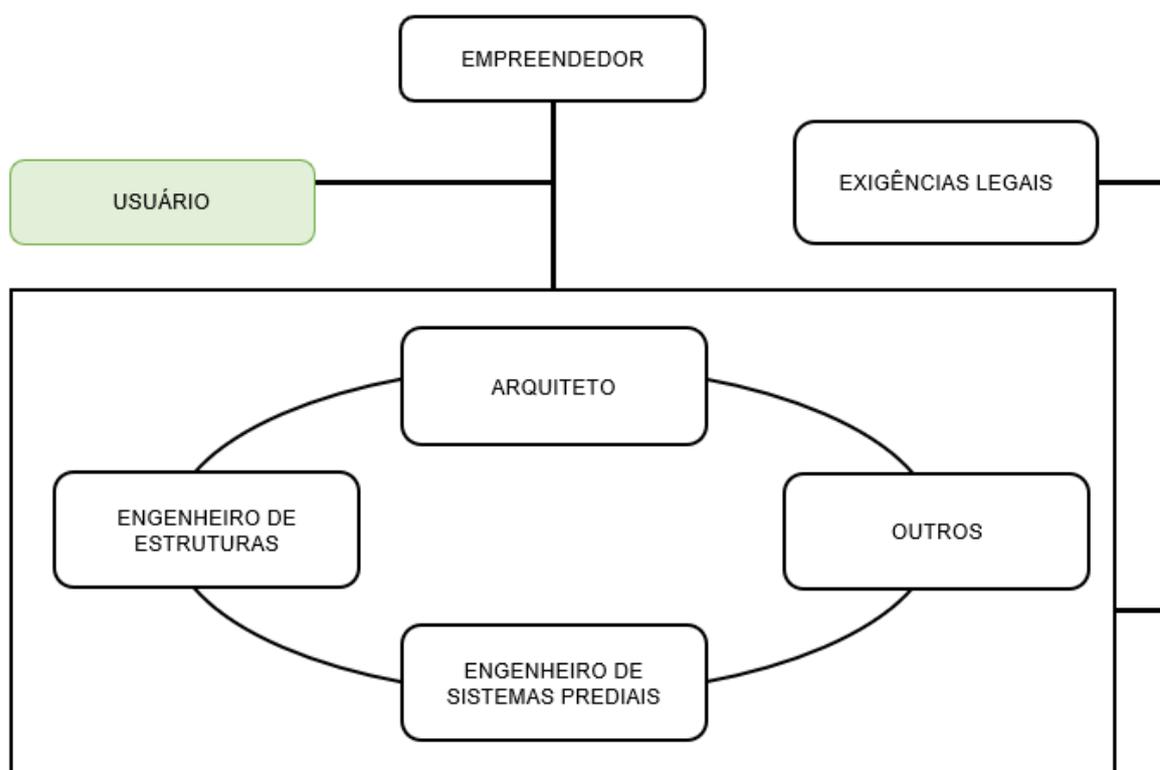
### **3.2 Colaboração**

A colaboração acontece quando os recursos coletivos de uma equipe são reunidos e uma tarefa compartilhada é alcançada. Contribuições para o trabalho são coordenados por meio de comunicações e compartilhamento de informação e conhecimento (BOUCHLAGHEM, 2012). A busca pela colaboração é antiga nos processos que envolvem o setor da construção civil, como é possível ver em uma afirmação de Fabrício (2002, p. 172): “no cerne do processo de Engenharia Simultânea está a busca de uma precoce e mais intensa colaboração entre os agentes envolvidos, diretos e indiretamente, na concepção, produção e uso de um novo produto ou serviço”.

Colaboração está vinculada à coletividade e à complexidade – compreendê-la exige uma visão tecnicista dos processos de produção da construção civil. A colaboração possui em sua essência o fundamento da coletividade, pois, juntos, condicionam o comportamento das pessoas. Ruggeri (2017) diferencia os termos cooperação e colaboração – o primeiro corresponde à individualidade de cada parte, mantendo um isolamento, enquanto o outro exige que as partes se comportem como um corpo único, num trabalho conjunto e coordenado. O resultado da cooperação é a soma dos resultados de cada parte e, na colaboração, a soma ocorre nos esforços ao longo do processo. A colaboração é um trabalho constituído por partes interligadas e a retirada de uma delas inviabiliza a existência do processo colaborativo. Em um processo cooperativo, a retirada de uma parte diminui a potência do resultado, mas não inviabiliza a existência dele. Para o autor, as partes colaborativas têm seu papel baseado nas inter-relações que se desenvolvem em benefício do processo.

Segundo Melhado (2005), o aumento do volume de disciplinas de projeto geradas no processo, a elevação do fluxo de informações e a necessidade de maior integração e compatibilização entre os intervenientes, em prazos cada vez mais reduzidos, implicaram uma maior demanda e uma maior complexidade na gestão do processo de projeto. Citada anteriormente, a engenharia simultânea, ou projeto simultâneo, valoriza a integração entre os agentes de um processo para que, ao final, o produto atenda às expectativas do cliente, partindo do pressuposto de que essa falta de integração gera incertezas no processo e comprometimento da qualidade do produto final. Como pode ser visto na Figura 5, profissionais de diferentes disciplinas – arquiteto, engenheiros e outros – trabalham de forma paralela, não sequencial como num projeto tradicional, formando uma equipe multidisciplinar, coordenada e colaborativa.

Figura 5 – Arranjo de equipe multidisciplinar de projeto.



Fonte: Melhado (2005, p. 30). Adaptada.

A introdução de inovações tecnológicas em produtos, componentes, métodos e sistemas construtivos, bem como a necessidade de coerência entre o projeto e os requisitos técnicos e econômicos envolvidos na produção de uma edificação, resultam em um aumento do número de intervenientes necessários para a condução de um

empreendimento. Mudanças ocorridas no cenário do setor da construção civil contribuíram para a criação de um grande número de especialidades, conferindo um caráter multidisciplinar ao processo de projeto, o que trouxe dificuldades para a sua gestão, uma vez que as responsabilidades são atribuídas entre diversos especialistas, incumbidos de parcelas cada vez menores do todo, dependentes de informações de terceiros, cujas definições provocam múltiplas interferências (MELHADO, 2005).

São diversos os agentes envolvidos nos processos associados à elaboração de um projeto, traduzido inicialmente em modelo de informação. Desde consultores e projetistas de diversas especialidades, a profissionais da construção, proprietário, incorporadores, construtores, fornecedores e fabricantes de componentes construtivos e equipe de obras. Quanto mais complexas as demandas e maior o porte do empreendimento, maiores tendem a ser o número de especialistas, a interação entre eles e a necessidade de processos colaborativos adequados. O mercado da construção dispõe de diversas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), voltadas ao compartilhamento e trocas de modelos. Essas tecnologias favorecem a colaboração e comunicação entre projetistas, gerando diferentes cenários durante a integração dos dados e modelos (MARTINS JÚNIOR *et al.*, 2019).

Segundo Bouchlaghem (2012), existem quatro modos diferentes de colaboração, que se relacionam com o tipo de interação e padrão de comunicação entre os participantes de um projeto:

- **Face a face** – normalmente envolve reuniões físicas em um ambiente compartilhado local como uma sala de reuniões onde os participantes interagem em tempo real;
- **Assíncrona** – é conduzida em um local compartilhado onde os participantes não interagem ao mesmo tempo e requer meios de comunicação eletrônico para avisos;
- **Distribuída síncrona** – envolve interação em tempo real em que os participantes não são colocados presencialmente, mas usam tecnologia de comunicação, como reuniões mediadas por computador, videoconferência e grupos de discussão eletrônicos;

- **Distribuída assíncrona** – os participantes interagem de locais dispersos, mas não em tempo real, usando várias comunicações meios de comunicação como o correio eletrônico.

Ainda segundo Bouchlaguem (2012), a colaboração também pode ser classificada como:

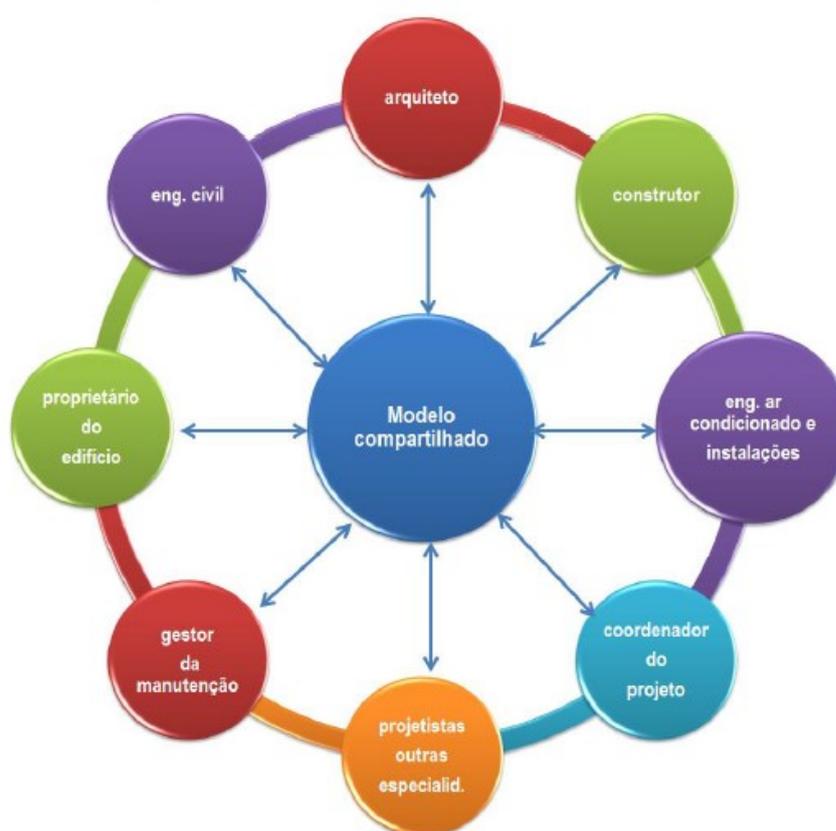
- **Mútua** – em que os participantes têm a mesma responsabilidade e nível de entrada para uma tarefa de trabalho;
- **Exclusiva** – em que os participantes têm responsabilidade exclusiva por diferentes partes do cronograma de trabalho, mas, ocasionalmente, interagem para coordenar diferentes tarefas;
- **Controle de ponto único** – em que os participantes delegam responsabilidades a alguém para liderar o processo e atribuir responsabilidades a outros envolvidos.

Segundo Fabrício *et al.* (2017), um sistema colaborativo depende da automação do processo sequencial e correlação entre os processos simultâneos, que exige um suporte informacional, como o BIM, e o desenvolvimento de novas competências ligadas a maior consciência dos meios de expressão e comunicação, visando reduzir problemas relacionados à mídia, semântica e organização, comuns à comunicação assíncrona, que impactam na qualidade da comunicação e prejudicam o projeto colaborativo. Para os autores, além de um sistema BIM para mitigar esses problemas de comunicação, são necessárias determinadas condições organizacionais que permitam a comunicação síncrona, capaz de suprir as deficiências da comunicação assíncronas, pois favorece a negociação e reflexão na tomada de decisão em ciclos de amadurecimento do entendimento compartilhado. A flexibilidade e rapidez decorrentes de uma comunicação prioritariamente síncrona são importantes devido à característica prototípica da construção, que não permite o pleno desenvolvimento do produto antes de sua produção.

Para Manzione (2013), como um projeto é um processo colaborativo, cada disciplina precisa ser apoiada por um modelo referencial contendo as informações de outras

disciplinas e que possa ser comunicado e compartilhado por todos os agentes, ou seja, proprietário, construtor, coordenador do projeto, gestor de manutenção, arquiteto, engenheiro civil, engenheiro de ar condicionado e instalações e projetistas de outras especialidades (Figura 6). Uma forma conceitual aparentemente simples de tratar com as vistas específicas é trata-las como submodelos de um modelo referencial compartilhado. Por esse conceito, o modelo compartilhado contém informações a partir da união de cada um dos modelos individuais.

Figura 6 – Conceito de modelo compartilhado.



Fonte: Manzione (2013, p 81).

A colaboração nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) compreende fluxos de trabalho complexos em que diferentes agentes precisam ser incorporados em um conjunto comum de informações por um longo período de tempo. No processo de projeto com a utilização da tecnologia BIM, a colaboração acontece através da troca ou do compartilhamento dos modelos BIM ou de seus subconjuntos (MANZIONE, 2013).

A complexidade de sistemas colaborativos se manifesta, portanto, na impossibilidade de separação das partes, contrapondo o processo de projeto tradicional.

Caracterizada como uma área que envolve uma infinidade de itens, torna-se inevitável que a construção civil seja abordada pelo prisma da complexidade, por possuir características peculiares, como os vários insumos, equipamentos e ferramentas envolvidos nos métodos de construção, os profissionais com formações diversas, carregando concepções e abordagens diferentes, e os materiais e procedimentos com soluções compatíveis e não compatíveis com o sistema construtivo adotado (RUGGERI, 2017).

Segundo Bouchlaghem (2012), para garantir uma colaboração eficaz, é necessário um compartilhamento bem sucedido e eficiente de conhecimento, negociação, coordenação e gestão das atividades, além de uma boa comunicação, pois é o meio pelo qual as intenções, os objetivos e as ações de cada um dos participantes são divulgados para outros. Para o autor, uma colaboração bem-sucedida requer eficácia em uma série de áreas, como coordenação, negociação, comunicação de dados, informações e conhecimentos, visão e metas compartilhadas, planejamento e gerenciamento de atividades e tarefas e adoção de métodos e procedimentos comuns.

Manzione (2013) ressalta que, apesar de o processo de projeto ter sido estudado por diversos pesquisadores, no Brasil são identificadas necessidades de ampla reformulação. A tecnologia BIM e o trabalho colaborativo têm sido considerados o estágio superior a ser alcançado, mas, antes, é necessário analisar o trabalho colaborativo com base em quatro recursos-chave: pessoas, processos, tecnologia e dados. Para uma definição mais precisa dos problemas a serem resolvidos na integração de projetos, deve-se começar pela compreensão dos gargalos ainda não solucionados no processo de projeto, que devem ser superados por meio de novas tecnologias ou formas de gestão e da avaliação do impacto relacionado a problemas causados pelo fator humano.

Com os avanços no uso do BIM, surgiram novos cargos, ferramentas e funções adaptadas das práticas colaborativas e desenvolvimento de novas competências das equipes e profissionais. Diversas ferramentas foram desenvolvidas para auxiliar a comunicação e colaboração dos agentes envolvidos no desenvolvimento de projetos.

No processo de projeto colaborativo com o BIM, são inúmeros os fatores que podem limitar a colaboração entre os agentes e dificultar o desenvolvimento da construção virtual. Geralmente, é possível definir esses fatores como sendo limitações relacionadas aos processos, aos agentes ou às tecnologias, como processo fragmentado e sequencial, resistência ao trabalho colaborativo e problemas de interoperabilidade (MARTINS JÚNIOR *et al.*, 2019).

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

O setor da construção civil envolve atividades colaborativas. Muitos participantes empregam múltiplas aplicações com sobreposições de requisitos de dados para dar suporte a várias tarefas de projeto, construção, operação e manutenção. A melhoria do projeto e do gerenciamento de obras depende do aprimoramento dos fluxos de trabalho, ou seja, de processos de trabalho colaborativo suportados por compartilhamento e troca de informações facilitada entre os participantes de um projeto. Interoperabilidade é a capacidade de troca de dados que estabiliza os fluxos de trabalho e facilita sua automação. A interoperabilidade é possível e facilitada através da utilização da metodologia *Building Information Modeling* (BIM), eliminando a necessidade de se copiar manualmente dados já gerados em outra aplicação e contribuindo para que múltiplas aplicações atuem de forma conjunta no trabalho (SACKS *et al.*, 2021).

Ainda segundo Sacks *et al.* (2021), a interoperabilidade é alcançada ao determinar um modelo ou esquema de dados, que define conceitualmente os elementos necessários para um domínio-alvo e as relações entre os elementos. Uma forma de definir, a um nível conceitual, os modelos de dados entre aplicações é através de um esquema lógico, que pode ser visualizado como modelo de dados gerado por meio da consolidação de vistas de múltiplos usuários. Um exemplo desse esquema lógico é o *Industry Foundation Classes* (IFC). Papel central na interoperabilidade, o IFC é um esquema desenvolvido para definir um conjunto extensivo de representações de dados consistentes de informações da construção para intercâmbio entre aplicações de *software* de AEC. O IFC foi projetado como um modelo de estrutura extensível, isto é, foi desenvolvido para fornecer definições amplas e gerais dos objetos e dados, a

partir dos quais poderiam ser definidos intercâmbios particulares de suporte a modelos mais detalhados e para tarefas específicas. Dessa forma, o IFC trata de informações da construção ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a viabilidade e planejamento, passando pelo projeto e construção, até a ocupação e a operação.

De acordo com a Associação Brasileira dos Escritórios De Arquitetura - ASBEA (2015), o ideal seria que todos os envolvidos no processo BIM trabalhassem sobre um mesmo modelo depositado em um local virtual. Porém, esse cenário ainda não é viável dada a realidade de velocidade de conexões e capacidade de *hardware*. Destaca, ainda, sobre modelos federados:

[...] em um segundo cenário, mais tangível, ainda *on-line*, cada disciplina desenvolveria os próprios modelos, vinculados a um único modelo central integrado, todos depositados no mesmo local virtual. A essa organização chamamos de modelos federados. Esse cenário ainda depende de conexões com banda suficientemente larga que permita a transmissão de grande volume de dados;

O cenário corrente é o de modelos federados, porém, com os modelos de todas as disciplinas sendo desenvolvidos em cada escritório específico e disponibilizados em servidores de hospedagem, a partir de seus *uploads*, permitindo os *downloads* para visualização pelos demais envolvidos. Esse cenário pressupõe uma frequência de *uploads* e *downloads* combinados entre as partes (ASBEA, 2015, p. 7).

O modelo federado é um modelo central, constituído por diversos arquivos compatíveis entre si, podendo ser no formato IFC ou composto por arquivos de formato proprietário, gerados pelas diversas áreas envolvidas no projeto que, somados, propiciam a visão completa da construção virtual. Nesse caso, cada disciplina tem o seu responsável técnico e seus arquivos só podem ser alterados pelo autor, embora sejam visualizados por todos os participantes (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

No fluxo de projetos em BIM, o IFC pode ser utilizado para compatibilização, colaboração, validação, extração de quantitativo, geração de relatórios, visualização do cliente, entre outros. Na Figura 7, pode-se verificar o IFC dos modelos separados e combinados aos projetos de arquitetura, estrutura e instalações de um edifício (GONÇALVES JUNIOR, 2019).

