UNIVERSIDADE DE SOROCABA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS

Daniel Felipe Pereira Iwai Mariano

METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DE OBRAS INTEGRANDO BIM AOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS, PROJETO E EXECUÇÃO

Sorocaba/SP
2023

Daniel Felipe Pereira Iwai Mariano

METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DE OBRAS INTEGRANDO BIM AOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS, PROJETO E EXECUÇÃO

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Processos Tecnológicos e Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves

Sorocaba/SP

2023

Ficha Catalográfica

Mariano, Daniel Felipe Pereira Iwai
M286m Metodologia de execução de obras integrando BIM aos processos construtivos, projeto e execução / Daniel Felipe Pereira Iwai Mariano. – 2023.
156 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves.
Dissertação (Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais) – Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2023.

1. Construção civil. 2. Modelagem de informação da construção. 3. Construção civil – Simulação por computadores – Manuais, guias, etc. 4. Administração de projetos – Controle de qualidade. I. Gonçalves, Daniel Bertoli, orient. II. Universidade de Sorocaba. III. Título.

Elaborada por Regina Célia Ferreira Boaventura – CRB-8/6179.

Daniel Felipe Pereira Iwai Mariano

METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DE OBRAS INTEGRANDO BIM AOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS, PROJETO E EXECUÇÃO

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Processos Tecnológicos e Ambientais.

Aprovado em: 10/10/2023

BANCA EXAMINADORA:

gov.br Documento assinado digitalmente
DANIEL BERTOLI GONCALVES
Data: 26/03/2024 15:01:44-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves
Universidade de Sorocaba (UNISO)

gov.br Documento assinado digitalmente
LESTER DE ABREU FARIA
Data: 26/03/2024 16:26:24-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Lester de Abreu Faria
Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA)

gov.br Documento assinado digitalmente
ROGER DOS SANTOS
Data: 19/04/2024 12:05:07-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Roger dos Santos
Universidade de Sorocaba (UNISO)

Dedico este trabalho de Pós-Graduação e meu título de Mestre à minha família, que nunca se negou a me presentear com todas as forças que precisei para encarar as batalhas da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde que tenho, pois, sem isso, não seria capaz de me dedicar da forma gostaria aos estudos que almejo como profissional.

Agradeço à minha família, pois são as pessoas mais importantes da minha vida, que sempre me motivam a se levantar e seguir lutando.

Agradeço à minha esposa, companheira, com quem compartilho os sonhos que mal podem ser descritos em palavras.

Agradeço aos meus professores, pois sem eles não seria possível estar realizando tal feito, e, tampouco, chegando tão longe.

Agradeço especialmente ao professor Daniel Bertoli Gonçalves, orientador, professor e amigo, por me auxiliar durante essa jornada.

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante.”

Augusto Branco (Vida)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia de execução de obras que integre o *Building Information Modeling* (BIM) aos processos construtivos de projeto e execução. Estima-se que, por meio da organização lógica dos processos e de um fluxo de etapas otimizadas, seja possível melhorar as técnicas e serviços atuais do setor da construção. Para tal, foram realizados estudos acerca do tema, a fim de gerar uma base de dados pautada na bibliografia existente, nos documentos relacionados e nos estudos de caso com escritórios previamente selecionados. Foi, então, elaborada uma proposta de metodologia de execução de obras, integrando o BIM aos processos construtivos. Em paralelo, ao decorrer da proposta da metodologia, foram realizados estudos comparativos entre os modelos de execução atuais e a metodologia proposta, que, ao final da pesquisa, correspondeu à abordagem de onze processos construtivos projetuais e vinte e quatro processos executivos. Os indicadores potencializados por meio da metodologia proposta correspondem ao tempo e ao custo das obras, pois um fluxo otimizado de etapas interage diretamente com tais fatores, estimando a melhoraria dos processos construtivos dos profissionais AEC. Contudo, ainda que haja vantagens, os resultados da pesquisa demonstram que BIM apresenta dificuldades para a sua implementação, principalmente pelas suas dificuldades de implementação e pela aceitação do uso da metodologia.

Palavras-chave: Execução de obras; *Building Information Modeling*; *BIM;* Processos Construtivos.

ABSTRACT

This work aims to develop a methodology for the execution of construction projects by integrating Building Information Modeling (BIM) into both the design and construction processes. It is estimated that through the logical organization of processes and an optimized workflow, it is possible to enhance the techniques and services currently used in the construction industry. To achieve this, studies were conducted on the subject to create a database of existing literature, related documents, and case studies with pre-selected offices. Subsequently, a proposal for a methodology for the execution of construction projects, integrating BIM into the construction processes, was developed. Throughout the proposal of the methodology, comparisons were made between the current execution models and the proposed methodology, which, at the end of the research, covered the approach to eleven design and twenty-four execution construction processes, totaling thirty-five. The indicators enhanced by the proposed methodology include the scope, time, and cost of the projects since an optimized workflow directly impacts these indicators. It is expected to improve the construction processes of AEC professionals. However, despite the advantages, the research results indicate that BIM still faces challenges in its implementation, primarily due to difficulties in adopting and accepting the methodology.

Keywords: Construction project execution; Building Information Modeling; BIM; Construction Processes.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1D – Informações lineares, como comprimentos, alturas, larguras e quantidades.

2D – Representação em duas dimensões.

3D – Representação em três dimensões.

4D – Aspecto temporal do projeto.

5D – Informações de custos.

6D – Informações de sustentabilidade e eficiência energética.

7D – Informações relacionadas a gestão de instalações e operações.

8D – Questões de segurança, saúde e bem-estar.

9D – Informações legais e contratuais.

10D – Informações relacionadas à interoperabilidade e integração de diferentes sistemas e plataformas.

AEC – Arquitetura, engenharia e construção.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT NBR – Norma Brasileira.

AECO – Arquitetura, engenharia, construção e operação.

ARCHICAD – *Software* de auxílio de desenho digital que utiliza a metodologia BIM.

AQUA-HQE – Alta qualidade ambiental.

AUTOCAD – *Software* de auxílio de desenho digital que utiliza a metodologia CAD.

BIM – *Building Information Modeling*.

BIM BR – Estratégia governamental para estimulação e aplicação do BIM.

CBIC – Câmara brasileira da indústria da construção.

CAD – *Computer Aided Design*.

CTE – Conhecimento de transporte eletrônico.

ETEC – Escola técnica estadual.

FGV – Fundação Getúlio Vargas.

GSA – *United States General Services Administrative*.

IC – Instituto da construção.

IFC – *Industry Foundation Classes*.

INCC-M – Índice nacional do custo da construção.

REVIT – *Software* de auxílio de desenho digital que utiliza a metodologia BIM.

SGE – Sistema de gestão do empreendimento.

TEMPLATE – tema atribuindo informações visuais e tradução de funcionalidades.

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido.

TI – Tecnologia da informação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Ciclo de vida de um empreendimento com BIM.....20

Figura 02 – Dimensões do BIM de 3D a 10D.....22

Figura 03 – Indicação de *softwares* BIM para cada etapa de trabalho.....26

Figura 04 – Ciclo de gerenciamento da informação.....29

Figura 05 – Níveis de maturidade da adoção da metodologia BIM.....31

Figura 06 – Níveis de maturidade da adoção da metodologia BIM, descrição.....32

Figura 07 – Gráfico comparativo entre as metodologias BIM e CAD.....34

Figura 08 – Fluxograma da pesquisa.....35

Figura 09 – Resultados da questão nº 01 do Anexo D – estudos de caso, questionário.....39

Figura 10 – Resultados da questão nº 02 do Anexo D – estudos de caso, questionário.....40

Figura 11 – Resultados da questão nº 03 do Anexo D – estudos de caso, questionário.....41

Figura 12 – Resultados da questão nº 04 do Anexo D – estudos de caso, questionário.....42

Figura 13 – Resultados da questão nº 05 do Anexo D – estudos de caso, questionário.....43

Figura 14 – Metodologias de execução de obras citadas e listagem dos processos...45

Figura 15 – Processos construtivos da etapa projetual, fluxo e ordenação.....48

Figura 16 – Processo destacado nº 01, etapa projetual.....49

Figura 17 – Processo destacado nº 02, etapa projetual.....51

Figura 18 – Processo destacado nº 03, etapa projetual.....53

Figura 19 – Processo destacado nº 04, etapa projetual.....55

Figura 20 – Processo destacado nº 05, etapa projetual.....57

Figura 21 – Processo destacado nº 06, etapa projetual.....59
Figura 22 – Processo destacado nº 07, etapa projetual.....61
Figura 23 – Processo destacado nº 08, etapa projetual.....63
Figura 24 – Processo destacado nº 09, etapa projetual.....64
Figura 25 – Processo destacado nº 10, etapa executiva.....66
Figura 26 – Processos construtivos da etapa executiva, fluxo e ordenação.....69
Figura 27 – Processo destacado nº 01, etapa executiva.....70
Figura 28 – Processo destacado nº 02, etapa executiva.....72
Figura 29 – Processo destacado nº 03, etapa executiva.....74
Figura 30 – Processo destacado nº 04, etapa executiva.....76
Figura 31 – Processo destacado nº 05, etapa executiva.....78
Figura 32 – Processo destacado nº 06, etapa executiva.....80
Figura 33 – Processo destacado nº 07, etapa executiva.....82
Figura 34 – Processo destacado nº 08, etapa executiva.....84
Figura 35 – Processo destacado nº 09, etapa executiva.....86
Figura 36 – Processo destacado nº 10, etapa executiva.....88
Figura 37 – Processo destacado nº 11, etapa executiva.....90
Figura 38 – Processo destacado nº 12, etapa executiva.....92
Figura 39 – Processo destacado nº 13, etapa executiva.....94
Figura 40 – Processo destacado nº 14, etapa executiva.....96
Figura 41 – Processo destacado nº 15, etapa executiva.....98
Figura 42 – Processo destacado nº 16, etapa executiva.....100
Figura 43 – Processo destacado nº 17, etapa executiva.....102
Figura 44 – Processo destacado nº 18, etapa executiva.....104
Figura 45 – Processo destacado nº 19, etapa executiva.....106

Figura 46 – Processo destacado nº 20, etapa executiva.....108

Figura 47 – Processo destacado nº 21, etapa executiva.....110

Figura 48 – Processo destacado nº 22, etapa executiva.....112

Figura 49 – Processo destacado nº 23, etapa executiva.....114

Figura 50 – Processo destacado nº 24, etapa executiva.....116

Figura 51 – Relação de processos construtivos da metodologia de execução de obras proposta.....118

Figura 52 – Análise comparativa entre as metodologias, etapa projetual.....119

Figura 53 – Análise comparativa entre as metodologias, etapa executiva.....120

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 OBJETIVOS 24
2.1 Objetivo Geral 24
2.2 Objetivos específicos 24
3 REFERENCIAL TEÓRICO 25
3.1 Definição de BIM 25
3.2 Vantagens da metodologia BIM 27
3.3 Dificuldades da implementação do BIM 30
3.4 Metodologia CAD e BIM 33
4 METODOLOGIA 35
5 RESULTADOS E ANÁLISE 38
5.1 Resultados dos estudos de casos 38
5.2 Análise das metodologias de execução de obras e desenvolvimento da proposta 45
5.3 Mapeamento dos processos construtivos citados e proposta de processo terceiro 47
5.3.1 Mapeamento dos processos construtivos, etapa projetual 48
5.3.1.1 Etapa projetual 01: Interação com o(s) usuário(s). 49
5.3.1.2 Etapa projetual 02: Orçamento e proposta 51
5.3.1.3 Etapa projetual 03: Contrato de trabalho 53
5.3.1.4 Etapa projetual 04: Documentação do(s) cliente(s) 55
5.3.1.5 Etapa projetual 05: Estudos preliminares 57
5.3.2 Mapeamento dos processos construtivos, etapa executiva 69
5.3.2.1 Etapa executiva 01: Mobilização da obra 70
5.3.2.2 Etapa executiva 02: locação do gabarito 72
5.3.2.3 Etapa executiva 03: Fundação 74
5.3.2.4 Etapa executiva 04: Embasamento e impermeabilização 76
5.3.2.5 Etapa executiva 05: Contrapiso 78
5.3.2.6 Etapa executiva 06: Estruturação dos pilares, e alvenaria de meia parede 80
5.3.2.7 Etapa executiva 07: Alvenaria e concretagem 82
5.3.2.8 Etapa executiva 08: Estrutura das vigas e lajes 84
5.3.2.9 Etapa executiva 09: Pré-instalação elétrica 86
5.3.2.10 Etapa executiva 10: Pré-instalação hidráulica 88
5.3.2.11 Etapa executiva 11: Concretagem das vigas e lajes 90

5.3.2.12 Etapa executiva 12: Cobertura 92
5.3.2.13 Etapa executiva 13: Instalação elétrica 94
5.3.2.14 Etapa executiva 14: Instalação hidráulica 96
5.3.2.15 Etapa executiva 15: Reboco interno e externo 98
5.3.2.16 Etapa executiva 16: Regularização e contra-piso 100
5.3.2.17 Etapa executiva 17: Acabamento dos forros 102
5.3.2.18 Etapa executiva 18: Batentes e contramarcos 104
5.3.2.19 Etapa executiva 19: Bancadas fixas e sapatas 106
5.3.2.20 Etapa executiva 20: Pisos e revestimentos 108
5.3.2.21 Etapa executiva 21: Pintura 110
5.3.2.22 Etapa executiva 22: Elementos de acabamento 112
5.3.2.23 Etapa executiva 23: Limpeza pós-obra 114
5.3.2.24 Etapa executiva 24: Laudo técnico e finalização 116
5.4 Resumo da metodologia proposta 118
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 122
REFERÊNCIAS 124
ANEXO A – Vantagens do uso do BIM 127
ANEXO B – Dificuldades para implementação do BIM 128
ANEXO C – As dimensões do BIM de 1D a 10D 129
ANEXO D – Estudos de caso, questionário 131
ANEXO E – Estudos preliminares, discussão 133
ANEXO F – Elementos do projeto arquitetônico 134
ANEXO G – Projetos complementares, discussão 136
ANEXO H – Vantagens da metodologia BIM para a compatibilização de projetos arquitetônicos e complementares 137
ANEXO I – Elementos do projeto executivo 139
ANEXO J – Serviços preliminares que compreendem a mobilização da obra 141
ANEXO K – Tipos de solo predominantes no território Brasileiro 143
ANEXO L – Tipos de fundação 144
ANEXO M – Aterro e compactação 146
ANEXO N – Ferramenta BimX, suas funções e vantagens 147
ANEXO O – Etapas da concretagem 148
ANEXO P – Reboco interno e externo, discussão 149
ANEXO Q – Subprocessos para a instalação de pisos e revestimentos 150
ANEXO R – Laudo técnico e inspeção final da funcionalidade da edificação, itens a serem avaliados 152
ANEXO S – Projeto executivo, cabana dos girassóis 153

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, devido à crescente competitividade no mercado de trabalho e aos custos elevados da construção arquitetônica, as empresas e empreendimentos do setor enfrentam o desafio de tomar decisões que priorizem a otimização dos processos construtivos, com foco nos indicadores de escopo, tempo e custo, a fim de viabilizar a execução de edificações com maior qualidade e eficiência econômica. Acredita-se que uma metodologia otimizada é essencial nesse contexto.

De acordo com estimativas do Informativo da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), espera-se um aumento de 2,5% no valor total do mercado da construção civil brasileira em 2023. Esses dados estão relacionados a um cenário que, nos últimos dois anos (2021/2022), apresentou um crescimento de 17,7% em comparação aos 8,2% da economia nacional como um todo. Nos últimos doze meses da pesquisa sozinhos, observou-se um crescimento de cerca de 8,8% no mesmo setor.

Em relação os custos dos materiais de construção, dados publicados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) sobre o Índice Nacional de Custo da Construção (INCC-M) mostram que, em 2022, houve um aumento de 9,40% – número que, apesar de menor do que os 13,84% do ano anterior (2021) no que diz respeito aos custos brutos de materiais como vergalhões de aço, arames, estruturas armadas, entre outros, continua elevado.

Em meio às previsões de crescimento e de custos elevados, a demanda no setor de construção se mostra continuamente em alta, acompanhada de novas técnicas e metodologias que buscam aprimorar os processos construtivos e melhorar a qualidade final do trabalho. Esses avanços também influenciam indiretamente no surgimento de novas tendências ou na adaptação de tendências passadas com a incorporação de elementos modernos, como a integração da sustentabilidade nas edificações, a digitalização de processos e documentos e a adoção de elementos da chamada indústria (ou, ainda, revolução 4.0). A evolução é uma característica inerente à natureza humana, que busca progredir à medida que novas necessidades são identificadas, especialmente por meio dos indicadores sensoriais, espaciais e emocionais. Essas necessidades continuam sendo expressas por meio da arquitetura e refletidas nas formas das edificações ao longo da história humana, pois como citado

por Jacobs (2022, p.16), “as cidades são um imenso laboratório de tentativa e erro, fracasso e sucesso, em termos de construção e desenho urbano’’.

De acordo com a ABNT NBR 15575-1:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho[1], entende-se como processo construtivo a sequência ordenada de etapas e atividades realizadas durante a construção de uma edificação, envolvendo a execução dos elementos construtivos e a integração dos sistemas que compõem a edificação, levando em consideração as condições de projeto e as especificações técnicas estabelecidas. Portanto, a execução correta das etapas de uma obra é um fator determinante para a qualidade final da mesma. Contudo, apenas reconhecer tais etapas e saber aplicá-las, não é suficiente: deve-se, antes de mais nada, saber ordená-las de forma lógica por meio de uma metodologia composta por vários processos. Assim, dentre as metodologias disponíveis no mercado atual relacionadas aos setores da arquitetura, engenharia e construção (AEC), destacam-se as metodologias CAD (c*omputer aided design*) e BIM (*building information modeling*) como concorrentes diretos pela liderança do mercado de projetos e da construção.

O AutoCAD, ou, CAD, como é chamado, foi desenvolvido por John Walker no ano de 1982, junto à fundação da empresa Autodesk, se tornando o primeiro *software* a trazer resultados significativos para mundo dos projetos e impactando não só a arquitetura, mas também a engenharia na maioria dos ramos construtivos profissionais.

O BIM, por sua vez, trata-se de uma metodologia de trabalho que envolve a criação, o gerenciamento e o uso de informações digitais detalhadas de um edifício ou infraestrutura ao longo de seu ciclo de vida. O BIM é amplamente utilizado na indústria da AEC para facilitar a colaboração, melhorar a eficiência e otimizar o processo de construção. Em vez de utilizar apenas desenhos em 2D, o BIM possibilita a criação de modelos virtuais 3D completos, que contêm informações detalhadas sobre os elementos da construção (como paredes, pisos, instalações elétricas, tubulações, entre outros). Além disso, o BIM também armazena dados adicionais sobre o projeto, como características dos materiais, custos, prazos, especificações técnicas e requisitos de desempenho. Os modelos BIM podem ser compartilhados e

[1] ABNT NBR 15575-1:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho. Estabelece critérios e requisitos mínimos de desempenho que devem ser atendidos por edificações habitacionais no Brasil.

acessados por diferentes profissionais envolvidos no ciclo de vida da edificação, incluindo arquitetos, engenheiros, construtores e gerentes de instalações. Isso facilita a colaboração, a detecção precoce de conflitos, a análise de desempenho, a visualização realista do projeto, e a extração de informações úteis para tomada de decisões em todas as etapas da mesma, desde a concepção, a operação e posterior manutenção.

Conforme observado por Campestrini (2015), ao empregar os *softwares* integrados ao sistema BIM unicamente como uma plataforma de desenvolvimento de projetos, é possível alcançar uma diminuição dos custos na faixa de 2% a 5% do montante total da obra, desde que haja uma completa compatibilização prévia à execução da mesma. Contudo, quando o sistema BIM é adotado como um agente de transformação de processos, os cortes nos custos podem ser ampliados significativamente, chegando a um aumento de até dez vezes. Essa ampliação requer, no entanto, uma mudança profunda na cultura e nos hábitos dos profissionais, a fim de incentivar a efetiva utilização dessa ferramenta.

As práticas relacionadas ao uso do BIM têm ganhado cada vez mais relevância no setor da construção, a ponto de o governo federal estabelecer planos para sua implementação parcial e até mesmo integral em órgãos públicos. Isso demonstra o reconhecimento da eficácia e do potencial dessas ferramentas na otimização dos processos construtivos atuais.

O Decreto Federal nº 9.983 de 22 de agosto de 2019, que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* no Brasil (Estratégia BIM BR), instituída com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e a sua difusão no País, traz entre seus objetivos explanar os seus benefícios, coordenar a estruturação do setor público para a adoção da nova metodologia, criar condições favoráveis para o investimento público e privado, estimular a capacitação dos profissionais, dentre outros (BRASIL, 2019).

No ano subsequente a esta promulgação, tal assunto recebe atenção novamente, dessa vez sobre o Decreto nº 10.306 de 02 de abril de 2020[2], Diário Oficial da União, que estabelece a utilização do *Building Information Modeling* (BIM) na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos

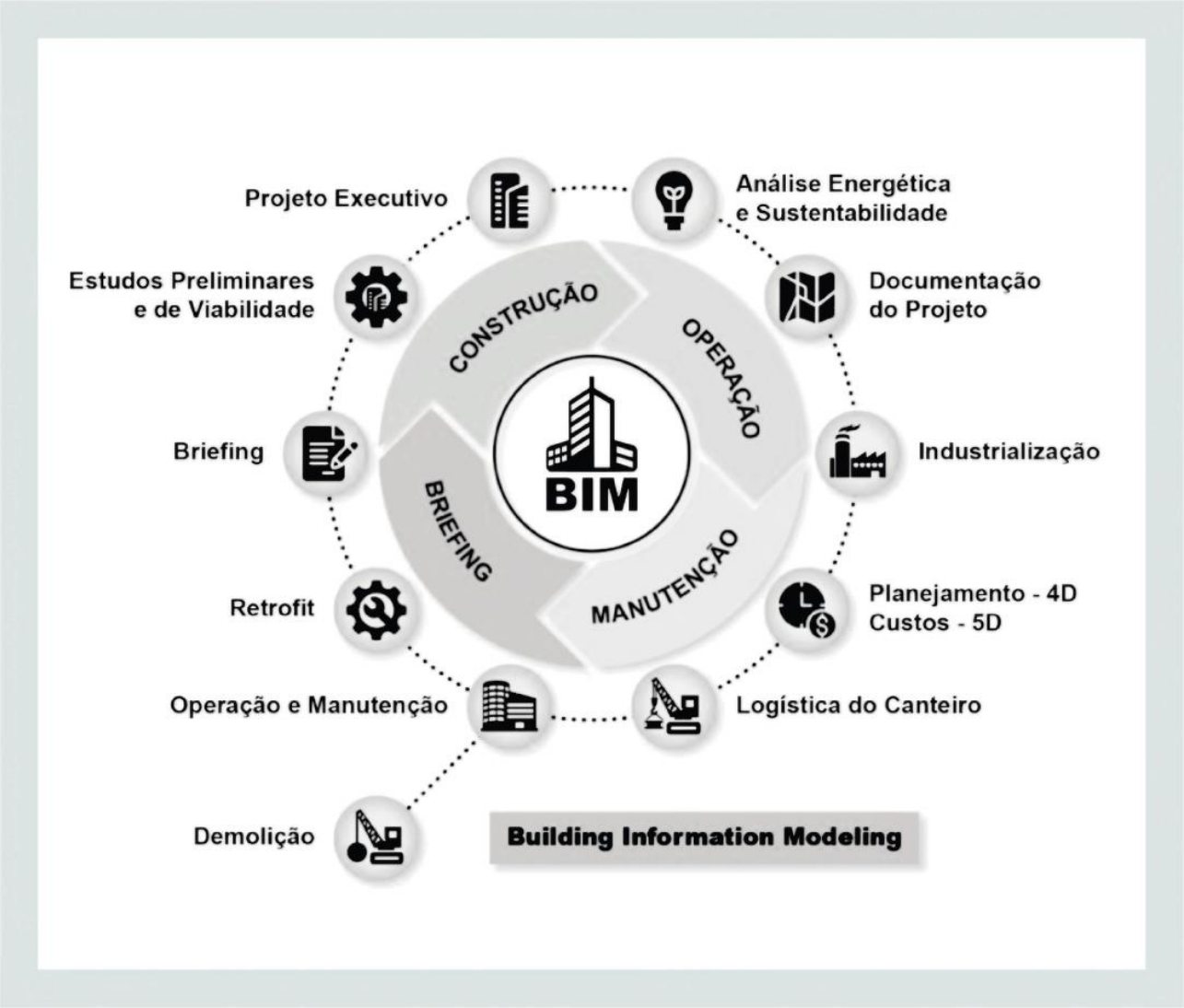
[2] Decreto nº 10.306 de 02 de abril de 2020 – Estabelece critérios retificados.

e pelas entidades da administração pública federal, a fim de disseminar nacionalmente o BIM, objetivando a implementação (i) inicial do BIM para o ano de 2021, com o objetivo de intervir nas elaborações de projetos e infraestrutura; (ii) intermediária para o ano de 2024, com o objetivo de realizar orçamentos e quantitativos assim como a atualização de modelos (*as built*); e (iii) integral para o ano de 2028, aplicado ao gerenciamento, gestão e manutenção de obras (BRASIL, 2020).

É neste contexto que o presente trabalho coloca como hipótese inicial que já ocorre um crescimento no interesse da utilização de BIM entre os profissionais de AEC no país, o que reforça a necessidade de pesquisas e produção de material técnico e bibliográfico para melhorar a divulgação da tecnologia.

A modelagem da informação, ou BIM, pode ser aplicada em todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a concepção de uma ideia, passando pelo desenvolvimento e de construção de um projeto, até após a conclusão da obra (CBIC, 2022). Relacionando-se as questões empregadas ao uso do BIM, propõe-se que tal pesquisa aborde apenas os campos geridos pela construção arquitetônica (associados apenas à melhora dos processos construtivos por meio da metodologia proposta) sobre os tópicos *briefing*; estudos preliminares e de viabilidade; e projeto executivo. A Figura 01 determina os campos de intervenção referentes a etapa da construção:

Figura 01: Ciclo de vida de um empreendimento com BIM



Fonte: Adaptado de Proli Engenharia (2023)

Briefing, ou resumo, corresponde à primeira etapa da construção (conforme visto na Figura 01) e trata-se do conjunto de informações – esses dados são coletados previamente em uma reunião e, então, após a consolidação e estudo deles, o desenvolvimento de um trabalho ou projeto é continuado. O resumo, deve produzir um roteiro de ações, com o objetivo de criar soluções lógicas para o cliente e para os interessados, ou seja, é basicamente o mapeamento do problema, que indicará as primeiras ideias e soluções viáveis sobre a resolução dos indicadores de escopo, tempo e custo, visando uma melhora significativa na economia e qualidade final da edificação. Tal instrumento é bastante utilizado em meios administrativos, públicos, artísticos e outros.

Estudos preliminares correspondem ao item intermediário da etapa da construção (conforme Figura 01) e tratam-se dos estudos referenciados ao entorno imediato, terreno e edificação, com objetivo de otimizar o projeto conforme as necessidades do cliente, mitigando os impactos gerados pela construção a ser executada.

Projeto executivo corresponde ao item final da etapa da construção (conforme Figura 01) e representa o projeto legal a ser desenvolvido e finalizado, ou seja, pronto para ir para a obra e gerir as informações da mesma.

A aplicação do BIM compreende também as dimensões de 1D a 10D, conforme a Figura 02 (abaixo) e o Anexo C. Em relação à modelagem da informação (ou ao modelo digital 3D), são suficientes apenas três entre todas as dimensões para abordar uma melhora significativa nos processos construtivos. Todavia, para que possa ser possível representar o ciclo de vida do empreendimento como um todo, incluindo a posterior manutenção e afins, as demais dimensões se fazem necessárias. As dimensões do BIM, de 1D a 10D e suas respectivas áreas de influência, são mais bem discutidas no Anexo C; porém, podem ser traduzidas, de forma simplificada, como:

1D. Projeto colaborativo, leis e contratos.

2D. Fluxo de trabalho e modelo de implementação.

3D. Modelo 3D e informação.

4D. Planejamento, conferência de dados e conflitos.

5D. Medidas e orçamentos.

6D. Energia, eficiência e sustentabilidade.

7D. Infraestrutura e gerenciamento facilitado do estado real da construção.

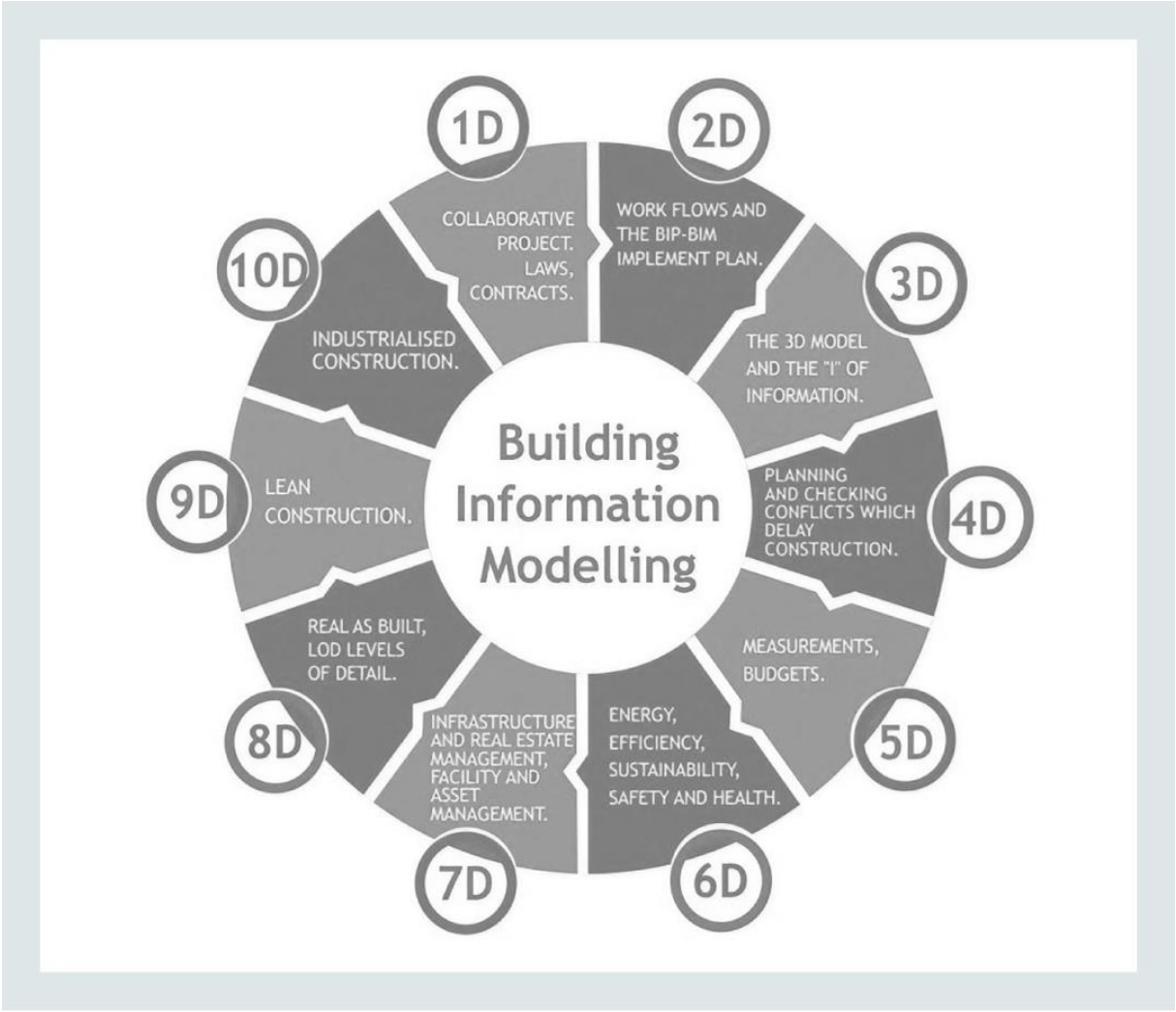
8D. Detalhes e camadas da construção ora consolidada.

9D. Resumo da construção.