Figura 7 – Esquema representativo de modelo de projeto integrado.



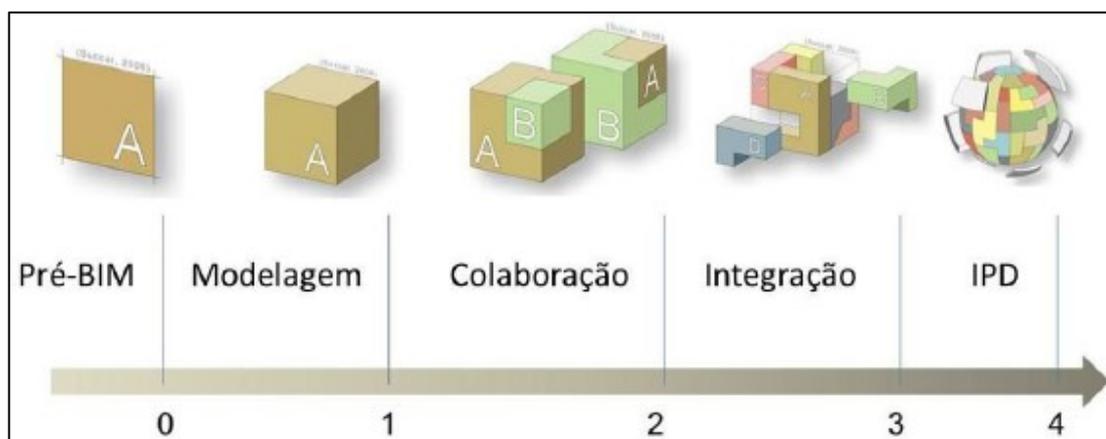
Fonte: Gonçalves Junior (2019).

Como mencionado, o BIM destaca-se como tecnologia da informação voltada à AEC, contribuindo de forma relevante para potencializar o trabalho colaborativo e otimizar os processos de projeto dos escritórios de arquitetura e engenharia. Os sistemas de desenho assistido por computador (*Computer Aided Design – CAD*) têm sido substituídos pela plataforma BIM, ainda que lentamente em alguns contextos, a exemplo do mercado nacional. O BIM traz a ideia de uma prática de projeto integrado, a partir das primeiras fases de projeto, e oferece recursos que estimulam e facilitam o trabalho colaborativo, bem como a integração de disciplinas (arquitetura, estrutura, instalações elétricas, hidrossanitárias e projetos especiais), desde o início da concepção, e não apenas ao final do processo, visando gerar um único modelo construtivo virtual (MARTINS JÚNIOR *et al.*, 2019).

Entretanto, segundo Manzione (2013), o nível de implementação do BIM ainda é baixo devido à falta de iniciativa e treinamentos, à natureza fragmentada do setor, à relutância da indústria em querer modificar os seus processos de trabalho e ao fato de a colaboração ainda ser realizada fundamentalmente em desenhos CAD 2D. O autor aponta que essa dificuldade depende do porte da empresa – empresas menores preferem ferramentas mais simples e intuitivas e as companhias grandes, envolvidas em projetos complexos, preferem ferramentas mais adaptáveis às suas necessidades.

Para o autor, a adoção do BIM por empresas e profissionais é um processo de longo prazo desenvolvido em estágios. O autor cita Succar (2009), que elaborou um modelo de maturidade estabelecendo critérios e pesos para qualificar o estágio da empresa baseado em diversos requisitos. Os estágios de implementação BIM são classificados em cinco graus, como pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – Estágios de implementação BIM.



Fonte: Manzione (2013, p. 146), adaptado de Succar (2009).

O Estágio Zero, ou Pré-BIM, é baseado em desenhos CAD 2D, com algumas visualizações em 3D, porém sem integração entre as informações geradas no processo de trabalho, como quantitativos e especificações, sem práticas colaborativas e sem interoperabilidade – nesse estágio, o processo de projeto é sequencial e assíncrono. O Estágio 1 corresponde à fase inicial da implementação do BIM, apresentando uma modelagem individual das disciplinas através de *softwares* como *Archicad*, *Revit*, entre outros – nesse estágio é possível criar automaticamente desenhos e compatibilizar projetos, porém a troca de informações não ocorre, ainda, de forma colaborativa, como no Estágio 2, com a troca de arquivos em formatos proprietários ou de exportações em *Industry Foundation Classes (IFC)*, em uma comunicação ainda assíncrona, mas com definição de responsabilidades. No Estágio 3 são criados modelos mais ricos, compartilhados e mantidos de forma colaborativa através de todo ciclo de vida do edifício, podendo ocorrer uma integração e troca interdisciplinar de modelos, permitindo análises mais detalhadas do desempenho do edifício. É nesse estágio que as trocas síncronas que ocorrem através do modelo BIM ocasionam a superposição de fases do projeto, tendendo a um processo em fases. O último estágio corresponde ao *Integrated Project Delivery (IPD)*, caracterizado pela

alteração nas relações contratuais e na colaboração efetiva de todos os agentes envolvidos (SUCCAR, 2009).

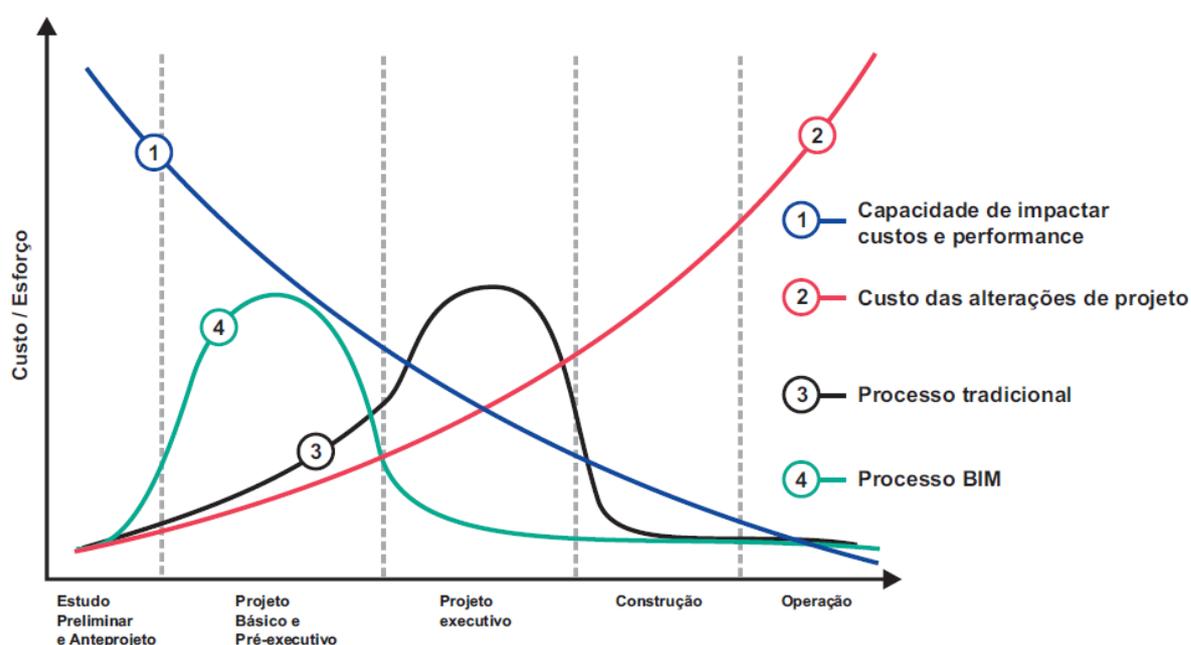
A colaboração em BIM pode ocorrer dentro de uma ou duas fases do ciclo de vida do edifício, como, por exemplo: troca “projeto-projeto” entre modelos de arquitetura e estrutura, troca “projeto-construção” entre modelos de estrutura e modelos para fabricação de estruturas metálicas e troca “projeto-operação” entre modelos de arquitetura e modelos para gestão das utilidades (MANZIONE, 2013). O IPD, que corresponde ao desenvolvimento integrado de projetos, é uma opção diferente dos sistemas de contratação “projeto-concorrência-construção” e “projeto-construção”. Nos projetos IPD, o proprietário, os projetistas e os principais construtores, empreiteiros e fornecedores firmam um contrato colaborativo único. O objetivo chave do IPD é formar uma equipe coesa por meio da definição cuidadosa dos interesses comerciais comuns e interdependentes e os meios técnicos e sociais de comunicação e colaboração. No IPD, a designação de como riscos, prazos e custos são alocados é feita de forma diferente. Em contratos de IPD, arquitetos e engenheiros são sócios de pleno direito, aceitando custos e benefícios em potencial dentro do projeto (FISCHER *et al.*, 2017). Para Sacks et al. (2021), essa é uma modificação importante, pois proporciona um mecanismo financeiro para que projetistas se beneficiem de quaisquer contribuições do desempenho do projeto até a construção. Estes aspectos de desempenho da construção abrem portas para a mensuração de outras formas de desempenho de projeto, como o consumo energético, o desempenho organizacional dentro da edificação e a sustentabilidade.

A dificuldade de implantação da tecnologia BIM é maior na fase de concepção, apesar do esforço dos escritórios em utilizar a tecnologia precocemente. Verifica-se, também, que o BIM é mais utilizado na fase de desenvolvimento do projeto, justamente quando são realizados os desenhos técnicos-operativos, destinados à construção, momento em que os recursos digitais proporcionam maiores benefícios aos escritórios (MARTINS JÚNIOR, 2018).

As fases tradicionais de projeto relacionadas ao processo CAD não se adequam com facilidade aos fluxos e à necessidade de troca de informação em um processo BIM

(Figura 9). As experiências com trabalhos realizados utilizando essa tecnologia mostram que os cronogramas de projeto se alteram, tanto no prazo quanto na distribuição das tarefas. Dentro do processo BIM, o planejamento do desenvolvimento dos projetos deve ser modificado para atender ao fluxo de informação necessário. Existe uma antecipação das decisões de projeto de fases futuras para fases iniciais – um volume maior de decisões é tomado no início da concepção. Em contrapartida, a extração de documentos de projeto, na forma tradicional, passa a acontecer após um amadurecimento maior dos modelos. Por exemplo, um estudo de viabilidade terá mais informações do que o costume, o estudo preliminar torna-se praticamente um anteprojeto e o projeto básico é simplesmente uma transição para o detalhamento no projeto executivo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2015).

Figura 9 – Curva de esforço.



Fonte: Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (2015, p. 13).

Segundo Sacks *et al.* (2021), devido à sua habilidade de automatizar formas padronizadas de detalhamento, o BIM reduz significativamente a quantidade de tempo necessária para a produção de documentos da construção. Para os autores, o gráfico apresentado na Figura 9 ilustra a relação geral entre esforço de projeto e tempo, indicando como o esforço é tradicionalmente distribuído (Linha 3) e como ele pode ser redistribuído como um resultado da aplicação do BIM (Linha 4). Essa alteração alinha

o esforço de forma mais próxima ao valor das decisões tomadas durante o processo de projeto e construção (Linha 1) e as diferenças no custo de fazer mudanças ao longo da vida útil do projeto (Linha 2). O gráfico enfatiza o impacto de decisões antecipadas sobre a funcionalidade, custos e benefícios gerais de um projeto de edificação.

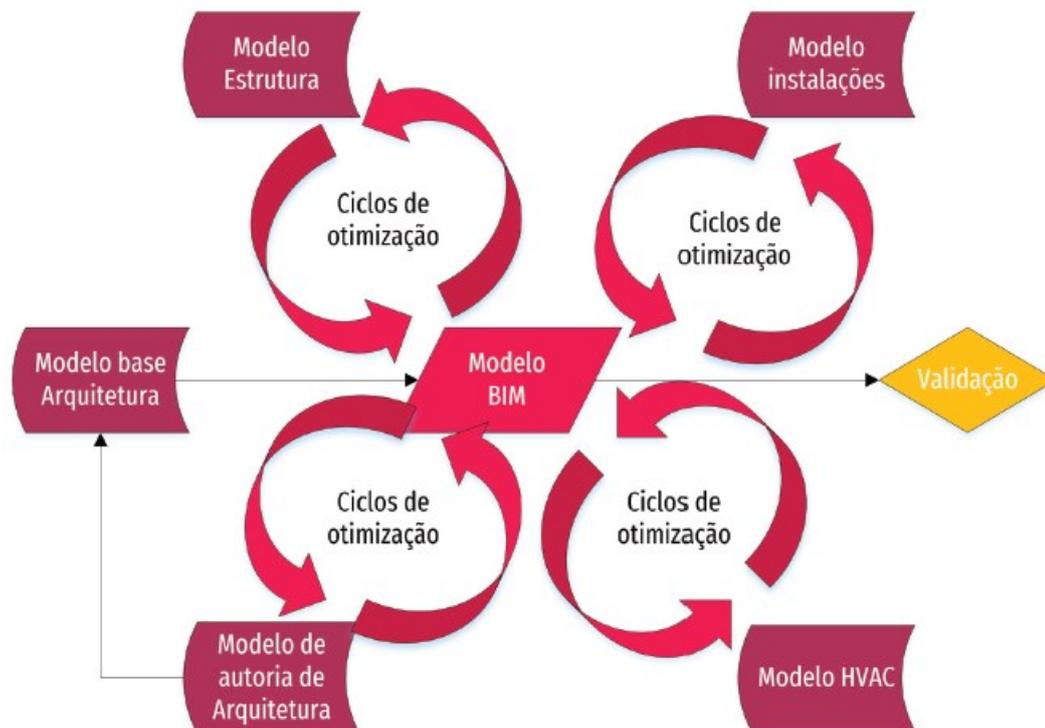
O BIM não acelera o processo projetual dos escritórios, mas promove a redução de erros de compatibilização, de representação dos elementos construtivos e de informações, o que torna potencialmente o processo mais eficaz e controlado (CORNETET; FLORIO, 2015). Kowaltowski, *et al.* (2011) afirmam, entretanto, que, sem eficiente interoperabilidade e efetiva colaboração, perde-se a ideia do BIM como processo de trabalho. Na prática, observa-se que poucas empresas e profissionais que utilizam ferramentas BIM buscam a interoperabilidade e a colaboração.

### *3.3.1 Fluxo de trabalho em BIM*

Sobre o uso do BIM no processo de elaboração de projetos, Sacks *et al.* (2021) afirmam que dois fundamentos tecnológicos da modelagem da informação da construção (ferramentas de projeto paramétrico baseado em objetos e interoperabilidade), aliados a crescente gama de ferramentas BIM para funções específicas, oferecem muitas melhorias de processo e aprimoramento de informação dentro das práticas de projeto tradicionais e que esses benefícios abrangem todas as fases de projeto.

O fluxo básico do processo de projeto BIM inverte o método de trabalho usual, em que toda a análise do projeto pelos diferentes participantes é feita a partir de desenhos 2D, que são repetidamente ajustados e corrigidos até atingir um patamar satisfatório de solução e eliminação de conflitos. No caso do BIM, ao contrário, o esforço de coordenação e de otimização de solução é centrado no modelo virtual da construção. Uma vez que o processo de coordenação esteja completo e o modelo validado, o que varia conforme a etapa de projeto, como mostra a Figura 10, será desenvolvida a documentação e serão extraídas as folhas do projeto, os documentos impressos ou eletrônicos que servirão de base para os processos subsequentes ou para a execução da obra (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

Figura 10 – Fluxos básicos no processo de projeto BIM.



Fonte: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2017, p. 15).

Com metodologia de projeto apresentada na Figura 10, em que se analisa um modelo que de fato é uma construção virtual, os eventuais conflitos entre diferentes elementos e disciplinas são facilmente evidenciados, de modo que é possível evitar que aconteçam e buscar soluções de execução otimizadas. O projeto desenvolve-se de maneira coordenada e colaborativa, idealmente com todos os seus elementos das diferentes disciplinas compatibilizados entre si: modelo de arquitetura, modelo de estrutura, modelo das instalações e modelo do sistema de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC). Dessa forma, a atividade de compatibilização de projetos, que no CAD exige um enorme esforço, no BIM fica reduzida a verificações pontuais, pois os conflitos potenciais são evitados antes de surgirem (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

Sacks *et al.* (2021) consideram o processo de projeto a partir de pontos de vista que se aplicam em graus variados a diferentes trabalhos, dependendo de seus níveis de desenvolvimento da informação. Em vez dos marcos genéricos no processo tradicional, são definidos subprocessos, referentes a tarefas secundárias embutidas, mas que compõem o projeto como um todo. São considerados o projeto conceitual, a pré-fabricação, a integração de análises e a consideração dos tipos especiais de

edificações, além de alguns aspectos práticos: desenho baseado em modelo e preparação de documentos, desenvolvimento e gerenciamento de bibliotecas de objeto BIM e a integração de especificações e estimativa de custos. Os pontos de vista abordados pelos autores são:

- **Projeto Conceitual** – corresponde a fase de contrato do Projeto Básico, em que ainda é possível reduzir o potencial de erros e de alterações durante as etapas posteriores. O Projeto Conceitual determina a estrutura básica a ser desenvolvida, em termos de sua volumetria, estrutura, *layout* espacial genérico, condicionamento ambiental e outras condições locais. É a parte mais criativa do processo, que envolve o desenvolvimento do programa de necessidades da edificação e traz à tona todos os aspectos de projeto, em termos de sua função, custos, métodos e materiais de construção, impactos ambientais e práticas de edificação.
- **Pré-fabricação** – é referente às operações em um projeto que são executadas *in loco*, no canteiro de obras, ou às operações de construção realizadas em uma oficina ou fábrica, pré-montadas em módulos. A Pré-fabricação determina os custos gerais com transporte e logística e é mais efetiva quando considerada desde o início e aplicada ao longo de todo o processo de projeto. A Pré-fabricação aborda naturalmente os diferentes sistemas em integração, uma vez que a interação entre os módulos pré-fabricados é uma preocupação central.
- **Análise, simulação e otimização** – as aplicações nesta fase são específicas, complexas e normalmente operadas por especialistas de domínio técnico. Conforme o desenvolvimento dos projetos avança, os detalhes relativos aos vários sistemas do edifício devem ser determinados para validar estimativas anteriores e para especificar os sistemas para licitação, fabricação e instalação. Esse detalhamento envolve muitas informações técnicas. Um filtro de análise bem implementado irá verificar se os dados mínimos estão geometricamente disponíveis a partir do modelo BIM, obter a geometria requerida através deste modelo, atribuir o material necessário ou os atributos de um objeto e solicitar ao usuário alterações nos

parâmetros necessários para a análise, além de tornar possível uma estimativa de custos.