10D. Construção e implementação industrial.

Por meio desta pesquisa, estima-se abordar, apenas, as dimensões 3D (modelo 3D e informação) e 4D (planejamento, conferência de dados e conflitos), conforme apresentado abaixo pela Figura 02.

Figura 02: Dimensões do BIM 1D a 10D



Fonte: Adaptado de centrelinestudio.com (2021)

Portanto, visto que BIM compreende, conforme apresentado, o ciclo de vida de uma edificação e demonstra capacidade necessária para integrar processos construtivos de forma positiva – não apenas da etapa projetual, mas também da executiva –, além das propostas governamentais apresentadas anteriormente, optou-se pela utilização deste para desenvolver a proposta desse trabalho, que é uma metodologia de execução de obras, integrando o BIM aos processos construtivos e excluindo o uso da metodologia CAD.

Desse modo, esta pesquisa busca abordar os processos construtivos de uma edificação arquitetônica de modo a organizar todas as etapas envolvidas por meio de um fluxo otimizado e ordenado, que nomearemos como uma proposta de metodologia de execução de obras, integrando BIM processos construtivos, projeto e execução.

Como estratégia para tal, o trabalho inicia com a contextualização do problema de pesquisa, seguido pelos objetivos específicos apresentados no Item 2. No Item 3, uma revisão de literatura aborda os principais conceitos e teorias que embasam o estudo. O Item 4 detalha os métodos e abordagens utilizados para obter os resultados desejados. No Item 5, são analisadas as etapas construtivas que compõem o ciclo de vida de uma obra, abordando dados a respeito dos processos construtivos, com avaliação crítica dos conteúdos disponíveis, coleta e análise de dados para aprimoramento dessas etapas, culminando na proposição da metodologia de execução resultante. A conclusão, no Item 6, recapitula os principais tópicos, destaca os objetivos alcançados, aborda implicações práticas e teóricas dos resultados e oferece sugestões para futuras pesquisas. O trabalho inclui, ainda, uma lista de referências bibliográficas e apêndices/anexos, disponíveis para uma compreensão mais detalhada do estudo.

Estima-se que, uma vez que concluído, o material resultante desta poderá ser aplicado à práticas educacionais mediante a formação dos profissionais AEC, podendo ser incluída nas Escolas Técnicas Estaduais (ETEC) assim como no Instituto da Construção (IC) e também, ser incluída a grades universitárias de matérias relacionadas, como arquitetura, engenharias e afins, com o objetivo de capacitar o futuro profissional às práticas de um canteiro de obras, além de direcioná-lo para o setor executivo, em campo, em etapas posteriores ao desenvolvimento e a aprovação de projetos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma metodologia de execução de obras, integrando o BIM aos processos construtivos, visando a melhora significativa dos meios construtivos atuais por meio da otimização e ordenação lógica das etapas de trabalho.

2.2 Objetivos específicos

– Realizar um estudo bibliográfico acerca do tema da pesquisa, a fim de identificar os principais problemas e obstáculos relacionados às etapas de trabalho dos profissionais AEC.

– Conduzir uma pesquisa exploratória, por meio de múltiplos estudos de caso com escritório AEC previamente selecionados, objetivando levantar dados referentes ao uso do BIM nas etapas projetuais e executivas.

– Analisar documentos relacionados às metodologias de execução de obras disponíveis atualmente (até 2023), cujo o critério de adesão à pesquisa seja a compilação de dados referentes aos processos construtivos, projetuais e executivos tratados pela mesma obra.

– Realizar o mapeamento dos processos construtivos e de metodologias de execução de obras disponíveis atualmente, a fim de analisar e comparar as vantagens e desvantagem no emprego da mesma, quando relacionada as etapas de trabalho.

– Propor e apresentar os tópicos da metodologia de execução de obras, aplicando o BIM aos processos construtivos (objetivo principal desse trabalho).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Ao decorrer de tal item serão apresentados os conceitos fundamentais referentes a pesquisa. Primeiramente, será tratada a definição do BIM, suas vantagens e seus desafios de implementação, e, posteriormente, será realizado um comparativo entre as metodologias de trabalho atuais, CAD e BIM.

3.1 Definição de BIM

Segundo De Azevedo (2009, p. 15), BIM é um conceito que fundamentalmente envolve a modelação das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as especialidades, e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. Entende-se que

> [...] BIM poderia ser usado para definir soluções arquitetônicas e de engenharia que tem por objetivo produzir dados de qualidade para que um projeto tenha excelente performance, ou seja, o termo *Building Information Modeling* pode ser usado para dar significado ao processo de produção de dados para projetos de alta performance (Gaspar, 2019, p. 238).

Zuppa *et al.* (2009, p. 503) Define que o BIM é mais frequentemente percebido como ferramenta para visualização e coordenação do trabalho de arquitetura, engenharia e construção, evitando os erros e omissões.

Segundo Chien *et al.* (2014), BIM é uma tecnologia em desenvolvimento no qual os modelos de informações digitais são empregados em um espaço virtual para alcançar alta qualidade, construção eficiente e gerenciamento por todo o ciclo de vida de uma instalação.

Para Carvalho e Marchiori (2019, p. 225) “os pilares para a metodologia BIM são tecnologia, pessoas e processos conectados entre si por normas, boas práticas e procedimentos”.

Dentre os *softwares* BIM disponíveis no mercado atual, pode-se citar autores como Silva *et al.* (2012, p. 5) que indicam, de acordo com cada necessidade, um programa específico para a realização do serviço, e, da gestão de cada etapa. A Figura 03 ilustra essa afirmação:

Figura 03: Indicação de *softwares* BIM para cada etapa de trabalho.

APLICAÇÃO	*SOFTWARE* INDICADO
Estudo de viabilidade	Trelligence Afinnity Programming, Onuma System, Rufus Smart Planning.
Proj. Arquitetônico	Revit, Bentley, Archicad, Vectorworks.
Projeto MEP	Revit, Bentley Building Mechanical Systens, MEP Modeler.
Projeto Estrutural	Revit, Archicad, Tekla Structure.
Coordenação (clash detectation)	Navisworks Manage, Solibri Model.
Verificação	Solibri Model.

Fonte: Adaptado do Quadro 01, *softwares* BIM e seus usos de Silva *et al.* (2012).

Por sua vez, Máximo (2021, p.23) e também a Administração de Serviços Gerais dos Estados Unidos (GSA) entendem BIM como:

> [...] Um modelo digital de dados, não apenas para documentar o projeto de uma construção, mas também para simular a construção e a operação de uma nova construção ou de uma instalação já existente que se deseje modernizar.

De acordo com Carvalho e Marchiori (2019, p. 225) “os pilares para a metodologia BIM são tecnologia, pessoas e processos conectados entre si por normas, boas práticas e procedimentos”.

Para melhor compreender o que é BIM e no que se difere dos modelos tradicionais, torna-se necessário conhecer o conceito de parametria. Em um projeto paramétrico, primeiro deve-se definir a classe, ou família, e as regras que controlam

os parâmetros e relações com os demais elementos com os quais está interconectado. Além do mais, a geometria paramétrica é integrada e não permite redundâncias e inconsistências. Ademais, inviabilidades de objetos são identificadas, assim como são ajustados automaticamente dependendo do contexto (Eastman *et al.*, 2014).

Para Hardin *et al.* (2015), BIM não é apenas um *software*, ele é um processo. Segundo o autor, para se ter sucesso com o BIM, três fatores são necessários: processo, tecnologia e comportamento. De início, precisa-se de adaptação e alteração nos processos antigos para se obter resultados eficientes. Logo após, utiliza-se as ferramentas BIM, pensando que elas gerarão impactos positivos na empresa. Por último, torna-se necessária uma mudança de comportamento nas equipes de gerenciamento de construção. Dessa forma, o BIM é uma mudança cultural no mercado da construção.

Em definição, o BIM proporciona a representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação, servindo de recurso para o compartilhamento de conhecimento e para obtenção de informações sobre a instalação, formando, assim, uma base confiável de dados para as tomadas de decisões durante o seu ciclo de vida. O BIM está fundado em normas abertas de interoperabilidade com uma representação digital partilhada (Building Smart, 2010).

Para Koch (2022, p. 30) O BIM trouxe importantes mudanças tecnológicas para a área de construção civil, permitindo ter uma noção virtual da estrutura antes da sua construção, podendo-se analisar, sequenciar e explorar o projeto por meio de um ambiente virtual onde o custo de alterações é muito menor do que durante a execução da obra.

3.2 Vantagens da metodologia BIM

A utilização do BIM acelera os processos de decisões que precisam ser tomados e que são relacionados aos detalhes construtivos, às especificações de um determinado projeto e aos métodos construtivos que serão utilizados. Isso é difícil de ser viabilizado devido à maneira como são estruturadas a maioria das empresas incorporadoras e construtoras no Brasil (CBIC, 2016).

De acordo com Smith (2014), a metodologia BIM, quando aplicada na área de gerenciamento de projetos, permite uma integração entre os projetos e os

profissionais envolvidos; portanto, os dados são compartilhados, fazendo com que os processos de alterações no projeto se tornem automatizados. Com a aplicação do conceito, os erros comuns da fase de projetos são minimizados ou completamente eliminados.

Para a fase inicial de concepção do projeto, a aplicação do conceito BIM facilita a compreensão do proprietário, dos usuários e de outros participantes sobre a ideia da futura edificação ou instalação, beneficiando principalmente aqueles que não possuem formação técnica específica, garantindo maior confiabilidade e melhor nível de precisão nas estimativas de custos e do desenvolvimento correto do projeto (Eastman *et al.*, 2014).

Para Fabrício (2008, p. 46)

> […] Por uma série de razões de ordem ambiental, social e tecnológica, os empreendimentos de construção tendem a ser mais complexos e exigir abordagens multidisciplinares nos projetos. Nesse contexto, a capacidade de modelar, planejar liderar e gerenciar equipes de projeto tende a ser uma atribuição e habilidade profissional cada vez mais valorizada. Os arquitetos, pela amplitude de sua formação que contempla aspectos sociais, culturais e tecnológicos, bem como pelo treinamento em resolução de problemas projetuais, possuem potencialidade para se firmarem como líderes de equipes multidisciplinares e coordenadores por excelência.

De acordo com Máximo (2021, p. 21) A possibilidade da interoperabilidade do BIM proporciona a interação de diversas equipes no mesmo projeto padrão, o que faz com que erros de compatibilização sejam diminuídos ou eliminados.

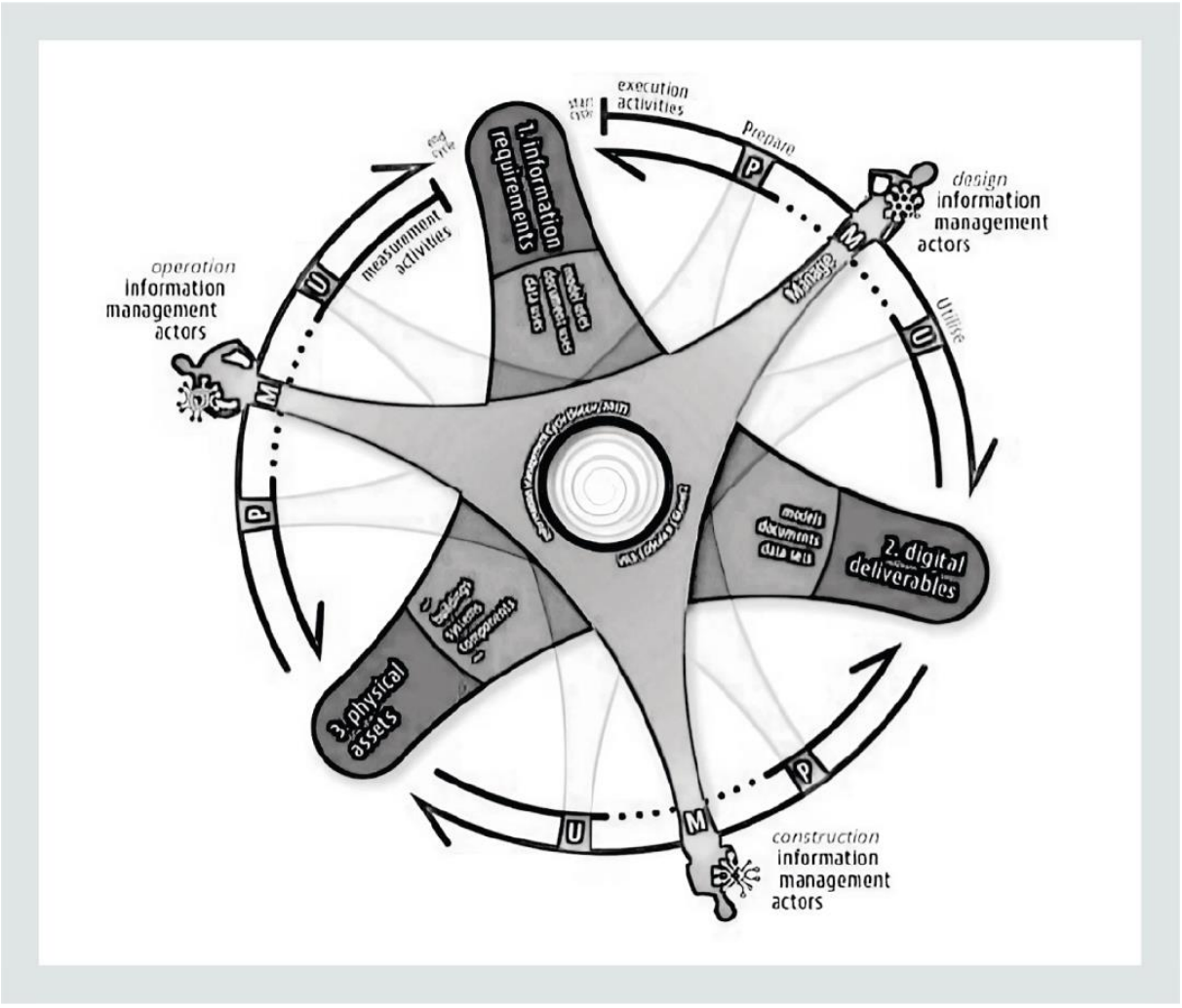
Para Succar, outra vantagem de se utilizar BIM está direcionada à gestão de informações por meio de três estados, descritos em sequência, que potencializam o valor do *software* como uma metodologia de trabalho, sendo eles:

– Requisitos de informação: especificações de projetos, protocolos ou similares que identificam o que precisa ser gerado pelas partes interessadas no projeto. Os requisitos de informação podem ser representados como um conjunto de uso de documentos, uso de modelos e uso de dados.

– Entregas digitais: simulações de objetos físicos e como e/ou quando eles serão construídos ou fabricados.

– Ativos físicos: informações incorporadas a objetos do mundo real semelhantes a instalações inteiras, a um edifício, a um sistema mecânico, a uma unidade de aquecimento ou a uma única bomba. A Figura 04 compreende ao modelo de gerenciamento da informação.

Figura 04: Ciclo de gerenciamento da informação.



Fonte: Adaptado da Figura 03, ciclo de gerenciamento da informação de Máximo (2021, p. 28).

Eastman *et al.*. (2014) sustenta que BIM pode ser aplicado em diferentes campos e em opções variáveis dentro do mercado de trabalho, sendo até mesmo utilizado em indústrias ao construir virtualmente em 3D um modelo inteligente, onde todas as informações pertinentes ao projeto da construção utilizando de um formato inteligente que poderá ser utilizado para o desenvolvimento de soluções otimizadas, proporciona a diminuição dos riscos e elevação dos custos (Woo *et al.*, 2010) A

possibilidade da interoperabilidade do BIM, proporciona a interação de diversas equipes no mesmo projeto padrão, o que faz com que erros de compatibilização sejam diminuídos ou eliminados (Máximo, 2021)

> […] o BIM auxilia através de um software de simulação a visualização de etapas da obra. “O desenvolvimento e o uso de um modelo de dados de software de computador multifacetado, não só para documentar um projeto de construção, mas para simular a construção e operação de uma nova instalação ou uma reforma” (General Services Administration, 2007)

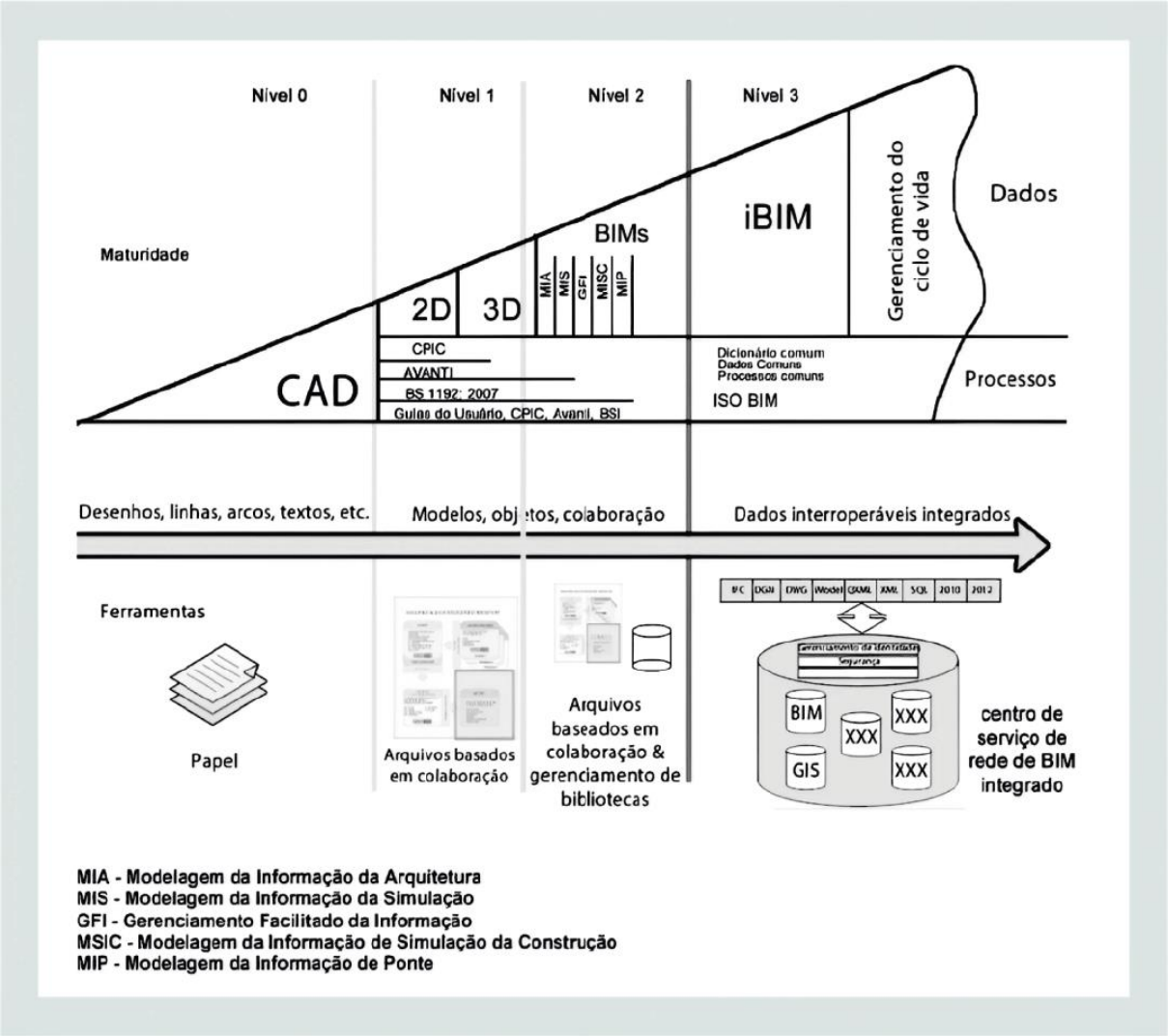
3.3 Dificuldades da implementação do BIM

Assim como expõe Koch (2022, p. 31), para que seja implementada metodologia BIM de início, precisa-se de adaptação e alteração nos processos antigos para se obterem resultados mais eficientes. Logo após, utilizam-se as ferramentas BIM, pensando que elas gerarão impactos positivos na empresa. Por último, torna-se necessária uma mudança de comportamento nas equipes de gerenciamento de construção. O BIM é uma mudança cultural no mercado da construção.

Em relação ao apuramento dos processos, tanto construtivos quando metodológicos, De Azevedo (2009, p. 13) relembra que há mais de setenta anos, verificou-se uma das grandes conquistas do mundo da construção – sendo o *Empire State Building*, obra essa que foi concluída em um período de aproximadamente um ano e quarenta e cinco dias. Hoje em dia, poucas empresas se comprometeriam e estariam dispostas a repetir o feito de construir um edifício de tal magnitude em um tão curto espaço de tempo. Tal fato lúdico aponta que, mesmo com os meios atuais, seria bastante difícil repetir o que já foi feito, e tal ato não reflete a evolução dos *softwares* ou dos processos construtivos, visto que, atualmente, deveria ser no mínimo mais fácil repetir tal feito.

A implementação de BIM, além das suas dificuldades, é um assunto tratado por Máximo (2021) baseando-se na pesquisa de Bew *et al.* (2008), que determina por meio de um modelo de maturidade os níveis de aceitação do BIM em três etapas. Tais conceitos se apresentam nas Figuras 05 e 06.

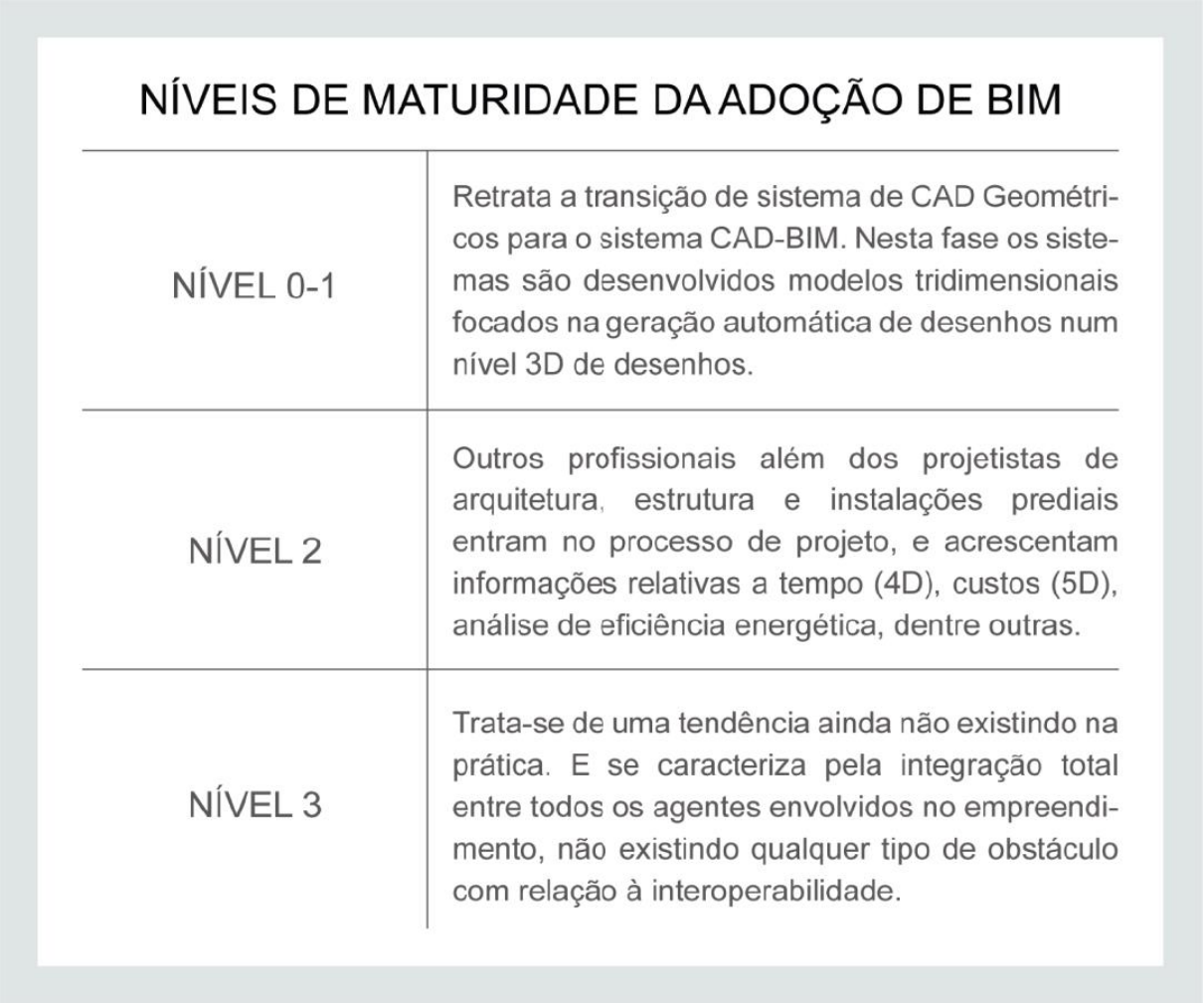
Figura 05: Níveis de maturidade da adoção da metodologia BIM.



Fonte: Adaptado da Figura 04 – Níveis de maturidade da adoção da metodologia BIM, Máximo (2021)

Ainda que a implementação do BIM seja um assunto delicado por diversas razões, acredita-se que os projetistas são os primeiros a sentirem os benefícios de seu uso. Entretanto, é esperado que tal feito cause efeitos de segunda ordem através da alteração nos processos de trabalho principalmente na gestão da informação, com a existência de uma base de dados compartilhada entre os diversos intervenientes (Monteiro, 2011).

Figura 06: Níveis de maturidade da adoção da metodologia BIM, descrição.



NÍVEIS DE MATURIDADE DA ADOÇÃO DE BIM

NÍVEL 0-1	Retrata a transição de sistema de CAD Geométricos para o sistema CAD-BIM. Nesta fase os sistemas são desenvolvidos modelos tridimensionais focados na geração automática de desenhos num nível 3D de desenhos.
NÍVEL 2	Outros profissionais além dos projetistas de arquitetura, estrutura e instalações prediais entram no processo de projeto, e acrescentam informações relativas a tempo (4D), custos (5D), análise de eficiência energética, dentre outras.
NÍVEL 3	Trata-se de uma tendência ainda não existindo na prática. E se caracteriza pela integração total entre todos os agentes envolvidos no empreendimento, não existindo qualquer tipo de obstáculo com relação à interoperabilidade.

Fonte: Adaptado do Quadro 2. Níveis de maturidade da adoção da metodologia BIM, definição, Máximo (2021, p. 31)

Segundo Chien *et al.* (2014), BIM é uma tecnologia em desenvolvimento no qual os modelos de informações digitais são empregados em um espaço virtual para alcançar alta qualidade, construção eficiente e gerenciamento por todo o ciclo de vida de uma instalação.

A complexidade das obras exige cada vez mais equipes com grande número de profissionais especializados de áreas de projetos diferentes. Portanto, torna se necessário um intercâmbio de informações entre as equipes, o que pode gerar conflitos entre os profissionais pelo grande volume de detalhes envolvidos em um projeto. (Oh *et al*., 2015).

Outro desafio encontrado, segundo Eastman *et al.* (2014), é determinar os métodos a serem empregados visando permitir um compartilhamento adequado do

modelo de informações entre os membros de uma equipe. No caso de os membros da equipe utilizarem ferramentas de modelagem diferentes, deve-se ou utilizar ferramentas para movimentação dos modelos de um ambiente para outro ou combinar tais modelos, gerando maior complexidade e diminuindo potenciais erros.

3.4 Metodologia CAD e BIM

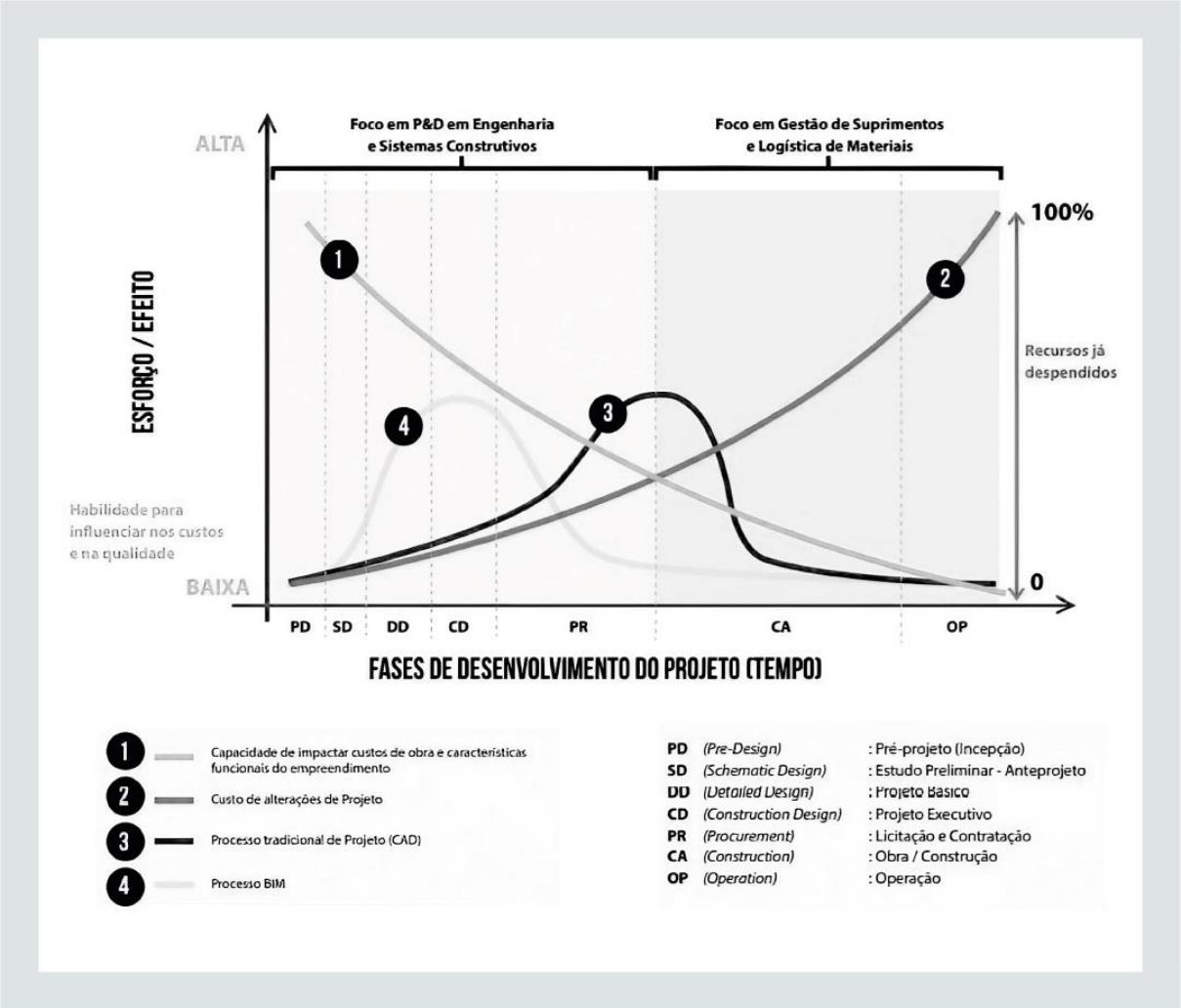
Substituir um ambiente CAD 2D ou 3D por um sistema de modelagem de edifício envolve mais do que a aquisição de um *software*, treinamento e melhorias de hardware. A implementação do BIM requer que mudanças sejam realizadas em praticamente todos os aspectos dos negócios de uma empresa, além de requerer um plano de implantação, assim como um entendimento profundo sobre o assunto antes de começar a conversão (Eastman *et al.*, 2014)

De acordo com Monteiro (2011, p. 09), as ferramentas BIM foram desenvolvidas para abordar todo o ciclo de vida da construção, correspondendo a uma tecnologia que pretende substituir as aplicações CAD tradicionais. Desse modo, as ferramentas BIM destinam-se à aplicação para lá da concepção. Com efeito, estudos recentes revelaram que, em projeto, os benefícios sentidos são mais de ordem funcional, o que se traduz numa maior qualidade e rapidez; enquanto isso, na fase de execução, os benefícios se traduzem em ganhos concretos com a redução de prazos e custos.

A plataforma CAD gera desenhos de construções por elementos geométricos, como arcos, polígonos e linhas, não possuindo informações úteis que ajudem na distinção dos elementos, o que dificulta o processo de quantificação e classificação de cada elemento construtivo. Além disso, a alteração de um projeto desenvolvido em CAD (2D e 3D) acarreta diversas alterações manuais dos objetos representados, requerendo uma grande quantidade de tempo (Coelho; Novaes, 2008; Koch, 2022). No entanto, pelo BIM, a geometria dos elementos construtivos é exibida em três dimensões e armazena seus atributos conferindo-lhes identidade e, portanto, transmitindo mais informação do que os modelos CAD tradicionais. Além disso, adota modelos paramétricos dos elementos construtivos, permitindo alterações dinâmicas no modelo gráfico, refletindo em todas as pranchas, tabelas de orçamento e especificações associadas, dispensando alterações manuais (Coelho; Novaes, 2008;

Koch, 2022). A Figura 07 compreende as informações comparativas entre as metodologias CAD e BIM:

Figura 07: Gráfico comparativo entre as metodologias BIM e CAD.



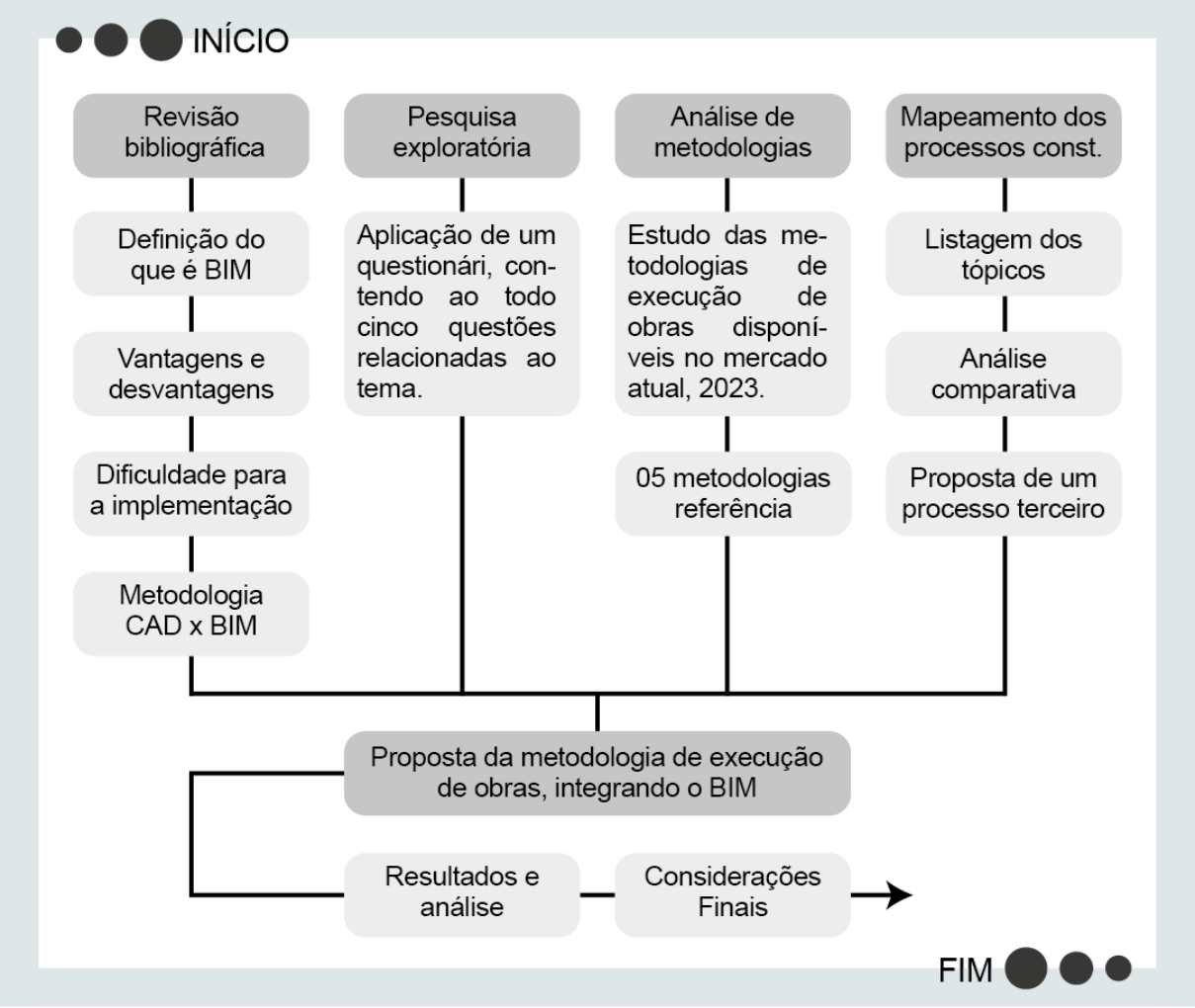
Fonte: Adaptado da Figura 07. Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM, Koch (2022, p. 34)

Por fim, Koch (2022, p. 34) diz que a ferramenta BIM demanda mais esforços nas fases iniciais, como no desenvolvimento do projeto básico e projeto executivo. Já o CAD necessita de mais esforços na parte de licitação e contratação e no início da obra/construção, período no qual as decisões já deveriam ter sido tomadas.

4 METODOLOGIA

O presente capítulo traz os meios e métodos utilizados para se alcançarem os resultados a serem apresentados, tais quais os meios e estratégias utilizadas pelo autor. Portanto, foi realizada, primeiramente, uma revisão bibliográfica, seguida de uma pesquisa exploratória, de levantamento e análise de metodologias de execução existentes e de mapeamento de processos construtivos para alcançar uma proposta de metodologia de execução de obras, integrando o BIM aos processos construtivos. A Figura 08 apresenta o fluxo da pesquisa.

Figura 08: Fluxograma da pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

A revisão bibliográfica trata das referências estudadas, a fim de identificar os principais problemas e obstáculos relacionados ao processo construtivo dos profissionais AEC, buscando bases na literatura disponível que abordam os quatro seguintes tópicos: (i) definição de BIM, para entender o que BIM significa e como é

entendido com base na literatura; (ii) vantagens do BIM, objetivando analisar o que a metodologia BIM tem a oferecer ao setor construtivo e se a mesma, de alguma forma, seria capaz de melhorar os processos atuais, não apenas para as etapas projetuais, mas também para as etapas executivas do ciclo de vida da construção; (iii) dificuldades para a implementação do BIM, analisando o porquê de a metodologia BIM não ser amplamente utilizada pela maioria dos profissionais AEC e buscando quais são as causas e fatores agravantes para essa situação, segundo a literatura recente; e (iv) metodologia CAD x BIM, analisando dados referentes a duas metodologias de trabalho disponíveis atualmente (em 2023).

A pesquisa exploratória é a realização de múltiplos estudos de caso, com escritórios AEC pré-selecionados, situados nas cidades de Sorocaba (SP), Pilar do Sul (S) e São Miguel Arcanjo (SP), com o objetivo de analisar qual a metodologia de trabalho utilizada por tais escritórios, tanto para as suas etapas projetuais, quanto para as executivas, por meio da aplicação de um questionário conforme as normas do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), aprovado pelo comitê de ética e pesquisa por meio do número CAAE: 63624022.6.0000.5500, submetido no dia 23/02/2023 e liberado no dia 19/03/2023. Seguindo as normas do mesmo, o nome das empresas não será divulgado, assim como toda e qualquer informação pessoal referente aos responsáveis, uma vez que não interferem nos resultados da pesquisa. Ao todo, foram considerados e realizados dez estudos de caso, cujos resultados, serão tratados a frente, por meio do Item 5.

O questionário é um documento que contém cinco questões objetivas a respeito do conhecimento do BIM; metodologias de trabalho utilizadas; meio de trabalho; reconhecimento dos decretos de incentivo ao uso do BIM; e consideração por esse trabalho. Este documento foi pré-aprovado em comitê de ética em pesquisa, por meio do mesmo número do CAAE descrito acima. O questionário aplicado se encontra disponível no Anexo D.

A análise de metodologias contou com um levantamento na literatura especializada relativa às principais metodologias de execução de obras atualmente em prática no Brasil (entre os anos de 2019 e 2023), cujos critérios de inclusão foram: conter dados/informações detalhadas sobre os processos construtivos e conter informações relacionadas aos processos construtivos das fases projetual e executiva. A pesquisa dessa literatura foi feita por meio de buscas nas bases de periódicos

CAPES e Google *Scholar*, usando as palavras-chave: Metodologia de execução de obras; modelo de execução de obras; processo construtivo; mapeamento dos processos construtivos de uma obra; BIM integrado a execução de obras e BIM para execução de obras. Foram identificados um total de 72 trabalhos, dos quais apenas 05 atenderam aos critérios de inclusão proposto pela pesquisa, sendo as demais desconsideradas.

O mapeamento dos processos construtivos traz a análise referente aos tópicos destacados nas obras de cada autor citado, mapeando as informações por meio da listagem de etapas para posterior análise comparativa das vantagens e desvantagens de sua implementação, propondo, por fim, um processo terceiro, visando a possibilidade da integração do BIM, sendo que:

- a listagem de tópicos conta com informações tratadas posteriormente no Item 5.3;
- a análise comparativa das vantagens e desvantagens trata-se da análise que compreende avaliar, questionar e julgar se tal processo construtivo, apresentado pelas metodologias citadas, poderia intervir positivamente a metodologia proposta, ou, se um processo terceiro deveria ser considerado;
- a proposta de um processo terceiro e a integração do BIM buscam a análise comparativa entre as metodologias citadas, frisando quando houve divergência entre as informações das mesmas ou mesmo a inaplicabilidade de uma etapa citada. Assim, foi realizada a proposta de um processo construtivo terceiro, a fim de otimizar o fluxo de trabalho, respeitando a ordem de execução lógica dos serviços. Além, disso, independentemente de ser um processo proposto ou considerado, foi descrito como BIM poderia a intervir.

05. Proposta da metodologia de execução de obras, integrando BIM: Trata-se da ordenação compilada, da metodologia de execução de obras proposta por essa, por meio de tópicos, apresentados a frente.

Por fim, os resultados e a análise contam com a apresentação dos resultados obtidos por meio realização da estratégia de pesquisa, além da análise dos dados obtidos. Os seguintes capítulos apresentarão os resultados e análises propostos por essa pesquisa.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

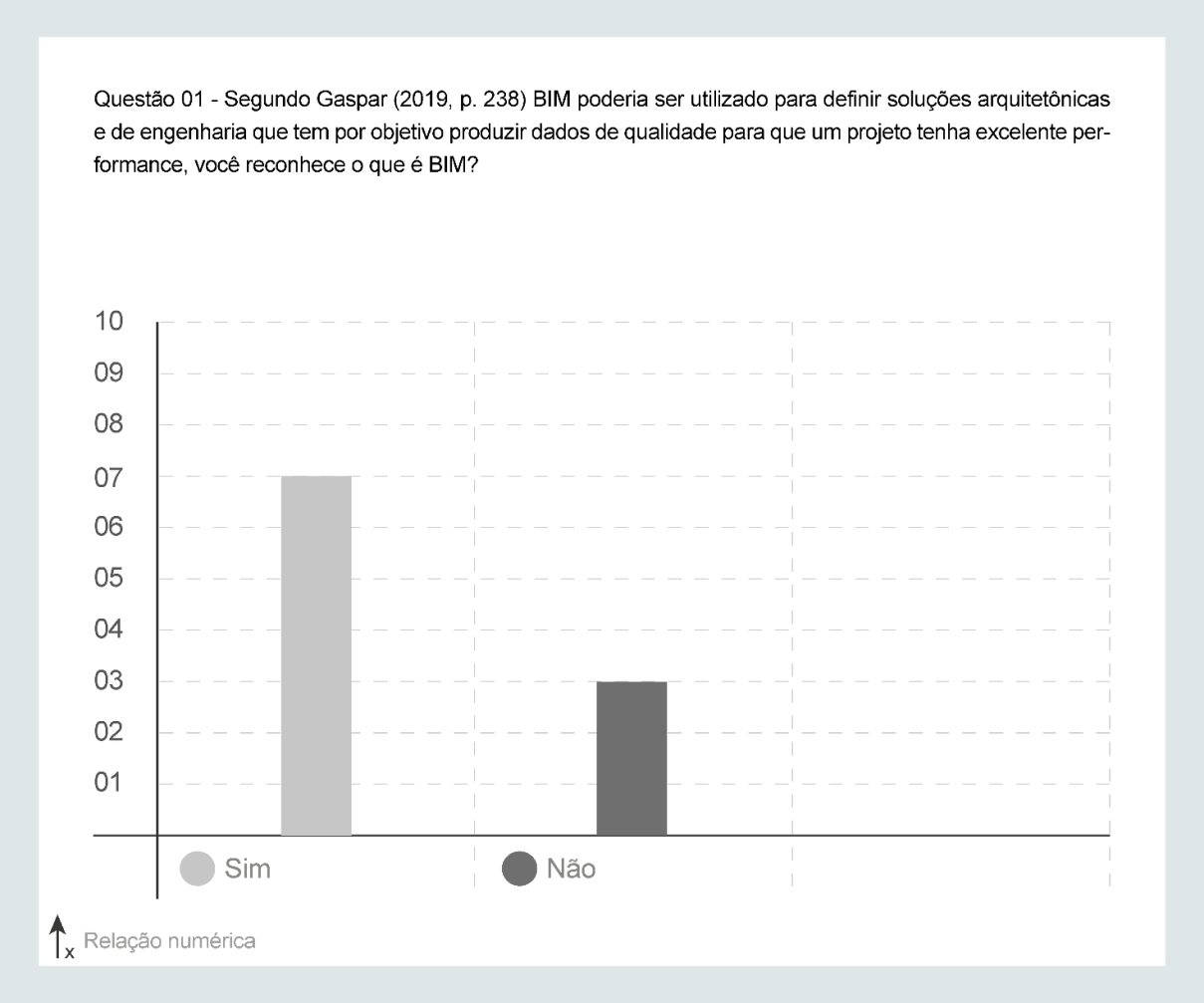
Nesta seção são apresentados: os resultados do estudo de casos realizados; os resultados do levantamento e análise de metodologias de execução de obras, atualmente em prática no mercado Brasileiro; o mapeamento dos processos construtivos citados e da proposta de metodologia de execução de obras que integra BIM aos processos construtivos; e a análise e discussão dos resultados gerais da pesquisa.

5.1 Resultados dos estudos de casos

A pesquisa exploratória teve por objetivo a coleta de dados referentes ao conhecimento do BIM; as metodologias de trabalho utilizadas; o meio de trabalho; e o reconhecimento dos decretos de incentivo ao uso do BIM e consideração por esse trabalho. O questionário objetivo, presente no Anexo D, propôs a resolução de cinco questões acerca do tema. Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 09 a 13.

A questão 01 (Figura 09) procura entender se os escritórios correspondentes sabem o que é BIM:

Figura 09: Resultados da questão nº 01 do Anexo D – estudos de caso, questionário.

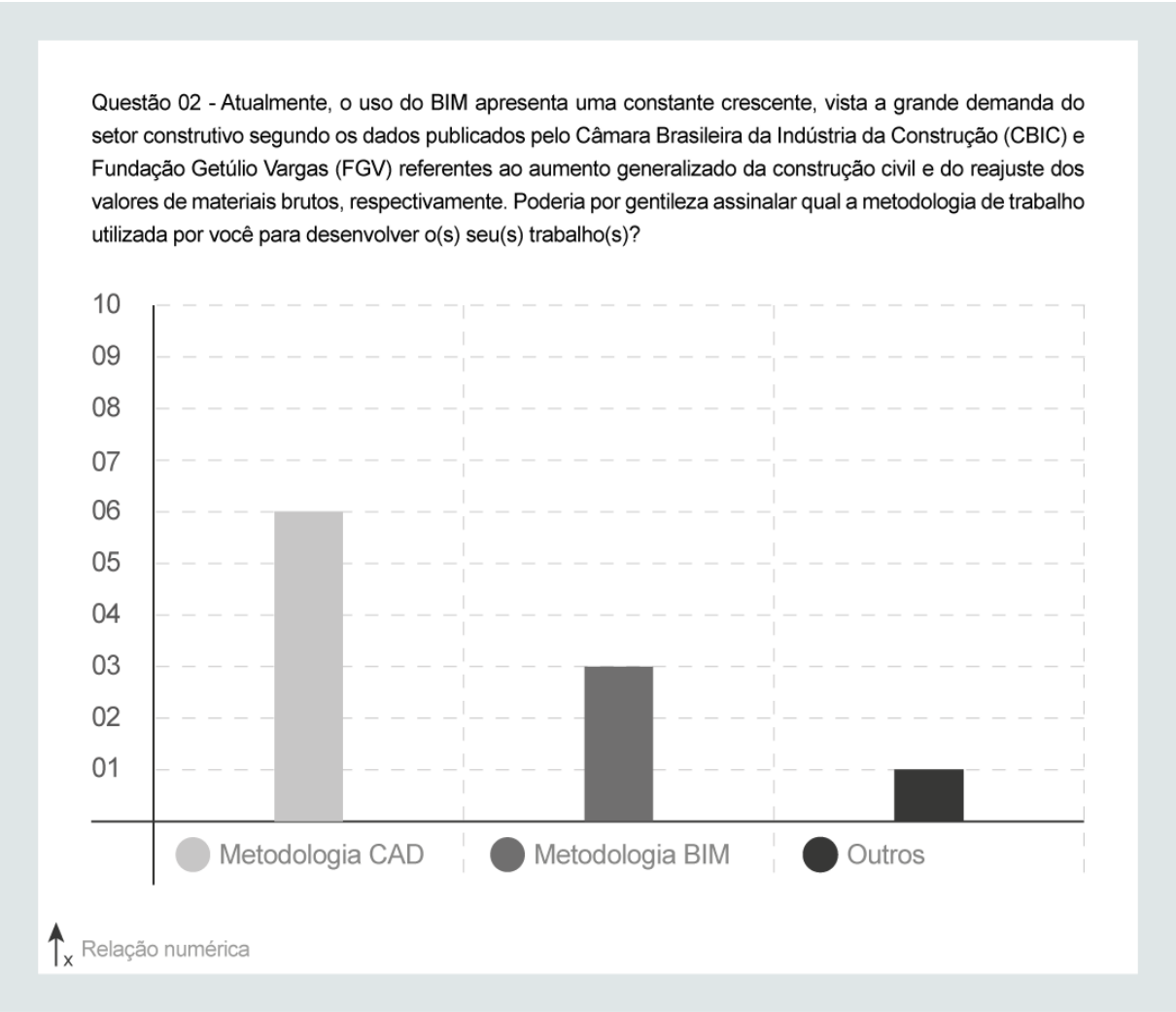


Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Figura 09, percebe-se que os correspondentes, em sua maioria, reconhecem o que é BIM (7:3). Portanto, entende-se que BIM não é um conceito desconhecido atualmente.

A questão 02 (Figura 10), seguindo a linha de raciocínio proposta, busca saber qual a metodologia de trabalho que é atualmente utilizada pelos correspondentes, uma vez que apenas conhecer BIM não significa aplicá-lo:

Figura 10: Resultados da questão nº 02 do Anexo D – estudos de caso, questionário.



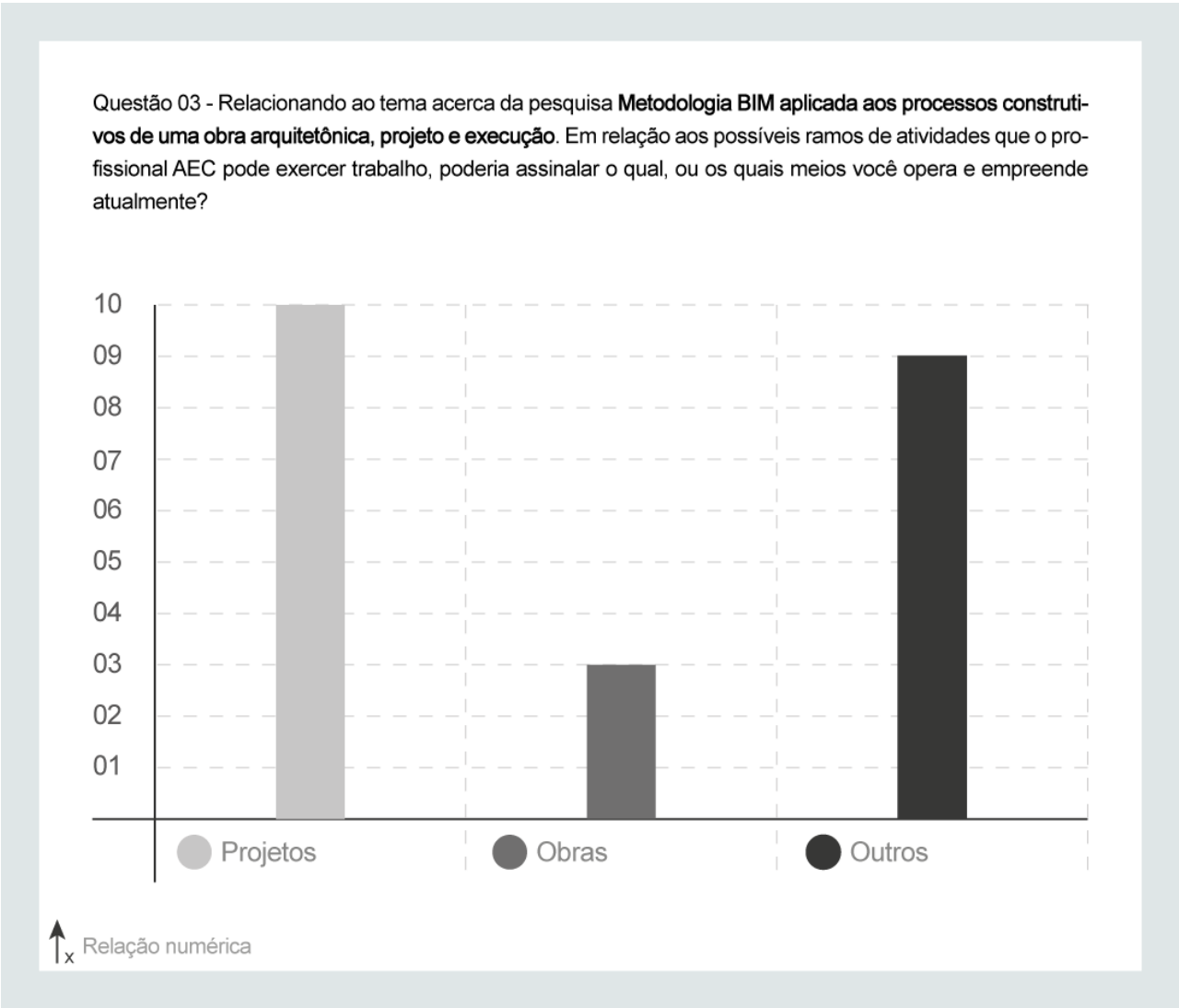
Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Figura 10, entende-se que a metodologia popular utilizada pelos correspondentes atualmente é o CAD, o que demonstra, por hora, que o Item 3.3 continua a perdurar, confirmando que BIM, se trata de uma metodologia de difícil implementação, visto as suas dificuldades de aprendizado e outros fatores internos discutidos em maior profundidade no Anexo B.

A questão 03 (Figura 11) visou coletar dados relacionados ao campo de atividade dos correspondentes, perguntando se os mesmos operam apenas no desenvolvimento de projetos ou se praticam também serviços relacionados a outros processos, como aprovações legais, projetos de interiores, execução de obras e afins.

Nesse momento, houve a possibilidade de assinalar mais de uma resposta. O resultado é apresentado a seguir:

Figura 11: Resultados da questão nº 03 do Anexo D – estudos de caso, questionário.

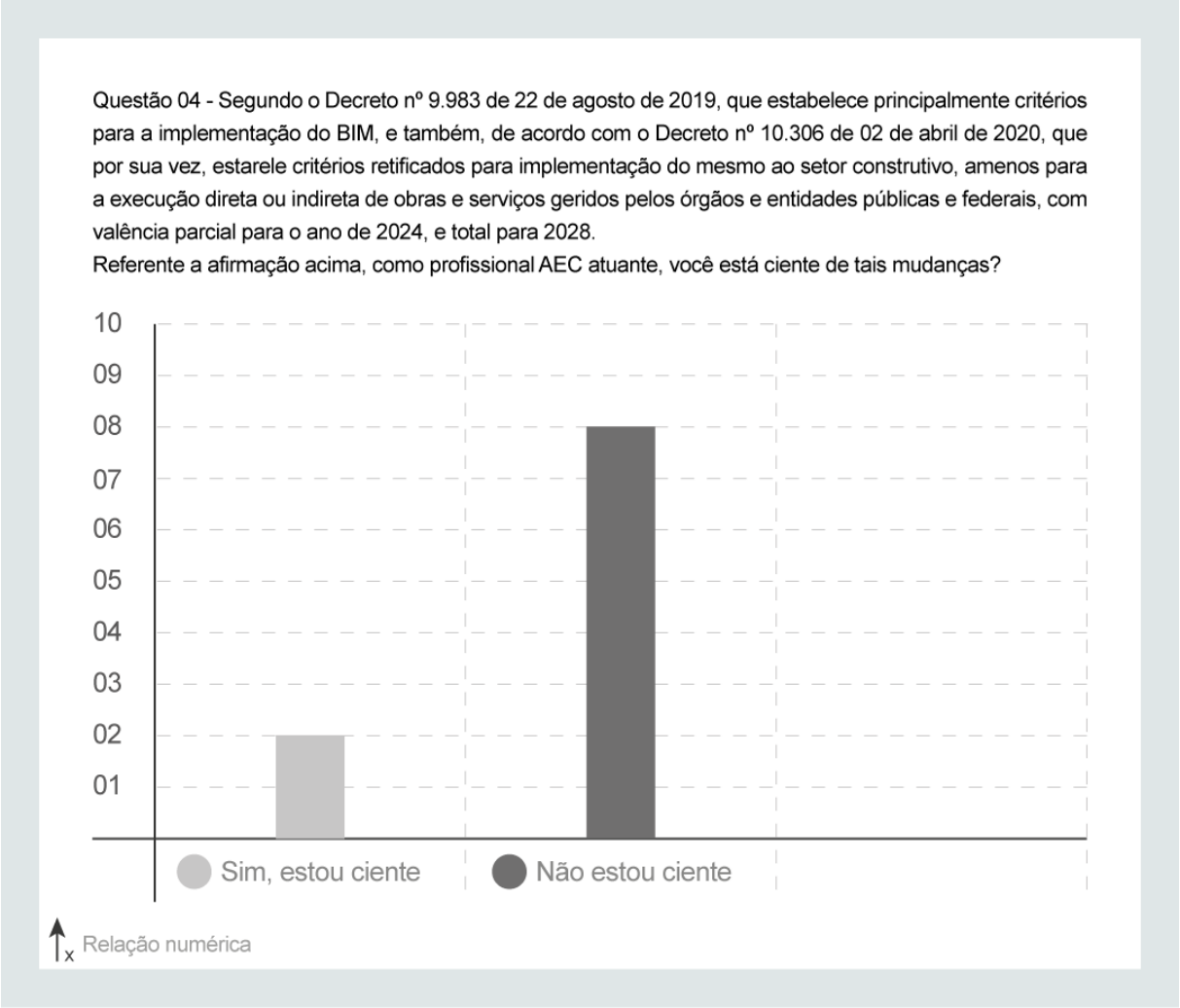


Fonte: Elaboração própria

Conforme os resultados da Figura 11, viu-se que, atualmente, a maioria dos profissionais AEC, operam, em maior parte, serviços relacionados a projetos, e, em segundo lugar, serviços como denominados “outros”, deixando as práticas relacionadas ao canteiro de obras para poucos.

A questão 04 (Figura 12) objetivou afirmar aos correspondes os Decretos nº 9.983 e nº 10.306, que tratam da disseminação e incentivo ao uso do BIM por parte do Governo Federal, a fim de entender se os profissionais atuais estão cientes das mudanças impostas a vir, e se, de algum jeito, estão acompanhando as notícias relacionadas ao tema:

Figura 12: Resultados da questão nº 04 do Anexo D – estudos de caso, questionário.

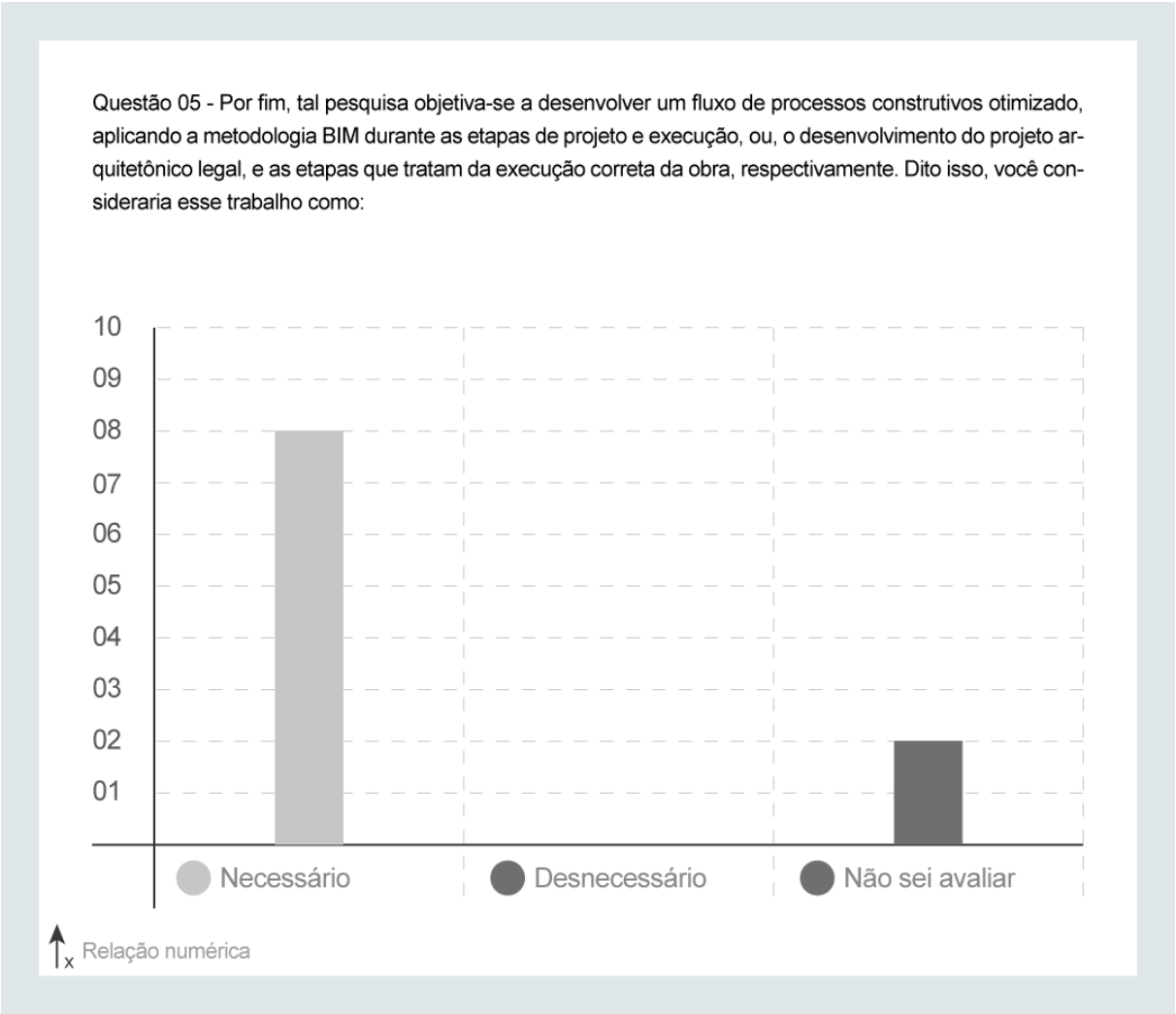


Fonte: Elaboração própria.

A partir dos resultados apresentados, percebeu-se que a maioria dos correspondentes não estavam cientes de tais Decretos (2:8). Portanto, percebeu-se que os profissionais não estão cientes e tampouco preparados para as eventuais mudanças, o que poderá gerar, futuramente, desavenças e inseguranças para com seus trabalhos.