- **Modelos de edificação no nível da construção** – envolve *layout* de sistemas, produção de desenhos, documentos e especificações. Os projetistas podem abordar o desenvolvimento desses modelos de três formas: através de um projeto detalhado expressando a intenção do projetista e do cliente, esperando que as construtoras desenvolvam seus próprios modelos e documentos de construção desde o início com base na sua experiência com métodos de construção; através de um modelo de edificação considerado um modelo parcialmente detalhado para uso em todos os aspectos da construção, planejamento e fabricação, ou seja, o modelo de projeto é o ponto inicial para a elaboração pela equipe de construção e; através de um modelo que incorpora os conhecimentos de fabricação junto com a intenção de projeto, em que a equipe de projeto colabora com os construtores e fabricantes desde o início, sendo informada sobre questões de fabricação à medida que são modeladas.
- **Integração projeto e construção** – determina um processo de projeto e construção bem integrados, facilitando a execução rápida e eficiente do edifício após o projeto, ou em paralelo. Essa fase também aborda a geração de entrada para a modelagem no nível da fabricação. Isso envolve um processo de projeto que é consciente das aplicações técnicas e organizacionais inerentes à forma como um edifício e seus sistemas são colocados juntos, bem como às qualidades estéticas e funcionais do produto acabado.
- **Revisão de projeto** – como o trabalho colaborativo é realizado entre a equipe de projeto, os consultores de engenharia e especialistas, o trabalho consultivo envolve o fornecimento de informações projetuais apropriadas, seu uso e contexto para que tais especialistas procedam com a revisão, recebendo *feedback*, avisos ou solicitações de alterações. A colaboração muitas vezes envolve solução de problemas em equipe, onde cada participante entende apenas uma parte do todo.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (2015) propôs um fluxo referencial de projeto em BIM, já considerando modelos federados, ou seja, modelos que são feitos individualmente e, em determinados momentos, são aglutinados para análise da coordenação e de todos os envolvidos. As fases de projeto abordadas nesse fluxo estão em concordância com a Norma Brasileira NBR 13531:1995 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995b), que descreve em vigor: estudo de viabilidade; estudo preliminar; anteprojeto; projeto legal; projeto básico; projeto executivo. Os fluxos abaixo foram, entretanto, definidos de forma a abordar principalmente o processo de trabalho em BIM (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2015):

- **Estudo de viabilidade** – o principal uso do BIM a ser aplicado nesta fase diz respeito à elaboração e coordenação de um modelo 3D de arquitetura contendo informações legais e dimensionais de terreno, requisitos de projeto, obtendo como produto final um estudo de massas consolidado. Os agentes envolvidos nessa fase são o cliente, ou contratante, o arquiteto e os consultores específicos. Nessa fase, o nível de desenvolvimento do modelo ainda é baixo, normalmente considerando volumetria, definição de áreas construídas e vazios. No entanto, quantitativos básicos relativos à fase de projeto já podem ser extraídos desse modelo e utilizados pela equipe de estudo de viabilidade do contratante e arquiteto.
- **Estudo preliminar e anteprojeto** – entendido, também, como **concepção projetual**, o principal uso do BIM a ser aplicado nessa fase diz respeito à elaboração e coordenação de um modelo 3D consolidado e compatibilizado nos níveis de desenvolvimento estabelecidos no Plano de Execução BIM, contendo as informações sobre a estrutura e as instalações já modeladas, bem como a análise da coordenação e compatibilização e consolidação desses modelos. Os agentes envolvidos nessa fase são o cliente, o escritório de arquitetura e dos projetistas de estrutura, de instalações e demais consultores necessários. Nessa fase o nível de desenvolvimento do modelo adquire uma maturidade um pouco maior que a fase anterior, e o produto final é um modelo tridimensional consolidado nos níveis de desenvolvimento estabelecidos. Já podem ser determinados quantitativos básicos relativos à

fase de projeto, utilizados pela equipe de orçamento do contratante e arquiteto. Nessa fase já é possível, a partir do modelo arquitetônico em BIM, exportar o modelo 3D para outros programas, melhorando a compreensão volumétrica da edificação.

- **Projetos legais** – nessa fase o BIM é utilizado para análise de normas e verificação de legislação (*code checking*) e também é feito o controle da documentação. Pode ser feita categorização de ambientes por tipologias para extrair informações necessárias de acordo com a legislação. O trabalho de modelagem na fase legal diz respeito mais à extração de informações do que o acréscimo de informações. Paralelamente ao desenvolvimento das fases de anteprojeto e do projeto básico, deverão ser desenvolvidos os projetos legais pertinentes para aprovação nos órgãos (municipais, como prefeitura, entre outros; estaduais e federais), conforme cada caso, e nas concessionárias públicas competentes, conforme as características do projeto (energia elétrica e de gás; água e esgoto; telefonia e dados, etc.). É importante que as atividades ocorram simultaneamente para que possam ser compatibilizadas as exigências e restrições de cada órgão ou concessionária, com todas as interfaces do projeto como um todo.
- **Projeto básico** ou **pré-executivo** – semelhante ao Estudo Preliminar, a aplicação do BIM nessa fase refere-se à elaboração e coordenação de um modelo 3D consolidado e compatibilizado nos níveis de desenvolvimento estabelecidos com estrutura e instalações já modeladas, bem como a análise da coordenação, compatibilização e consolidação do projeto. Durante essa fase, o *design* é trabalhado, revisado e compatibilizado de forma a que se chegue ao resultado final de um modelo consolidado. Os agentes envolvidos nessa fase são o cliente, o arquiteto, o projetista de estrutura, de instalações, demais projetistas e consultores necessários. Nessa fase, o nível de desenvolvimento do projeto adquire uma maturidade bastante grande e documentos de projeto — plantas, cortes, fachadas e detalhes específicos — podem ser extraídos, bem como quantitativos bem próximos do orçamento final esperado.
- **Projeto executivo** – é a última fase do processo e a aplicação do BIM nessa fase diz respeito à elaboração e coordenação de um modelo 3D consolidado,

compatibilizado e liberado para a obra em nível de detalhamento suficiente, contendo todas as informações necessárias para a construção da obra e extração de quantitativos finais de orçamento. Durante essa fase, o modelo de arquitetura é retroalimentado com as informações sobre a estrutura e as instalações, de forma a chegar à liberação final do projeto para a execução em obra. Os agentes envolvidos nessa fase são o arquiteto, o projetista de estrutura, de instalações, demais projetistas e consultores necessários. Nessa fase, o nível de desenvolvimento do modelo adquire a maturidade acordada para a fase de projeto, podendo ser extraído dele quaisquer documentos necessários para a boa execução da obra. Os quantitativos a serem extraídos podem consolidar o orçamento final da fase de projeto, bem como o planejamento da obra. Complementando, por meio do processo BIM, os desenhos gerados em 2D podem ser enriquecidos com apresentações parciais e totais em 3D, facilitando a visualização do projeto e tornando mais compreensível, inclusive, no processo de execução das obras.

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2017), o modelo BIM, sendo uma construção virtual, pode servir de base para múltiplas simulações e cálculos de desempenho da solução. Conforme o projeto avança e incorpora um maior volume de informações, ele passa a permitir novos tipos de análises ou verificações com maior nível de precisão. Também é exigido maior rigor do projetista na modelagem da sua disciplina e alimentação das informações, ao mesmo tempo que visualiza as outras especialidades, o que pode demandar mais tempo que o projeto da forma tradicional. Isso, no entanto, pode ser compensado com os prazos menores para a etapa de documentação. Vê-se que as especialidades técnicas, que usualmente só participam do empreendimento em etapas mais avançadas, são chamadas a colaborar no processo decisório do projeto, ou seja, bem antes do que é praticado no processo tradicional.

Sacks *et al.* (2021) afirmam que, à medida que o projeto passa da fase conceitual, os sistemas requerem especificações detalhadas. Os sistemas estruturais precisam ser projetados e os sistemas mecânicos devem ser conectados e dimensionados. Estas tarefas geralmente são realizadas em colaboração com especialistas em engenharia,

internos ou externos à organização do projeto. A colaboração efetiva entre estas atividades proporciona uma área para diferenciação de mercado.

Para traçar um comparativo entre o processo de projeto tradicional, com definições propostas pelas antigas normas NBR 13.531:1995 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995b) e NBR 13.532:1995 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a), substituídas pela norma NBR 16.636-2:2017 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017), e o que seria um processo de projeto em BIM, com base nas suposições da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (2015) e Sacks *et al.* (2021), foi desenvolvida pela autora o Quadro 1, em que é possível diferenciar o início e o término de etapas, de acordo com o que cada uma contempla na concepção de um empreendimento.

Quadro 1 – Comparativo entre diferentes processos de projeto.

Processo de Projeto tradicional, de acordo com ABNT (1995) – NBR 13.531 e NBR 13.532							
Levantamento	Prog. de Necessidades	Estudo de Viabilidade	Estudo Preliminar	Anteprojeto	Projeto Legal	Projeto Básico	Projeto para Execução
Topografia; Sondagens do solo; Projetos de: Arquitetura, Fundações e estruturas, Instalações elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias, Luminotécnica, Comunicação visual, Paisagismo, Arquitetura de interiores.	Projetos de: Arquitetura, Fundações e estruturas, Instalações elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias, Luminotécnica, Comunicação visual, Paisagismo, Arquitetura de interiores.	Projeto de Arquitetura	Projeto de Arquitetura	Projetos de: Arquitetura, Fundações e estruturas, Instalações elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias, Luminotécnica, Comunicação visual, Paisagismo, Arquitetura de interiores.	Projeto de Arquitetura	Projetos de: Arquitetura, Fundações e estruturas, Instalações elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias, Luminotécnica.	Projetos de: Arquitetura, Fundações e estruturas, Instalações elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias, Luminotécnica, Comunicação visual, Paisagismo, Arquitetura de interiores. Planejamento: Orçamentos e Cronogramas de obra.
Processo de Projeto em BIM, de acordo com ASBEA (2015)							
Estudo de Viabilidade			Estudo Preliminar e Anteprojeto		Projeto Básico		Projeto Executivo
Estudo de massas e volumetria; Definição de áreas construídas e vazios; Extração de quantitativos básicos do modelo.			Modelo 3D consolidado; Compatibilização de modelo 3D; Extração de quantitativos básicos para orçamento; Leitura do modelo 3D em outros programas; Modelo com baixa maturidade.		Resultado final de modelo 3D consolidado; Extração de documentos de projeto (plantas, cortes, fachada e detalhes específicos); Extração de quantitativos finais para orçamento e planejamento de obra; Modelo de arquitetura é retroalimentado com os demais modelos; Modelo com maturidade alta.		Modelo 3D consolidado, compatibilizado e liberado para obra; Extração de documentos e informações necessárias para a construção; Extração de quantitativos finais para orçamento e planejamento de obra; Modelo de arquitetura é retroalimentado com os demais modelos; Modelo com maturidade alta.
			<b>Projetos Legais</b> <i>(Etapa desenvolvida em paralelo ao Anteprojeto e Projeto Básico)</i> Análise de normas e legislação e aprovação em órgãos competentes; Controle de documentação; Extração de informações sobre o modelo;				
Processo de Projeto em BIM, de acordo com o Manual de BIM (Sacks et al., 2021)							
<b>Projeto Conceitual</b>							
Estrutura básica dos projetos; criação.							
<b>Pré-fabricação</b>							
Operações em um projeto executadas <i>in loco</i> ; integração de sistemas e interação entre modelos; determinação de custos gerais.							
<b>Análise, simulação e otimização</b>							
Detalhamento dos sistemas do edifício; extração de informações técnicas; alterações de parâmetros necessários; estimativas de custos.							
<b>Modelos no nível de construção</b>							
Layout de sistemas; produção de desenhos, documentos; especificações							
<b>Integração projeto e construção</b>							
Entrada para a modelagem no nível da fabricação; processo de projeto com sistemas colocados juntos; construção rápida e eficiente após (ou em paralelo) ao projeto.							
<b>Revisão de projeto</b>							
Fornecimento de informações de projeto apropriadas para a revisão de especialistas; <i>feedback</i> , avisos, solicitações de alteração e solução de problemas em equipe.							

Fonte: A autora (2022).

## 4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Para o desenvolvimento deste estudo foi feita uma pesquisa exploratória sobre a configuração dos processos, ou fluxo de trabalho, seguidos por empresas e profissionais da área de projetos de Arquitetura e Engenharia. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem um levantamento bibliográfico, como foi feito no início deste estudo, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão do tema.

Foram, portanto, escolhidas empresas e profissionais do setor de projetos de Arquitetura para entrevistas sobre sua rotina de trabalho, especificamente sobre como funcionam os processos internos e quais as ferramentas utilizadas pela equipe, de forma a descobrir qual a sua metodologia de trabalho; se o processo de projeto ocorre de forma mais tradicional ou se a empresa está engajada em novas tecnologias, como o BIM. Dessa forma, foi possível identificar até que ponto os profissionais conseguem desenvolver uma integração de projetos entre disciplinas diferentes, como as que envolve a área de Engenharia, e se os processos dentro da mesma ocorrem de forma colaborativa.

Através das entrevistas foi possível atingir o objetivo geral deste estudo, que é avaliar a integração de projetos de arquitetura e engenharia e analisar o nível de colaboração no processo de projeto de empresas do setor da construção civil, considerando um fluxo de trabalho com a utilização, ou não, de tecnologias como o *Building Information Modeling* (BIM). No Quadro 2 estão esquematizados os objetivos específicos do estudo, detalhando as atividades que serão realizadas e relacionando os resultados esperados.

Quadro 2 – Quadro de objetivos.

<b>Objetivos específicos</b>	<b>O que foi feito?</b>	<b>Com quem ou com que foi feito?</b>	<b>Onde foi feito?</b>	<b>Como foi feito?</b>	<b>Como foram atingidos?</b>	<b>Que instrumentos foram utilizados?</b>	<b>Resultados esperados</b>
1) Analisar o fluxo de trabalho seguido dentro das empresas do setor da construção civil.	Entrevista com profissionais de escritórios de projeto	Profissionais do setor de projetos de Arquitetura e Engenharia	Reuniões por videoconferência	Conversa com profissionais, seguindo um roteiro com perguntas	Através da análise das respostas obtidas nas entrevistas	Roteiro de perguntas e reuniões on-line por videoconferência	Conhecer o fluxo de trabalho dos escritórios e identificar o processo de projeto, bem como conhecer as ferramentas e softwares utilizados
2) Elaborar um levantamento sobre o nível de colaboração nas relações entre projetistas.	Entrevista com profissionais de escritórios de projeto	Profissionais do setor de projetos de Arquitetura e Engenharia	Reuniões por videoconferência	Conversa com profissionais, seguindo um roteiro com perguntas	Através da análise das respostas obtidas nas entrevistas	Roteiro de perguntas e reuniões on-line por videoconferência	Diagnosticar as relações de trabalho (internas e externas) e definir se existe ou não colaboração entre projetistas.
3) Verificar se as relações de trabalho entre as partes interessadas contribuem para um ambiente colaborativo.	Entrevista com profissionais de escritórios de projeto	Profissionais do setor de projetos de Arquitetura e Engenharia	Reuniões por videoconferência	Conversa com profissionais, seguindo um roteiro com perguntas	Através da análise das respostas obtidas nas entrevistas	Roteiro de perguntas e reuniões on-line por videoconferência	Caracterizar o modelo de negócios aplicado pelos escritórios, bem como cenários de colaboração, com base na estrutura organizacional e no processo de projeto adotado
4) Avaliar de que forma a modelagem BIM pode melhorar a integração entre projeto e construção dentro de um ambiente de trabalho colaborativo.	Entrevista com profissionais de escritórios de projeto	Profissionais do setor de projetos de Arquitetura e Engenharia	Reuniões por videoconferência	Conversa com profissionais, seguindo um roteiro com perguntas	Através da análise das respostas obtidas nas entrevistas	Roteiro de perguntas e reuniões on-line por videoconferência	Identificar o nível de colaboração e integração atingidos quando o BIM é utilizado no processo de projeto, traçando cenários de colaboração e analisando se o BIM garante o nível máximo ou se o trabalho colaborativo depende mais da qualidade nas relações entre projetistas
5) Pesquisar sobre o andamento da implementação da modelagem BIM no Brasil e as dificuldades encontradas pelas empresas ao estabelecer novos processos de projeto.	Revisão bibliográfica e entrevista com profissionais de escritórios de projeto	Referências bibliográficas e contato com profissionais do setor de projetos de Arquitetura e Engenharia	Reuniões por videoconferência	Levantamento bibliográfico e conversa com profissionais, seguindo um roteiro com perguntas	Através da análise de dados obtidos de referências bibliográficas e das respostas obtidas nas entrevistas	Pesquisas com referências bibliográficas, roteiro de perguntas e reuniões on-line por videoconferência	Avaliar a implementação do BIM no Brasil e sua contribuição no interesse por parte dos projetistas em estabelecer novas formas de trabalho e adotar ferramentas mais atuais e precisas no processo de projeto.

Fonte: A autora (2022).

Inicialmente, para participar das entrevistas, foram convidadas empresas de projeto de arquitetura localizados em Minas Gerais. O principal critério para seleção foi o desenvolvimento, por parte do escritório, de projetos residenciais e comerciais de pequeno e médio porte, pela facilidade e disponibilidade de um maior número de empresas que trabalham nessa categoria. Quinze empresas participaram da pesquisa e foram escolhidas independentemente do processo de projeto que seguem na sua rotina de trabalho – pelo contrário, as características, ferramentas e métodos adotados foram sendo expostos durante a entrevista – da mesma forma como também não foram escolhidas pela caracterização e organização da equipe de projeto.

A entrevista foi o instrumento de coleta de dados para este estudo e foi conduzida através de um roteiro de perguntas, baseado em quatro recursos-chave, definidos por Manzione (2013) para análise do trabalho colaborativo: pessoas, processos, tecnologia e dados. Para conhecer melhor a configuração de cada empresa selecionada para a pesquisa, foram abordadas questões como o número de funcionários, as áreas de atuação, quais serviços eram terceirizados, se havia um processo de projeto a ser seguido, como era o relacionamento com profissionais de diferentes áreas, qual era a estrutura organizacional da empresa, quais *softwares* eram utilizados pela equipe, como era feita a compatibilização de projetos e compartilhamento de dados, se o escritório gerenciava obras, de que forma acontecia a integração de projetos de diferentes disciplinas, quais dificuldades eram comumente encontradas na rotina de trabalho e, finalmente, questões sobre o BIM, o nível de conhecimento dos profissionais sobre essa metodologia, em qual estágio de implementação BIM eles se encontram e quais os possíveis usos do BIM por parte da equipe de projeto. Logo no início, o entrevistado foi questionado sobre o que ele entendia por “trabalho colaborativo no processo de projeto”. Ao final, foi revelado o conceito de “colaboração” e questionado, novamente, se considerava que a empresa praticava um processo de projeto colaborativo.