Por fim, a questão 05 (Figura 13) relaciona-se ao nível de aceitação, por parte dos profissionais AEC, de um trabalho como esse, a fim de julgar sua contribuição, uma vez que BIM e obras são temas bastante extensos e de difíceis implementação e entendimento:

Figura 13: Resultados da questão nº 05 do Anexo D – estudos de caso, questionário.



Fonte: Elaboração própria.

Conforme demonstrado, a necessidade de um trabalho como esse, integrando o BIM aos conceitos da obra por meio dos processos construtivos, apresentou resultado positivo (8:0:2). Por essa razão, estima-se que o trabalho venha a cumprir com as suas obrigações de contribuição acadêmica, assim que finalizado.

Conclui-se a pesquisa exploratória com os seguintes resultados:

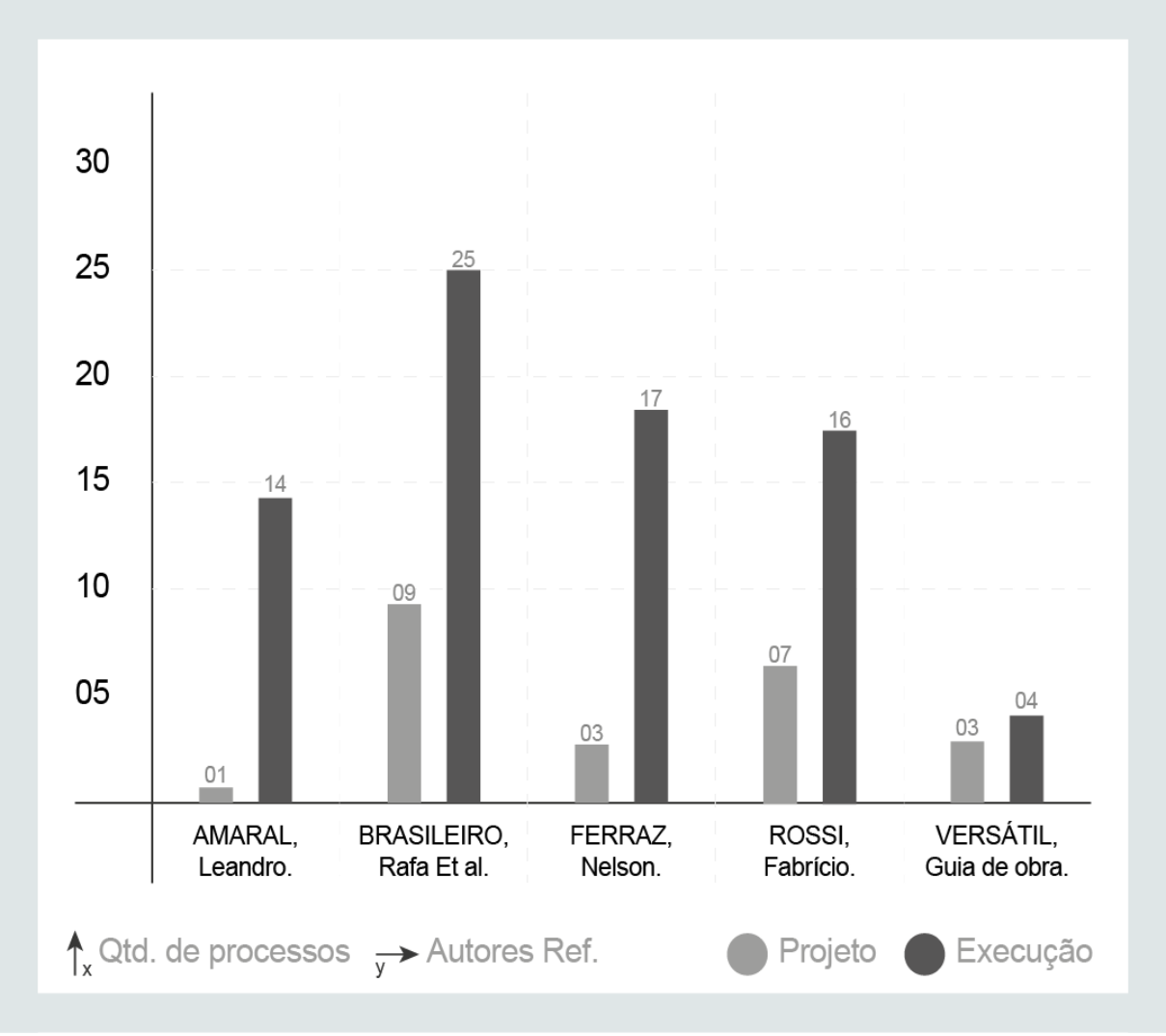
- Questão 01: atualmente, BIM é uma metodologia conhecida pelos profissionais AEC atuais;
- Questão 02: por hora, os profissionais AEC ainda trabalham, em maior parte, por meio da metodologia CAD, muitas vezes por conta da dificuldade da implementação do BIM, além de fatores internos, como treinamento especializado dos profissionais, empenho e outros;

- Questão 03: os profissionais AEC atuais correspondentes dessa pesquisa operam, em maior parte, no setor de desenvolvimento de projetos arquitetônicos e, em segundo lugar, em atividades descritas como outros, o que gera, diretamente, a falta de profissionais AEC operando em campo. Isso, por sua vez, torna-se algo prejudicial, pois acarreta uma série de problemas, como a falta da compatibilização de projetos, a releitura cosmética das estruturas, a leitura errônea das informações básicas, além de outros problemas relacionados a construção.
- Questão 04: viu-se que a maioria dos profissionais correspondentes não estavam cientes dos Decretos nº 9.983 e nº 10.306, e tampouco estão preparados para a implantação desses decretos, o que poderá ocasionar choque pessoal e negligência na aceitação dos incentivos relacionados ao BIM. Além disso, ainda que apenas para obras de teor público, tal imposição poderá causar discórdia entre os setores AEC, independente das vantagens.
- Questão 05: por fim, viu-se que tal pesquisa foi julgada como necessária pela maioria, além de que, conforme apresentado pela Figura 13, não houve notas para a desaprovação da mesma. Contudo, ainda que os resultados referentes a contribuição sejam positivos, o fato de que BIM é um conteúdo de difícil aprendizagem não pôde ser desconsiderado.

5.2 Análise das metodologias de execução de obras e desenvolvimento da proposta

As metodologias de execução que cumpriram os requisitos para a inclusão a pesquisa, conforme o item 4, estão apresentadas por meio da Figura 14, que descreve quais os autores citados e suas respectivas metodologias de execução de obras.

Figura 14: Metodologias de execução de obras citadas e listagem dos processos.



Fonte: Elaboração própria

A relação de autores citados, e suas respectivas metodologias de execução se apresenta a seguir, com as devidas informações de data de publicação e obra:

01. Amaral (2023) - **Etapas de uma obra de arquitetura**.

02. Brasileiro e Brasileiro (2021) **O guia definitivo para arquitetos e engenheiros**.

03. Ferraz (2019) - **Guia da construção civil, do canteiro ao controle de qualidade**.

04. Rossi (2022) – **Etapas e sequência de uma obra**.

05. Versátil (2020) - **Guia de obra: tudo o que você precisa saber**.

Para cada referência acima foi realizada a análise e listagem das etapas descritas para cada obra. Posteriormente, tais dados foram compilados por meio de um gráfico comparativo (Figura 14), numerando a quantidade de processos abordados – primeiramente para as etapas projetuais, e, posteriormente, para as etapas executivas.

Percebeu-se, por meio da Figura 14, que todos os autores citados consideram que a etapa projetual compreende menos processos do que a etapa executiva. Isso ocorre porque a obra, uma que vez que iniciada em canteiro, depende de muitos outros fatores terceiros para a sua conclusão; além disso, é necessário que haja um número maior de profissionais capacitados, operando suas respectivas funções ao decorrer do tempo de produção. A etapa projetual, por sua vez, pode ocorrer apenas com o trabalho de um único profissional AEC, em seu escritório, dependendo de menos processos para a sua conclusão. Contudo, pode-se ver variantes entre as metodologias citadas, principalmente em relação ao número de tópicos abordados, considerando o entendimento de cada autor sobre os processos construtivos que compõe uma edificação arquitetônica.

Relacionando-se as variantes, pode-se perceber que a etapa projetual apresenta variação entre os autores de mínimo um processo, e máximo nove. Tal diferença compreende a capacitação do autor em descrever os processos e subprocessos, ou, as etapas dentro de etapas, como por exemplo, podem-se considerar estudos preliminares como um único processo, contudo, o mesmo dependerá de outros subprocessos, como a realização do estudo de impacto de vizinhança, estudo solar, estudo volumétrico e afins. Portanto, como há variações entre os autores, entende-se que as etapas podem ser otimizadas. A variação presente na etapa executiva apresenta-se por sua vez, ainda maior, com mínimo de quatro processos e máxima de vinte e cinco. Novamente, a variação ocorre pela compreensão do autor, referente aos processos necessários para compor tal etapa, além da inclusão ou exclusão de etapas menores, e, de fato, por meio de uma

metodologia otimizada, tais processos podem ser melhorados, uma vez que se considera as metodologias de diversos autores, de modo comparativo, preenchendo as lacunas e as variantes entre cada obra.

5.3 Mapeamento dos processos construtivos citados e proposta de processo terceiro

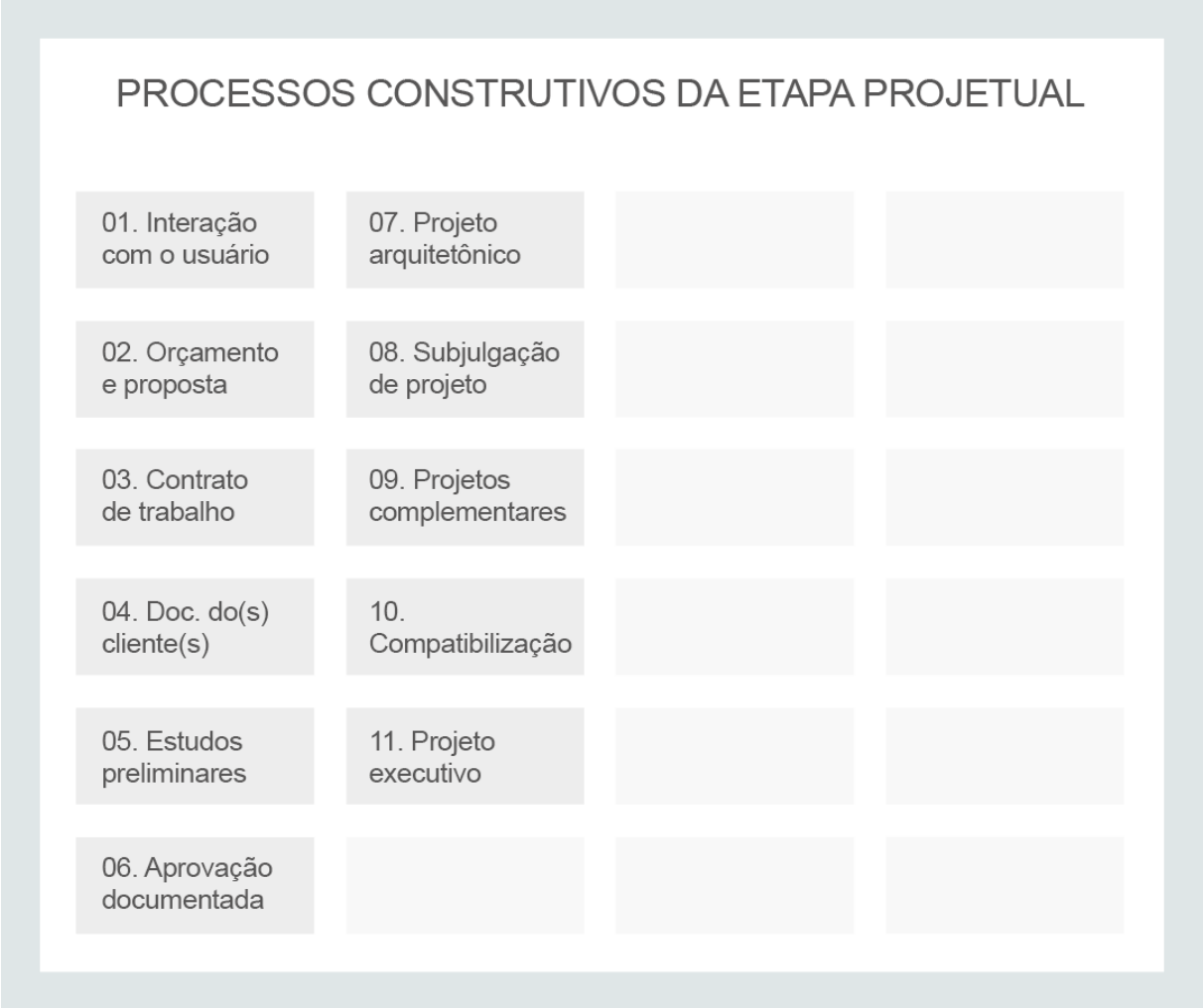
Para realizar o mapeamento dos processos construtivos, citados pelas cinco metodologias referência, optou-se por utilizar do modelo comparativo, relacionando todos os cinco autores, por meio da mesma figura, para cada etapa. Posteriormente, foi realizada uma análise crítica sobre os processos construtivos destacados, com o objetivo de checar as vantagens e as desvantagens da sua execução; contudo, a partir do momento em que as referências divergiram entre os seus conteúdos (o que era de se esperar, visto que, tratam-se de metodologias de execução distintas), a metodologia proposta se sobressaiu às demais perante a escolha e marco de qual processo construtivo deveria ser empregado a tal etapa.

Assim, foi avaliado o desempenho das metodologias citadas; porém, a metodologia proposta, derivada do estudo das demais, apresentou processos construtivos semelhantes, mas ordenados de outra maneira, a fim de otimizar o processo da construção, além de propor a integração do BIM.

Tem-se como resultado ao mapeamento dos processos construtivos primeiramente para projeto no Item 5.3.1, e, posteriormente, para a execução no Item 5.3.2.

5.3.1 Mapeamento dos processos construtivos, etapa projetual

Figura 15: Processos construtivos da etapa projetual, fluxo e ordenação.



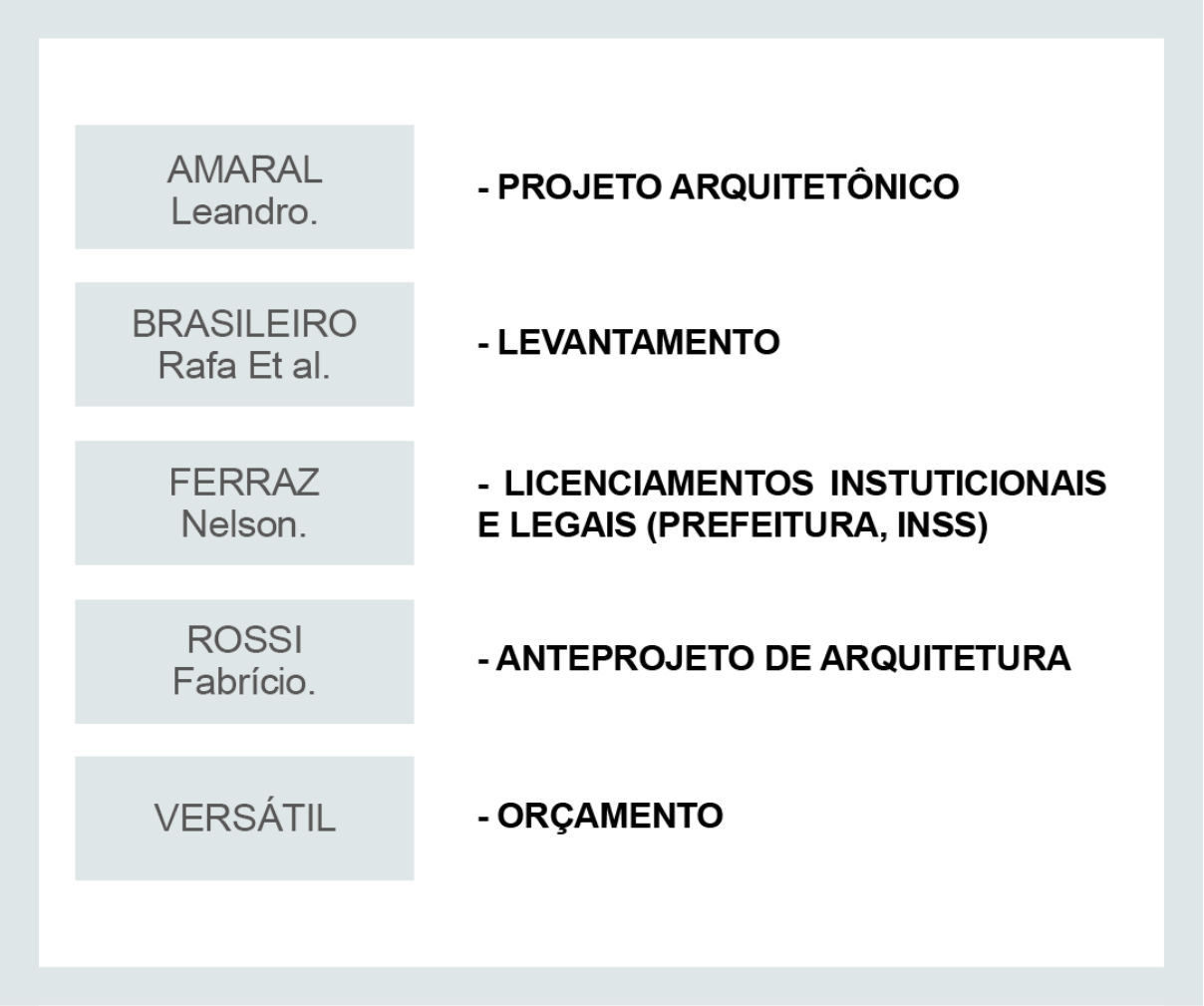
Fonte: Elaboração própria.

A Figura 15 apresenta o resultado do mapeamento dos processos por meio do fluxo proposto ao final do estudo das metodologias citadas, de modo a resumir as etapas, contemplando uma abordagem estratégica que almeja intervir desde a interação com o cliente(s) a até o projeto executivo. Houve um total de onze etapas, ordenadas.

A seguir, serão tratadas as análises comparativas das metodologias citadas, que outrora resultaram no fluxo proposto pela Figura 15.

5.3.1.1 Etapa projetual 01: Interação com o(s) usuário(s).

Figura 16: Processos construtivos destacados pelos autores citados, nº 01, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para iniciar a análise comparativa entre as metodologias citadas, será dado seguimento à pesquisa da seguinte forma: primeiramente, apresenta-se a proposta para o processo construtivo que deveria integrar tal posição, sendo processo “X” para a etapa “Y”; posteriormente, será comentado a situação das metodologias citadas, quais as suas posições referentes ao determinado processo e sua ordem empregada.

Para a primeira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **interação com o(s) usuário(s).** Trata-se de um processo comercial no qual os vendedores, ou os interessados, identificam consumidores em potencial e entram em contato com essas pessoas e/ou empresas, com o objetivo de conduzi-las até o fechamento de um negócio. Para tal, é preciso definir, anteriormente, um perfil comercial e utilizar dos canais de comunicação

disponíveis, sendo meios telefônicos, mensagens, propagandas, comerciais, *posts* nas redes sociais, entre outros disponíveis atualmente. Ao iniciar a etapa projetual pela interação com o usuário, o profissional AEC recebe inúmeras informações que serão decisivas no momento de projeto. Portanto, recomenda-se começar metodologia de execução de obras pela interação, com o objetivo de entender as necessidades e anseios do usuário. Dessa forma, a vantagem é principalmente o entendimento e a coleta de informações, que podem poupar o retrabalho de etapas posteriores, como o projeto arquitetônico, o levantamento, o licenciamento, o anteprojeto e o orçamento, como mostra a Figura 16.

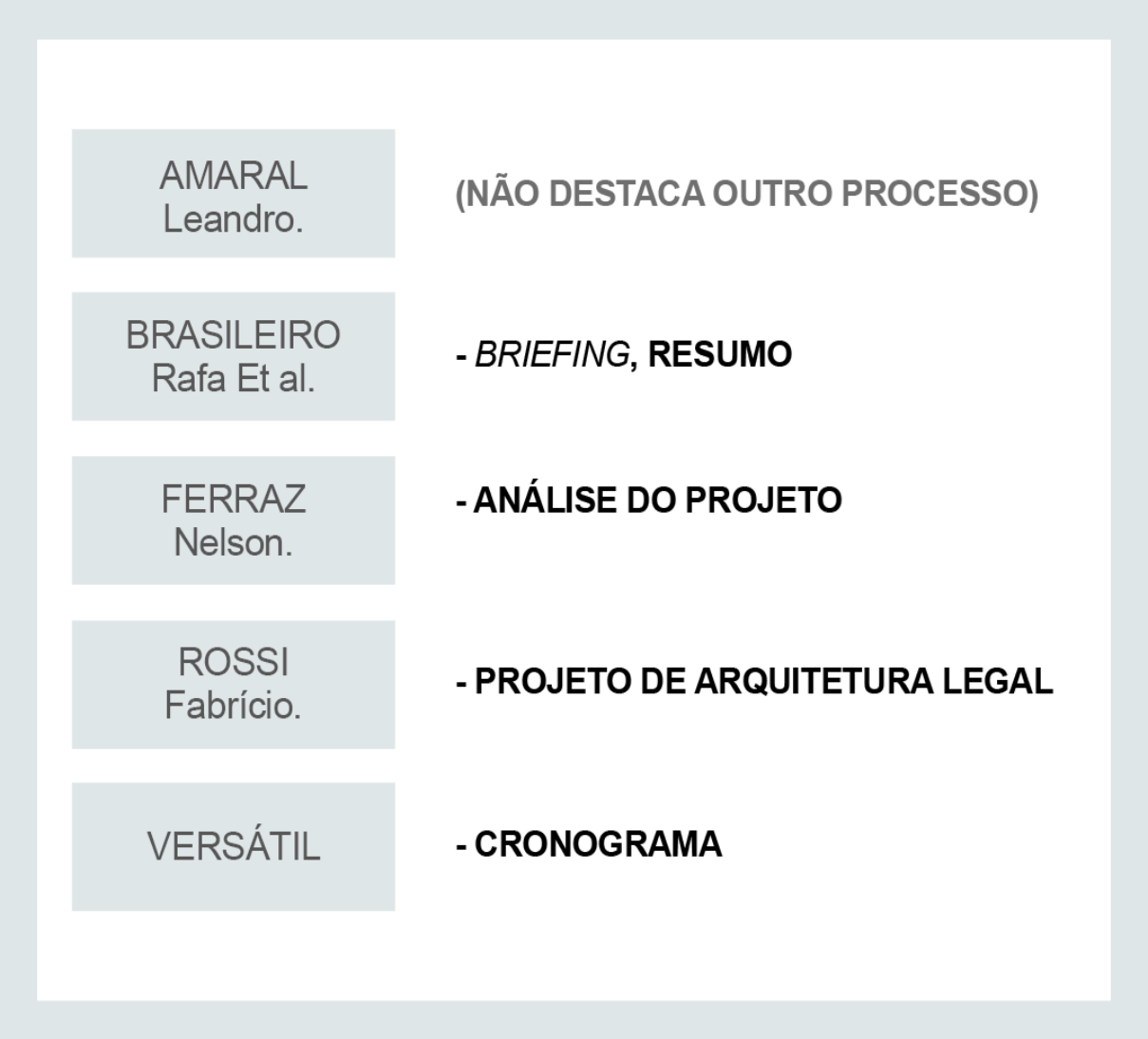
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de armazenamento de dados, visto que a interação é um processo em maior parte social, a um processo construtivo, e, por essa razão, BIM não poderia intervir diretamente a tal etapa. Desse modo, sugere-se apenas a interação indireta do BIM.

Conforme a Figura 16 e os autores citados, pode-se notar que os mesmos vieram a divergir em suas respectivas metodologias, pois nenhum autor apresentou como primeira etapa um processo em igualdade aos demais. Isso ocorre, pois, cada autor interpreta a execução de obras a sua maneira e a descreve conforme o seu próprio entendimento; entretanto, a falta de concordância geral entre autores que operam no setor de projetos e obras apenas sustenta a ideia de que um conteúdo direcionado, otimizando o foco e as etapas de trabalho que compõe uma obra, pode vir a ser um conteúdo bastante valioso.

Ainda que haja a divergência entre os autores, a maioria apresentou processos iniciais, que compreendem ao começo da etapa projetual, contudo, para a proposta derivante dessa, outros processos serão primeiramente abordados, e, por essa razão, a metodologia proposta seguirá conforme a sua própria sequência.

5.3.1.2 Etapa projetual 02: Orçamento e proposta

Figura 17: Processo destacado nº 02, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a segunda etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **orçamento e proposta.** Essa etapa trata-se do item fundamental que deve se apresentar o mais simples e objetivo possível, pois suas informações dizem respeito à proposta de trabalho, assim como valores e prazos. Diferentemente do “contrato de trabalho”, o orçamento ainda é caracterizado como uma ferramenta de capitação do cliente, enquanto o contrato é o documento legal que assegura a realização de um trabalho entre as partes. Por essa razão, tal documento deve ser de rápida confecção e de envio imediato, assegurando o interesse do solicitante para com a proposta. Apresentar um orçamento a um cliente oferece várias vantagens importantes para o prestador de serviços, como:

transparência; facilidade na tomada de decisões; planejamento financeiro; comparação de valores; negociação facilitada e afins. Em resumo, apresentar um orçamento é uma prática essencial em qualquer negócio, pois proporciona uma abordagem transparente e profissional nas transações com os clientes, além de ser benéfico para ambas as partes envolvidas.

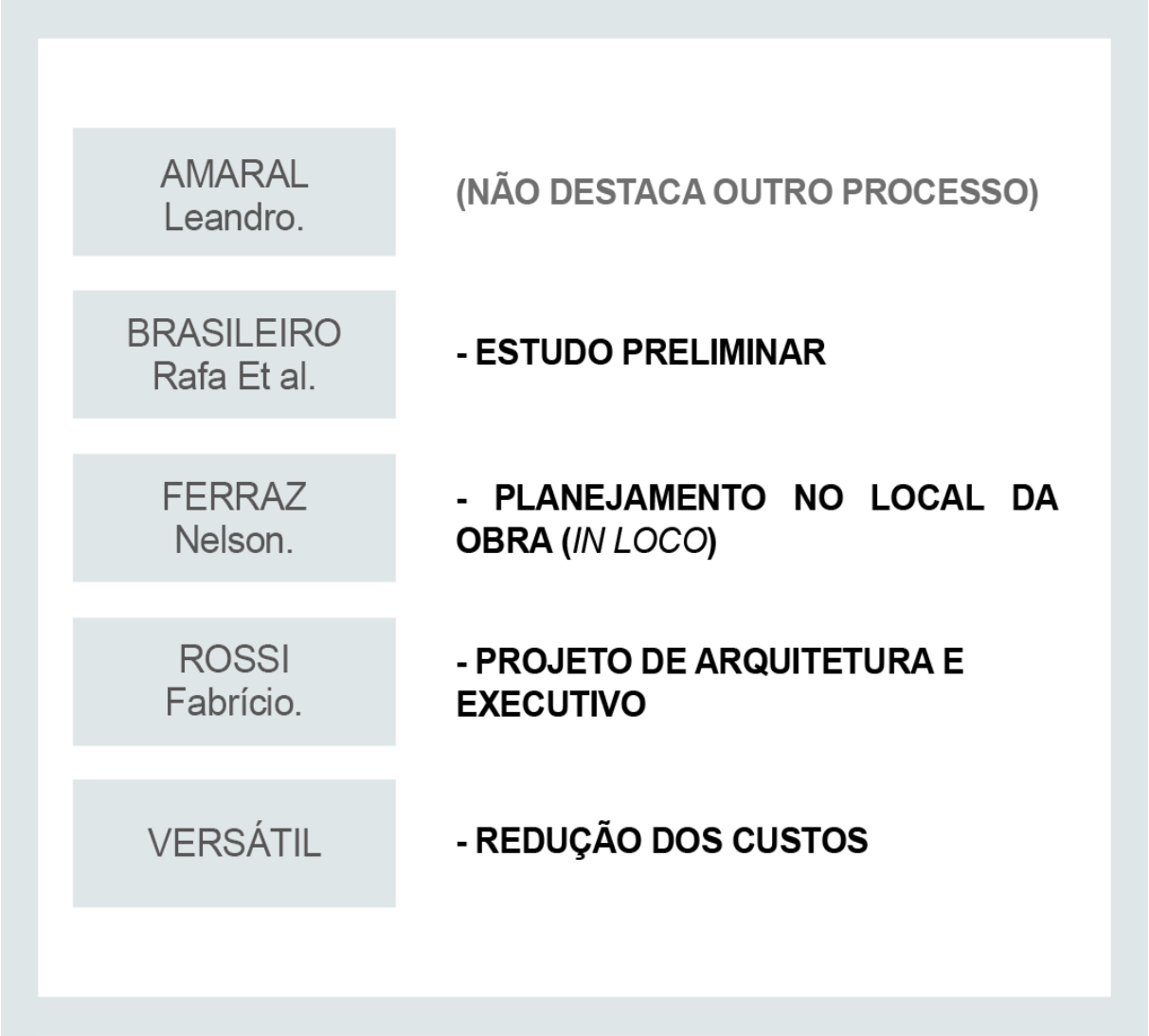
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de desenvolvimento de documentos, para que seja possível desenvolver e apresentar um modelo de orçamento. Contudo, outros *softwares* terceiros ainda são mais indicados para tal, pois apresentam funções de ortografia e escrita mais bem otimizadas, como o *Microsoft Word* [3] ou o *Libreoffice Writer*. Porém, para desenvolvimento gráfico, o BIM alcança funções similares ao *Photoshop* ou o *Illustrator* por exemplo. Portanto, segurem-se otimizações internas no BIM por parte da empresa responsável, com o objetivo de proporcionar um melhor uso da ferramenta aplicado ao desenvolvimento de documentos.

Conforme a Figura 17, foram apresentadas, novamente, variantes entre as propostas dos autores citados. Além disso, um dos autores não apresentou mais nenhum outro processo em sua obra e, por essa razão, sua metodologia será desconsiderada a partir desse ponto. Dentre as variantes apresentadas, podemos ver processos introdutórios como o resumo, a análise e o cronograma: tais processos realmente correspondem ao início da etapa executiva, porém, antes de considerar os mesmos, outros serão primeiramente considerados. Por último, somos apresentados a um processo citado – o projeto de arquitetura legal –, que compreende ao conteúdo final entregue ao cliente e, portanto, não poderia ser discutido na segunda etapa. Por essa razão a metodologia proposta seguirá conforme a sua própria sequência.

[3] Microsoft Word e Libreoffice Writer – *Softwares* de desenvolvimento de elementos documentais.. Photoshop e Illustrator – *Softwares* de desenvolvimento de elementos gráficos.