As entrevistas aconteceram na forma de reuniões *on-line*, através da ferramenta *Google Meet*, seguindo um roteiro de perguntas, que pode ser visto no Apêndice A. Foram sugeridas alternativas de respostas a fim de traçar um perfil da empresa e um

comparativo com os outros entrevistados. A relação de perguntas feitas durante a entrevista e os recursos-chave definidos por Manzione (2013) está no Quadro 3.

Quadro 3 – Relação entre perguntas e recursos-chave.

Nº.	Pergunta (Apêndice A)	Recursos-chave
1	Para você, profissional do setor da construção civil, quais opções caracterizam um trabalho colaborativo no processo de projeto? *	Pessoas e Processos
2	Qual o número de pessoas que trabalham na empresa/escritório? *	Pessoas
3	A empresa/escritório atua em qual (quais) área(s)? *	Pessoas e Processos
4	Vocês terceirizam projetos de outras disciplinas/áreas ou terceirizam outras atividades?	Pessoas e Processos
5	No caso de terceirização, ou contratação, de serviços de profissionais externos ao escritório, quais projetos de outras disciplinas/áreas ou outras atividades vocês terceirizam? *	Pessoas e Processos
6	A empresa/escritório adota um processo de projeto? Esse processo é seguido na rotina dos funcionários? *	Pessoas e Processos
7	Descreva o processo de projeto seguido pelo escritório.	Pessoas, Processos, Tecnologia e Dados
8	Como é o fluxo de trabalho entre profissionais de arquitetura e profissionais das outras áreas? *	Pessoas, Processos e Dados
9	A empresa/escritório possui uma estrutura organizacional definida? Existe uma hierarquia e interdependência entre os funcionários da empresa? *	Pessoas e Processos
10	Como é a interação e padrão de comunicação entre os profissionais envolvidos nos projetos do escritório? *	Pessoas e Processos
11	Quais softwares são utilizados ao longo do processo de projeto pelos profissionais do escritório e pelos profissionais de outras áreas terceirizados/contratados? *	Tecnologia e dados
12	Vocês fazem compatibilização entre os projetos de arquitetura e os projetos complementares (de outras áreas: estrutura, instalações, etc.)? Como é o compartilhamento de dados desses projetos? *	Pessoas, Processos, Tecnologia e Dados
13	Vocês acreditam que seus projetos sejam feitos de forma integrada, com todas as áreas de projetos (arquitetura, estrutura, instalações, etc.) pensadas simultaneamente? Existe uma coordenação de projetos que auxilie vocês nisso? *	Pessoas, Processos e Dados
14	Além de trabalhar no desenvolvimento de projetos, a empresa/escritório atua em obras? *	Pessoas e Processos
15	Durante o processo de execução de obras, quais problemas normalmente são relatados a vocês, ou quais problemas vocês mesmos percebem, que interferem no andamento e na qualidade da construção? *	Pessoas, Processos e Dados
16	Qual o nível de conhecimento sobre BIM entre os profissionais do escritório? *	Tecnologia
17	A adoção do BIM por empresas e profissionais é um processo de longo prazo desenvolvido em estágios. Qual opção melhor caracteriza o atual estágio do escritório? *	Tecnologia
18	Para quais atividades os profissionais do escritório, e terceirizados, utilizam o BIM? *	Tecnologia
19	Vocês consideram o processo de projeto do escritório como um processo colaborativo? *	Pessoas, Processos e Tecnologia
20	Descreva quais são as dificuldades encontradas durante o processo de projeto, desde a prospecção e relacionamento com clientes, até a entrega final dos projetos e início das obras, passando pelas apresentações e aprovações de anteprojetos, comunicação com outros profissionais, alterações de projetos, dificuldades técnicas e administrativas, usabilidade das ferramentas e softwares, facilidade no compartilhamento de informações, entre outras questões enfrentadas pelo escritório.	Pessoas, Processos, Tecnologia e Dados

\* Foram apresentadas ao entrevistado múltiplas alternativas de resposta (ver Apêndice A).

Fonte: A autora (2022).

A maior parte das perguntas feitas aos entrevistados foram fechadas, com alternativas de respostas, a fim de analisar quantitativamente as informações e traçar um perfil para cada empresa. Foram feitas, também, perguntas abertas, com o objetivo de estabelecer uma conversa mais informal e conhecer mais sobre a rotina de cada uma, além de confirmar os dados apresentados por cada entrevistado. No final da pesquisa, analisando as respostas de cada profissional (Apêndice B), e comparando uma empresa com a outra, foi possível identificar três perfis diferentes. Cada perfil encontrado foi compreendido através de cenários de colaboração. O primeiro cenário corresponde às empresas onde não existe um processo colaborativo. O segundo cenário, àquelas onde foi identificada colaboração, mas a tecnologia BIM não é utilizada no processo de projeto. Por fim, no terceiro cenário, estão aquelas empresas cujo processo é colaborativo e que a tecnologia BIM é utilizada no desenvolvimento de projetos.

## 5 RESULTADOS

A condução da entrevista se deu através de um roteiro estruturado de perguntas (Apêndice A) sobre a configuração de cada empresa, as áreas de atuação, os processos internos e externos, a comunicação e o relacionamento entre projetistas, as tecnologias utilizadas no desenvolvimento de projetos e a capacidade de gerenciamento da empresa. Os quinze escritórios entrevistados foram identificados por letras, de modo a manter o sigilo dos dados obtidos.

A primeira pergunta da entrevista, “Para você, profissional do setor da construção civil, quais opções caracterizam um trabalho colaborativo no processo de projeto?”, foi feita com o objetivo de saber o que o entrevistado entendia por “trabalho colaborativo”. Foram dadas quatro alternativas de resposta e o entrevistado indicava qual, ou quais, delas faziam mais sentido no seu conhecimento. Como resultado:

- 100% dos entrevistados consideraram que trabalho colaborativo “Refere-se à gestão de pessoas e equipes dentro da empresa, ou escritório, às relações interpessoais e *soft skills* desenvolvidas ao longo do processo de projeto, às habilidades de comunicação entre profissionais de projeto, à capacidade de empatia e ajuda entre colegas de trabalho”;
- 100% dos entrevistados consideraram que trabalho colaborativo “Refere-se ao desenvolvimento de um empreendimento de forma paralela, onde projetos de diferentes disciplinas são desenvolvidos simultaneamente, com profissionais de diferentes áreas envolvidos e engajados em atividades interligadas. Trata-se, portanto, da integração, ao longo do processo de projeto, entre esses profissionais, formando uma equipe multidisciplinar”;
- 53,3% dos entrevistados (escritórios D, E, F, G, H, L, M e N) consideram que trabalho colaborativo “Refere-se à compatibilização de projetos de diferentes disciplinas (Arquitetura, Estrutura, Instalações Elétricas, Instalações Hidrossanitárias, etc.), desenvolvidos por profissionais de diferentes áreas, a fim de verificar interferências e erros projetuais. Trata-se, também, do compartilhamento de dados e informações sobre esse projeto”;

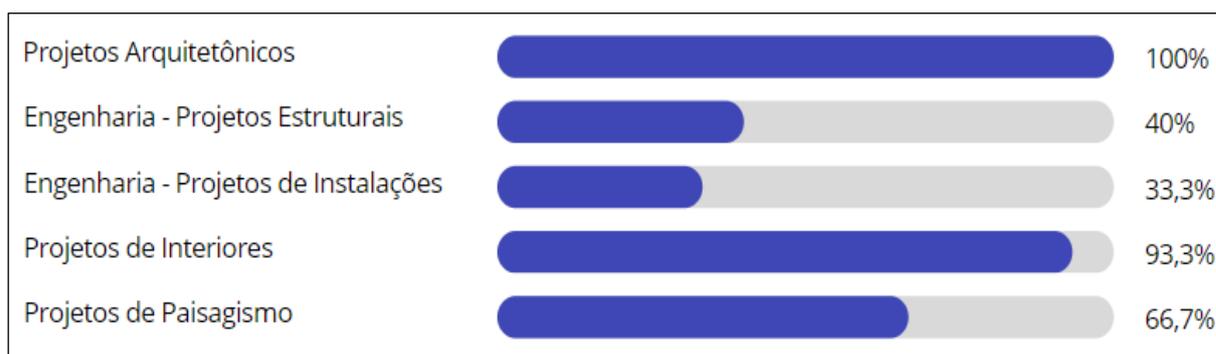
- Nenhum dos entrevistados consideraram que trabalho colaborativo “Refere-se ao trabalho sequencial de desenvolvimento de um empreendimento, onde projetos de diferentes disciplinas (Arquitetura, Estrutura, Instalações Elétricas, Instalações Hidrossanitárias, entre outras) são desenvolvidos separadamente, sem envolvimento e integração entre essas disciplinas e profissionais de diferentes áreas durante o processo de projeto”.

Para conhecer um pouco mais do porte do escritório, foi questionada a equipe de projeto, coletando informações sobre o número de funcionários da empresa que estão envolvidos nos processos do escritório. Nove escritórios (60%) possuem entre 6 e 10 pessoas trabalhando diretamente com projetos, quatro (26,7%) possuem entre 3 e 5 pessoas e dois (13,3%) possuem entre 11 e 15 pessoas.

Para conhecer a configuração de cada empresa, foi questionado aos entrevistados quais eram as áreas de atuação dos escritórios.

Como pode ser visto no gráfico da Figura 11, 100% das empresas atuam em Projetos de Arquitetura, 40% das empresas atuam, além de Projetos de Arquitetura, na área da Engenharia (Projeto Estrutural), 33,3% das empresas atuam, além de Projetos de Arquitetura, na área da Engenharia (Projeto de Instalações Elétricas, Hidrossanitárias e outros), 93,3% atuam, além de Projetos de Arquitetura, em Projetos de Interiores e 66,7% atuam, além de Projetos de Arquitetura, em Projetos de Paisagismo.

Figura 11 – Áreas de atuação nas empresas de projetos.

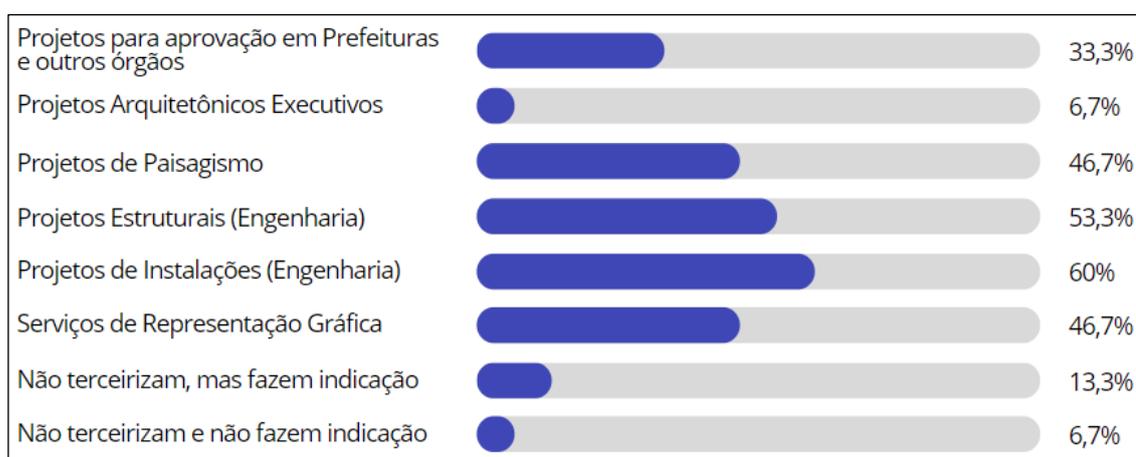


Fonte: A autora (2022).

Sobre a terceirização de profissionais externos à empresa, que executam projetos de outras disciplinas, 33,3% dos escritórios entrevistados afirmaram terceirizar serviços, enquanto 20% afirmaram que não terceirizam, uma vez que possuem uma equipe completa multidisciplinar que desenvolve projetos de todas as áreas. Dos entrevistados, 46,7% afirmaram que não terceirizam serviços e não possuem uma equipe completa e multidisciplinar, mas indicam profissionais para o desenvolvimento de projetos de outras áreas.

Na terceirização, como pode ser observado no gráfico apresentado na Figura 12, a maioria dos projetos contratados foram de engenharia, mais especificamente projetos estruturais (53,3%) e de instalações complementares (60%). Duas empresas afirmaram que terceirizam serviços apenas quando a demanda do escritório está alta a ponto de comprometer a qualidade do trabalho da equipe. Outros serviços que são contratados são a aprovação de projetos em Prefeitura (33,3%) e o desenvolvimento de projetos de paisagismo (46,7%), além de serviços de representação gráfica (46,7%), como concepção de maquetes 3D e renderização de imagens e vídeos. Nenhum escritório terceiriza serviço de compatibilização de projetos.

Figura 12 – Serviços terceirizados pelas empresas de projetos.



Fonte: A autora (2022).

Para abordar a sexta pergunta, foi feita uma contextualização sobre processo de projeto, como pode ser visto no Apêndice A: “o processo de projeto consiste em etapas bem definidas que são seguidas desde a prospecção do cliente (com entrevista de *briefing* e assinatura de contrato) até a entrega dos projetos finais do empreendimento.

Dentro do processo de projeto podemos ter a fase de estudos preliminares, análises de terreno, anteprojeto para prévia aprovação do cliente, Projeto Legal e Projetos Executivos, antes de iniciar o processo de construção. Alguns escritórios possuem uma rotina bem definida, seguindo um determinado processo de projeto; outros não fazem o mesmo”. Quando questionados se a empresa, ou escritório, adotava um processo de projeto e se esse processo era, de fato, seguido na rotina dos funcionários, 40% dos entrevistados afirmaram que no escritório havia um processo de projeto que era seguido pela equipe, enquanto 60% afirmaram que havia um processo de projeto, mas que nem sempre era seguido.

A sétima pergunta foi feita de forma aberta – uma conversa informal sobre a rotina da empresa – com o objetivo de confirmar as respostas de outras perguntas, a fim de eliminar a possibilidade de que a sugestão de respostas prontas induza o entrevistado ao erro, ou seja, a passar informações que não correspondam à realidade do escritório.

Ainda sobre processo de projeto, a oitava pergunta abordou o relacionamento com profissionais de diferentes áreas, estes trabalhando ou não dentro da empresa. Foi questionado como é o fluxo de trabalho entre profissionais de arquitetura e profissionais de outras áreas. Como resultado:

- 53,3% elaboram um estudo preliminar, com planta baixa básica da arquitetura, e vão desenvolvendo o anteprojeto em conjunto com profissionais de outras áreas (engenheiros de estrutura, instalações e outros), eliminando dúvidas e definindo elementos que tornem o projeto viável técnica e economicamente, facilitando a aprovação legal do projeto posteriormente;
- 33,3% desenvolvem todo o Projeto de Arquitetura e, depois de aprovado em Prefeitura e outros órgãos, disponibilizam os projetos para engenheiros desenvolverem os projetos Estrutural, de Instalações e outros necessários;
- 13,3% desenvolvem um anteprojeto, uma prévia da arquitetura, e discutem a viabilidade técnica da proposta com os engenheiros de estrutura, instalações e outros. Fazem as alterações e melhorias sugeridas e finalizam o Projeto Legal

e, depois de aprovado em Prefeitura, seguem para o Projeto Executivo, enquanto os engenheiros desenvolvem os projetos finais das outras áreas.

Para conhecer melhor o fluxo de trabalho seguido, bem como verificar se existe uma hierarquia e interdependência entre os profissionais dentro do escritório, foi questionado se a empresa possuía uma estrutura organizacional definida. Diante da dificuldade de compreensão sobre o que é uma estrutura organizacional, foram apresentadas (Apêndice A) imagens de diferentes tipos de estrutura – de acordo com o Guia PMBoK (*PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE*, 2013). Como resultado:

- 60% das empresas apresentam uma organização projetizada, na qual o gerente de projetos possui autoridade total para atribuir prioridades, aplicar recursos e orientar o trabalho das pessoas alocadas no projeto;
- 20% das empresas apresentam uma estrutura organizacional orgânica, ou simples, com grupos de trabalho organizados de forma flexível, com pessoas trabalhando lado a lado, sem funções específicas, com pouca ou nenhuma autoridade de um gerente ou coordenador de projetos;
- 13,3% das empresas apresentam uma organização funcional, na qual cada funcionário tem um superior bem definido e os funcionários são agrupados por áreas de especialização e gerenciados por uma pessoa especializada nessa área;
- 6,7% das empresas apresentam uma organização matricial, que consiste em qualquer estrutura organizacional na qual o gerente de projetos divide as responsabilidades com os gerentes funcionais para atribuição de prioridades e orientação do trabalho das pessoas alocadas no projeto.

A respeito do relacionamento entre os profissionais envolvidos nos projetos da empresa, foi questionada a interação e o padrão de comunicação entre as pessoas.

Entre os entrevistados:

- 60% apresentaram uma colaboração “face-a-face”, com interação no mesmo local, ao mesmo tempo. Ou seja, são feitas reuniões físicas em um ambiente

compartilhado local, como uma sala de reuniões, onde os participantes interagem em tempo real;

- 20% apresentaram uma colaboração “distribuída síncrona”, com interação em locais diferentes, ao mesmo tempo. Ou seja, interação em tempo real em que os participantes não estão na mesma sala, mas usam tecnologias de comunicação para reuniões mediadas por computador, videoconferência e grupos de discussão eletrônicos;
- 13,3% apresentaram uma colaboração “assíncrona”, com interação no mesmo local, mas em tempos diferentes. Ou seja, são conduzidas reuniões em um local compartilhado onde os participantes não interagem ao mesmo tempo, o que requer meios eletrônicos de comunicação como avisos ou quadros de avisos;
- 6,7% apresentaram uma colaboração “distribuída assíncrona”, com interação em locais diferentes e em tempos diferentes. Ou seja, os profissionais interagem de locais diferentes, mas não em tempo real, usando vários meios de comunicação, como *e-mails*, mensagens, compartilhamento de informações na nuvem ou plataforma de gestão.

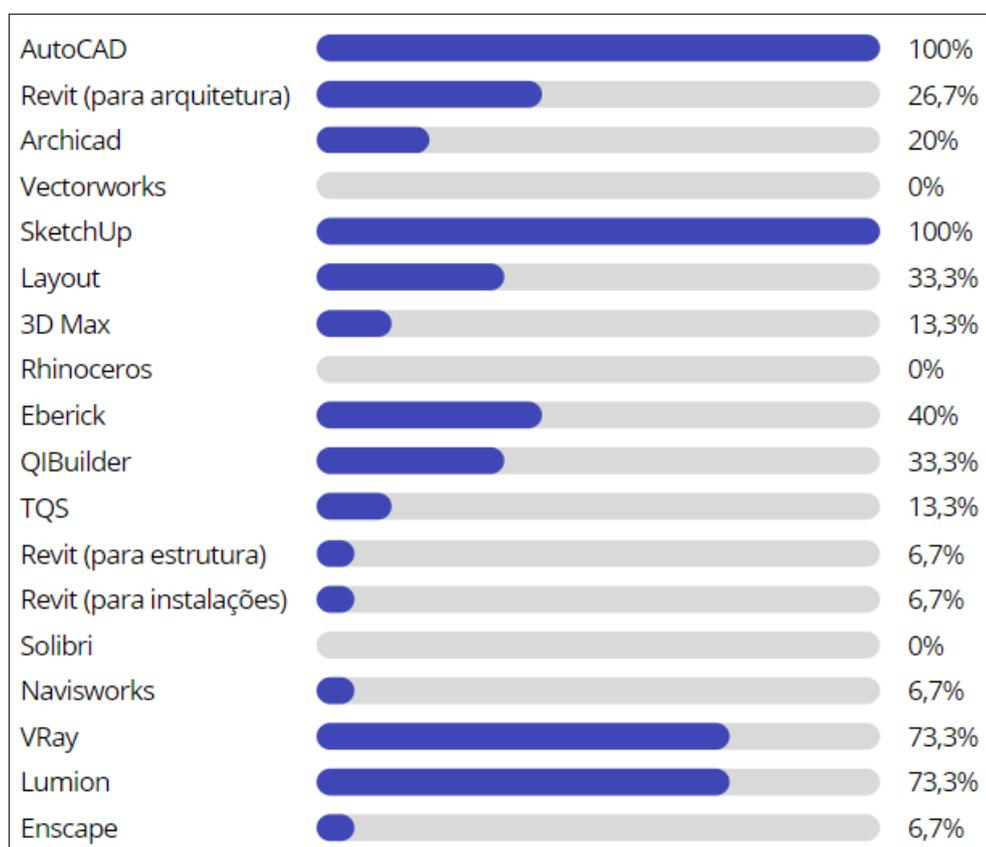
A fim de conhecer melhor sobre os recursos tecnológicos utilizados pelos escritórios entrevistados, foi questionado quais *softwares* eram usados durante o processo de projeto pelos profissionais do escritório e pelos profissionais externos. Entre os mais utilizados, estão:

- **AutoCAD** – Representação gráfica de projetos de arquitetura e de engenharia;
- **Revit** – Representação gráfica 2D e modelagem 3D de projetos de arquitetura e engenharia (estrutura e instalações);
- **SketchUp** – Representação gráfica 2D e 3D de projetos de arquitetura;
- **Layout** – Representação gráfica 2D e 3D de projetos de arquitetura;
- **Eberick** – Representação gráfica 2D e 3D de projetos estruturais (engenharia);
- **QIBuilder** – Representação gráfica 2D e 3D de projetos de instalações elétricas e hidrossanitárias (engenharia);
- **Navisworks** – Compatibilização e gestão de projetos e obras;
- **VRay** – Renderização de imagens;

- **Lumion** – Renderização de imagens e vídeos.

No gráfico apresentado na Figura 13 está a relação de *softwares* utilizados pelos profissionais entrevistados.

Figura 13 – *Softwares* utilizados pelas empresas de projetos.



Fonte: A autora (2022).

Os recursos tecnológicos utilizados também foram levados em consideração na avaliação da compatibilidade entre projetos de arquitetura e projetos complementares e como ocorre o compartilhamento de dados sobre os projetos.

- 66,7% das empresas entrevistadas fazem compatibilização de projetos, mas não utilizam o BIM. Primeiro, compartilham arquivos contendo os dados sobre arquitetura com os profissionais de outras áreas, para que possam desenvolver os projetos complementares. Depois, esses profissionais compartilham os arquivos contendo os dados sobre seus projetos para que tudo seja conferido,

todos os elementos e detalhes de projeto, corrigindo erros e possíveis interferências antes de ir para a obra;

- Em 26,7% das empresas entrevistadas é feita uma compatibilização de projetos, mas não há participação da equipe nesse processo. Apenas compartilham os dados da arquitetura com os profissionais de outras áreas, para que possam desenvolver os projetos complementares. Eles mesmos verificam os projetos e se responsabilizam pela compatibilização;
- 6,7% das empresas entrevistadas fazem compatibilização de projetos e compartilham arquivos com os dados desses projetos – tudo isso com a utilização do BIM. Todos os profissionais envolvidos compartilham uns com os outros os arquivos com os dados de seus projetos para que tudo seja conferido, todos os elementos e detalhes de projeto, simultaneamente, dentro de um mesmo modelo.

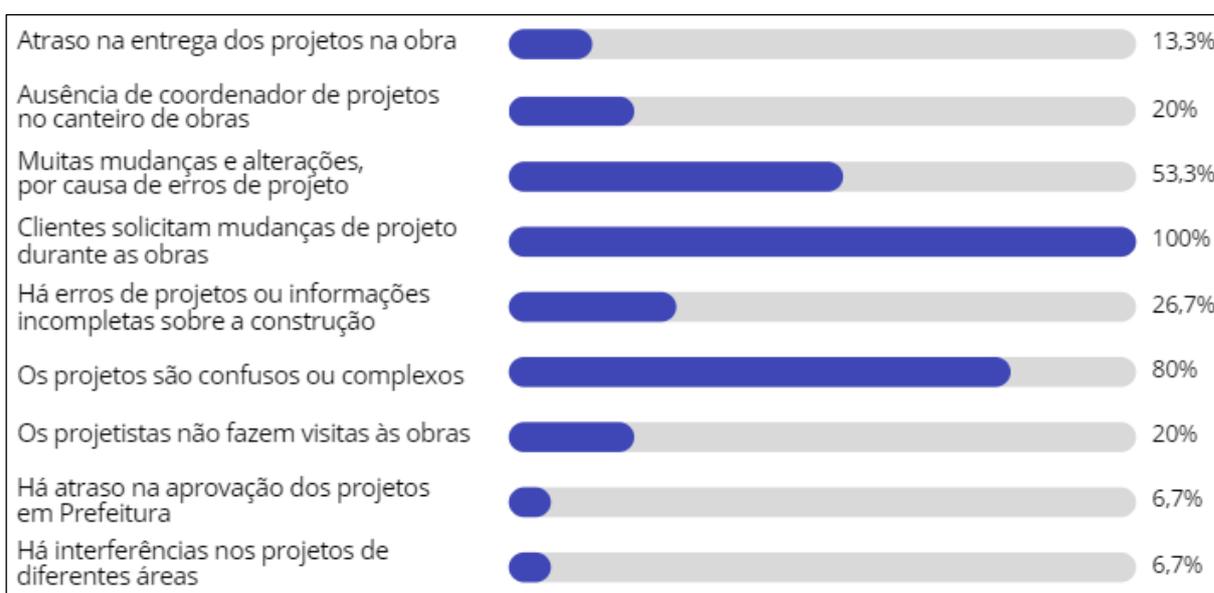
Para entender de que forma acontece a integração de projetos nas empresas entrevistadas, e se essa integração de fato existe, foi questionado se as diferentes áreas de projeto são pensadas simultaneamente e se há um trabalho de coordenação de projetos. Como resultado:

- Em 40% das empresas entrevistadas o *design/projeto* é pensando de forma integrada. Essa integração é potencializada pela presença de um coordenador de projetos, que gerencia as equipes multidisciplinares;
- Em 33,3% das empresas entrevistadas o *design/projeto* é pensando de forma integrada, mas não existe uma coordenação de projetos. O que garante a integração são os profissionais de diferentes áreas desempenhando bem suas funções, com comunicação e compartilhamento de conhecimento e dados entre os outros membros da equipe;
- Em 26,7% das empresas entrevistadas o *design/projeto* não é desenvolvido de forma integrada. Cada profissional desempenha suas funções, de acordo com sua área, de forma separada. Mas há um coordenador que administra os projetos prontos dentro do canteiro de obras, interpretando e transmitindo as informações de projeto para os operários, tentando prever possíveis erros.

Outro aspecto levantado durante as entrevistas é a atuação dos profissionais nas obras. Mesmo trabalhando em escritórios de projetos, foi questionado se os projetistas visitam obras e até que ponto eles se responsabilizam pela execução. Dos entrevistados, 80% afirmaram que atuam em obras, fazendo o gerenciamento e assumindo a responsabilidade técnica pela execução, enquanto 20% confirmou atuação em obras, mas realizando apenas visitas técnicas eventualmente.

Ainda sobre a execução de obras, mesmo os escritórios que realizam apenas visitas técnicas, sem se comprometerem legalmente com processo construtivo de seus projetos, foram questionados quais problemas normalmente eram constatados que interferiam no andamento e na qualidade da construção, como mostra a Figura 14. Os principais problemas relatados foram o número de mudanças no projeto durante as obras, por solicitação de clientes ou por erros projetuais, e o desenvolvimento de projetos confusos e complexos, que dificultam o entendimento dos executores. Foram descritos, também, atrasos nas entregas de projetos, ou na aprovação dos mesmos, ausência de um coordenador durante a execução das obras e inúmeras interferências nos projetos de diferentes áreas.

Figura 14 – Problemas relatados durante o processo de projeto e construção.

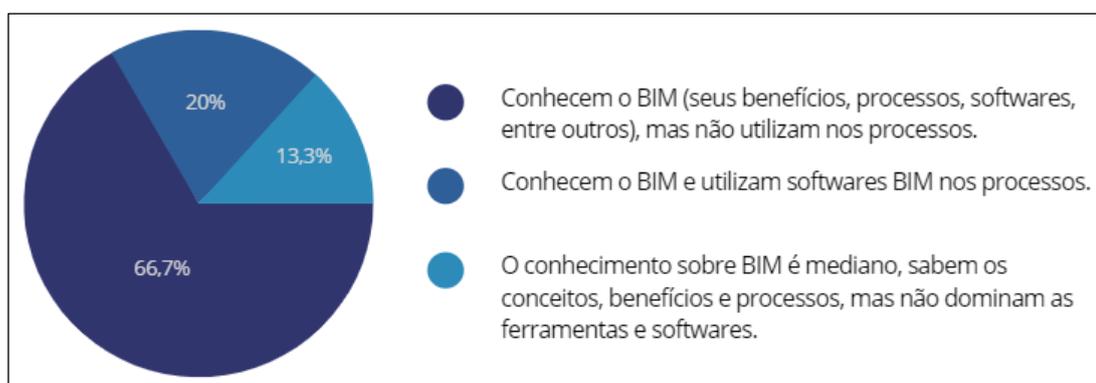


Fonte: A autora (2022).

A parte final da entrevista foi dedicada ao BIM. Inicialmente, para entender a posição das empresas, foi questionado o nível de conhecimento entre os profissionais sobre a

utilização da metodologia e 66,7% deles afirmaram conhecer o BIM, mas não o utilizam em seus processos, apesar dos benefícios, 20% conhecem e utilizam *softwares* BIM e 13,3% afirmaram que seu conhecimento sobre a tecnologia é mediano. O resultado é mostrado no gráfico da Figura 15.

Figura 15 – Conhecimento sobre BIM.



Fonte: A autora (2022).

Para contextualizar a pergunta que seria feita no momento seguinte, foi explicado a cada pessoa entrevistada que a adoção do BIM por empresas e profissionais é um processo de longo prazo desenvolvido em estágios. Foram dadas opções sobre qual estágio melhor caracterizaria a posição atual do escritório entrevistado. Entre os resultados:

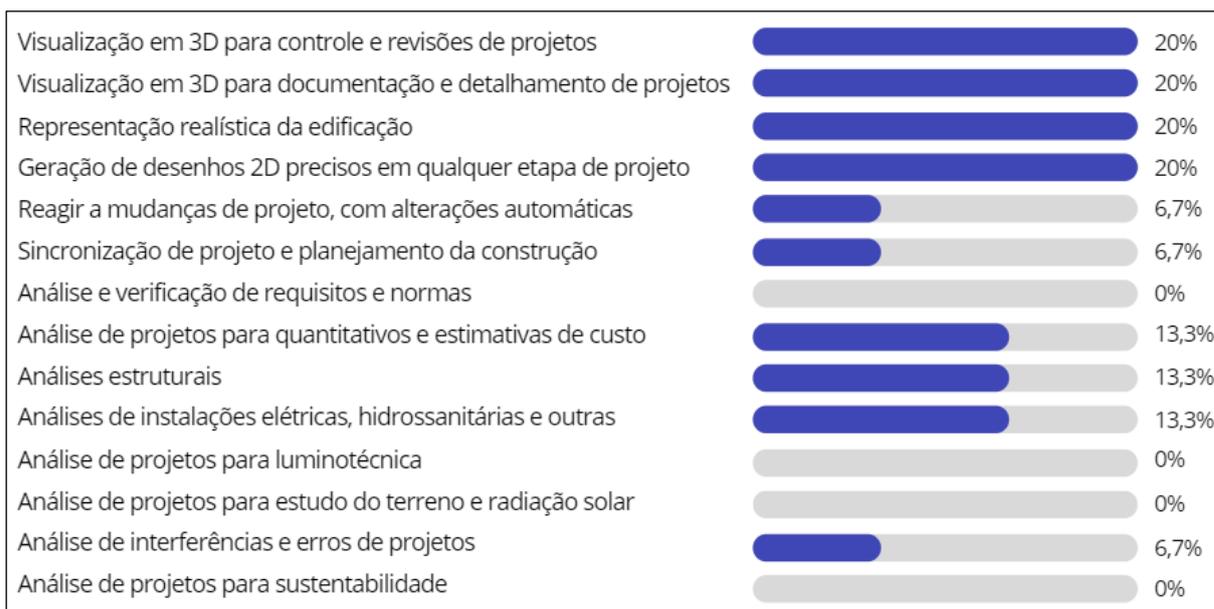
- 80,4% dos profissionais entrevistados analisaram e consideraram que se encontram no Estágio Zero (Pré-BIM), com desenvolvimento de desenhos CAD 2D, com algumas visualizações em 3D, porém sem integração entre as informações geradas no processo de trabalho, como quantitativos e especificações, sem comunicação e compartilhamento de dados – nesse estágio, o processo de projeto é sequencial e assíncrono, ou seja, sem necessariamente ter a participação dos projetistas em conjunto, simultaneamente;
- Apenas um profissional analisou e considerou que se encontram no Estágio 1 (fase inicial da implementação do BIM), com apresentação uma modelagem individual das disciplinas através de *softwares* como *Archicad*, *Revit*, entre outros – nesse estágio é possível criar automaticamente desenhos e

compatibilizar projetos, porém a troca de informações não ocorre, de forma satisfatória;

- 13,3% dos profissionais analisaram e consideraram que se encontram no Estágio 2, em que a troca de informações de projetos é feita de forma satisfatória, com compartilhamento de arquivos em formatos proprietários ou de exportações em *Industry Foundation Classes* (IFC), em uma comunicação ainda assíncrona (sem necessária participação dos projetistas em conjunto, simultaneamente), sem integração interdisciplinar de modelos, mas com definição de responsabilidades, cada profissional com suas funções bem definidas;
- Nenhum entrevistado considerou que o escritório se encontra no Estágio 3, em que acontece a criação de modelos mais ricos, compartilhados e gerenciados através de todo ciclo de vida do edifício, podendo ocorrer uma integração e troca interdisciplinar de modelos, permitindo análises mais detalhadas do desempenho do edifício. Nesse estágio podem ocorrer trocas síncronas (profissionais em locais diferentes interagindo uns com os outros simultaneamente através de tecnologia de comunicação) que ocorrem através do modelo BIM, ocasionando a superposição de fases do projeto;
- Nenhum entrevistado considerou que o escritório se encontra no Estágio 4, que corresponde ao *Integrated Project Delivery* (IPD), caracterizado pela alteração nas relações contratuais e na colaboração efetiva dos agentes envolvidos.

O uso do BIM nas diferentes disciplinas de projeto se dá desde a visualização de modelos 2D até a visualização e análises de modelos 3D mais complexos e com dados de outras dimensões. No gráfico da Figura 16 mostra-se a relação de usos do BIM. Ao verificar de que forma a utilização da tecnologia é aproveitada pelos escritórios, foi constatado que apenas três deles (20%) se beneficiam realmente das vantagens apresentadas pelo BIM. As outras empresas entrevistadas, o equivalente a 80%, ou não conhecem ou conhecem e não o utilizam, sendo que alguns declararam que utilizam ocasionalmente *softwares* BIM para aprenderem sobre a ferramenta, não para desenvolverem seus projetos.

Figura 16 – Usos do BIM no processo de projeto.



Fonte: A autora (2022).

No início da entrevista foi analisado o nível de compreensão dos profissionais sobre o que é trabalho colaborativo. Ao final da conversa foi dito o que de fato é “colaboração”, contextualizando que “é uma atividade na qual uma tarefa compartilhada é alcançável apenas quando os recursos coletivos de uma equipe são reunidos. Contribuições para o trabalho são coordenadas por meio de comunicações e compartilhamento de informação e conhecimento”. Foi questionado, então, se o entrevistado considera que o processo de projeto do escritório é colaborativo ou não. Como resposta:

- 46,7% dos profissionais consideram que desenvolvem um trabalho colaborativo, mesmo não utilizando o BIM, devido à interação da equipe e à integração de seus projetos com projetos e profissionais de outras áreas;
- 20% dos profissionais consideram que desenvolvem um trabalho colaborativo (com interação da equipe e integração de projetos de outras áreas), potencializado pelo uso do BIM;
- 20% dos profissionais acreditam que estão caminhando para um trabalho colaborativo. Os participantes dos projetos não estão totalmente engajados, os projetos ainda apresentam muitas falhas, a comunicação com profissionais de outras áreas não é totalmente integrada. Utilizando ou não o BIM, muitas melhorias precisam ser feitas nos processos;

- 13,3% dos profissionais consideram que não trabalham de forma colaborativa e não conhecem bem o BIM, o que indica que estão desatualizados no mercado e precisam fazer melhorias nos processos do escritório.

Seguindo o roteiro da entrevista, a fim de confirmar, novamente, as informações disponibilizadas pelos profissionais entrevistados, foram abordados abertamente alguns temas, como as dificuldades encontradas durante o processo de projeto, desde a prospecção e relacionamento com clientes, até a entrega final dos projetos e início das obras, passando pelas apresentações e aprovações de anteprojetos, comunicação com outros profissionais, alterações de projetos, dificuldades técnicas e administrativas, usabilidade das ferramentas e *softwares*, facilidade no compartilhamento de informações, entre outras questões. Foi constatada, na maioria dos casos, uma dificuldade na gestão dessas empresas, especificamente na organização das funções de cada integrante da equipe. Independentemente das áreas de atuação de cada escritório, das tecnologias utilizadas e da configuração da equipe de projeto, percebe-se pouco conhecimento sobre administração, liderança, cultura e estrutura organizacional.