5.3.1.3 Etapa projetual 03: Contrato de trabalho

Figura 18: Processo destacado nº 03, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a terceira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **contrato de trabalho.** Trata-se do documento com teor legal que reconhece a existência de um trabalho a ser realizado em concordância entre duas ou mais partes. Nesse sentido, um contrato é basicamente a troca de economias, visando a circulação de riquezas, sendo sinônimo do conceito de negócio. Em seu conteúdo, são tratados os justos acordos e clausulas que irão direcionar o trabalho no sentido econômico de oferta e demanda, visando que o trabalho só deverá ser iniciado após a devida coleta das informações e do registro da documentação entre as partes atuantes, assim como o pagamento dos honorários, se

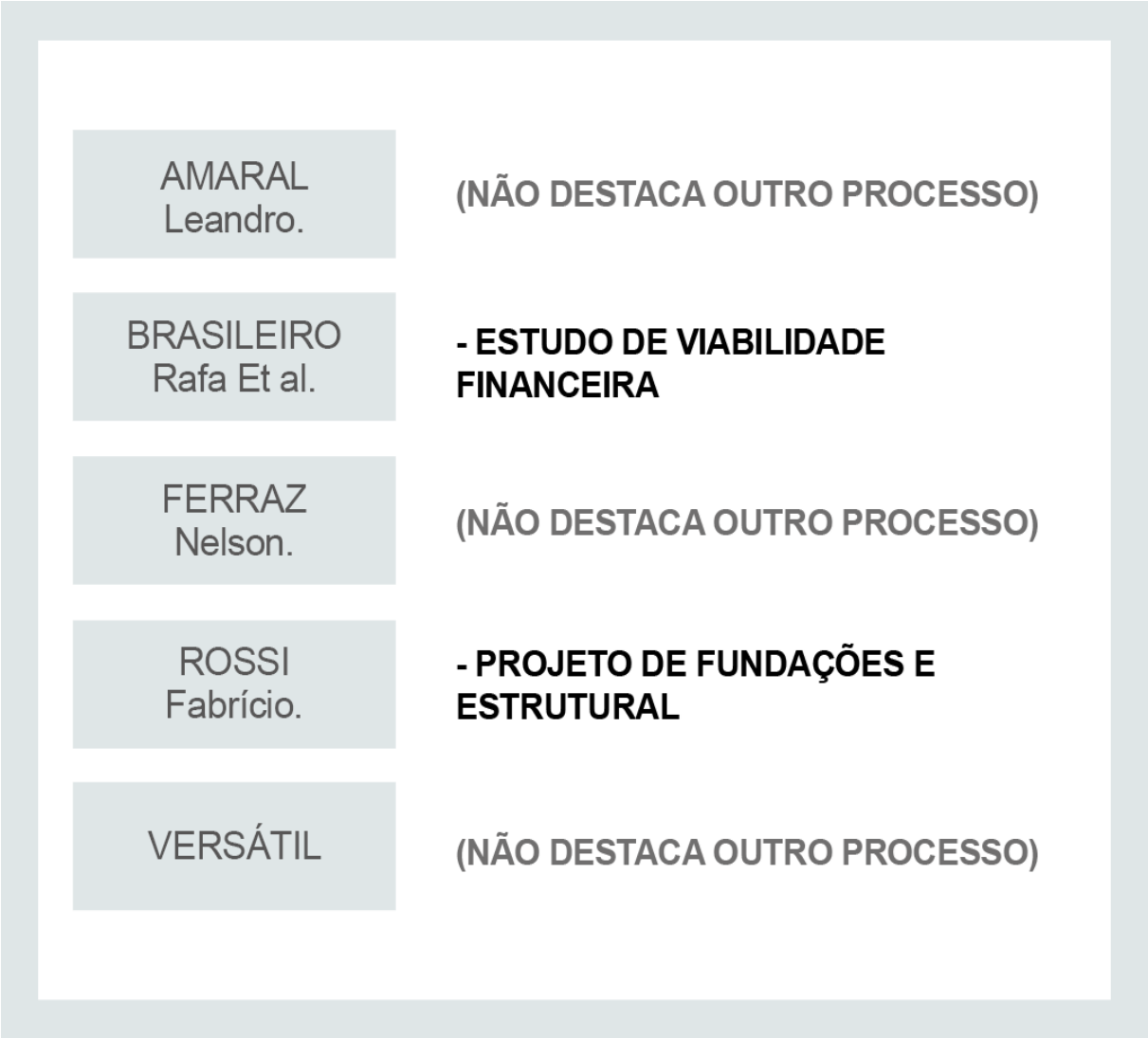
assim acordado. Sem esse documento, o profissional AEC, caracterizado como contratado e prestador dos serviços, deverá se abster de realizar qualquer ato trabalhista. Além disso, recomenda-se também para essa etapa, terceirizar o contrato de trabalho para um profissional da lei, sendo um advogado(a).

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de desenvolvimento de documentos, para que seja possível desenvolver e apresentar o contrato. Porém, como descrito anteriormente, outros *softwares* terceiros ainda são mais indicados para tal e, portanto, perdura-se a sugestão da otimização das ferramentas de texto do BIM.

Segundo a Figura 18, o terceiro processo construtivo destacado para a etapa projetual apresentou inconformidades em seus resultados. Dentre as metodologias acima, não se recomenda executar nenhum processo destacado, pois se entende que, após o orçamento, o objetivo é fechar o negócio de maneira legal por meio de um contrato de trabalho e, por essa razão, exclui-se a possibilidade de empregar qualquer processo destacado acima, ainda que referentes a etapa projetual.

5.3.1.4 Etapa projetual 04: Documentação do(s) cliente(s)

Figura 19: Processo destacado nº 04, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a quarta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **documentação do(s) cliente(s)**. Trata-se do levantamento de toda a documentação referente ao(s) cliente(s), desde os itens, presentes no contrato anteriormente, a até mesmo qualquer outro documento legal que comprove que o cliente é o dono legítimo do terreno, a fim de evitar problemas legais como o embargo da obra, multas e afins. Alguns dos documentos necessários durante o ciclo de vida de um projeto são: o Registro Geral (RG); o Cadastro de Pessoa Física (CPF); a Carteira Nacional de Habilitação (CNH); o Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ); o endereço atual; telefone e *e-mail* para contato;

procuração; matrícula do terreno; contrato de compra e venda; escritura, caso a edificação esteja edificada e o Imposto Predial sobre o Território Urbano (IPTU) no nome do responsável. Tais documentos dizem respeito ao(s) cliente(s), e, para evitar o retrabalho de procurá-los ou de solicitar segundas vias, sugere-se revisar tais informações nessa etapa para que não ocorram problemas futuros, como embargos temporários ou eventuais comunique-se [4]. A documentação é um processo de armazenamento de dados que resulta, posteriormente, em um fluxo de trabalho otimizado. Por essa razão, etapas como o estudo de viabilidade financeira e projeto de fundações e estrutural devem ocorrer em processos mais à frente.

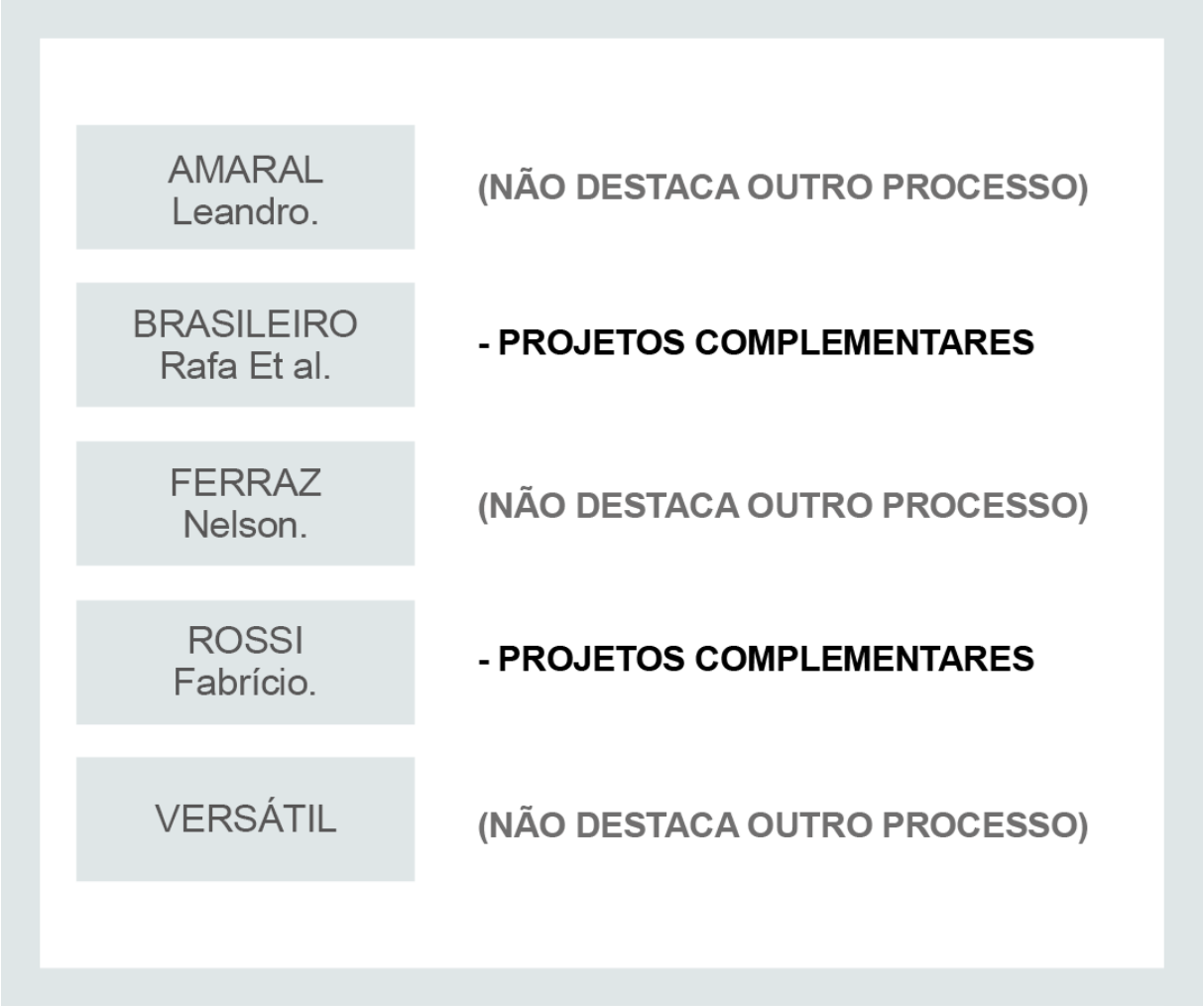
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM ainda como ferramenta de armazenamento de dados, guardando, em formato de arquivos, as cópias dos documentos descritos acima, de forma digital. Contudo, ainda é recomendável que também sejam arquivadas cópias impressas, como meio de segurança adicional para ambas as partes. Os documentos não tem ao certo um valor de vida útil, porém, caso o profissioanl gestor não queira arquivar tais documentos, o mesmo é livre para tal.

Conforme a Figura 19, o quarto processo construtivo destacado para a etapa projetual também não apresentou concordância entre os autores, além de que, nesse momento, duas das metodologias referências deixaram de apresentar outros processos em suas obras, e por essa razão, serão desconsideradas a partir desse ponto. Portanto, a etapa projetual continuará apenas com os autores que ainda destacam etapas em suas obras. Após o contrato, entende-se que o trabalho está justo e acordado, e, por essa razão, propõe-se que seja realizada a revisão dos dados, para checar se o profissional AEC tem todos os documentos que necessita para realizar o serviço. Assim, desconsidera-se qualquer intervenção por parte dos processos destacados anteriormente, e, portanto, a metodologia proposta há de seguir sobre a sua própria ordem.

[4] Comunique-se – Ato do órgão fiscalizador em notificar o autor de problemas com o projeto enviado, enquanto a notificação não for respondida o projeto não será devidamente aprovado.

5.3.1.5 Etapa projetual 05: Estudos preliminares

Figura 20: Processo destacado nº 05, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a quinta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta são os **estudos preliminares.** Trata-se dos primeiros estágios do processo de concepção de uma edificação. Eles são a base para o desenvolvimento do projeto final e servem como uma representação inicial da ideia do autor. Os estudos preliminares não são ainda os documentos finais de construção e tampouco são elementos de elaboração obrigatória; são caracterizados como esboços que ajudam a definir a direção-geral do projeto.

O objetivo dos estudos preliminares é apresentar as principais ideias e conceitos ao(s) cliente(s) e as partes interessadas, permitindo que todos entendam a visão do autor e possam fornecer retornos para ajustes e refinamentos. O Anexo E discute e apresenta alguns possíveis estudos de caso para a etapa projetual. A

vantagem de se desenvolver os estudos preliminares é, principalmente, cativar o cliente por meio das ideias e intenções. Se destacarmos nesse momento os projetos complementares e não as ideias iniciais, o profissional AEC necessitará de muito esforço para apresentar elementos de categoria executiva (projetos complementares) em um momento de experimentação de ideias. Por essa razão, torna-se vantajoso, elaborar os dados iniciais (estudos preliminares) para garantir a aceitação do cliente para com o projeto e obra.

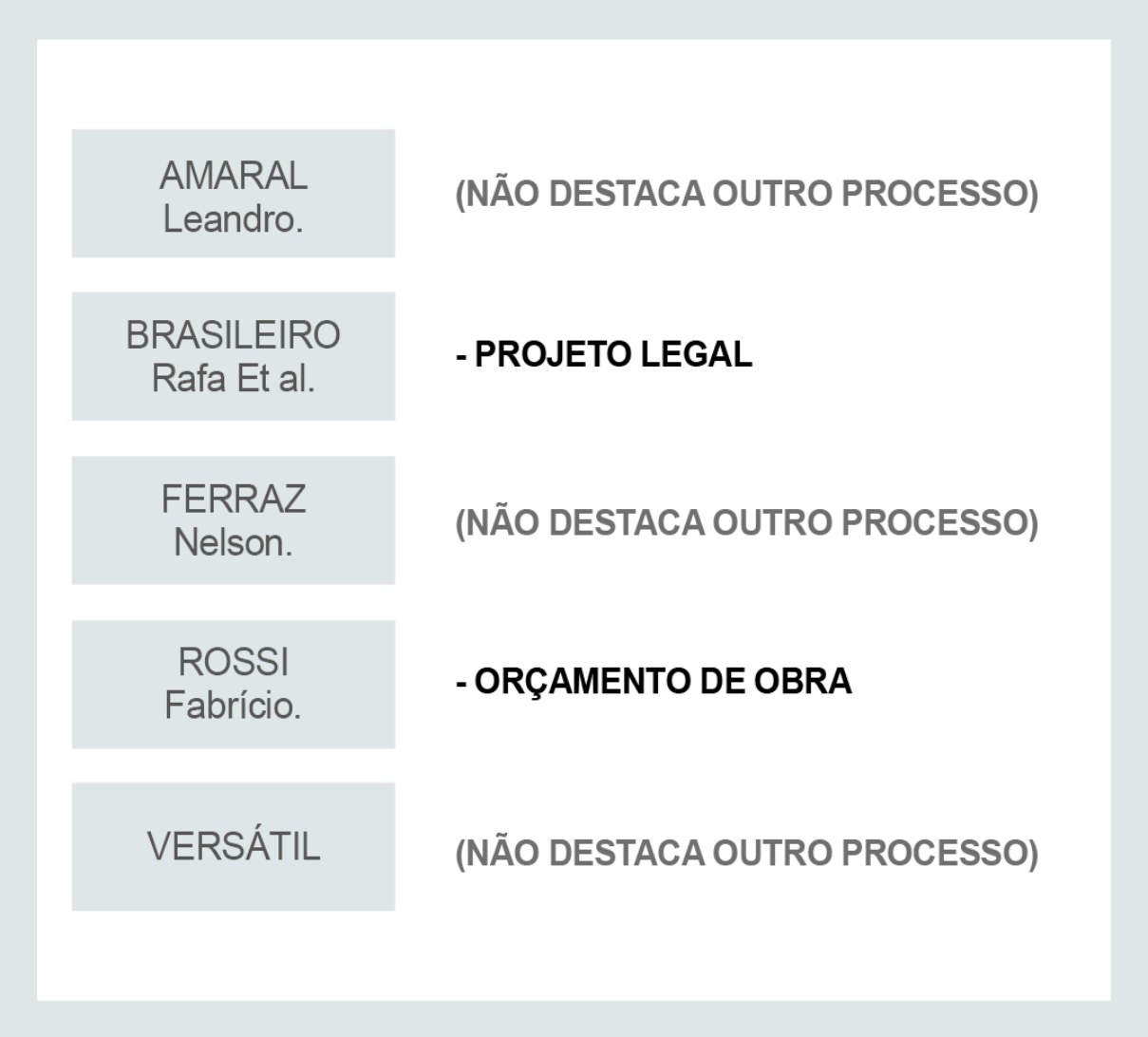
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de representação gráfica, uma vez que há diversos *softwares*, como o Archicad [5] e o Revit, que seriam capazes de gerar informações e elementos visuais para demonstrar os estudos de caso por meio de representações gráficas.

Conforme a Figura 20, o quinto processo construtivo destacado para a etapa projetual apresentou, pela primeira vez, concordância entre os as metodologias restantes; portanto, viu-se que ambos os autores destacam os projetos complementares como quinta etapa de suas respectivas metodologias de execução. Contudo, os projetos complementares compreendem a uma etapa tardia a etapa projetual, pois, trata-se de um item que só pode ser executado após o desenvolvimento do projeto arquitetônico, que ainda mal foi abordado. Dito isso, entende-se que a metodologia proposta não pode se basear nos autores citados e deverá continuar abordando sua própria sequência lógica de etapas.

[5] Archicad e Revit – *Softwares* de representação digital que utilizam o BIM.

5.3.1.6 Etapa projetual 06: Aprovação documentada

Figura 21: Processo destacado nº 06, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a sexta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **aprovação documentada da aceitação do cliente para com os estudos desenvolvidos.** Trata-se de um documento legal, enviado pelo autor e assinado pelo(s) cliente(s), que afirma que as etapas anteriores estão devidamente aprovadas, e que, a partir desse momento, poderá ser iniciado o projeto arquitetônico. A vantagem de tal medida é evitar diversos retrabalhos cosméticos e estruturais, à medida que o cliente solicita alterações para o projeto acreditando não haver custos, o que não condiz com a verdade, uma vez que toda e qualquer alteração requer prazos, custos e uma nova estratégia de execução. Por

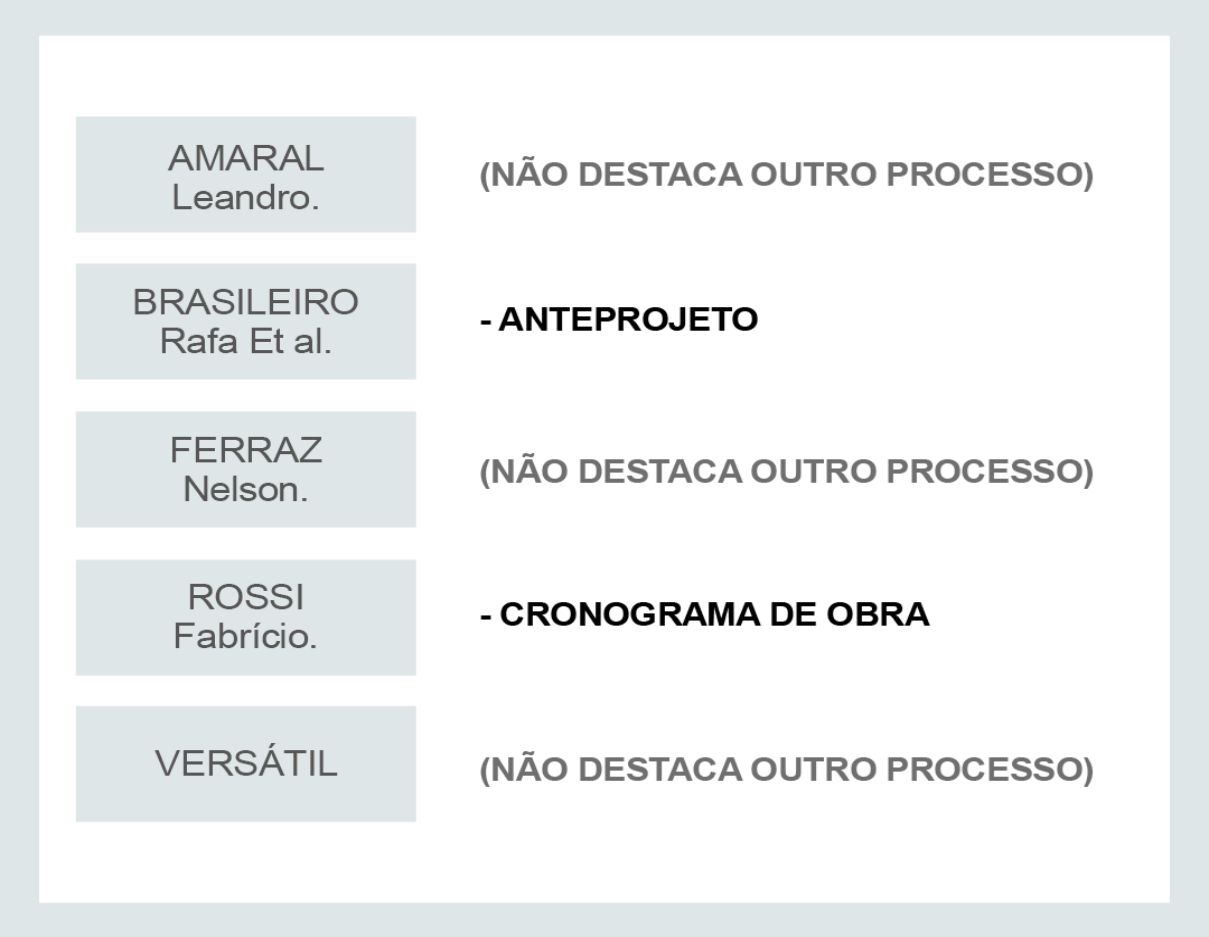
essa razão, considera-se a necessidade de uma aprovação documentada, para só então prosseguir com os demais processos.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM, novamente, como ferramenta de desenvolvimento para o documento em questão. Entretanto, como comentado anteriormente, ainda há *softwares* terceiros que são mais indicados para tal e, portanto, perdura-se novamente a sugestão de otimização das funções de texto do BIM, podendo vir a ser um *plug-in* ou uma extenção a parte.

Conforme a Figura 21, o sexto processo construtivo destacado para a etapa projetual, apresentou discordância entre os autores restantes, e, como visto acima, um apresenta o projeto legal – item que ainda necessita de aprovação –, enquanto o outro apresenta o orçamento de obra – item variável, pois, é necessário antes, saber qual o valor monetário que o seu cliente tem a investir, para que se projete de acordo. Visto a divergência comentada acima, além do fato de que nenhum processo construtivo poderia vir a ser integrado a esse momento, a metodologia proposta irá continuar abordando sua própria sequência lógica de etapas.

5.3.1.7 Etapa projetual 07: Projeto arquitetônico

Figura 22: Processo destacado nº 07, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a sétima etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **projeto arquitetônico legal.**

Uma vez que o cliente tenha aprovado os estudos preliminares, sugere-se desenvolver o projeto arquitetônico de teor legal, pois, é por meio desse documento, que serão realizadas as subjugações de projeto por parte dos órgãos gestores, como a prefeitura local e/ou o condomínio, caso o canteiro de obras seja situado em meio a um. Compreende-se projeto de arquitetura como um procedimento criativo que carece de abordagens padronizadas ou universais entre profissionais, apesar de certos métodos comuns poderem ser observados entre projetistas. O projeto de arquitetura se enquadra em um território intermediário entre ciência e arte, enfrentando questões não completamente definidas e viabilizando múltiplas abordagens. Os elementos que

compõe o projeto arquitetônico são apresentados pelo Anexo F, conforme a ABNT 6492[6], representação de projetos na arquitetura.

A vantagem de se executar o projeto arquitetônico nesse momento é a segurança que as etapas anteriores compreendem ao autor, visto que, até esse momento, já foram realizadas as interações com o cliente, orçamento, contrato, documentação, estudos preliminares e aprovação documentada dos mesmos, a realização do projeto arquitetônico é sugerida por essa.

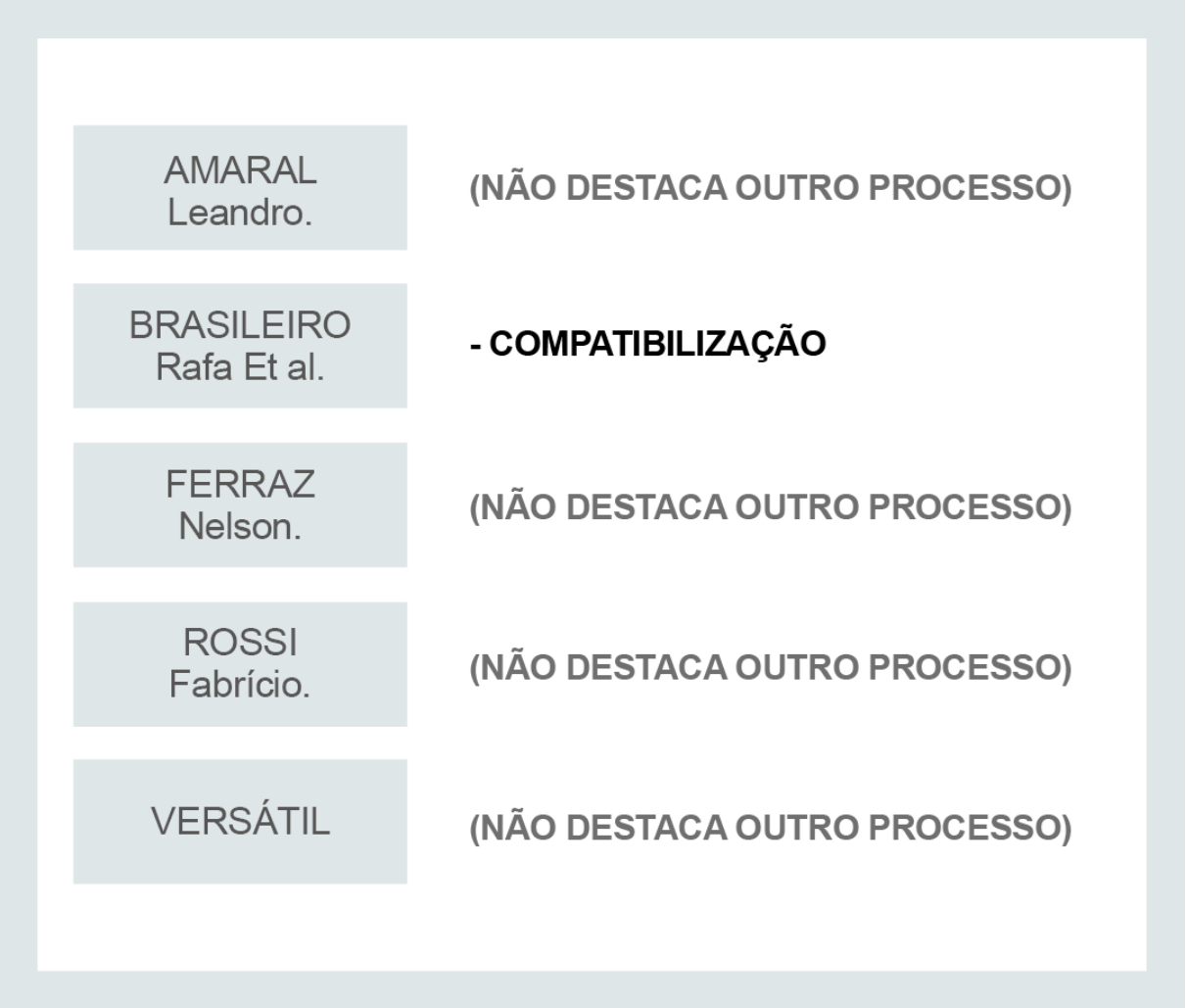
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de modelagem de informações, a fim de gerar elementos suficientes para compor o projeto arquitetônico legal, além de poder apresentar qualidade significativa, dependendo, é claro, do talento do profissional que o utiliza.

Conforme a Figura 22, o sétimo processo construtivo destacado para a etapa projetual apresentou, novamente, discordância entre os autores referenciados. Um autor discorre a ideia do anteprojeto, o que é peculiar, uma vez que o mesmo demonstra, anteriormente, o processo de projeto legal, ou, projeto arquitetônico – o anteprojeto é mais comum como um estudo para o projeto arquitetônico; então, a sequência, se apresentada dessa maneira, poderá causar dúvidas ao leitor. Por outro lado, o segundo autor demonstra o cronograma de obras, etapa essa que deveria ser ordenada ainda mais para frente, uma vez que o projeto arquitetônico e tampouco o executivo foram abordados. Devido às divergências encontradas para tal etapa, exclui-se a possibilidade de interação entre a metodologia proposta e as citadas e por essa razão, a metodologia proposta há de prosseguir por meio do seu próprio fluxo.

[6] - ABNT 6492 determina as condições exigíveis para representação gráfica de projetos de arquitetura, visando a boa compreensão.

5.3.1.8 Etapa projetual 08: Subjugação de projeto

Figura 23: Processo destacado nº 08, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a oitava etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **subjugação de projetos perante os órgãos legais.** Trata-se do momento no qual o autor deve subjugar o seu trabalho, aos meios de aprovação legal, sendo a prefeitura local e, ou, o condomínio, se esse for o caso. Para tal, o projeto arquitetônico deve estar em formatação padrão, e deve ser enviado em quantas vias forem solicitadas, para que possa ser avaliado pelo órgão responsável. Nesse momento, existe um prazo a ser cumprido, visto que as avaliações não são instantâneas, e por essa razão, é bastante comum, executar um outro processo, enquanto se espera os resultados deste.

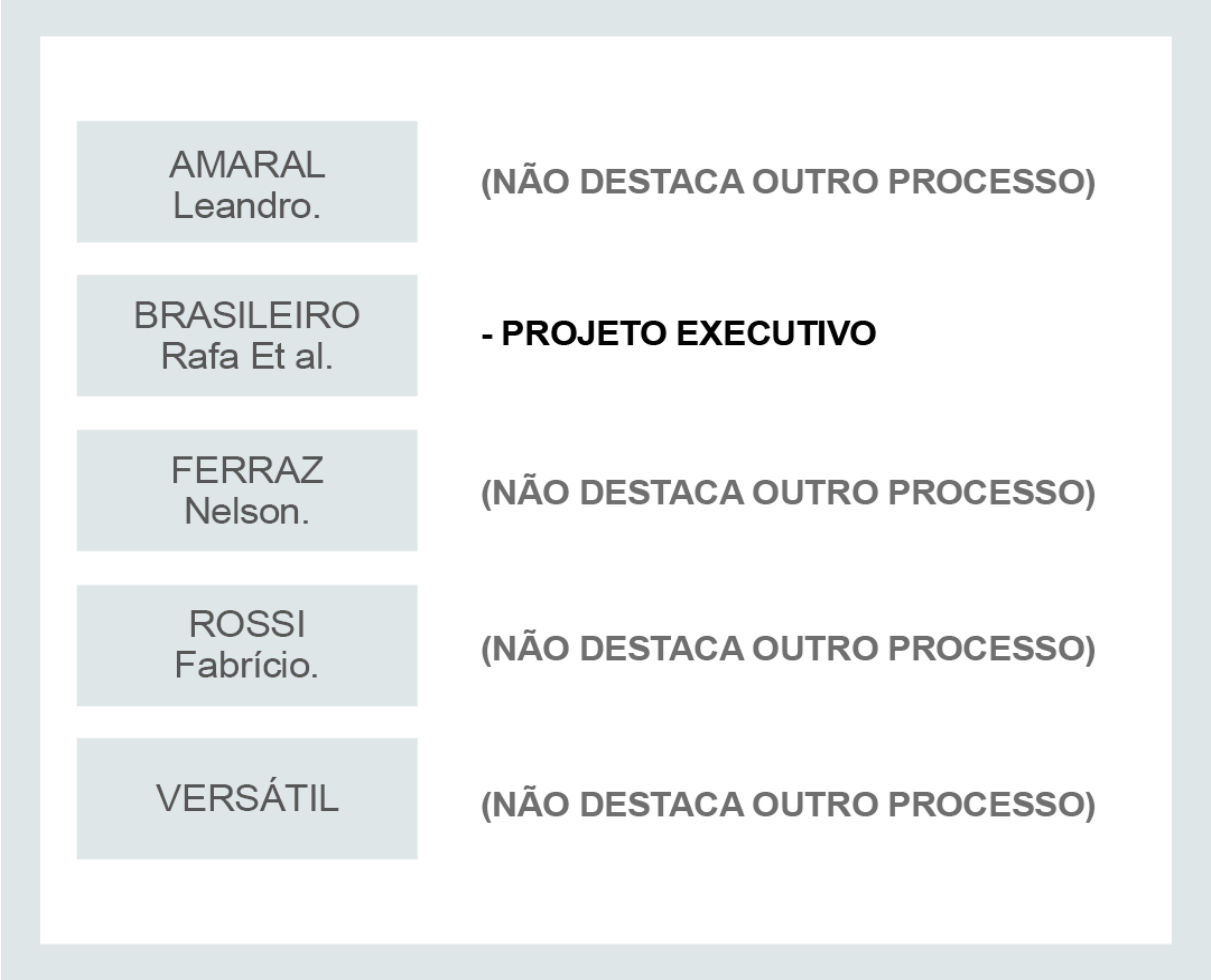
Nessa etapa, BIM não poderia exercer função, uma vez que a possível aprovação do projeto, não depende do trabalho direcionado do autor, ainda que, o

profissional legal, pudesse utilizar de BIM para realizar a verificação e autuação do(s) projeto(s), para fins de aprovação. Portanto, sugere-se a integração de BIM aos órgãos públicos, uma vez que suas vantagens podem ser aplicadas para melhorar o meio de trabalho atual.