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a integração de projetos de arquitetura e engenharia e analisar o nível de colaboração no processo de projeto de empresas do setor da construção civil, considerando aquelas que utilizam e as que não utilizam o BIM em seu fluxo de trabalho. Com a pesquisa, esperava-se:

- conhecer o fluxo de trabalho dos escritórios e identificar o processo de projeto, bem como conhecer as ferramentas e *softwares* utilizados;
- diagnosticar as relações de trabalho (internas e externas) e definir se existe ou não colaboração entre projetistas;
- caracterizar o modelo de negócios aplicado pelos escritórios, bem como cenários de colaboração, com base na estrutura organizacional e no processo de projeto adotado;
- identificar o nível de colaboração e integração atingidos quando o BIM é utilizado no processo de projeto, traçando cenários de colaboração e analisando se o BIM garante o nível máximo ou se o trabalho colaborativo depende mais da qualidade nas relações entre projetistas;
- avaliar a implementação do BIM no Brasil e sua contribuição no interesse por parte dos projetistas em estabelecer novas formas de trabalho e adotar ferramentas mais atuais e precisas no processo de projeto.

Todos os profissionais dos escritórios estudados entendem que colaboração está relacionada à gestão de pessoas e equipes, à empatia, à comunicação, às relações interpessoais e *soft skills* desenvolvidas durante o processo de projeto, da mesma forma como consideram que o trabalho colaborativo diz respeito à concepção de um empreendimento de forma paralela, com o desenvolvimento simultâneo e integrado das diferentes disciplinas de projetos, através de uma equipe multidisciplinar. Os profissionais dos escritórios D, E, F, G, H, L, M e N avaliam que atividades de compatibilização de projetos, com compartilhamento adequado de dados, garantem a colaboração no processo de projeto. É possível ver, portanto, que existe uma compressão sobre o que é colaboração. Entretanto, quando questionado se o entrevistado considera o processo de projeto da empresa como colaborativo, apenas

66,7% afirmaram que sim, sendo que 20% deles avaliam que a colaboração acontece porque utilizam o BIM. Entre todos os entrevistados, 20% reconhece que melhorias precisam ser feitas para atingir a colaboração e 13,3% consideram que estão desatualizados sobre o mercado da construção civil. Isso significa que, apesar de entender a importância do trabalho colaborativo, as empresas reconhecem que seus processos não estão bem definidos e integrados.

Observou-se que alguns escritórios de arquitetura atuam apenas no desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Aqueles que atuam, além da Arquitetura, em projetos de diferentes disciplinas possuem uma equipe de médio porte, entre 6 e 15 funcionários, o que não quer dizer, necessariamente, que a equipe trabalha de forma integrada e no mesmo local. Apenas 13,3% dos escritórios que afirmam que seu *Design/Projeto* é pensado de forma integrada possuem uma equipe multidisciplinar, de 6 a 10 funcionários, formada por arquitetos e engenheiros. Os outros escritórios que consideram seus projetos integrados optam por terceirização ou indicação de serviços, de acordo com a demanda da empresa, o que indica que existe um relacionamento com profissionais externos ao escritório que atuam em projetos de diferentes disciplinas, a maioria delas na área de engenharia, no desenvolvimento de projetos estruturais e de instalações complementares.

Entre as empresas analisadas, nenhuma terceiriza serviço de compatibilização de projetos, mesmo aquelas que afirmaram que essa atividade não é feita pela equipe de projeto, o que indica que os escritórios que compatibilizam projetos e compartilham dados o fazem utilizando os próprios recursos ou recursos de profissionais externos contratados, ou seja, não existe um setor específico que analisa a integração de projetos, que faz a verificação de interferências e identificação de erros projetuais. Em alguns escritórios existe um coordenador que gerencia as equipes multidisciplinares, mas observa-se um acúmulo de funções sobre a gerência, gerando uma sobrecarga de trabalho, o que põe em dúvida a qualidade das análises de projeto.

Sobre o processo de projeto, 60% dos escritórios entrevistados afirmam ter um processo de projeto e segui-lo, enquanto os outros 40% afirmam ter um fluxo definido, mas que ele nem sempre é seguido. Esses dados põem em dúvida a capacidade de

gestão dos escritórios entrevistados. Mesmo aqueles que afirmaram seguir um processo, não foram seguros em sua resposta e não souberam afirmar se esse processo favorecia a qualidade da entrega de seus projetos. Quando perguntados sobre o fluxo de trabalho e o relacionamento com profissionais de outras áreas, 33,3% das empresas afirmaram que desenvolvem o projeto arquitetônico e só disponibilizam os projetos para engenheiros após a aprovação do Projeto Legal na Prefeitura, ou seja, 33,3% dos escritórios seguem um processo de projeto, mas atuam de forma sequencial e fragmentada, caracterizando uma forma tradicional de condução do desenvolvimento de projetos. Apenas 13,3% afirmam discutir a viabilidade técnica do projeto arquitetônico com profissionais de outras áreas, aceitando fazer alterações e melhorias sugeridas, para depois elaborar o Projeto Legal a ser aprovado pela Prefeitura. A maior parte dos entrevistados, 53,3%, apresenta um processo com integração de projetos de diferentes áreas, com elaboração de estudo preliminar da arquitetura, seguido pelo desenvolvimento simultâneo do anteprojeto, em conjunto com profissionais de outras áreas, ou seja, 53,3% dos escritórios entrevistados apresentaram informações que sugerem um processo de projeto colaborativo.

Como foi dito anteriormente, algumas configurações de processo de projeto puseram em dúvida a capacidade de gestão das empresas entrevistadas. Outro aspecto que, quando abordado, levantou dúvidas sobre a formação gerencial de escritórios de projeto foi a definição de uma estrutura organizacional. Quando foi questionado se o escritório possuía uma hierarquia e interdependência entre seus funcionários, ilustrando, assim, uma estrutura organizacional, foi necessário explicar o conceito do que seria isso e apresentar imagens de cada tipo de estrutura, para que o entrevistado pudesse compreender o que estava sendo perguntado. Devido à falta de compreensão sobre o tema, por parte dos entrevistados, existe dúvida na veracidade das respostas coletadas, uma vez que a maioria apresentou dificuldades ao identificar qual estrutura organizacional – orgânica, funcional, matricial ou projetizada – mais se relacionava ao fluxo de trabalho da empresa. Apesar disso, foi identificado que alguns escritórios possuem grupos de trabalho organizados de forma flexível, sem uma estrutura totalmente definida, caracterizada, portanto, como orgânica ou simples, onde as pessoas trabalham de forma conjunta, sem funções específicas e com pouca ou nenhuma influência de um coordenador de projetos. Em contrapartida, a maioria dos

entrevistados apresentaram características de uma estrutura organizacional projetizada, com um gerente ou coordenador de projetos para atribuir funções, alocar recursos e orientar o trabalho da equipe. Quando analisadas as respostas da oitava pergunta, sobre processo de projeto, e comparadas aos resultados da questão sobre estrutura organizacional, descobriu-se que entre nove empresas com estrutura projetizada, seis apresentavam um processo de projeto colaborativo, enquanto que entre três empresas com estrutura orgânica, duas apresentavam um processo de projeto fragmentado e com pouca integração de projetos, ou seja, um escritório orientado sob os cuidados de um gestor, ou coordenador, de projetos apresenta maior probabilidade de garantir a colaboração em seus processos.

A respeito da interação e padrão de comunicação entre os profissionais envolvidos nos projetos das empresas, a maior parte delas configura uma colaboração dita como “face-a-face”, com interações no mesmo local e ao mesmo tempo, através de reuniões físicas em ambiente compartilhado, o que não garante o desenvolvimento simultâneo de projetos, já que 13,3% deles afirmaram que no escritório cada profissional desenvolve suas funções separadamente. Entretanto vê-se nesses escritórios o papel de um coordenador de projetos, que tem como função garantir a integração de disciplinas. Em escritório de ambiente compartilhado, mas com interações em tempos diferentes, percebeu-se que o desenvolvimento de projetos é feito de forma simultânea, mas que a integração de projetos é feita no final do processo de projeto, por um coordenador. Em escritórios onde o ambiente não é compartilhado e as interações não ocorrem em tempo real, percebeu-se que os projetos não são feitos de forma integrada e que a verificação desses projetos só é feita por um coordenador externo ou encarregado que administra os projetos prontos dentro do canteiro de obras. Inclusive, sobre o gerenciamento de obras por parte da empresa, apenas 20% afirmaram se responsabilizar pela execução e o restante afirmou que realizam apenas visitas técnicas, sem uma frequência padrão. Os três escritórios que executam suas próprias obras afirmaram que compatibilizam seus projetos, de forma a corrigir erros e possíveis interferências nos projetos, mas apenas dois deles afirmaram que os projetos são desenvolvidos de forma integrada com o gerenciamento da equipe por parte de um coordenador, enquanto o outro escritório afirmou que a integração de projetos só é vista no canteiro de obras. Nas empresas que responderam não

desenvolver projetos de forma integrada e verificar os mesmos apenas no canteiro de obras, foram identificados alguns problemas em comum, como atrasos na entrega de projetos, mudanças e alterações feitas de última hora por solicitação de clientes, erros de projetos ou informações incorretas sobre a construção, projetos confusos e complexos, com conflito de dados, em que os construtores não conseguem ler ou interpretar informações e interferências nos projetos de diferentes disciplinas.

Sobre a utilização do BIM, dos três escritórios que conhecem e utilizam a metodologia em seus processos, apenas dois afirmaram que realizam a compatibilização de projetos e compartilhamento de dados e se encontram no segundo estágio de implementação BIM, ou seja, nesse caso, a troca de informações projetuais é satisfatória, com arquivos compartilhados em formato IFC, não necessariamente com modelos integrados, mas desenvolvidos por profissionais com funções bem definidas. O outro escritório que utiliza BIM encontra-se, ainda, no estágio 1, desenvolvendo modelos individuais sem troca completa de informações. Nesse caso, a compatibilização de projetos acontece apenas por trocas simples de arquivos. Nos escritórios de arquitetura entrevistados, mesmo aqueles que utilizam o BIM, afirmam utilizar ocasionalmente, também, *softwares* tradicionais, como o *AutoCAD*, entretanto, um fez a implementação do *ArchiCad* e, outro, do *Revit*, e os utilizam em seus projetos. Um terceiro escritório afirmou utilizar todos esses *softwares*, dando preferência para um ou outro dependendo do projeto ou das habilidades do projetista e apenas esse escritório possui uma equipe BIM multidisciplinar, que realiza, também, projetos de engenharia, utilizando o *Eberick* ou *Revit*, para seus projetos de estruturas, e o *QIBuilder* ou *Revit*, para seus projetos de instalações complementares, além do *Navisworks* para análise de interferências de projetos. Os outros escritórios de arquitetura utilizam o BIM, mas terceirizam os projetos de engenharia e não souberam dizer quais *softwares* eram utilizados pelos engenheiros – nesses casos, a integração de projetos e verificação de erros e interferências são realizadas através de reuniões e trocas simples de arquivos e imagens dos modelos de construção gerados.

Os *softwares* de engenharia citados são considerados BIM e são utilizados nos projetos da maioria dos escritórios entrevistados, especialmente o *Eberick* e o *QIBuilder*, que auxiliam no desenvolvimento de projetos estruturais e de instalações,

respectivamente, independentemente desses escritórios utilizarem ou não o BIM. O fato é que os profissionais de engenharia acabam utilizando *softwares* BIM porque são as ferramentas disponíveis no mercado. O mesmo não acontece com os profissionais arquitetos que, em sua maioria, ainda utilizam o *AutoCAD* e veem dificuldades na implementação novas ferramentas de trabalho, como os *softwares* BIM *ArchiCad* e *Revit*, o que significa que necessitam de mais recursos financeiros e de tempo para as licenças e treinamentos da equipe.

Vale ressaltar que aqueles escritórios de arquitetura que não utilizam *softwares* BIM, mas que os projetos de engenharia são desenvolvidos com essa tecnologia, são considerados, ainda assim, escritórios no estágio zero, sem BIM. Já aquelas empresas que utilizam o BIM se encontram entre os estágios 1 e 2 e se beneficiam com diversas vantagens projetuais garantidas pela tecnologia, como visualização 3D para controle, revisões, documentação e detalhamento de projetos, representação realística da edificação (realidade aumentada), geração de desenhos 2D mais precisos, alteração automática de projetos, sincronização de projetos para planejamento da construção, facilidade no levantamento de quantitativos e custos e análises da estrutura, das instalações e das interferências e erros de projetos.

### **6.1 Análise de cenários da colaboração**

As questões abordadas durante as entrevistas foram analisadas de acordo com os recursos-chave definidos por Manzione (2013), como pode ser visto no Quadro 4, na Metodologia, onde cada pergunta avalia um ou mais recursos dentro de cada escritório entrevistado – pessoas, processos, tecnologia e dados. Analisando e correlacionando as respostas das perguntas feitas aos entrevistados foi possível avaliar, levantando hipóteses, os recursos-chave de cada escritório (Quadro 4), ou seja, foi possível avaliar se existe ou não colaboração nas equipes, se as disciplinas de projeto são desenvolvidas de forma colaborativa e se houve a utilização do BIM no processo, além de verificar de que forma acontece o compartilhamento de dados e informações de projeto.

Quadro 4 – Recursos-chave para a análise da colaboração.

Empresa	RECURSOS-CHAVE			
	PESSOAS	PROCESSOS	TECNOLOGIA	DADOS
	<i>Existe colaboração entre as pessoas envolvidas no processo de projeto?</i>	<i>Existe colaboração entre diferentes disciplinas desenvolvidas, interna e externamente, durante o processo de projeto?</i>	<i>A tecnologia BIM é utilizada no desenvolvimento dos projetos de diferentes disciplinas?</i>	<i>O compartilhamento de dados e informações acontece durante todo processo de projeto, favorecendo um ambiente de trabalho colaborativo?</i>
<b>A</b>	Não	Não	Não	Não
<b>B</b>	Sim	Sim	Não	Sim
<b>C</b>	Não	Não	Não	Não
<b>D</b>	Sim	Sim	Não	Sim
<b>E</b>	Não	Não	Não	Não
<b>F</b>	Sim	Sim	Não	Sim
<b>G</b>	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>H</b>	Sim	Sim	Não	Sim
<b>I</b>	Sim	Sim	Não	Sim
<b>J</b>	Não	Não	Não	Não
<b>K</b>	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>L</b>	Sim	Sim	Não	Sim
<b>M</b>	Sim	Sim	Não	Sim
<b>N</b>	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>O</b>	Não	Não	Não	Não

Fonte: A autora (2022).

Através da avaliação de cada recursos-chave, principalmente os recursos “Pessoas”, “Processos” e “Dados”, analisou-se o nível de colaboração de cada empresa. Avaliando o recurso “Tecnologia” verificou-se se a utilização do BIM influencia, ou não, no desenvolvimento de um ambiente colaborativo. Com isso, foi possível classificar cada escritório em diferentes cenários de colaboração (Quadro 5). Neste estudo foram identificados três cenários entre os escritórios entrevistados:

- **Cenário de Colaboração 1:** Escritórios de arquitetura em que não existe colaboração entre pessoas, ou dentro do processo de projeto ou durante o compartilhamento de dados, considerando que não há utilização do BIM;

- **Cenário de Colaboração 2:** Escritórios de arquitetura em que existe colaboração entre pessoas, dentro do processo de projeto e durante o compartilhamento de dados, mas não há utilização do BIM;
- **Cenário de Colaboração 3:** Escritórios de arquitetura em que existe colaboração entre pessoas, dentro do processo de projeto e durante o compartilhamento de dados e há utilização do BIM.

Quadro 5 – Cenários de colaboração.

Empresa	CENÁRIO DE COLABORAÇÃO 1	CENÁRIO DE COLABORAÇÃO 2	CENÁRIO DE COLABORAÇÃO 3
	<i>Não existe colaboração</i>	<i>Existe colaboração, porém sem uso do BIM</i>	<i>Existe colaboração, com uso do BIM</i>
A	X		
B		X	
C	X		
D		X	
E	X		
F		X	
G			X
H		X	
I		X	
J	X		
K			X
L		X	
M		X	
N			X
O	X		

Fonte: A autora (2022).

O Cenário de Colaboração 1 representa aquelas empresas onde não foi identificada colaboração. São elas os escritórios A, C, E, J e O, o equivalente a 33,3% dos entrevistados. Nesses escritórios não existe, necessariamente um processo de projeto bem definido e seguido por todos os projetistas, além de apresentarem um fluxo de trabalho com pouco ou nenhum relacionamento entre profissionais de diferentes especialidades, dificultando, assim, atividades como o compartilhamento de dados e a compatibilização e integração de projetos. Nenhum desses escritórios utilizam o

BIM. No Cenário de Colaboração 1, portanto, não existe colaboração entre pessoas, nem entre diferentes disciplinas, assim como o compartilhamento de dados não é feito de forma colaborativa.

O Cenário de Colaboração 2 representa empresas onde existe colaboração, porém o BIM não é utilizado. São os escritórios B, D, F, H, I, L e M, o equivalente a 46,7% dos entrevistados. Nesses escritórios existe um processo de projeto, sequencial ou não, mas com um fluxo de trabalho que estimula o relacionamento entre profissionais de diferentes especialidades, favorecendo a compatibilização e integração de projetos. Neste cenário existe, portanto, colaboração entre pessoas, dentro de um processo de projeto colaborativo, onde informações de projeto são compartilhadas com facilidade, mesmo que o BIM não seja utilizado, ou seja, existe a possibilidade de a colaboração acontecer, mesmo sem tecnologias como o BIM, porque o que definiu, neste cenário, a colaboração foram a interação entre as pessoas, a integração nos processos e o compartilhamento de dados de projetos.

Por fim, o Cenário de Colaboração 3 representa empresas onde foi identificada colaboração e que utilizam o BIM. São os escritórios G, K e N, o equivalente a 20% dos entrevistados. Nesses escritórios, assim como aqueles no Cenário 2, existe a interação entre as pessoas, a integração nos processos e o compartilhamento simultâneo de dados – todos esses aspectos são potencializados pelo uso de tecnologia BIM.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os escritórios de arquitetura e engenharia, apesar de atuarem em áreas complementares, possuem diferentes configurações, a depender da comunicação entre projetistas e dos processos adotados para o desenvolvimento dos projetos. Avaliar a integração desses projetos, quando são de disciplinas diferentes, requer, além do conhecimento técnico, a compreensão sobre como é o relacionamento entre os profissionais envolvidos, o que norteou a interpretação dos dados fornecidos nas entrevistas feitas para este estudo, uma vez que a colaboração é avaliada através das relações e dos recursos coletivos para o compartilhamento de dados e informações. Analisando os resultados obtidos, foi possível identificar três níveis, ou cenários, de colaboração nos escritórios de arquitetura localizados em Minas Gerais.

As empresas onde não existe colaboração foram considerados no Cenário de Colaboração 1, onde foi possível observar uma certa desorganização nos processos e centralização de funções sobre o arquiteto líder, identificado como proprietário. O fluxo de trabalho acontece conforme a demanda de projetos, com pouco relacionamento entre projetistas. Percebeu-se, durante a entrevista, que esses escritórios detinham um conhecimento insuficiente sobre gestão, apresentando dificuldades ao explicar seus processos ou ao entender algumas abordagens, como, por exemplo, a caracterização da estrutura organizacional da empresa. O conceito de colaboração também não está internalizado, pelo contrário, a maioria dos entrevistados entendeu que seria o relacionamento cordial entre colegas de trabalho, não assumindo, dessa forma, a necessidade de propor melhorias nos processos da empresa.

O Cenário de Colaboração 2 apresentou, por sua vez, exatamente o que faltava no primeiro, independente da tecnologia utilizada no processo de projeto. Na verdade, as ferramentas e *softwares* utilizados pelos escritórios dos cenários 1 e 2 eram os mesmos, assim como o nível de conhecimento técnico dos projetistas; o que diferencia um do outro é o fluxo de trabalho. No segundo cenário foi possível ver uma organização de funções e a definição de prazos e metas para os projetos, além de uma clareza nos processos internos dos escritórios. As relações de trabalho

funcionam com um padrão de comunicação entre projetistas, facilitando o compartilhamento de informações, a integração de projetos e o controle de qualidade das entregas. Percebeu-se que as empresas com esse nível de colaboração foram aquelas cujos líderes estão mais atualizados sobre o setor da construção civil e demonstram maior interesse em desenvolver suas habilidades comportamentais e capacidade gerencial. Esses líderes possuem a visão de empresários, não apenas de arquitetos.

Apesar de mais atualizados sobre o mercado, os escritórios de arquitetura do Cenário de Colaboração 2 apresentaram dificuldades quando foi falado sobre recursos tecnológicos e certa relutância na implementação de tecnologias como o BIM, o que os separou dos escritórios do Cenário de Colaboração 3. O investimento alto em licenças de novos *softwares* de projetos e o tempo necessário para o treinamento de funcionários foram as principais justificativas para a não adoção do BIM. Os escritórios do segundo cenário atribuíram o seu nível de colaboração ao trabalho de um coordenador, ou arquiteto líder, e ao relacionamento da equipe de projeto.

No Cenário de Colaboração 3 estão aqueles escritórios com maior conhecimento prático sobre BIM, cujos projetos já são desenvolvidos dentro dessa tecnologia. Percebeu-se uma certa agilidade nos processos, principalmente no que diz respeito ao compartilhamento de dados sobre a construção. As relações de trabalho são eficientes, porém os profissionais são mais distantes, no sentido de um relacionamento mais formal e voltado para uma comunicação mais objetiva. As discussões sobre projetos, tomadas de decisão e soluções de problemas são feitas de forma rápida e simultânea. Entretanto, nesses escritórios o BIM se tornou viável justamente por existir colaboração entre pessoas e processos, ou seja, antes da implementação essas empresas já tinham seus processos bem organizados, com funções bem definidas entre funcionários e projetos sendo desenvolvidos de forma integrada.

Com isso, pode-se concluir que é possível desenvolver a colaboração sem tecnologias como o BIM, utilizando ferramentas e *softwares* de projetos mais tradicionais, entretanto, um escritório que deseja implementá-lo precisa, necessariamente,

estabelecer um processo de projeto colaborativo, voltado para a integração de projetos, uma vez que o BIM não envolve apenas tecnologia, mas, também, processos e pessoas. A colaboração pode acontecer sem o uso do BIM, pois depende de outros fatores além da tecnologia utilizada no desenvolvimento de projetos. O uso da tecnologia BIM aumenta capacidade de colaboração, uma vez que possui ferramentas e disponibiliza recursos que favorecem um ambiente colaborativo.

O estudo cumpriu os objetivos propostos e os resultados obtidos foram suficientes para traçar os cenários de colaboração existentes entre os escritórios de arquitetura em Minas Gerais, entretanto vê-se uma carência de pesquisas e trabalhos bibliográficos que falem especificamente sobre a colaboração, não apenas sobre as possibilidades de processos de projeto, dando a devida importância para a integração das áreas de arquitetura e engenharia, bem como para o desenvolvimento comportamental e relacional entre os profissionais do setor. Percebe-se, também, um atraso na implementação do BIM nos escritórios desta localização, apesar de muitos profissionais conhecerem, pelo menos parcialmente, a metodologia e estarem cientes do avanço que teriam com a sua adoção nos processos da empresa.

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros, sugere-se, portanto, a continuação de estudos sobre processo de projeto, com ênfase no trabalho colaborativo, bem como a análise da interação entre profissionais de diferentes disciplinas como elemento facilitador para a implementação do BIM em escritórios de projeto. Aconselha-se, também, um estudo a respeito da formação gerencial de arquitetos e engenheiros, tendo em vista o conhecimento insuficiente, apresentado por alguns entrevistados, sobre gestão de empresas. Como continuação desta pesquisa, recomenda-se a análise da colaboração a partir de informações geradas através modelos computacionais, comparando o fluxo de trabalho de diferentes escritórios de projetos. Indica-se, por fim, uma pesquisa sobre diferentes cenários de colaboração a nível nacional, destacando, também, o andamento da implementação do BIM no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Processo de projeto BIM**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, DF: ABDI, 2017.
- ALEXANDER, C. **Notes on the Synthesis of Form**. Nova York, McGraw Hill, 1964.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Guia AsBEA**: boas práticas em BIM. Fascículo II. 2015. 24p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532**: Elaboração de projetos de edificações – arquitetura. Rio de Janeiro, 1995a, 8p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995b, 10p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-2**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos – Projeto de Arquitetura. Rio de Janeiro, 2017, 17p.
- BRASIL. Decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União (Brasil)**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm)>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- BOUCHLAGHEM, D. **Collaborative Working in Construction**. Spon Press: New York, 2012.
- CORNETET, B. C.; FLORIO, W. **Reflexão sobre a implantação do BIM em três escritórios de arquitetura em Porto Alegre, de 2010 a 2015**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.
- FABRÍCIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**, 2002. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- FABRÍCIO, M. M.; PEREIRA, L. M.; HIROTA, E. H. **Implicações organizacionais da colaboração em BIM para a integração do processo de projeto**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2017 - João Pessoa-PB; Anais...PortoAlegre: ANTAC.p x-y.
- FISCHER, M., KHANZODE, A., REED, D., ASHCRAFT, H. W. **Integrating Project Delivery**. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas S/A, 2002.

GONÇALVES JUNIOR, F. **Os processos de compatibilização de projetos na construção civil e o BIM**. Mais Engenharia – AltoQI, 2019. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil-e-o-bim/>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

JONES, C. **Design Methods**. London: Wiley Bros, 1971.

KOWALTOWSKI, Doris. C. C. K.; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PETRECHE, João R. D.; FABRICIO, Márcio M. **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. Oficina de Textos: São Paulo, 2011. 504p.

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 296 p.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 2013.

MARKUS, T. A. (1969b). **The role of building performance measurement and appraisal in design method**. In *Design Methods in Architecture*. Londres, Lund Humphries.

MARTINS JÚNIOR, José Valdivan. **Processos colaborativos e integração de projetos com auxílio da plataforma BIM: uma análise no meio profissional de Natal-RN**. 2018. 185f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MARTINS JÚNIOR., J. V.; SILVA, H. A.; ARAÚJO, B. C. D. **Cenários de colaboração e integração de projetos com BIM**. VIRUS, São Carlos, n. 18, 2019. [online]. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus18/?sec=4&item=11&lang=pt>>. Acesso em: 04 Jul. 2021.

MAVER, T. W. (1970). **Appraisal in the building design process**. In *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*. Cambridge Mass, MIT Press.

MELHADO, S. B. **Coordenação de Projetos de Edificações**. O nome da Rosa: São Paulo, 2005, 117p.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. 2. ed. Martins Fontes: São Paulo, 2008, 378p.

OLIVEIRA, Fabrício Amorim M. de. **A organização do processo de projeto de arquitetura no meio profissional: uma análise da produção em escritórios**. Dissertação de Mestrado. Natal: PPGAU – UFRN, 2013.

OSBORN, A. F. **Applied Imagination**. New York: Scribner, 1957.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **Guia PMBoK**: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos. 7. Ed. Pennsylvania: PMI, 2013.

ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS - RIBA. **Outline Plan of Work**. 2007. Disponível em: < <http://www.architecture.com> >. Acesso em 25 de jan. de 2022.

ROOZENBURG, N. F. M.; EEKELS, J. **Product Design, structure and methods**. Utrecht: Lemma, 1911.

RUGGERI, R. G. **Cultura da colaboração como necessidade para o Projeto Integral em Arquitetura e Engenharia**: o relato de um caso BIM. Edição independente. Campo Grande, 2017.

SACKS, R.; EASTMAN, C; LEE, G.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM**: um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. 3ed. Bookman, Porto Alegre, 2021.

SUCCAR, B. **Building Information Modeling Maturity Matrix**. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, J. Underwood and U. Isikdag, eds., IGI Global Snippet, Hershey, PA, 2009, 65-102.

## APÊNDICE A – Roteiro de perguntas para as entrevistas

Identificação da empresa: \_\_\_\_\_

**1 - Para você, profissional do setor da construção civil, quais opções caracterizam um trabalho colaborativo no processo de projeto?**

- a. Refere-se à gestão de pessoas e equipes dentro da empresa/escritório, às relações interpessoais e *soft skills* desenvolvidas ao longo do processo de projeto, às habilidades de comunicação entre profissionais de projeto, à capacidade de empatia e ajuda entre colegas de trabalho.
- b. Refere-se à compatibilização de projetos de diferentes disciplinas (Arquitetura, Estrutura, Instalações Elétricas, Instalações Hidrossanitárias, etc.), desenvolvidos por profissionais de diferentes áreas, a fim de verificar interferências e erros projetuais. Trata-se, também, do compartilhamento de dados e informações sobre esse projeto.
- c. Refere-se ao desenvolvimento de um empreendimento de forma paralela, onde projetos de diferentes disciplinas são desenvolvidos simultaneamente, com profissionais de diferentes áreas envolvidos e engajados em atividades interligadas. Trata-se, portanto, da integração, ao longo do processo de projeto, entre esses profissionais, formando uma equipe multidisciplinar.
- d. Refere-se ao trabalho sequencial de desenvolvimento de um empreendimento, onde projetos de diferentes disciplinas (Arquitetura, Estrutura, Instalações Elétricas, Instalações Hidrossanitárias, etc.) são desenvolvidos separadamente, sem envolvimento e integração entre disciplinas e profissionais de diferentes áreas durante o processo de projeto.
- e. Outro.

**2 - Qual o número de pessoas que trabalham na empresa/escritório?**

- a. Até 2 pessoas
- b. De 3 a 5 pessoas
- c. De 6 a 10 pessoas

- d. De 11 a 15 pessoas
- e. De 16 a 20 pessoas
- f. De 21 a 25 pessoas
- g. Outro

**3 - A empresa/escritório atua em qual (quais) área(s)?**

- a. Projetos de Arquitetura
- b. Engenharia - Projeto Estrutural
- c. Engenharia - Projeto de Instalações (Elétricas, Hidrossanitárias e outras)
- d. Projeto de Interiores
- e. Projeto de Paisagismo
- f. Outro

**4 - Vocês terceirizam projetos de outras disciplinas/áreas ou terceirizam outras atividades?**

- a. Sim.
- b. Não. Não terceirizamos, pois temos uma equipe completa (multidisciplinar) no escritório, desenvolvendo projetos de todas as áreas.
- c. Não. Não terceirizamos, mas indicamos profissionais de outras áreas para nossos clientes, se for solicitado.
- d. Não. Não terceirizamos e não indicamos profissionais de outras áreas. Os clientes ficam responsáveis por procurar e contratar profissionais para o desenvolvimento de outras atividades.
- e. Outro.

**5 - No caso de terceirização, ou contratação, de serviços de profissionais externos ao escritório quais projetos de outras disciplinas/áreas ou outras atividades vocês terceirizam?**

- a. Projetos de Arquitetura
- b. Projetos para aprovação em Prefeituras e outros órgãos

- c. Projeto Arquitetônico Executivo (detalhamentos, iluminação, automação, etc.)
- d. Projeto de Paisagismo
- e. Engenharia - Projeto Estrutural
- f. Engenharia - Projeto de Instalações e outras
- g. Representação gráfica (Maquetes 3D, renderizações de imagens e vídeos, etc.)
- h. Representação gráfica (Plantas Baixas e outros desenhos técnicos)
- i. Compatibilização de projetos
- j. Não terceirizamos, mas indicamos profissionais de outras áreas
- k. Não terceirizamos e não indicamos profissionais de outras áreas
- l. Outro

**Contextualização para a próxima pergunta:**

***O processo de projeto consiste em etapas bem definidas que são seguidas desde a prospecção do cliente (com entrevista de briefing e assinatura de contrato) até a entrega dos projetos finais do empreendimento. Dentro do processo de projeto podemos ter a fase de estudos preliminares, análises de terreno, anteprojeto para prévia aprovação do cliente, Projeto Legal e Projetos Executivos, antes de iniciar o processo de construção. Alguns escritórios possuem uma rotina bem definida, seguindo um determinado processo de projeto; outros escritórios não fazem o mesmo.***

**6 - A empresa/escritório adota um processo de projeto? Esse processo é seguido na rotina dos funcionários?**

- a. Sim, definimos e seguimos um processo de projeto.
- b. Sim, definimos um processo de projeto, mas nem sempre ele é seguido.
- c. Não, não temos e não seguimos um processo de projeto. Os projetos são desenvolvidos conforme demanda do cliente e disponibilidade dos funcionários do escritório.
- d. Outro.

**7 - Descreva o processo de projeto seguido pelo escritório – quais são as etapas de projeto, quais profissionais/funcionários estão envolvidos, o que vocês fazem primeiro, quais são as análises e estudos preliminares ao projeto, como são as apresentações e entregas aos clientes, como é o relacionamento entre escritório e clientes.**

**8 - O processo de projeto envolve, também, o relacionamento com profissionais de diferentes áreas (estrutura, instalações, automatização, etc.), estes trabalhando ou não dentro do escritório. Como é o fluxo de trabalho entre profissionais de arquitetura e profissionais das outras áreas?**

- a. Desenvolvemos todo o Projeto de Arquitetura e, depois de aprovado em Prefeitura e outros órgãos, disponibilizamos os projetos para engenheiros desenvolverem os projetos Estrutural, de Instalações e outros necessários.
- b. Desenvolvemos um anteprojeto, uma prévia da arquitetura, e discutimos a viabilidade técnica da proposta com os engenheiros de estrutura, instalações e outros. Fazemos as alterações e melhorias sugeridas e finalizamos o Projeto Legal e, depois de aprovado em Prefeitura, seguimos para o Projeto Executivo, enquanto os engenheiros desenvolvem os projetos finais das outras áreas.
- c. Elaboramos um estudo preliminar, com planta baixa básica da arquitetura, e vamos desenvolvendo o anteprojeto em conjunto com profissionais de outras áreas (engenheiros de estrutura, instalações e outros), eliminando dúvidas e definindo elementos que tornem o projeto viável técnica e economicamente, facilitando a aprovação legal do projeto posteriormente.
- d. Outro.

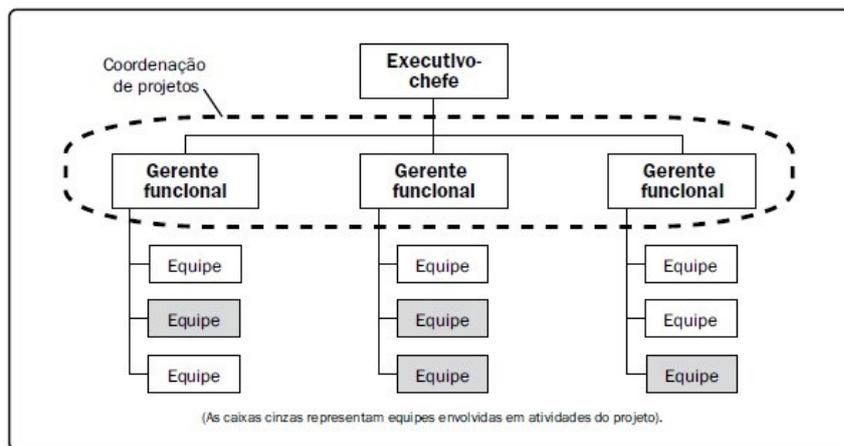
**9 - A empresa/escritório possui uma estrutura organizacional definida? Existe uma hierarquia e interdependência entre os funcionários da empresa? *(Para ajudar na compreensão da pergunta, foram apresentadas imagens mostrando como seria cada estrutura organizacional, de acordo com o Guia PMBoK).***

- a. Estrutura organizacional orgânica ou simples, com grupos de trabalho organizados de forma flexível, com pessoas trabalhando lado a lado, sem

funções específicas, com pouca ou nenhuma autoridade de um gerente/coordenador de projetos.

- b. Formamos uma organização funcional (Figura 17), na qual cada funcionário tem um superior bem definido; e os funcionários são agrupados por áreas de especialização e gerenciados por uma pessoa especializada nessa área.

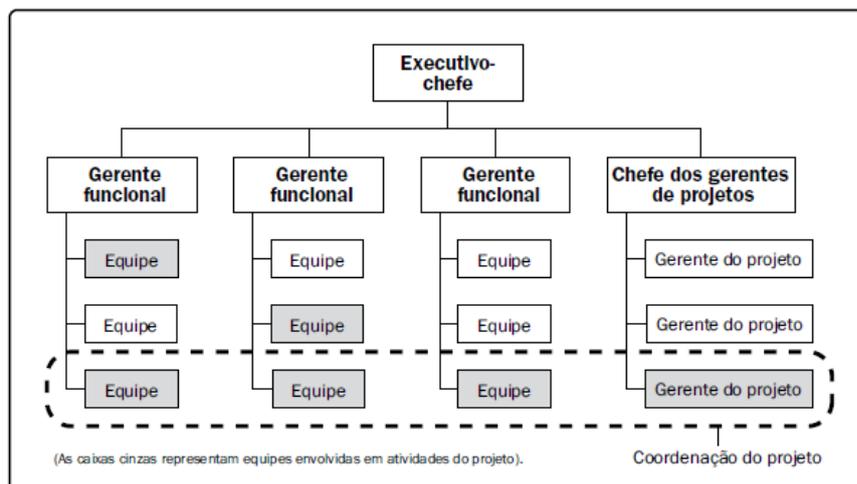
Figura 17 – Organização funcional.