Nesse momento, apenas um entre os cinco autores referenciados continuou a apresentar processos construtivos para a etapa projetual. Portanto, será considerada, para esse momento, apenas uma dentre as cinco metodologias citadas. Como demonstra a Figura acima, o oitavo processo destacado foi a compatibilização, o que faz bastante sentido visto que os últimos dois processos discorridos pelo mesmo autor foram projeto arquitetônico e anteprojeto, ainda que a ordem dos fatores seja questionável. Porém, a metodologia proposta ainda necessita de algumas etapas a serem realizadas mediante a compatibilização dos projetos, para evitar eventuais erros de compatibilização e alterações projetuais. Por essa razão, a metodologia proposta a de continuar sobre o seu próprio fluxo de etapas.

5.3.1.9 Etapa projetual 09: Projetos complementares

Figura 24: Processo destacado nº 09, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a nona etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta são os **projetos complementares.** Trata-se de atividades desenvolvidas após o projeto arquitetônico, com o objetivo de garantir a viabilidade técnica, funcional e estrutural de uma construção. Eles abordam aspectos específicos e detalhados do empreendimento, fornecendo diretrizes para a execução e implementação das diversas instalações e sistemas necessários para o funcionamento do edifício. Os projetos complementares fazem parte de uma etapa que ocorre normalmente junto a subjugação de projetos perante os órgãos legais, pois, enquanto se aguarda o tempo necessário para a possível aprovação, pode-se solicitar a engenharia e os complementares, que também têm o seu próprio prazo de desenvolvimento. De certa forma, tal etapa representa a estagnação momentânea da etapa projetual. O Anexo G discute melhor os projetos complementares.

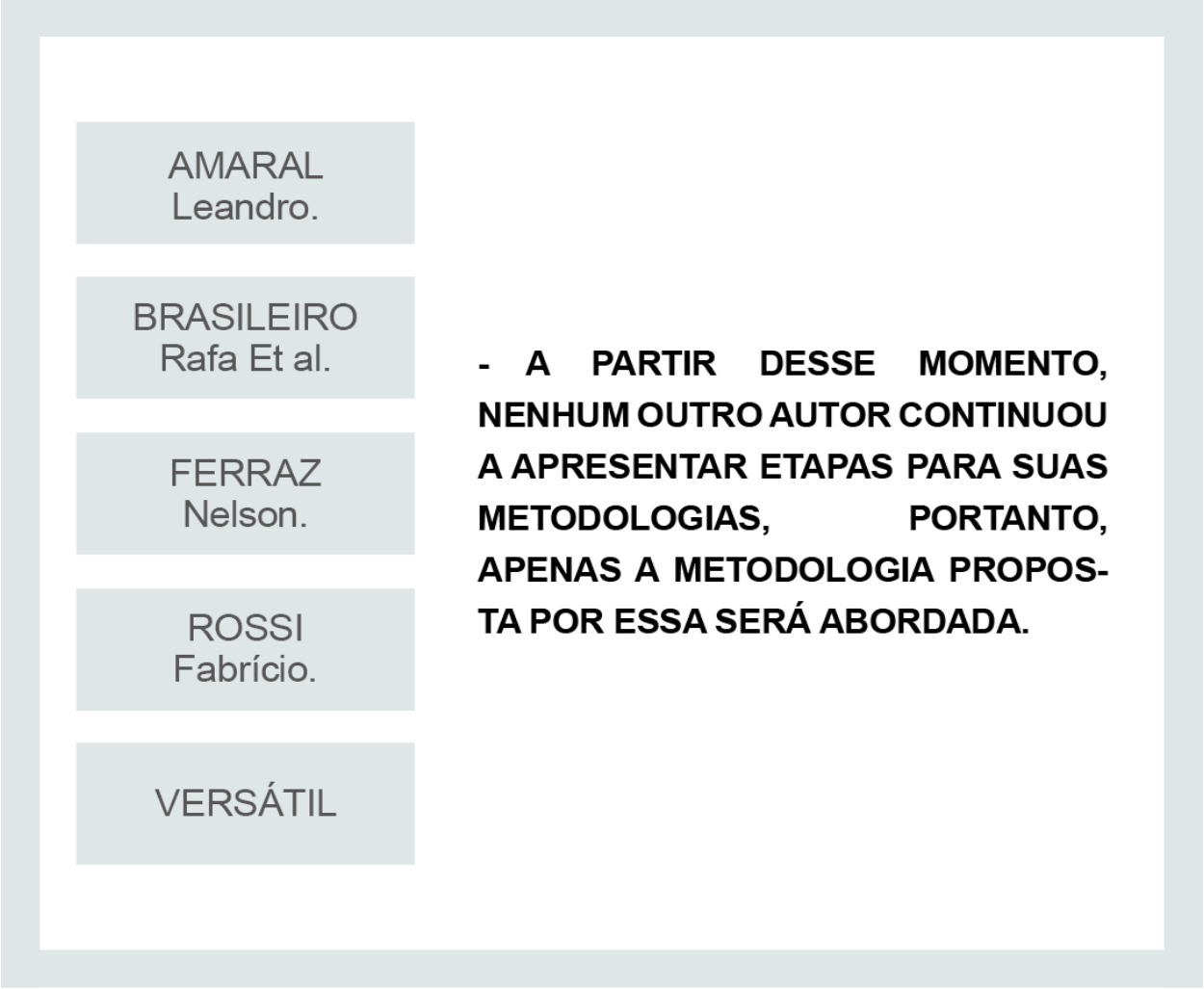
Os projetos complementares são muitas vezes de função obrigatória, e, por essa razão, não devem ser desconsiderados. Visto o tamanho da responsabilidade dos profissionais AEC, as vantagens na execução desse processo envolvem principalmente a segurança para com a edificação, de modo a garantirem, por meio das suas informações, os cálculos e diretrizes realizados especialmente para o projeto em questão. Ressalta-se que, para essa etapa, toda e qualquer alteração, cosmética ou estrutural, não alterará apenas o projeto arquitetônico, mas também os complementares, com novos custos e prazos, o que por sua vez, vai encarecer e pode também inviabilizar a obra.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de desenvolvimento de informações, uma vez que os projetos complementares são desenvolvidos a partir da etapa anterior, e, posteriormente serão comparados e compatibilizados com o mesmo, mediante o desenvolvimento do projeto executivo. Tal ato é possível desde que o outro profissional também utilize de ferramentas BIM para desenvolver o seu trabalho, e retorne os arquivos em formato de leitura universal que possibilite abertura e modificação em qualquer outro *software* da categoria.

Como visto pela Figura acima, o processo construtivo destacado para tal etapa, conforme a última metodologia referenciada, é o projeto executivo, que representa o final da etapa projetual e compreende o início da obra. Tal informação está em concordância com a metodologia proposta por essa, uma vez que o projeto executivo é de fato a última etapa da fase projetual. Contudo, para justificar a execução do mesmo, são necessários processos terceiros que ainda não foram abordados e, assim, a metodologia proposta a de continuar sobre o seu próprio fluxo de etapas.

5.3.1.10 Etapa projetual 10: Compatibilização

Figura 25: Processo destacado nº 10, etapa projetual.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **compatibilização de projetos.**

A compatibilização é um processo que visa garantir a integração harmoniosa e eficiente entre todas as disciplinas envolvidas no projeto de um edifício ou empreendimento arquitetônico. A ideia central da compatibilização é evitar conflitos, inconsistências ou erros que possam ocorrer, uma vez que cada disciplina trabalha de forma independente. Assim, essa etapa visa assegurar que todas as partes do projeto se encaixem perfeitamente e funcionem corretamente.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta direcionada a compatibilização de informações, uma vez que, por meio do mesmo, é possível

relacionar as informações de projeto, e projetos complementares, buscando identificar e corrigir divergências entre os mesmos. Por fim, uma vez que a compatibilização seja realizada, e não haja agravantes entre os projetos, entende-se que a compatibilização está concretizada.

Como visto na Figura acima, a partir desse momento, não houve outras discussões a respeito de processos construtivos para a etapa projetual e, portanto, serão apresentados apenas as etapas e processos propostos por esta tese. Após os projetos complementares e a subjugação de projetos perante os órgãos legais, uma vez que devidamente aprovados, entende-se que o projeto está legalizado e pronto permitido a ser construído. Portanto, seguindo a ordem lógica dos processos, pode-se prosseguir para o último processo relacionado a etapa projetual.

5.3.1.11 Etapa projetual 11: Projeto executivo

Para a décima primeira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **projeto executivo.** Trata-se da documentação técnica, detalhada e completa que especifica todas as informações necessárias para a correta execução da obra de acordo com o projeto arquitetônico aprovado e com os projetos complementares.

Enquanto o projeto arquitetônico é uma representação mais conceitual e visual do edifício, o projeto executivo fornece os detalhes técnicos e construtivos para que a construção seja realizada de forma precisa, seguindo todas as normas, regulamentos e especificações requeridas. É o conjunto de informações que permitirá que os construtores compreendam exatamente como o edifício deve ser construído. O conteúdo de um projeto executivo pode ser visto por meio do Anexo I.

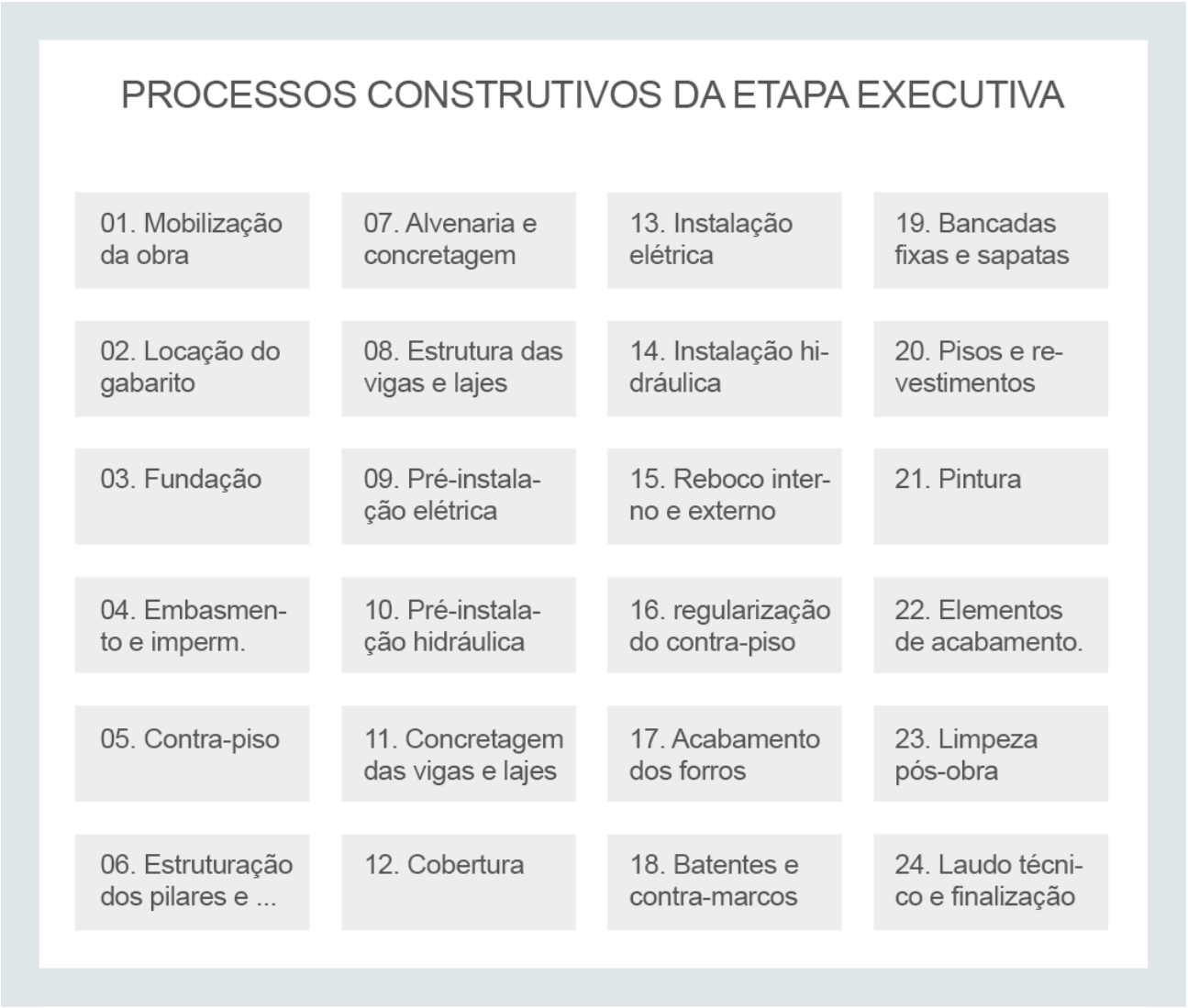
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de modelagem de informação, mais uma vez, podendo gerar os elementos gráficos suficientes para compor o projeto executivo, além de apresentar, possibilidade de geração de elementos com qualidade significativa em sua representação, dependendo é claro, do talento do profissional que o utiliza.

A realização do projeto executivo determina o final da etapa projetual, portanto, uma vez que finalizado, entende-se que os processos construtivos da etapa projetual foram concluídos. Ao mesmo tempo, juntamente à apresentação dos resultados do estudo dirigido ou do estudo de metodologias de execução de obras terceiras, foi vista

a metodologia proposta, ao menos para a fase do projeto, contendo ao todo, onze etapas distintas. Desse modo, pode-se continuar com o estudo da metodologia proposta, porém nesse momento, para a etapa executiva.

5.3.2 Mapeamento dos processos construtivos, etapa executiva

Figura 26: Processos construtivos da etapa executiva, fluxo e ordenação.



Fonte: Elaboração própria.

Os processos construtivos que envolvem a etapa executiva da metodologia de execução de obras proposta seguem compilados na Figura 26 acima e contemplam uma abordagem estratégica que almeja intervir desde a mobilização da obra até o laudo técnico em um total de vinte e quatro etapas, ordenadas e otimizadas. A seguir, serão tratadas as análises comparativas das metodologias citadas, que outrora resultaram no fluxo proposto pela Figura 26.

5.3.2.1 Etapa executiva 01: Mobilização da obra

Figura 27: Processo destacado nº 01, etapa executiva.

Fonte: Elaboração própria.

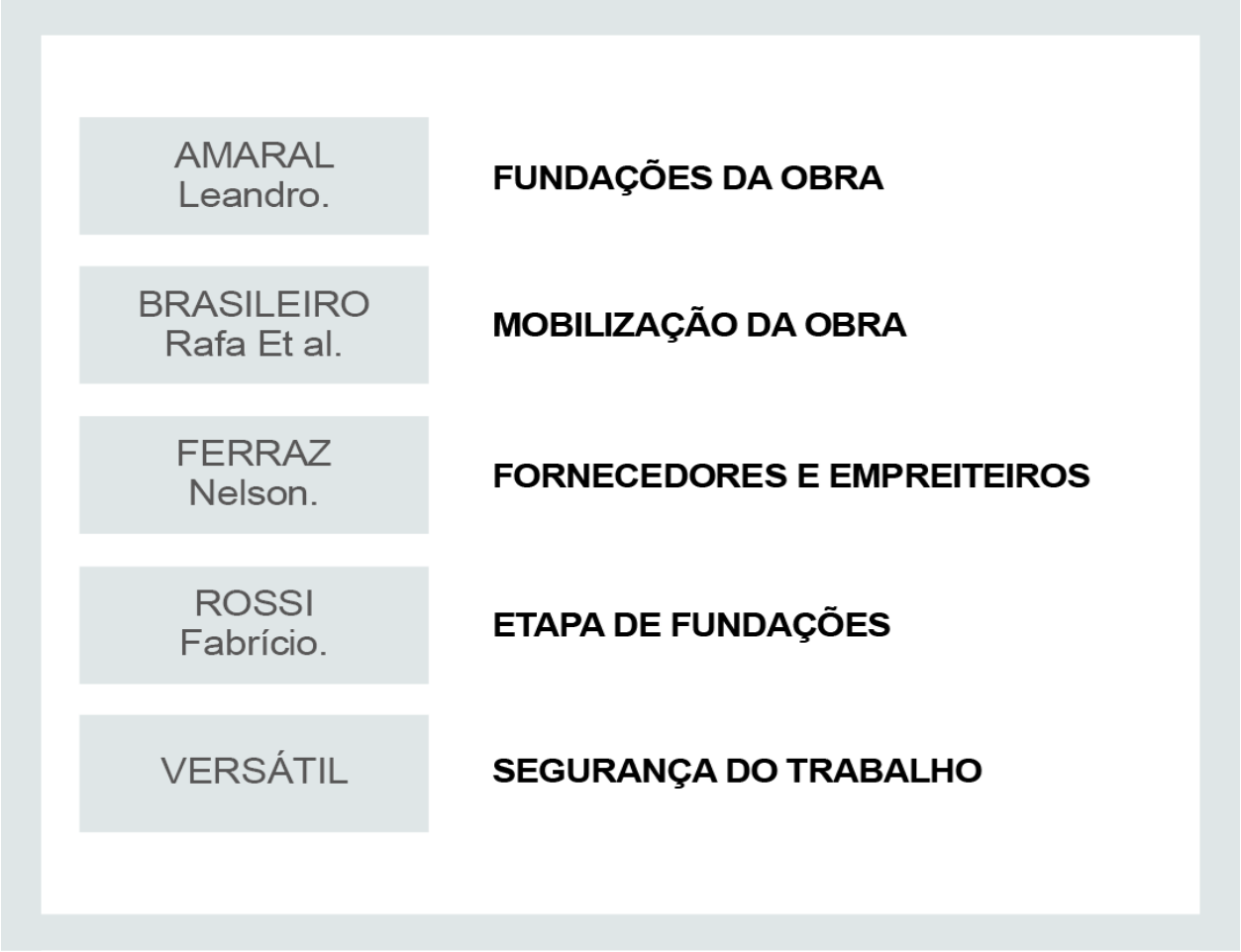
Para a primeira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **mobilização da obra.** Tal etapa refere-se à etapa inicial de preparação de um canteiro de obras antes do início efetivo da construção ou execução de um projeto. Essa fase é essencial para garantir que o local esteja devidamente organizado, seguro e equipado para receber os trabalhadores, equipamentos e materiais necessários para a execução dos serviços principais. Alguns serviços que são tratados pela mobilização da obra são apresentados pelo Anexo J. A execução da mobilização da obra apresenta a vantagem da organização para serviços futuros e é a garantia do autor para com o canteiro; por essa razão, não deve ser desconsiderada.

Nessa etapa, entende-se que BIM não poderia exercer função, uma vez que a mobilização da obra se trata, em maior parte, de um trabalho manual e estratégias de limpeza e organização. Todavia, o BIM ainda poderia ser utilizado para realizar a gestão dos equipamentos, locação dos elementos temporários como o abrigo, caixas de areia e cimento, banheiro de serviço e outros, podendo desenvolver plantas explicativas para o fechamento dos tapumes e organização de elementos. Mesmo assim o trabalho é, em sua maior parte, manual, e apenas a presença do autor em campo bastaria para realizar tal organização. Pela razão destacada anteriormente, sugere-se a empresa responsável pelo desenvolvimento dos *softwares* BIM, uma extensão, *plug-in* ou derivado, que possa auxiliar o gestor a respeito de cronograma de serviço e afazeres, de modo a favorecer o uso do BIM ainda para as etapas de mobilização.

Conforme a Figura 27, o primeiro processo construtivo destacado para a etapa executiva apresentou variantes entre os autores referenciados. Novamente, isso ocorre porque cada autor destaca os processos construtivos à sua maneira, conforme sua própria metodologia de execução. Contudo, ainda que os autores utilizem de títulos diferentes, o sentido empregado a ação é bastante similar, pois “preparação para iniciar a obra”; “etapas iniciais da obra”; “aquisição de materiais”; “mobilização de obra e serviços preliminares” e “locação de equipamento” compreendem unicamente a mobilização ou reunir e organizar recursos. Portanto, uma vez que seja realizada a mobilização da obra, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.2 Etapa executiva 02: locação do gabarito

Figura 28: Processo destacado nº 02, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a segunda etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **locação da obra.** Segundo a ABNT NBR 15.309[7], é necessária locação topográfica e acompanhamento dimensional de obra metroviária e assemelhada. A locação é o processo de transmissão entre o projeto executivo e complementares, através do qual as informações de projeto devem ser transferidas para o terreno onde a obra será executada, por meio de um gabarito[8] e marcações precisas.

A locação deve ser realizada por um profissional especializado, como, por exemplo, um topógrafo, que utiliza instrumentos específicos para marcar no terreno, a posição exata onde serão construídas as fundações, as paredes, os pilares, as lajes,

[7] ABNT NBR 15.309: discorre sobre procedimentos para a demarcação correta de canteiros de obra.
[8] Gabarito: instrumento de madeira que percorre o todo perímetro do canteiro de obras.

entre outras estruturas previstas no projeto. A locação também considera aspectos como a declividade, a orientação solar e as dimensões da construção. Portanto, é um processo fundamental para garantir a execução correta do projeto, e a segurança da obra. Ela também é importante para evitar erros na construção e escapar de retrabalhos, pois podem gerar atrasos e aumento de custos, com alteração direta nos indicadores de escopo, tempo e custo. Com a locação precisa, os profissionais da construção conseguem ter uma referência clara e objetiva para executar as tarefas previstas no projeto, garantindo a qualidade e a segurança da obra. Vale ressaltar que a locação da obra deve ser feita de acordo com as normas técnicas e as leis municipais e estaduais que estabelecem as exigências e os procedimentos para a realização da locação em cada região.

Para realizar a demarcação do terreno conforme os projetos, deve-se utilizar o gabarito, que se consiste em uma estrutura de madeira de altura igual a aproximadamente cinquenta centímetros e que deve ser construído com afastamento de um metro e meio do terreno, quando possível. O mesmo deve percorrer todo o perímetro do lote, e, assim que estruturado, permite realizar uma série de demarcações, a respeito de afastamentos, dimensões, blocos, cintas, paredes, pilares e eixos da futura construção. Para obras menores, a medição pode ser realizada através de uma trena (instrumento de medição indispensável para medir alturas ou distâncias) enquanto para obras maiores, a medição deve ser realizada pela topografia. A vantagem em se executar a locação da obra, conforme os projetos citados anteriormente, é a segurança de que a mesma acontecerá de acordo, e sua implantação, não será alterada.

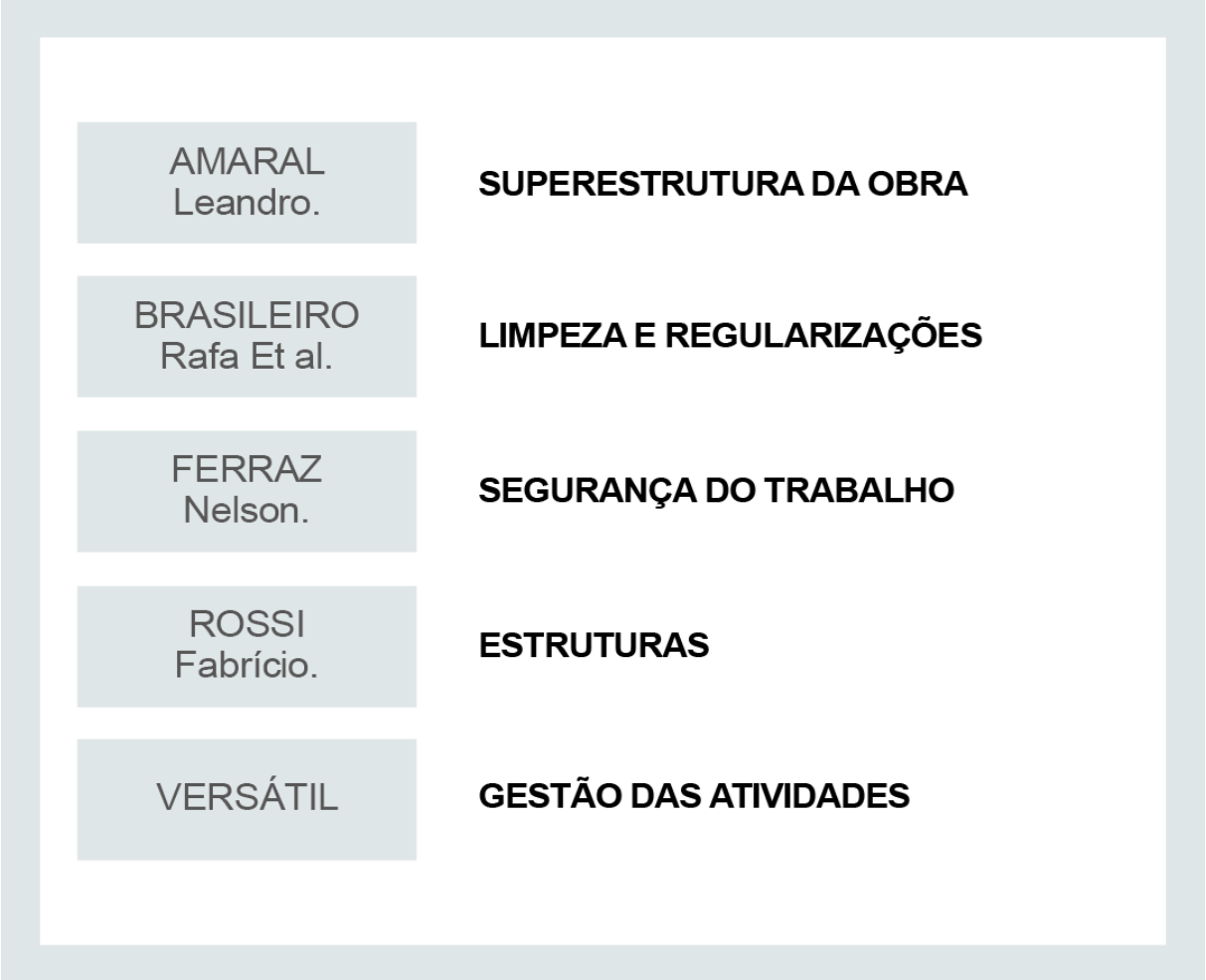
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta gestora e de administração, uma vez o *software* se mostra capaz de apresentar e comparar informações de projeto, para com o canteiro existente.

Nesse momento, conforme a Figura 28, houve certa concordância entre os autores citados, mas as informações demonstram que dois entre os autores destacaram processos referentes a fundação da obra, enquanto os outros três discorreram sobre serviços preliminares, que poderiam ser encaixados na etapa anterior (mobilização da obra). Enquanto o destaque para a fundação, tais processos necessitam ser realizados mais a frente, pois, sem a devida locação dos eixos construtivos, as fundações poderiam ser executadas no local errado, o que seria um

erro grave, já que remover uma fundação exige muito esforço. Deste modo, uma vez que seja realizada a locação da obra, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.3 Etapa executiva 03: Fundação

Figura 29: Processo destacado nº 03, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima primeira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **fundação**, que é a estrutura responsável por suportar o peso da edificação e transmiti-lo para o solo. É uma das partes mais importantes da construção, pois, caso a fundação não seja bem projetada e solidificada, toda a estrutura da obra pode vir a ser comprometida, colocando em risco a segurança dos usuários.

A fundação é, geralmente, construída abaixo do solo e é composta por elementos como sapatas, blocos ou vigas de concreto armado, estacas e pilares de

fundação que são projetados para suportar o peso das paredes, lajes e demais elementos da construção. A escolha do tipo de fundação depende de vários fatores, como o tipo de solo, as condições climáticas, o tipo da fundação e entre outros. Os indicadores de tipo de solo e tipo de fundação são apresentados pelo Anexo K e L, respectivamente.

A etapa da fundação é entendida como finalizada após a realização da concretagem e cura do concreto, presente nas valas abertas que compõe a mesma, processo esse realizado para estacas, blocos, vigas baldrame, radier e afins.

O uso integrado do BIM à metodologia proposta poderia intervir como ferramenta de compatibilização entre projetos, sendo o executivo, por parte da arquitetura, e os complementares, por parte da engenharia. O uso direcionado do *software* poderia mitigar erros no processo de fundação, como desperdício de materiais e afins.

Segundo a Figura 29, pode-se ver novamente certa concordância. Dessa vez, os dois autores que apresentaram consistência em suas metodologias se referem a processos estruturais da obra, que só pode ser iniciada após a realização da fundação, e de etapas terceiras (assuntos tratados mais à frente). Por outro lado, os outros três autores destacam etapas que dizem respeito a mobilização de obras, pois demonstram serviços como limpeza e regularizações; segurança no trabalho e gestão de atividades, e que a esse ponto já foram abordadas anteriormente. Portanto, uma vez que seja realizada a etapa da fundação, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.4 Etapa executiva 04: Embasamento e impermeabilização

Figura 30: Processo destacado nº 04, etapa executiva.

Fonte: Elaboração própria

Para a quarta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **embasamento e impermeabilização.** Trata-se do assentamento de algumas fiadas de alvenaria sobre a fundação da obra, objetivando-se alcançar o nível do piso da edificação. Normalmente, posteriormente à concretagem da fundação, são assentados blocos cerâmicos (ou de concreto) em altura igual a três ou quatro fiadas, ou até que se alcance o nível acabado, da laje do projeto. Tal medida ocorre porque impermeabilizar as vigas baldrame é um serviço difícil, que necessita muita mão de obra, e, por essa razão, a execução do embasamento tende a facilitar o processo de impermeabilização de parte da fundação.

Os blocos determinados em projeto são assentados conforme o projeto executivo e estrutural, e, uma vez que estejam acima do nível da fundação, abaixo do

nível da edificação e com as suas laterais livres, pode-se executar a impermeabilização por meio de produtos terceiros, como a manta cimentícia ou a manta asfáltica. A aplicação de produtos terceiros, com a intenção de impermeabilizar a alvenaria de nível, deve ser executada por meio de trabalho manual, com o uso de ferramentas como a broxa[9] de pedreiro, alternando o sentido da aplicação entre cada demão, sendo, de vertical à horizontal, não se esquecendo do topo dos blocos, e assim sucessivamente. A quantidade de demãos necessárias varia de produto a produto e são especificadas pelo fabricante. Uma vez executado o embasamento, pode-se aterrar e compactar a parte interior da edificação, uma vez que, em processos mais a frente, tal área aterrada será a base para o contrapiso da obra. Aterro e compactação são apresentados pelo Anexo M.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta gestora, compatibilizando os níveis de projeto com as informações de canteiro, uma vez que, caso tal etapa seja executada de maneira errada, corrigi-la exigirá, no mínimo, bastante trabalho, além de perdas de material.

Segundo a Figura 30, o quarto processo construtivo, da etapa executiva apresentou inconformidade entre os autores, uma vez que cada um está tratando de um serviço diferente, o que compreende também a diferentes etapas.

“Paredes da obra” e “paredes, chapisco e reboco” tratam-se de uma etapa incluída na alvenaria de vedação, que ocorre após a fundação, impermeabilização, aterro, contrapiso e outros processos terceiros; logo, é bastante cedo para discorrer sobre tais etapas. Já “elementos básicos” e “ajuste nos prazos” são temas abrangentes, que podem envolver muitas etapas ou etapas menores relacionados ao canteiro e a obra. Ao destacar uma etapa dessa forma, pode-se gerar dúvidas ao leitor, e, portanto, tais dados não serão comentados. Por outro lado, a “marcação do gabarito” é um serviço incluído na locação da obra, etapa anterior a essa, que já foi vista anteriormente.