Fonte: *Project Management Institute* (2013).

- c. Formamos uma organização matricial (Figura 18), que consiste em qualquer estrutura organizacional na qual o gerente de projetos divide as responsabilidades com os gerentes funcionais para atribuição de prioridades e orientação do trabalho das pessoas alocadas no projeto.

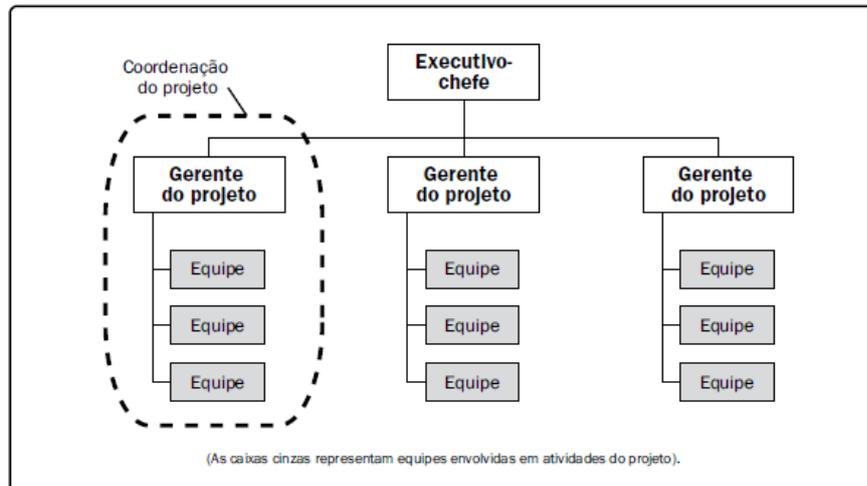
Figura 18 – Organização matricial.



Fonte: *Project Management Institute* (2013).

- d. Formamos uma organização projetizada (Figura 19), na qual o gerente de projetos possui autoridade total para atribuir prioridades, aplicar recursos e orientar o trabalho das pessoas alocadas no projeto.

Figura 19 – Organização projetizada.



Fonte: *Project Management Institute* (2013).

- e. Não consigo entender o que é uma estrutura organizacional e acredito que não há uma estrutura definida no escritório.
- f. Não há uma estrutura organizacional bem definida no escritório.
- g. Outro.

**10 - Como é a interação e padrão de comunicação entre os profissionais envolvidos nos projetos do escritório? (Observação: durante a pandemia a dinâmica de trabalho nos escritórios sofreu mudanças, mas precisamos que você responda esta questão considerando uma rotina normal de trabalho, independente da pandemia).**

- a. Interação no mesmo local, ao mesmo tempo. Ou seja, fazemos reuniões físicas em um ambiente compartilhado local como uma sala de reuniões onde os participantes interagem em tempo real.
- b. Interação no mesmo local, mas em tempos diferentes. Ou seja, conduzimos reuniões em um local compartilhado onde os participantes não interagem ao mesmo tempo; requer meios eletrônicos de comunicação como avisos/quadros de avisos.

- c. Interação em locais diferentes, ao mesmo tempo. Ou seja, interação em tempo real em que os participantes não estão na mesma sala, mas usam tecnologias de comunicação para reuniões mediadas por computador, videoconferência e grupos de discussão eletrônicos.
- d. Interação em locais diferentes e em tempos diferentes. Ou seja, os profissionais interagem de locais diferentes, mas não em tempo real, usando vários meios de comunicação, como e-mails, mensagens, compartilhamento de informações na nuvem ou plataforma de gestão.
- e. Outro.

**11 - Quais softwares são utilizados ao longo do processo de projeto pelos profissionais do escritório e pelos profissionais de outras áreas terceirizados/contratados?**

- a. AutoCAD
- b. Revit (para arquitetura)
- c. ArquiCad
- d. Vectorworks
- e. SketchUp
- f. Layout - SketchUp
- g. 3Ds Max
- h. Rhino
- i. Eberick
- j. QI Builder
- k. TQS
- l. Revit Structure
- m. Revit Mep
- n. Solibri
- o. Navisworks
- p. VRay
- q. Lumion
- r. Enscape
- s. Outro.

**12 - Vocês fazem compatibilização entre os projetos de arquitetura e os projetos complementares (de outras áreas: estrutura, instalações, etc.)? Como é o compartilhamento de dados desses projetos?**

- a. Fazemos compatibilização de projetos e compartilhamos arquivos com os dados desses projetos – tudo isso com a utilização do BIM. Todos os profissionais envolvidos compartilham uns com os outros os arquivos com os

- dados de seus projetos para que tudo seja conferido, todos os elementos e detalhes de projeto, simultaneamente, dentro de um mesmo modelo.
- b. Fazemos compatibilização de projetos, mas não utilizamos o BIM. Primeiro, compartilhamos arquivos com os dados da arquitetura para os profissionais de outras áreas desenvolverem os projetos complementares. Depois, esses profissionais compartilham conosco os arquivos com os dados de seus projetos para que possamos conferir tudo, todos os elementos e detalhes de projeto, corrigindo erros e possíveis interferências antes de ir para a obra.
  - c. É feita uma compatibilização de projetos, mas não participamos desse processo. Apenas compartilhamos os dados da arquitetura para os profissionais de outras áreas desenvolverem os projetos complementares. Eles mesmos verificam os projetos e se responsabilizam pela compatibilização.
  - d. Não é feita compatibilização de projetos. Compartilhamos apenas o Projeto Arquitetônico Básico Legal para o desenvolvimento dos projetos complementares, mas os dados não são conferidos e a viabilidade técnica da proposta de projeto não é medida. Com isso, acabamos descobrindo erros e interferências de projeto somente durante a obra.
  - e. Não é feita compatibilização de projetos e não compartilhamos arquivos com os dados de projeto. O cliente se responsabiliza por enviar as folhas de projeto para profissionais de outras áreas desenvolverem os projetos complementares.
  - f. Outro.

**13 - Vocês acreditam que seus projetos sejam feitos de forma integrada, com todas as áreas de projetos (arquitetura, estrutura, instalações, etc.) pensadas simultaneamente? Existe uma coordenação de projetos que auxilie vocês nisso?**

- a. O Design/projeto é pensando de forma integrada. Essa integração é potencializada pela presença de um coordenador de projetos, que gerencia as equipes multidisciplinares de projetos.
- b. O Design/projeto é pensando de forma integrada, mas não temos uma coordenação de projetos. O que garante a integração são os profissionais de diferentes áreas desempenhando bem suas funções, com comunicação e

compartilhamento de conhecimento e dados entre os outros membros da equipe.

- c. Não desenvolvemos o Design/projeto de forma integrada. Cada profissional desempenha suas funções, de acordo com sua área, de forma separada. Mas há um coordenador que administra os projetos prontos dentro do canteiro de obras, interpretando e transmitindo as informações de projeto para os operários, tentando prever possíveis erros antes da execução.
- d. Não desenvolvemos o Design/projeto de forma integrada e não temos a ajuda de um coordenador de projetos. Com isso, acabamos descobrindo erros e interferências de projeto somente durante ou após a obra e vamos corrigindo isso conforme necessário.
- e. Outro.

**14 - Além de trabalhar no desenvolvimento de projetos, a empresa/escritório atua em obras?**

- a. Sim, fazemos apenas visitas técnicas às obras, mas não somos os responsáveis pela execução.
- b. Sim, fazemos o gerenciamento das obras e somos os responsáveis pela execução.
- c. Não, atuamos apenas no desenvolvimento de projetos. Não fazemos visitas técnicas e não gerenciamos as obras. Outros profissionais, de outras empresas, se encarregam destes serviços.
- d. Outro.

**15 - Durante o processo de execução de obras, quais problemas normalmente são relatados a vocês, ou quais problemas vocês mesmos percebem, que interferem no andamento e na qualidade da construção?**

- a. Não são relatados nem identificados problemas.
- b. Há atraso na entrega dos projetos na obra.
- c. Não existe comunicação entre projetistas, coordenadores de projetos e construtores.

- d. Não há presença de um coordenador de projetos no canteiro de obras, totalmente disponível para solução de problemas e tirar dúvidas de projeto.
- e. Muitas mudanças e alterações são feitas de última hora, durante da execução de obras, por causa de erros de projeto.
- f. Os clientes solicitam muitas mudanças e alterações de projeto, que são feitas de última hora, durante da execução de obras.
- g. Há erros de projetos ou informações incompletas sobre a construção.
- h. Os projetos são confusos/complexos, há conflitos de documentos, os construtores não conseguem ler e interpretar os dados de projetos.
- i. Os projetistas não fazem visitas às obras, sendo difícil a interação com eles para que dúvidas sejam sanadas.
- j. Há atraso na aprovação dos projetos em Prefeitura e órgãos competentes.
- k. Há interferências nos projetos de diferentes áreas (instalações projetadas em locais errados, estrutura atrapalhando instalações, estrutura aparente, elementos de projeto em locais inviáveis, tornando difícil/impossível a execução).
- l. Outros.

**16 - Qual o nível de conhecimento sobre BIM entre os profissionais do escritório?**

- a. Conhecemos o BIM (seus benefícios, processos, softwares, etc.), mas não utilizamos em nossos processos.
- b. Conhecemos o BIM e utilizamos softwares BIM em nossos processos.
- c. Nosso conhecimento sobre BIM é mediano, sabemos os conceitos, benefícios e processos, mas não dominamos as ferramentas e softwares.
- d. Nosso conhecimento sobre BIM é baixo ou mediano, não seguimos seus processos, mas utilizamos softwares BIM (Revit, ArchiCad, outros).
- e. Não conhecemos o BIM, mas utilizamos softwares BIM em nossos processos.
- f. Não conhecemos o BIM e não utilizamos softwares BIM em nossos processos.
- g. Outro.

**17 - A adoção do BIM por empresas e profissionais é um processo de longo prazo desenvolvido em estágios. Qual opção melhor caracteriza o atual estágio do escritório?**

- a. Estágio Zero (Pré-BIM) – desenvolvimento de desenhos CAD 2D, com algumas visualizações em 3D, porém sem integração entre as informações geradas no processo de trabalho, como quantitativos e especificações, sem comunicação e compartilhamento de dados – nesse estágio, o processo de projeto é sequencial e assíncrono (sem participação dos projetistas em conjunto, simultaneamente).
- b. Estágio 1 (fase inicial da implementação do BIM) – apresentação uma modelagem individual das disciplinas através de softwares como Archicad, Revit, entre outros – nesse estágio é possível criar automaticamente desenhos e compatibilizar projetos, porém a troca de informações não ocorre, de forma satisfatória.
- c. Estágio 2 – a troca de informações de projetos é feita de forma satisfatória, com compartilhamento de arquivos em formatos proprietários ou de exportações em IFC (Industry Foundation Classes), em uma comunicação ainda assíncrona (sem participação dos projetistas em conjunto, simultaneamente), sem integração interdisciplinar de modelos, mas com definição de responsabilidades, cada profissional com suas funções bem definidas.
- d. Estágio 3 – criação de modelos mais ricos, compartilhados e gerenciados através de todo ciclo de vida do edifício, podendo ocorrer uma integração e troca interdisciplinar de modelos, permitindo análises mais detalhadas do desempenho do edifício. Nesse estágio podem ocorrer trocas síncronas (profissionais em locais diferentes interagindo uns com os outros simultaneamente através de tecnologia de comunicação) que ocorrem através do modelo BIM, ocasionando a superposição de fases do projeto.
- e. Estágio 4 – corresponde ao IPD (Integrated Project Delivery), caracterizado pela alteração nas relações contratuais e na colaboração efetiva de todos os agentes envolvidos.
- f. Outros.

**18 - Para quais atividades os profissionais do escritório, e terceirizados, utilizam o BIM?**

- a. Não conhecemos e não utilizamos BIM.
- b. Visualização em 3D para controle e revisões de projetos.
- c. Visualização em 3D para documentação e detalhamento de projetos.
- d. Representação realística da edificação, realidade virtual, ou realidade aumentada.
- e. Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa de projeto.
- f. Reação rápida a mudanças de projeto (alterações atualizadas automaticamente).
- g. Sincronização de projeto e planejamento da construção.
- h. Análise de projetos para verificação de requisitos e normas.
- i. Análise de projetos para levantamento de quantitativos e estimativas de custo
- j. Análises estruturais.
- k. Análises de instalações elétricas, hidrossanitárias e outras.
- l. Análise de projetos para luminotécnica.
- m. Análise de projetos para implantação no terreno e/ou estudo de radiação solar.
- n. Análise de interferências e erros de projetos.
- o. Análise de projetos para sustentabilidade.
- p. Outro.

**Contextualização para a próxima pergunta:**

***A colaboração é uma atividade na qual uma tarefa compartilhada é alcançável apenas quando os recursos coletivos de uma equipe são reunidos. Contribuições para o trabalho são coordenadas por meio de comunicações e compartilhamento de informação e conhecimento.***

**19 - Vocês consideram o processo de projeto do escritório como um processo colaborativo?**

- a. Sim, acreditamos que desenvolvemos um trabalho colaborativo (com interação da equipe e integração de projetos de outras áreas), potencializado pelo uso do BIM.
- b. Sim, acreditamos que desenvolvemos um trabalho colaborativo, mesmo não utilizando o BIM, devido à interação da equipe e à integração de nossos projetos com projetos e profissionais de outras áreas.
- c. Estamos caminhando para um trabalho colaborativo, os participantes dos projetos não estão totalmente engajados, os projetos ainda apresentam muitas falhas, nossa comunicação com profissionais de outras áreas não é totalmente integrada. Utilizando ou não o BIM, muitas melhorias precisam ser feitas nos nossos processos.
- d. Não, mesmo conhecendo e/ou utilizando o BIM nós não trabalhamos de forma colaborativa. Precisamos trabalhar de forma mais integração e com mais interação entre os projetistas.
- e. Não, não trabalhamos de forma colaborativa e não conhecemos bem o BIM, o que indica que estamos desatualizados no mercado e precisamos fazer melhorias nos processos do escritório.
- f. Outro.

**20 - Descreva quais são as dificuldades encontradas durante o processo de projeto, desde a prospecção e relacionamento com clientes, até a entrega final dos projetos e início das obras, passando pelas apresentações e aprovações de anteprojetos, comunicação com outros profissionais, alterações de projetos, dificuldades técnicas e administrativas, usabilidade das ferramentas e softwares, facilidade no compartilhamento de informações, entre outras questões enfrentadas pelo escritório.**

## APÊNDICE B – Resultados das entrevistas

Quadro 6 – Resultados das entrevistas – Perguntas de 1 à 10.

Recursos-chave		Perguntas									
		1	2	3	4	5	6	7 *	8	9	10
Pessoas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Processos		X		X	X	X	X	X	X	X	X
Tecnologia								X			
Dados								X	X		
Empresas	<b>A</b>	a, c	B	a, d, e	C	e, f, g	b	-	a	a	a
	<b>B</b>	a, c	D	a, d	A	d, e, f, g	a	-	b	c	a
	<b>C</b>	a, c	C	a, d, e	C	e, f	b	-	a	a	a
	<b>D</b>	a, b, c	C	a, b, c, d	B	j	b	-	c	d	A
	<b>E</b>	a, b, c	C	a, d	C	d, e, f, g	a	-	a	d	A
	<b>F</b>	a, b, c	C	a, d, e	A	b, d, e, f, g	b	-	c	d	C
	<b>G</b>	a, b, c	C	a, d	C	b, d, e, f	a	-	c	d	C
	<b>H</b>	a, b, c	C	a, b, d	C	b, d, f, g	a	-	b	b	A
	<b>I</b>	a, c	B	a, d, e	C	d, e, f	a	-	c	a	A
	<b>J</b>	a, c	C	a, b, c, d, e	B	j	b	-	a	d	A
	<b>K</b>	a, c	B	a, d, e	A	e, f, g	a	-	c	d	B
	<b>L</b>	a, b, c	D	a, b, c, d, e	A	b	a	-	c	b	C
	<b>M</b>	a, b, c	C	a, b, c, d, e	B	k	a	-	c	d	A
	<b>N</b>	a, b, c	C	a, b, c	A	b, c, d, g	a	-	c	d	B
	<b>O</b>	a, c	B	a, d, e	C	j	b	-	a	d	D

\* Pergunta com resposta aberta.

Fonte: A autora (2022).

Quadro 7 – Resultados das entrevistas – Perguntas de 11 à 20.

Recursos-chave		Perguntas									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 *
Pessoas			X	X	X	X				X	X
Processos			X	X	X	X				X	X
Tecnologia		X	X				X	X	X	X	X
Dados		X	X	X		X					X
Empresas	<b>A</b>	a, e, f, p, q	C	c	A	e, f, h	a	a	a	c	-
	<b>B</b>	a, e, f, g, p, q	B	b	A	d, e, f, i	a	a	a	b	-
	<b>C</b>	a, d, q	C	c	A	b, e, f, g	c	a	a	e	-
	<b>D</b>	a, e, i, j, p, q	B	a	B	f, h	a	a	a	b	-
	<b>E</b>	a, e, f, p	C	b	A	d, e, f, h	a	a	a	c	-
	<b>F</b>	a, b, c, e, g, i, j, p	B	b	A	f, h, i	a	a	a	b	-
	<b>G</b>	a, c, e, p, q	A	a	A	f, h	b	c	b, c, d, e	a	-
	<b>H</b>	a, e, i, p	B	b	A	d, e, f	a	a	a	b	-
	<b>I</b>	a, e, i, j, p, q	B	b	A	c, f, g, h	a	a	a	b	-
	<b>J</b>	a, e, f, i, j, q	B	c	B	b, e, f, g, h, k	a	a	a	c	-
	<b>K</b>	a, b, e, p, q	B	a	A	e, f, h, i	b	b	b, c, d, e, f, i, j, k	a	-
	<b>L</b>	a, b, e, f, k, r	B	a	B	f, h	a	a	a	b	-
	<b>M</b>	a, e, k, p, q	B	a	A	f, h, j	a	a	a	b	-
	<b>N</b>	a, b, c, e, i, j, l, m, o, p, q	A	a	A	f, h	b	c	b, c, d, e, g, i, j, k, n	a	-
	<b>O</b>	a, e, q	C	c	A	f, g, h	c	a	a	e	-

\* Pergunta com resposta aberta.

Fonte: A autora (2022).