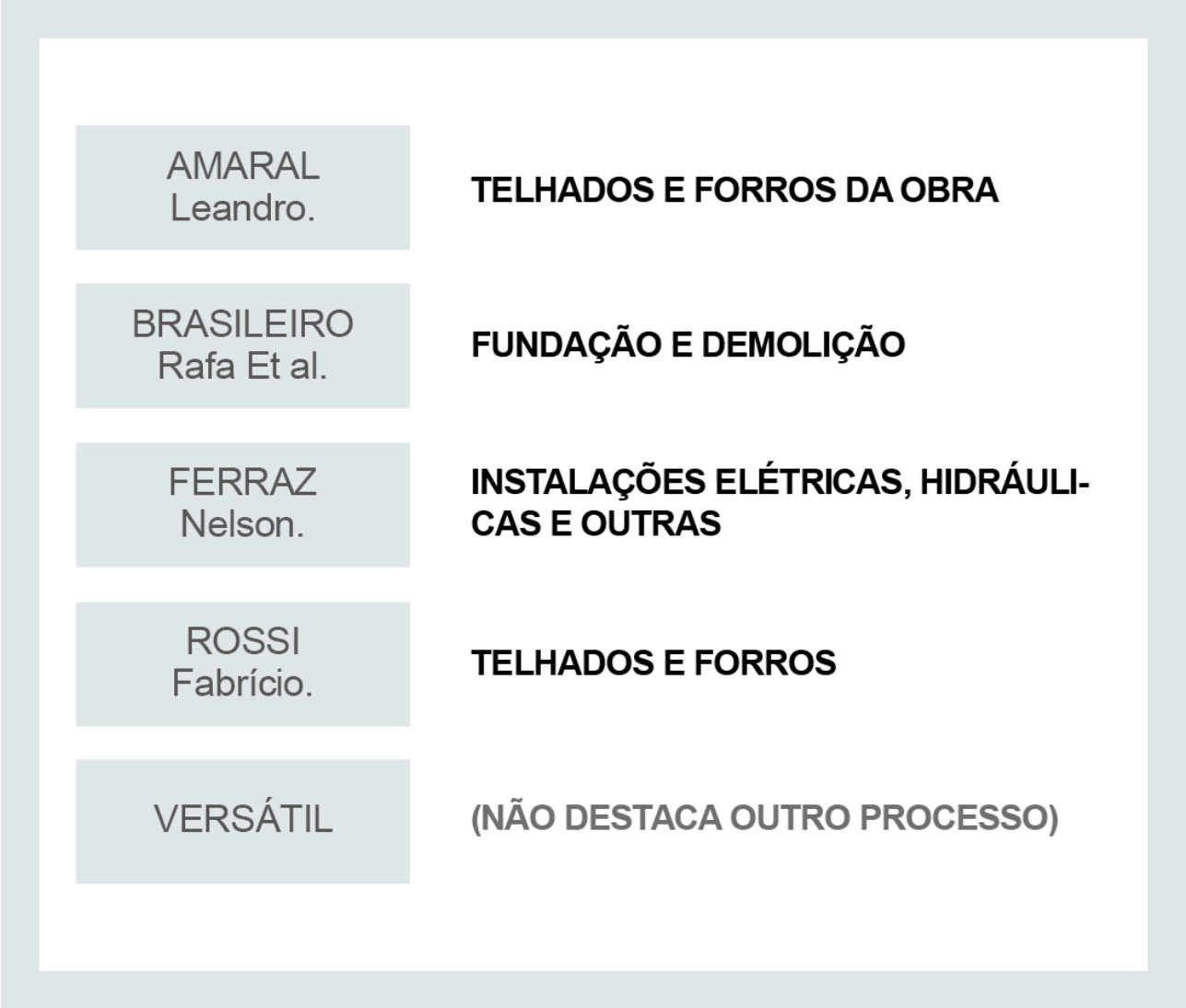
Portanto, uma vez que seja realizado o embasamento e a impermeabilização, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

---

[9] – Broxa: Ferramenta similar a ponta de uma vassoura utilizada em canteiros de obra.

5.3.2.5 Etapa executiva 05: Contrapiso

Figura 31: Processo destacado nº 05, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a quinta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **contrapiso**, que é uma camada de argamassa aplicada sobre o piso bruto, ou nível osso, com o objetivo de nivelar o plano e deixá-lo pronto para receber posteriores revestimentos como blocos, cerâmicas, porcelanatos, vinílicos e entre outros. O contrapiso é um processo fundamental em uma obra, pois ele garante que o piso fique nivelado e liso, evitando problemas como irregularidades e desníveis que podem comprometer o conforto e a segurança dos usuários da edificação.

Ora realizada a compactação do aterro, tratado pela etapa anterior, sugere-se executar o contrapiso da edificação. A vantagem de se executar tal processo é a

agilidade na obra, uma vez que, o piso sedo nivelado, torna-se mais fácil a locomoção de pessoas e equipamentos pelo canteiro.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM, ainda como ferramenta de gestão e administração, além de compatibilização os níveis internos e externos descritos pelo projeto executivo nas informações do canteiro. Por meio da ferramenta BimX, descrita no Anexo N, o autor poderia compartilhar uma macrogestão dos processos e informações, como por exemplo, os níveis tratados anteriormente, além de qualquer outra informação, ora modelada em projeto. Tal compartilhamento ocorre por meio da interoperabilidade defendida por Máximo (2021) em seu trabalho.

Conforme a Figura 31, o quinto processo construtivo, destacado para a etapa executiva, apresentou concordância entre duas metodologias referenciadas, e discordância entre as demais. Além disso, a partir desse momento, um dos autores deixou de apresentar outros processos relacionados a etapa da obra e, por essa razão, sua metodologia será desconsiderada dos resultados a partir desse momento. Portanto, a de seguirmos a análise documental, apenas com os autores restantes.

Como citado acima, dois dos autores apresentaram a etapa dos telhados e forros, processo esse, que ocorre mais para frente ao decorrer da obra, visto que o último processo proposto por essa foi a alvenaria de nível, telhados e forros mal poderiam ser realizados nesse momento. Por outro lado, os outros dois autores restantes discorrem sobre fundação e demolição e instalações diversas, processos esses que são bastante distantes um do outro. Assim, uma vez que seja realizado o contrapiso, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.6 Etapa executiva 06: Estruturação dos pilares, e alvenaria de meia parede

Figura 32: Processo destacado nº 06, etapa executiva.

Fonte: Elaboração própria.

Para a sexta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **estruturação dos pilares, fechamento de alvenaria a até meia parede e concretagem.** Entende-se a **estruturação dos pilares** como o ato de adicionar ferragem nos arranques provenientes da fundação, conforme projeto estrutural. É o trabalho de amarrar, ou, estruturar uma ferragem a outra. Já o **fechamento de alvenaria até a meia parede** compreende o processo de assentamento dos blocos em fiadas sobrepostas a até a altura de aproximadamente 1,50 m, que devem, posteriormente, ser impermeabilizadas interna e externamente. Além do assentamento dos blocos, deve-se ressaltar que, durante o decorrer desse processo, as vergas [10] devem ser devidamente executadas para os locais que

[10] – Verga: elemento estrutural que sustenta a esquadria de janelas pela parte de baixo.

compreendem posteriormente a execução de janelas com peitoril inferior a 1,50 m, ou, a altura destacada para a alvenaria de meia parede. **Concretagem**, por sua vez, trata-se do ato de adicionar concreto a uma forma ou a um espaço, com o objetivo de solidificar uma estrutura, porém, dessa vez, verticalmente.

O processo proposto acima é simples na sua execução, porém, necessita-se de maior tempo e mão de obra, além de que, a sequência referenciada de estrutura, alvenaria de meia parede e, por fim, concretagem, não deve, de forma alguma ser alterada.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de múltiplos usos: primeiramente, para a estruturação dos pilares, BIM poderia ser aplicado na quantificação dos materiais, evitando desperdícios na compra dos mesmos; para a alvenaria de fechamento, BIM poderia intervir como ferramenta gestora, compatibilizando as informações de esquadrias para com as meias paredes da obra; para concretagem, BIM poderia ser utilizado para gerir informações referentes a quantidade e ao tipo do concreto necessário para realizar tal etapa. Portanto, BIM há de ser uma ferramenta adequada durante tal etapa, devido as considerações acima.

Como apresentado pela Figura 32, o sexto processo construtivo, destacado para a etapa executiva, apresentou divergências entre todos os autores, além de que, cada vez mais, as etapas estudas, ainda que não correspondentes, distanciam-se mais e mais da linha cronológica de eventos da obra, e, em razão disso, dessa vez, fomos apresentados a processos de acabamento como esquadrias e revestimentos e processos intermediários, como formas e instalações de hidrossanitários. Nesse momento da análise, não se pode descartar que seria muito difícil ver metodologias de execução que concordassem ao todo umas com as outras, pois cada autor executa seus processos à sua maneira. Todavia, é preocupante observar processos tão distantes uns dos outros, e, tal acontecimento, tende a se repetir e se agravar desse ponto adiante.

Ademais, uma vez que seja realizada a estruturação dos pilares, fechamento de alvenaria a até meia parede e concretagem, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.7 Etapa executiva 07: Alvenaria e concretagem

Figura 33: Processo destacado nº 07, etapa executiva.

Fonte: Elaboração própria.

Para a sétima etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **fechamento da alvenaria e concretagem dos pilares.** Trata-se do mesmo processo abordado anteriormente, contudo, dessa vez, deve-se assentar os blocos de vedação, sobre as fiadas de meia parede ora curadas, com o objetivo de se alcançar o pé direito da edificação, o ponto de laje e, ou, a altura destaca em projeto.

A concretagem dos pilares é a etapa de finalização dos pilares, pois, até o momento, visto o processo anterior, os pilares foram concretados até a altura de meia parede. Desse modo, após realizar o fechamento da alvenaria restante, deve-se também, finalizar os pilares com a devida concretagem. A execução dessa etapa se assemelha bastante ao processo anterior, pois é a continuação do assentamento do mesmo com alguns cuidados a mais.

Inicialmente, deve-se realizar a instalação dos andaimes ao longo das paredes, para que o profissional que vier executar o trabalho possa se manter em segurança, seguindo a NBR 16489[11] e utilizando sistemas e equipamentos de proteção individual para trabalhos em altura.

Posteriormente, após realizar o fechamento da alvenaria restante, sugere-se impermeabilizar a alvenaria de meia parede com a mesma técnica utilizada para a impermeabilização do embasamento da obra. Tal processo, se executado corretamente, apresenta as vantagens de saúde da edificação, uma vez que toda a base e a meia parede estejam impermeabilizadas, será difícil a ação da umidade sobre a construção. Além de que, com a alvenaria na altura correta, pode-se executar com mais facilidade as vigas, que serão tratadas em seguida.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM, assim como anteriormente, como ferramenta de múltiplos usos, intervindo na relação direta de quantitativos de materiais, gerando economia e reduzindo os desperdícios, assim como, intervindo como ferramenta de compatibilização, relacionando as informações projetuais de altura das paredes, ao canteiro de obras e a vedação a ser construída.

Como visto pela Figura 33, o sétimo processo construtivo, destacado para a etapa executiva, apresentou discordância entre as metodologias referencias, e, como abordado anteriormente, a sequência lógica, de execução dos processos, apresenta ainda mais distância. Dois entre os autores discorrem sobre instalações, sendo hidráulicas e elétricas, ou sobre processos médios da infraestrutura da edificação, que ocorrem posterior a fundação e a alvenaria. Por outro lado, o terceiro autor apresenta as vigas baldrame, processo inicial, referente a estrutura da fundação. Por fim, o último autor visa o título de preliminares para o seu processo, o que pode, e confunde o leitor, visto que o tema preliminar, pode ser referenciado a várias etapas da construção.

Uma vez que seja realizada o fechamento da alvenaria e concretagem dos pilares, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

[11] – NBR 16489. Discorre sobre equipamentos de proteção individual para profissionais que realizam trabalhos em altura de queda.

5.3.2.8 Etapa executiva 08: Estrutura das vigas e lajes

Figura 34: Processo destacado nº 08, etapa executiva.

Fonte: Elaboração própria.

Para a oitava etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **estrutura das vigas e lajes**, conjunto de barras de aço (vergalhões) que são organizadas e interligadas de forma a formar uma estrutura resistente. Essa estrutura de aço é essencial para garantir a capacidade de suporte e a resistência da laje e das vigas, que são elementos fundamentais em uma construção. A armação da ferragem é projetada de acordo com as especificações do projeto estrutural, que leva em consideração a carga que a laje e as vigas terão que suportar, bem como o tipo de concreto a ser utilizado. Os vergalhões são cortados, dobrados e posicionados conforme as especificações do projeto para criar uma malha de aço que seja capaz de suportar o peso da estrutura e distribuir as cargas

adequadamente. Uma vez que a armação de aço está devidamente instalada, a laje ou a viga é concretada, ou seja, é preenchida com concreto, formando uma estrutura monolítica de concreto armado.

A vantagem de se realizar tal processo após a finalização das etapas sugeridas anteriormente é a maior facilidade para se estruturar a ferragem e as caixarias, pois, uma vez que a alvenaria atinge a altura destacada em projeto, ou, informalmente, o ponto de laje, encaixar, alinhar e amarrar os vergalhões torna-se mais fácil.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e compatibilização de informações, comparando as informações de projeto para com o canteiro existente, além de que, por meio do mesmo, é possível quantificar as informações de materiais pelo modelo 3D da edificação, o que possibilita realizar a compra de material, evitando gastos e excessivos e desperdícios.

Como visto pela Figura 34, o oitavo processo construtivo, destacado para a etapa executiva, apresentou certa concordância entre as metodologias referenciadas. Dois autores apresentam processos de instalações, portanto, há certa similaridade entre tais etapas. Entretando, os demais autores apresentam processos que ocorrem em etapas distintas durante o ciclo de vida da obra – impermeabilização é um processo usual, que ocorre junto a etapas terceiras; enquanto projetos e orçamentos, relacionam-se a etapas projetuais, mais do que as etapas executivas.

Dessa forma, uma vez que seja realizada a estrutura das vigas e lajes, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.9 Etapa executiva 09: Pré-instalação elétrica

Figura 35: Processo destacado nº 09, etapa executiva.

Fonte: Elaboração própria.

Para a nona etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **pré-instalação elétrica.** Trata-se de parte da pré-instalação elétrica, que ocorre posteriormente a armação da estrutura das vigas e lajes, de modo a passar o material que compõe a rede elétrica, como conduítes e caixas de teto, por meio dos vergalhões da estrutura armada. Tal processo deve ocorrer em sequência ao anterior, pois, caso a as vigas e as lajes sejam concretadas, não será mais possível realizar tal processo.

Outro nome empregado a tal processo é “instalações preliminares de eletrodutos embutidos”, que correspondem a passagem dos cabos e condutores elétricos de um ponto a outro, como de uma parede para outra, sem que fiquem expostos e visíveis após a conclusão da obra. Tais dutos formam uma rede de

canaletas que possibilitam posteriormente a passagem dos fios e cabos elétricos por dentro das lajes de forma protegida e segura. A instalação dos eletrodutos é feita de acordo com o projeto elétrico da construção, que determina a distribuição dos pontos de luz, tomadas, que serão abordadas a frente, além de outros dispositivos elétricos.

A vantagem de se executar tal processo é a confiança de que a instalação elétrica (ou, nesse caso, a pré-instalação) estará segura ao ser executada, pois, uma vez que as vigas e lajes sejam concretadas, não será mais possível realizar tal processo.

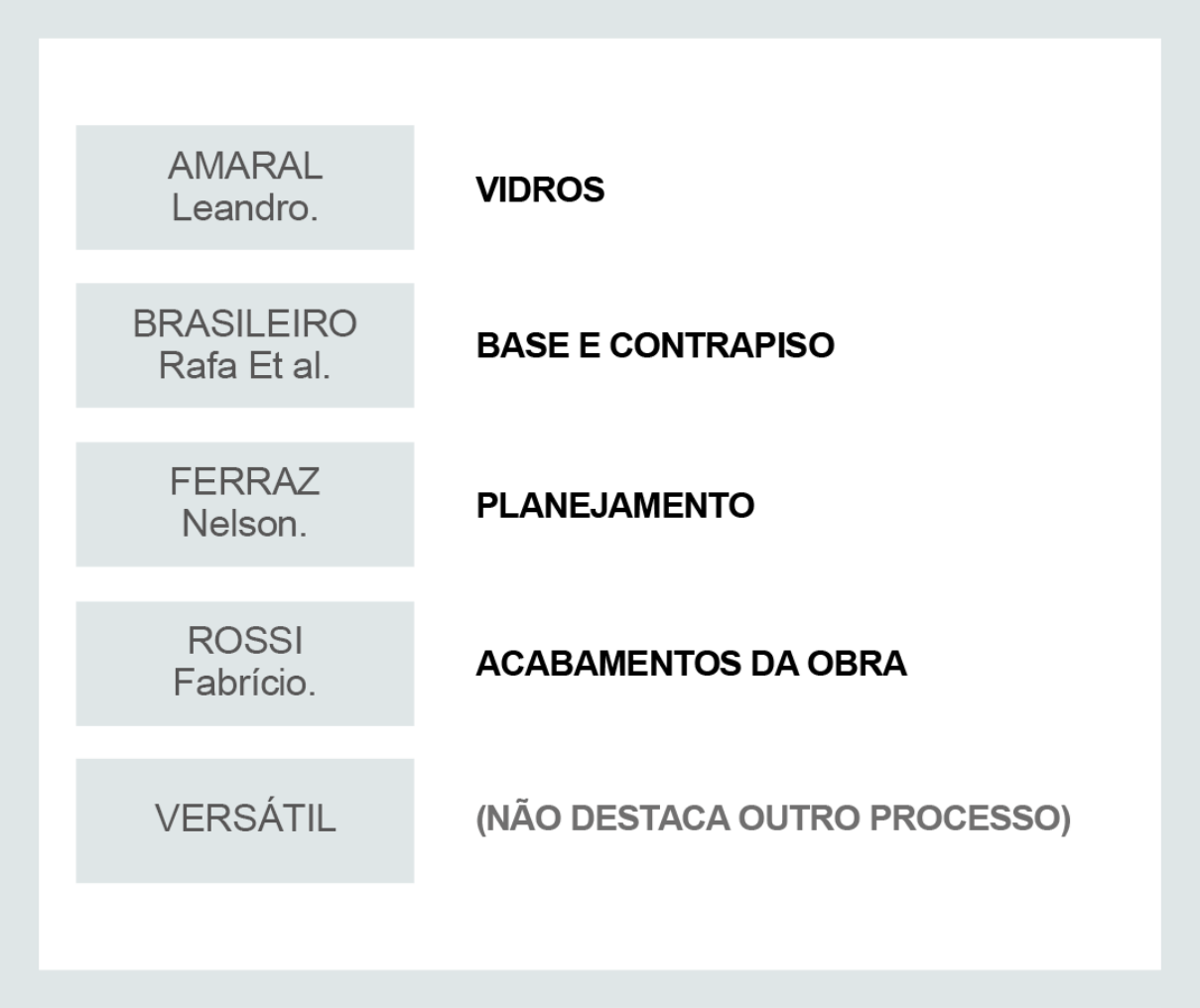
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e compatibilização, com vantagens dirigidas principalmente a economia durante a compra do material. Modelos 3D como o BimX, apresentado no Anexo N, também podem intervir positivamente a essa etapa, auxiliando o profissional que executará a instalação elétrica nesse momento.

Como visto pela Figura 35, o nono processo construtivo, destacado para a etapa executiva, demonstra, assim como anteriormente, uma relação de concordância entre duas metodologias, que para tal etapa, discorrem sobre processos construtivos de acabamento da edificação, como revestimentos e forros de gesso; enquanto, as demais metodologias, apresentam discordância entre seus processos, discorrendo sobre pré-instalações e planejamento. Nesse momento, é curioso observar que uma das metodologias, por mais que aborde os processos projetuais e, posteriormente, executivos, as etapas destacadas tornam-se ou voltam a referenciar processos projetuais, como planejamento, programação e controle. Contudo, a metodologia do autor ainda será considerada por essa, ainda que por estudo e levantamento de dados.

Uma vez que seja realizada a pré-instalação elétrica, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.10 Etapa executiva 10: Pré-instalação hidráulica

Figura 36: Processo destacado nº 10, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima primeira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **pré-instalação hidráulica.** Trata-se do processo que corresponde à pré-instalação hidráulica da edificação, de modo a preparar para a posterior concretagem, pois, assim como anteriormente, caso tal processo não seja executado nesse momento, não poderá ser realizado depois. Tal etapa baseia-se no projeto hidráulico, pois é por meio unicamente do projeto que serão transcritas as informações projetuais para a obra em canteiro. Assim, deve-se deixar prontas as passagens de canos que correspondem as áreas molhadas[12] da edificação, evitando problemas tardios.

[12] Áreas molhadas: são os cômodos ligados diretamente ao uso da água, como banheiros; lavabos; áreas de serviço; cozinhas e afins.

A vantagem de se executar tal serviço nesse momento da obra, é, novamente a garantia de deixar parte do sistema hidráulico pronto. Desse modo, posteriormente, quando for o momento de finalizar tal etapa, será mais fácil, ou menos trabalhoso.

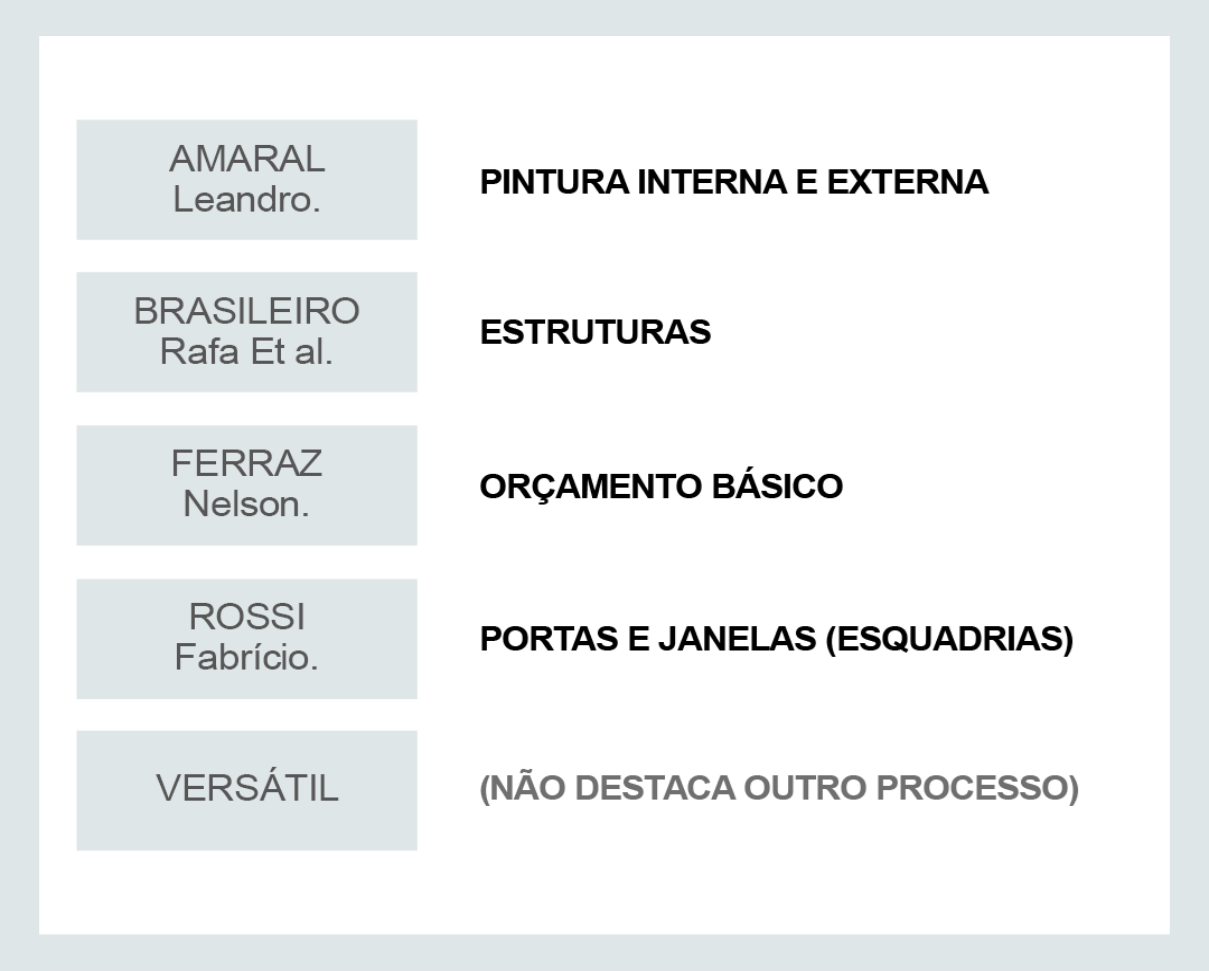
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e compatibilização, com vantagens dirigidas principalmente a economia, durante a compra do material, evitando desperdícios.

Como visto pela Figura 36, o décimo processo construtivo, destacado para a etapa executiva, apresenta etapas variadas, desde processos de finalização – como acabamentos e vidros –, a processos preliminares – como planejamento e base e contrapiso. A diferença entre as metodologias reflete o entendimento de cada autor, apenas, e por essa razão, que ao decorrer desse estudo, seria muito difícil que todos discorressem sobre o mesmo processo ou etapa.

Uma vez que seja realizada a pré-instalação hidráulica, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.11 Etapa executiva 11: Concretagem das vigas e lajes

Figura 37: Processo destacado nº 11, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima primeira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **concretagem das vigas e lajes.** Trata-se, basicamente, do lançamento e do posicionamento do concreto na estrutura das vigas e lajes, recém-preparadas, para formar uma única peça monolítica, formada por concreto e ferro. A concretagem é um trabalho manual, que envolve a seguinte sequência para a sua execução: preparação; lançamento do concreto; adensamento; acabamento; e cura. Os tópicos apresentados anteriormente, são melhores explicados no Anexo O.

A concretagem das vigas e lajes é uma etapa crítica da construção, pois é responsável por formar a estrutura que suportará o posterior peso da edificação. Por essa razão, um planejamento correto e uma execução de acordo são processos fundamentais para a qualidade e segurança da construção. Em decorrência disso,

sugere-se utilizar do BIM para realizar a gestão de tal etapa, além de gerar os quantitativos de material em uso, além dos fatores de tipo e qualidade. Outra vantagem de sua aplicação é a capacidade da visualização em 3D a partir do modelo virtual, que permite ao autor checar, acompanhar e prever possíveis problemas com a estrutura mediante a concretagem, em função da forma e da resistência. A qualidade da concretagem depende de inúmeros fatores como clima, canteiro, qualidade do material, qualidade das formas, meio de aplicação do trabalho, além de outros fatores externos. Por isso, a concretagem demonstra ser um ponto crítico na execução da obra, e sugere-se o acompanhamento de um profissional capacitado *in loco*[13].

Como demonstra a Figura 37, as metodologias referenciadas hão de prosseguirem sobre o mesmo ideal. Dois autores apresentando processos referentes ao acabamento e finalização, como portas e janelas e pinturas; e os outros dois, discorrendo sobre processos preliminares, como orçamento básico, e processos intermediários, como as estruturas. Tal acontecimento há de prosseguir como foi dito, e dificilmente será apresentado um ponto onde todas as metodologias coincidirão.

Uma vez que seja realizada a concretagem das vigas e lajes, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

[13] *In loco*: Significa, em canteiro, em campo, presente no local de trabalho.

5.3.2.12 Etapa executiva 12: Cobertura

Figura 38: Processo destacado nº 12, etapa executiva.

Fonte: Elaboração própria.

Para a décima segunda etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **cobertura**, parte superior da edificação que visa proteger o interior do edifício dos elementos externos, como chuva, sol, vento, neve e outros. A cobertura pode ser plana, inclinada, enclausurada e outros, e é geralmente composta por um conjunto de elementos, como telhas, lajes, membranas impermeáveis, vigas, pilares e outros componentes estruturais. A escolha do tipo de cobertura pode depender de diversos fatores, como o clima da região, o estilo arquitetônico do edifício, ou função. Alguns exemplos de coberturas incluem telhados de telhas cerâmicas, lajes de concreto armado, telhados verdes, coberturas

metálicas, entre outras opções. A cobertura também pode ser utilizada para fins estéticos, como a criação de áreas de lazer e jardins no topo da edificação.

Nesse momento da metodologia de execução proposta, mediante a execução da cobertura, deve-se considerar que, caso a edificação contemple mais de um patamar, ou seja, uma construção de vários pavimentos, a cobertura não deve ser executada, e, em vez disso, os processos executivos devem retroceder, voltando a partir do contrapiso até que se alcance o ponto de cobertura ou o último pavimento destacado em projeto, para só então executar a cobertura.

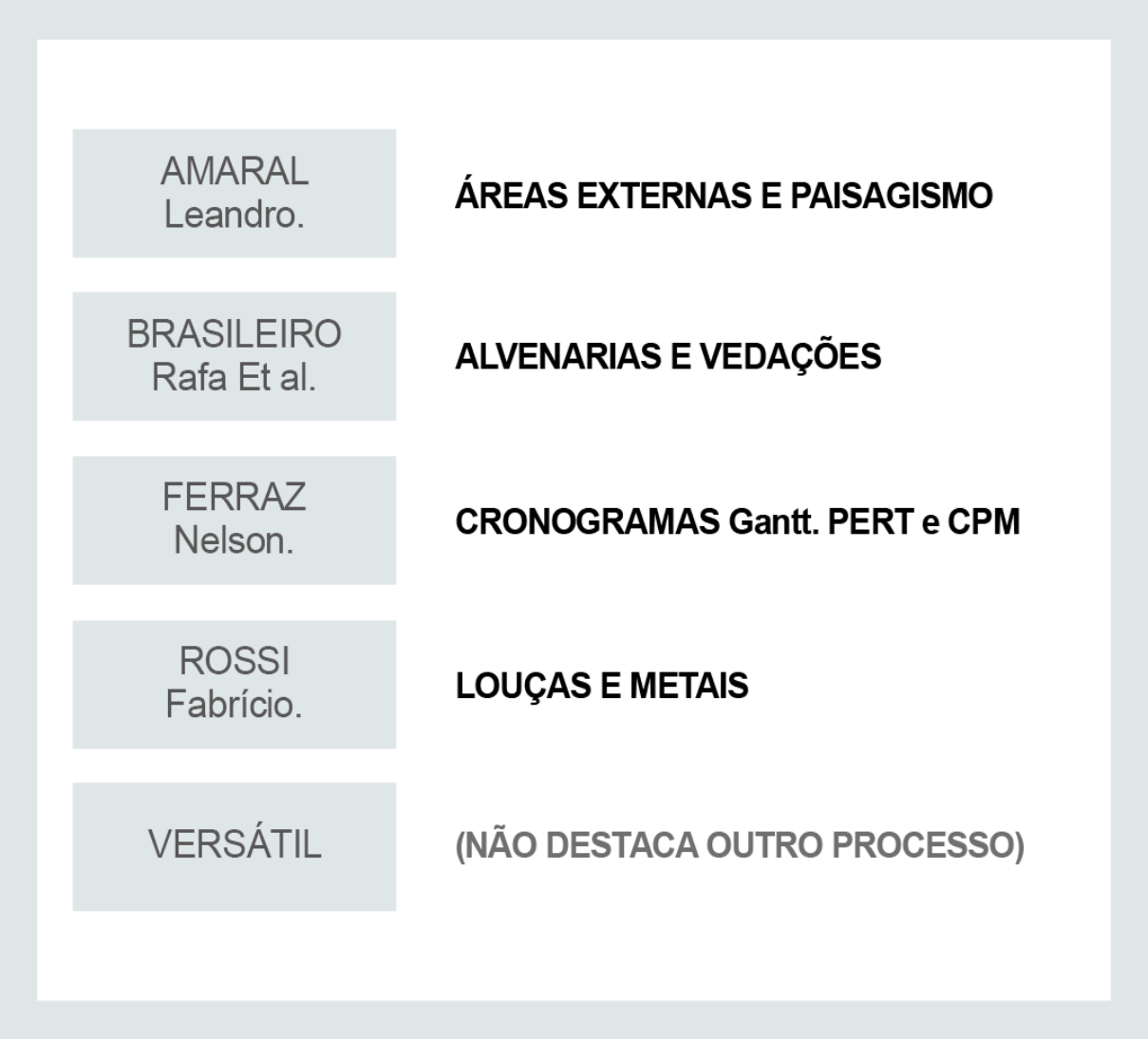
Na Figura acima foram apresentados processos de acabamento que, se aplicados a essa, poderiam produzir uma série de problemas à obra, pois executar louças e metais ou pinturas sem antes realizar a cobertura da edificação poderá fazer com que tais trabalhos sejam danificados por processos terceiros, e, por essa razão, estima-se tratar de tais etapas mais à frente. Contudo, um entre os autores, destacou a cobertura em seu conteúdo, o que está diretamente em concordância com nossa metodologia.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração, por meio da compatibilização de informações entre projeto e canteiro, pois, a mesma se mostra de uso adequado para tal etapa, devido as suas funcionalidades e ferramentas.

Uma vez que seja realizada a cobertura, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.13 Etapa executiva 13: Instalação elétrica

Figura 39: Processo destacado nº 13, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima terceira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **instalação elétrica.** Trata-se do sistema de componentes, cabos, dispositivos e equipamentos elétricos projetados e instalados em um edifício para fornecer energia elétrica para iluminação, equipamentos e sistemas diversos. É uma parte fundamental da infraestrutura de um edifício, permitindo o funcionamento de dispositivos elétricos, sistemas de iluminação, equipamentos de segurança, sistemas de comunicação e muito mais.

As instalações elétricas são planejadas e projetadas levando em consideração diversos fatores, como a carga elétrica total esperada, a distribuição

adequada da energia elétrica, a segurança dos ocupantes, a eficiência energética e o cumprimento das normas de segurança elétrica. Isso envolve a seleção de materiais, a definição da localização de tomadas, interruptores, painéis de distribuição, disjuntores, fiações e outros componentes elétricos.

Uma vez que a obra esteja devidamente coberta pela cobertura ora estruturada, pode-se dar seguimento ao processo de número 09: pré-instalação elétrica horizontal, porém dessa vez, utilizando-se de etapas realizadas anteriormente, dando sequência e finalizando a instalação elétrica da edificação. A instalação elétrica é uma parte vital do planejamento arquitetônico, já que afeta diretamente a funcionalidade, a segurança e o conforto dos ocupantes do edifício. Portanto, um projeto de instalação elétrica bem elaborado é essencial para garantir um ambiente habitável e eficiente.

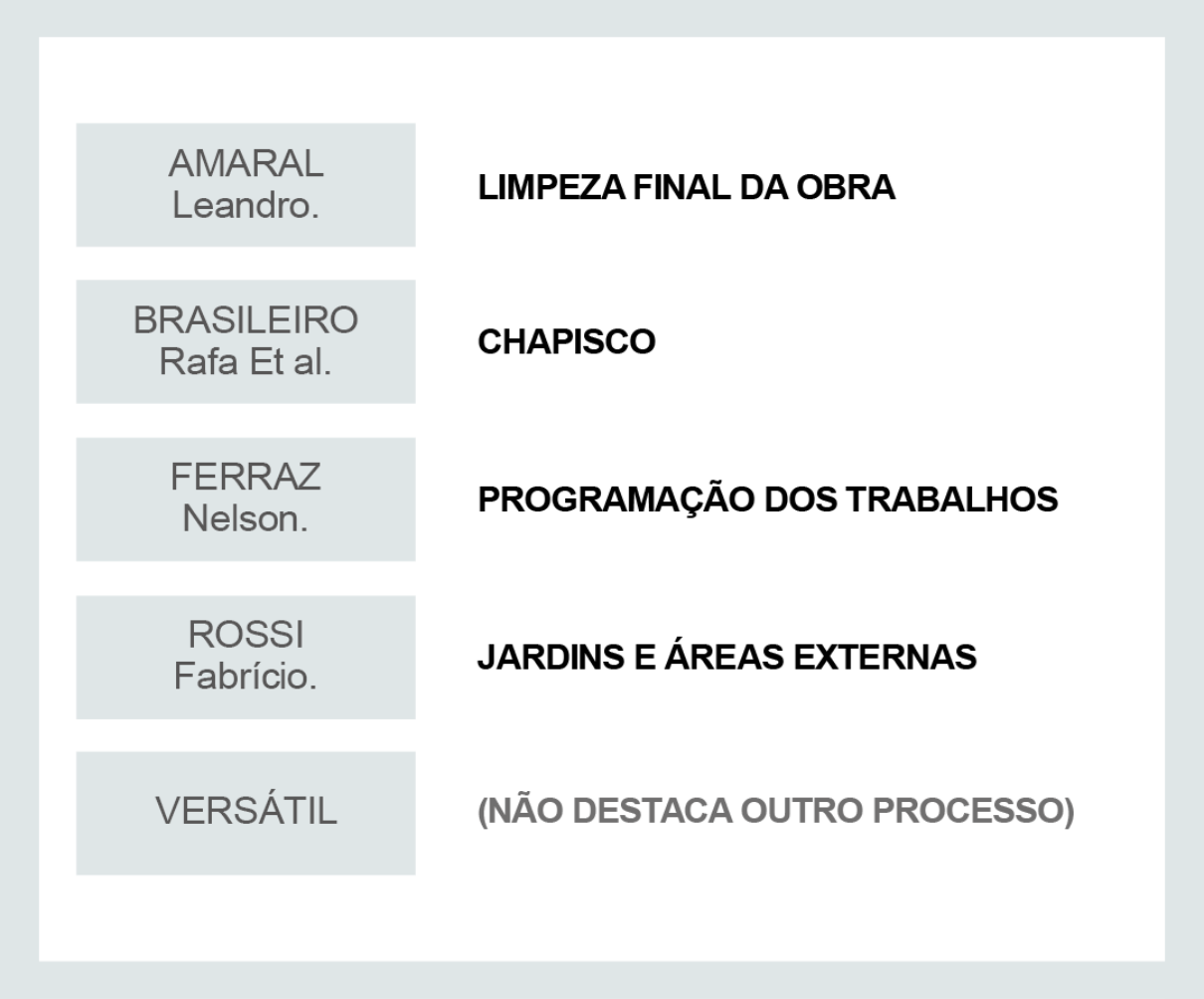
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração, por meio da compatibilização de informações entre projeto e canteiro, além de apresentar relevância por meio da visualização em 3D, utilizando-se da ferramenta BimX para prever como a rede elétrica do imóvel deverá ser realizada, apresentando os conduítes, pontos e energia e afins, desde que, modelado anteriormente em projeto.

Como demonstra a Figura 39, pode-se perceber que, em uma relação de três para um, são tratados processos de acabamento, e processo preliminares, respectivamente. Entretanto, há de se notar também certo pareamento entre os conteúdos de Amaral (2023) e Rossi (2022): suas metodologias de execução caminham, em maioria, sobre a mesma medida, muitas vezes não tratando do mesmo processo, mas, sim, da mesma etapa, sendo preliminar, intermediária ou de acabamento. Enquanto isso, Brasileiro e Brasileiro (2021) apresenta uma metodologia de execução de obras mais devagar de certa forma, tratando, conforme a Figura 09, de mais processos, e, por essa razão, enquanto os outros autores demonstram fases de acabamento, a metodologia de Brasileiro apresenta medidas intermediárias, que se assemelham em maior parte, a metodologia proposta por essa. Ferraz (2019) por sua vez, traz uma metodologia curiosa, que destaca, em maior parte, processos de mobilização e administração; por essa razão sua pesquisa não foi desconsiderada: ele trata dos dados indiferentes aos outros.

Uma vez que seja realizada a instalação elétrica, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.14 Etapa executiva 14: Instalação hidráulica

Figura 40: Processo destacado nº 14, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima quarta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **instalação hidráulica** – sistema de tubulações, encanamentos, dispositivos e equipamentos projetados e instalados em um edifício para fornecer água potável, esgoto e outros líquidos, bem como para gerenciar o fluxo e o tratamento desses líquidos. A instalação hidráulica é essencial para garantir o abastecimento de água potável, a drenagem adequada de resíduos e a manutenção de um ambiente seguro e saudável dentro da edificação. A vantagem de se realizar tal processo nesse momento é a sequência lógica e organizada dos

processos, pois, visto que nenhuma parede foi finalizada até então, pode-se abrir os rasgos necessários para embutir as tubulações hidráulicas, evitando assim, retrabalhos futuros.

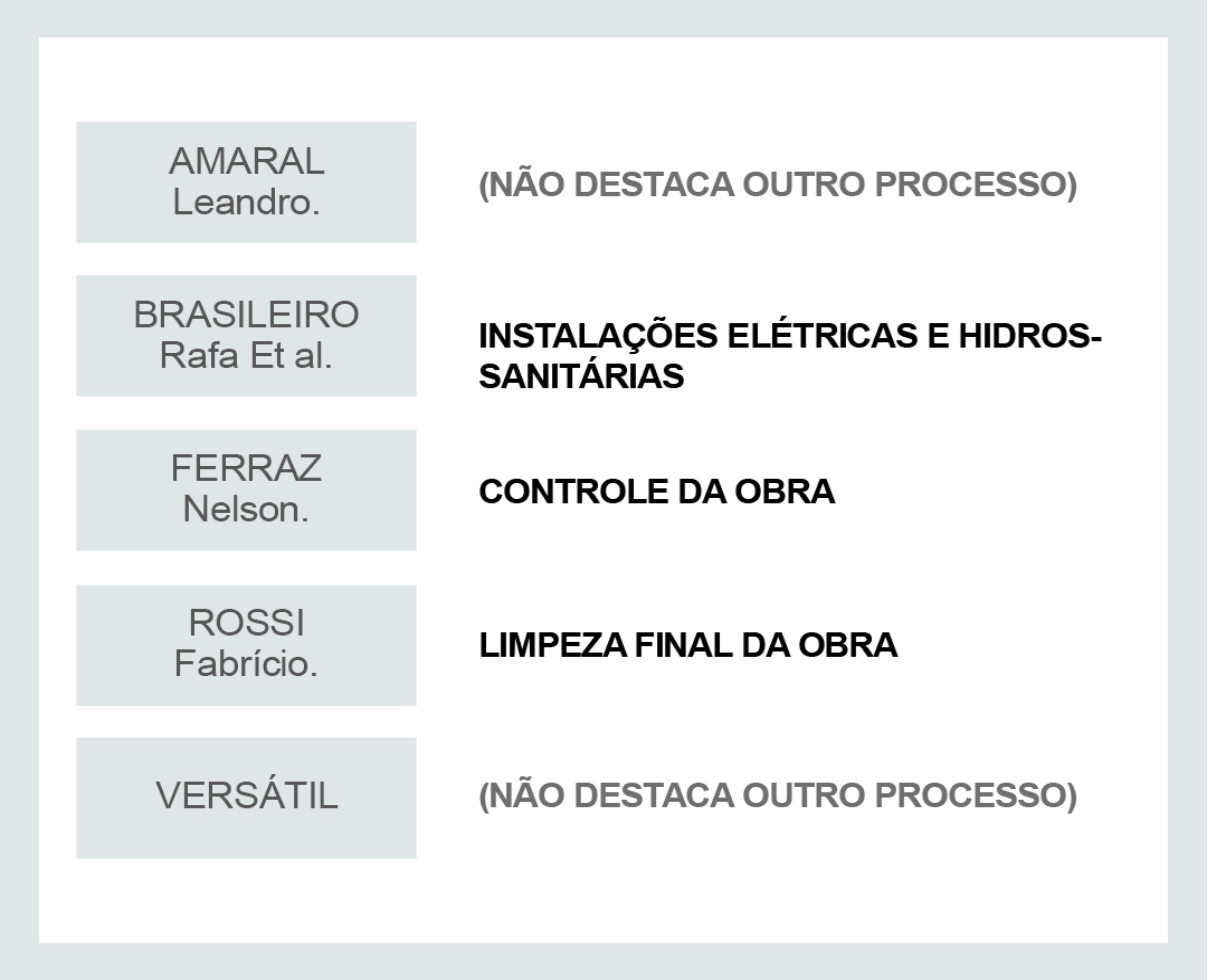
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM ainda como ferramenta de gestão e administração, por meio da compatibilização de informações entre projeto e canteiro, de modo a oferecer por meio da visualização em 3D; e do BimX, que ajudará a visualizar como a rede de hidrossanitários deverá ser realizada, apresentando os canos, pontos tubulações e afins, desde que, modelado anteriormente em projeto.

Como demonstra a Figura 40, o processo construtivo, destacado para a décima quarta etapa executiva, apresenta a mesma razão entre as metodologias referenciadas: Brasileiro e Brasileiro (2021) destacando processos intermediários; Amaral (2023) e Rossi (2022) destacando processos de acabamento; e Ferraz (2019) destacando processos administrativos.

Uma vez que seja realizada a instalação hidráulica, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.15 Etapa executiva 15: Reboco interno e externo

Figura 41: Processo destacado nº 15, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

A partir desse momento, a metodologia de execução de obras de Amaral (2023) deixou de apresentar processos ou etapas seguintes, e, por essa razão, o estudo seguirá apenas com os autores restantes.

Para a décima quinta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **reboco interno e** externo, um revestimento aplicado sobre as superfícies das paredes, com o objetivo de nivelar, proteger e embelezar a estrutura da construção. Ele é uma etapa importante no processo de construção ou reforma de um edifício, pois ajuda a criar uma superfície uniforme para receber acabamentos posteriores, como pintura, azulejos e/ou, revestimentos. O processo de execução do reboco varia ligeiramente para paredes externas e internas devido às diferentes exigências e condições ambientais a que

estão expostas – o Anexo P discorre sobre meios de execução do reboco interno e externo. Realizado o reboco, pode-se aplicar o emassamento das superfícies da obra, utilizando massas de acetato para as áreas secas e massas acrílicas para as áreas molhadas.

A vantagem de se executar tal processo nesse momento é a segurança da realização das etapas anteriores (instalação elétrica e hidráulica), visto que, após a finalização das mesmas, não será mais necessário rasgar as paredes em grandes valas, ao menos para o meio de construção popular. Assim, pode-se aplicar o chapisco e o reboco, de modo a evitar retrabalhos posteriores.

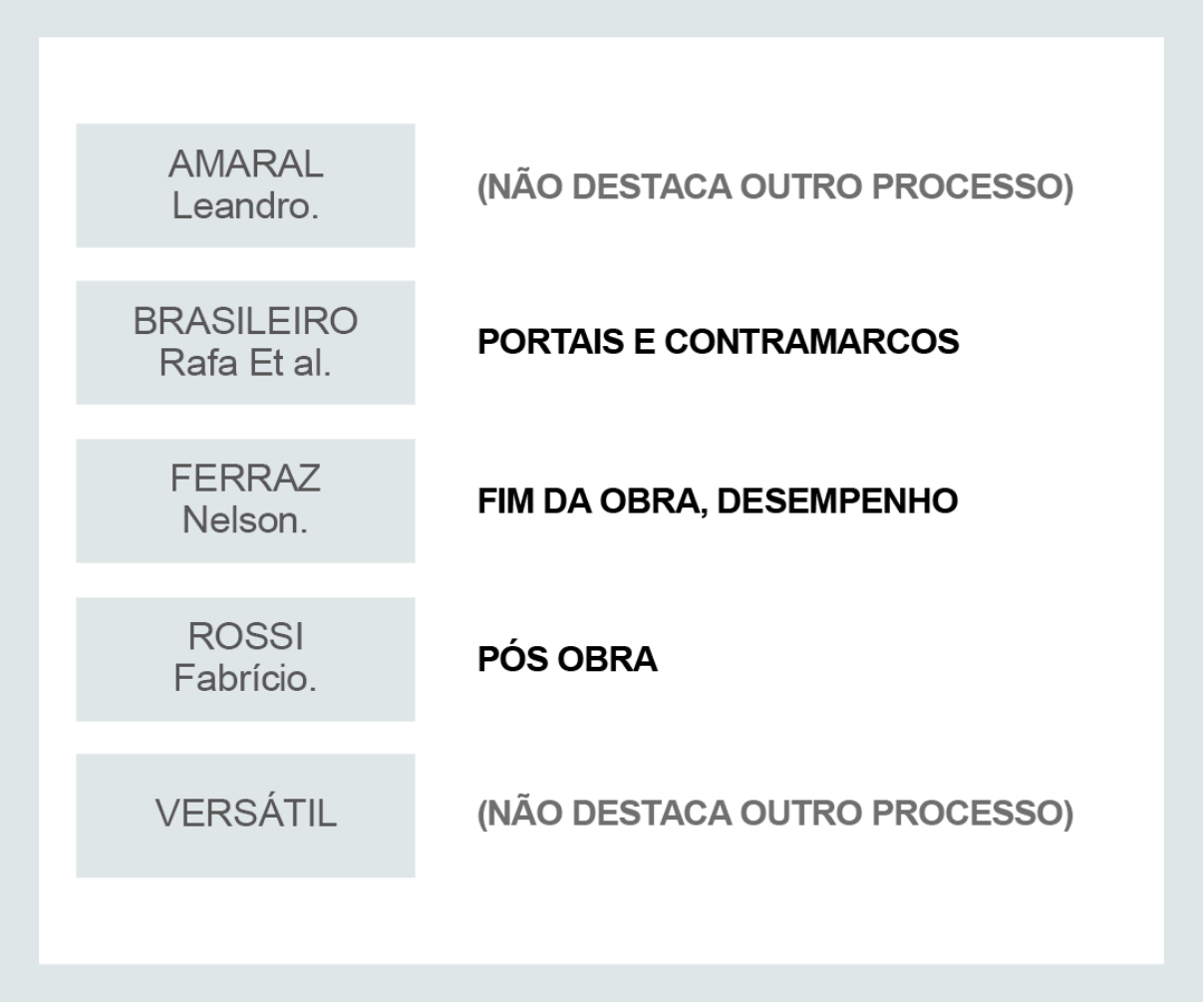
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM apenas como ferramenta de gestão e administração, visto que a execução do reboco é um trabalho manual, realizado sem apoio de *softwares*. Todavia, uma função que poderia ser adequada a tais situações de operação de trabalho manual, seria a visualização 3D, por meio da ferramenta BimX, que pode auxiliar o profissional terceiro sobre a relação de paredes a serem rebocadas, tipo de reboco, informações e quantitativos de massas e afins. Sugere-se às empresas responsáveis pelo BIM, uma extensão, *plug-in* ou relacionados para melhor poder interagir a tal etapa.

Como demonstra a Figura 41, o processo construtivo, destacado para a décima quinta etapa executiva, apresenta divergência entre os autores, já que vemos processos intermediários, como instalações elétricas e hidráulicas; processos preliminares, como controle da obra; e processos de acabamento, como a limpeza, respectivamente. O conteúdo de Brasileiro e Brasileiro (2021) continua a demostrar semelhanças ao fluxo da metodologia proposta, ora uma etapa a frente ora uma ou algumas etapas atrás; contudo, sobre mesmo caminho, por meio de um entendimento diferente de cada autor.

Uma vez que seja realizada o reboco interno e externo, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.16 Etapa executiva 16: Regularização e contra-piso

Figura 42: Processo destacado nº 16, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima sexta etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **regularização do contrapiso.** Trata-se de um processo construtivo que consiste em nivelar e corrigir as irregularidades da superfície antes de receber o acabamento, como pisos, revestimentos e outros elementos. A regularização dos pisos e lajes é feita a partir da aplicação de uma camada de argamassa, que pode ser composta por cimento, areia e outros aditivos, como plastificantes e impermeabilizantes, dependendo das condições de cada obra. Essa camada de argamassa é aplicada sobre o contrapiso ou sobre a laje, em espessuras que podem variar de acordo com as necessidades do projeto. Para os pisos ou níveis onde haverá trânsito de pessoas, é importante nivelar a superfície de

maneira uniforme e plana; enquanto para lajes não pisáveis, pode-se aproveitar o processo da regularização para construir quedas d'água em baixas inclinações.

O processo de regularização tem como objetivo nivelar e corrigir as irregularidades da superfície, garantindo que o piso ou revestimento fique nivelado e apresente um acabamento liso e uniforme. Além disso, a regularização também tem a função de proporcionar maior resistência e durabilidade, garantindo maior vida útil do material.

Nesse momento da obra, há de se crer que a mesma esteja devidamente sustentada pela fundação e estrutura, vedada pela alvenaria, com elétrica e hidráulica em pleno funcionamento e coberta. Desse modo, nivelar o contrapiso e as lajes é o processo construtivo recomendado, visto que a regularização de tais elementos encerra a etapa intermediária da edificação e inicia o processo de acabamento. A vantagem de se executar tal serviço nesse momento é, novamente, a segurança de se trabalhar sem as interferências ou problemas gerados pelo atropelo de processos anteriores.

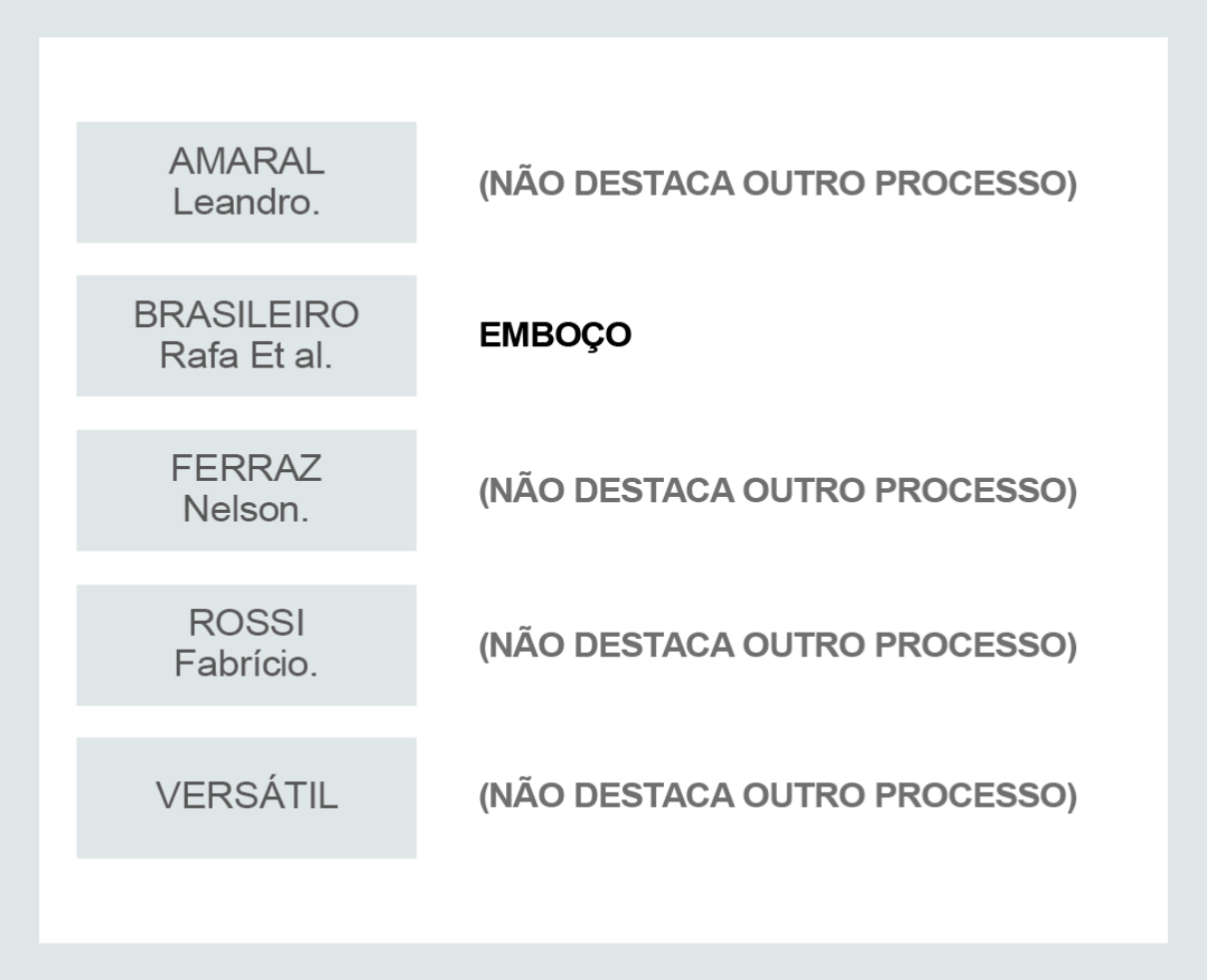
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração apenas, pois é um processo manual que dispensa o uso de *softwares* inteligentes. Entretanto, mantém-se aplicável o BIM para a compatibilização de informações entre projeto e canteiro.

Segundo a Figura 42, o processo construtivo, destacado para a décima sexta etapa executiva, apresenta regularidade entre as metodologias referenciadas, pois, mesmo que os autores utilizem de títulos diferentes para explicar os seus trabalhos, a razão empregada a tais processos se mantém a mesma: etapas de finalização. Contudo, a metodologia proposta ainda há de abordar tais etapas, pois encontra-se, por hora, em processos intermediários, e, por essa razão, não seria possível concordar com os autores citados, no emprego de suas etapas.

Uma vez que seja realizada a a regularização do contrapiso, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.17 Etapa executiva 17: Acabamento dos forros

Figura 43: Processo destacado nº 17, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Nesse momento, os autores Ferraz (2019) e Rossi (2022) finalizam as suas metodologias de execução de obras, pois não apresentam outros processos em seu conteúdo. Assim, o estudo há de prosseguir apenas com esta metodologia e a do autor restante.

Para a décima sétima etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **acabamento dos forros.**

Entende-se forro como a superfície que é instalada no interior de um ambiente, geralmente abaixo do teto principal, com o propósito de proporcionar acabamento cosmético, esconder instalações elétricas, hidráulicas, de ar-condicionado e o isolamento térmico e acústico. O forro também pode ter funções específicas, como direcionar o fluxo de ar ou criar efeitos de iluminação. Os forros podem ser feitos de

diferentes materiais, como gesso, madeira, metal, PVC, fibra mineral, entre outros. Cada material possui características distintas em termos de aparência, custo, durabilidade e propriedades térmicas e acústicas, além de sua própria maneira de execução.

O momento correto da instalação dos forros é, geralmente, após a conclusão da estrutura principal, cobertura, instalação elétrica, hidráulica e reboco, respeitando a lógica da execução dos processos, indo dos prioritários aos de acabamento cosmético. Nesse momento, deve-se também instalar as luminárias conforme o projeto executivo, uma vez que a parte elétrica esteja devidamente resolvida por meio das etapas anteriores.

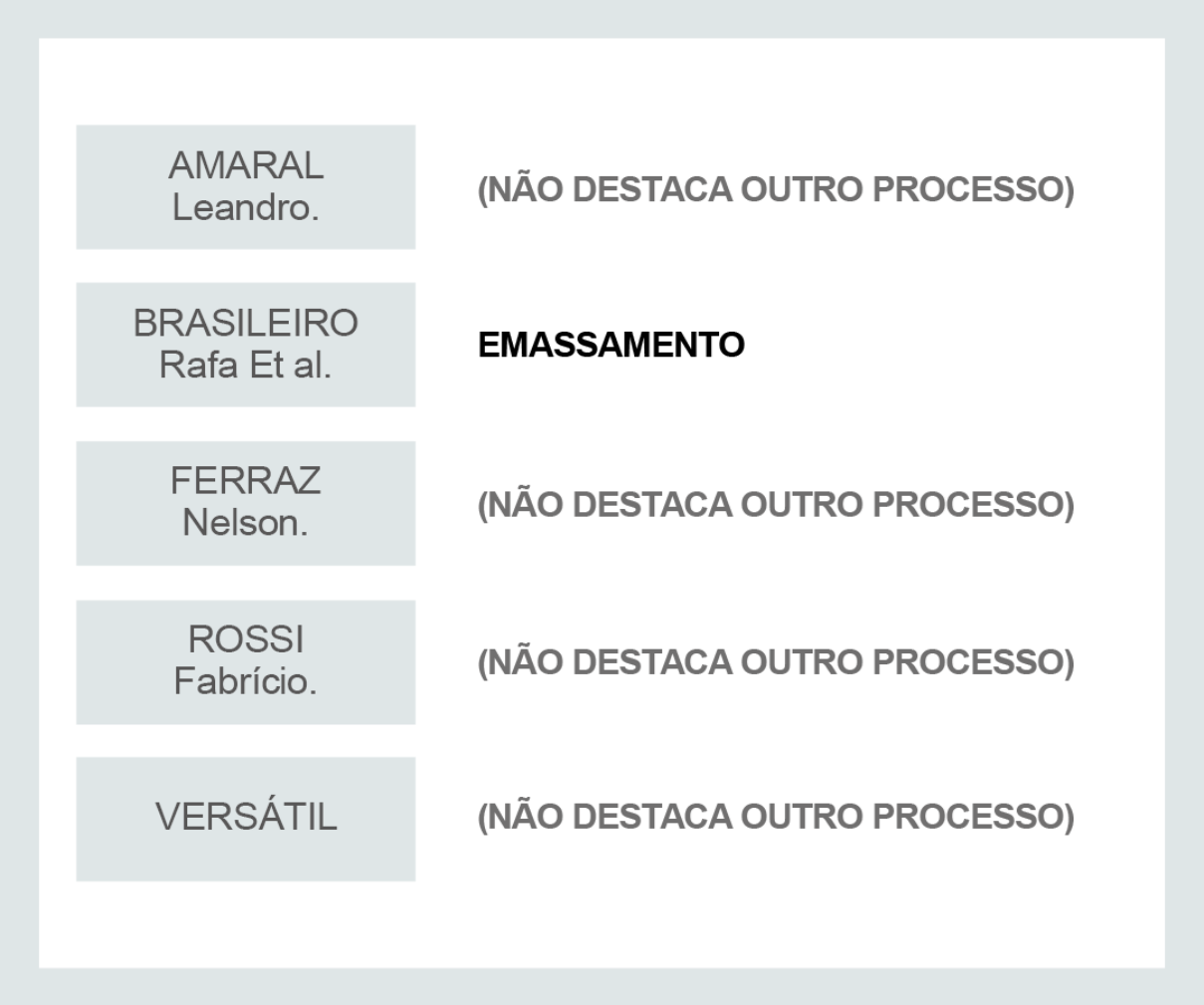
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta gestora e administrativa no momento da execução no canteiro, além de poder também intervir em processos projetuais, como o desenvolvimento do projeto e paginação dos forros, caso os elementos venham a ser gerados por meio do BIM.

Como demonstra a Figura 43, “emboço” é o processo de reboco intermediário, sendo o chapisco o “reboco inicial”, o emboço o “reboco intermediário” e o reboco como “reboco final” (a diferença entre cada um é unicamente a sua composição, que apresenta desde a areia fina, a areia grossa). Portanto, apresentar o emboço posterior aos portais e contramarcos é curioso, visto que o chapisco, emboço ou reboco tratam-se de materiais úmidos, que poderiam, por descuido na aplicação, sujar ou estragar as peças ditas anteriormente.

Uma vez que seja realizada o acabamento dos forros, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.18 Etapa executiva 18: Batentes e contramarcos

Figura 44: Processo destacado nº 18, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima oitava etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a instalação dos **batentes e contramarcos.**

Entende-se batente como um elemento que compõe a estrutura de uma porta e serve para fixá-la a parede. O batente é composto basicamente por duas partes principais: o marco e a guarnição. O marco é a estrutura que fixa a porta à parede e é formado por duas pernas verticais (ou montantes) e um lintel horizontal (ou cabeceira). A guarnição é a moldura que reveste o vão da porta e tem como função ocultar as irregularidades do vão, dando um acabamento estético adequado ao conjunto. Por outro lado, entende-se contramarco como um elemento que completa a instalação de uma janela, tratando-se de uma moldura que é instalada no interior do vão da parede

e serve para melhorar a vedação do ambiente, ajudando a evitar a entrada de ar, poeira e umidade. O contramarco também é importante para proporcionar uma melhor aparência visual ao conjunto, e por essa razão, deve ser assentado na parede antes da colocação da esquadria.

A vantagem de se executar tal processo nesse momento é a segurança de que o material que será instalado não sofrerá abusos de processos terceiros, como, por exemplo, uma pintura precoce ou um reboco tardio. Além de que, após instalar tais estruturas, o posterior encaixe das portas e esquadrias ocorre com segurança e facilidade.

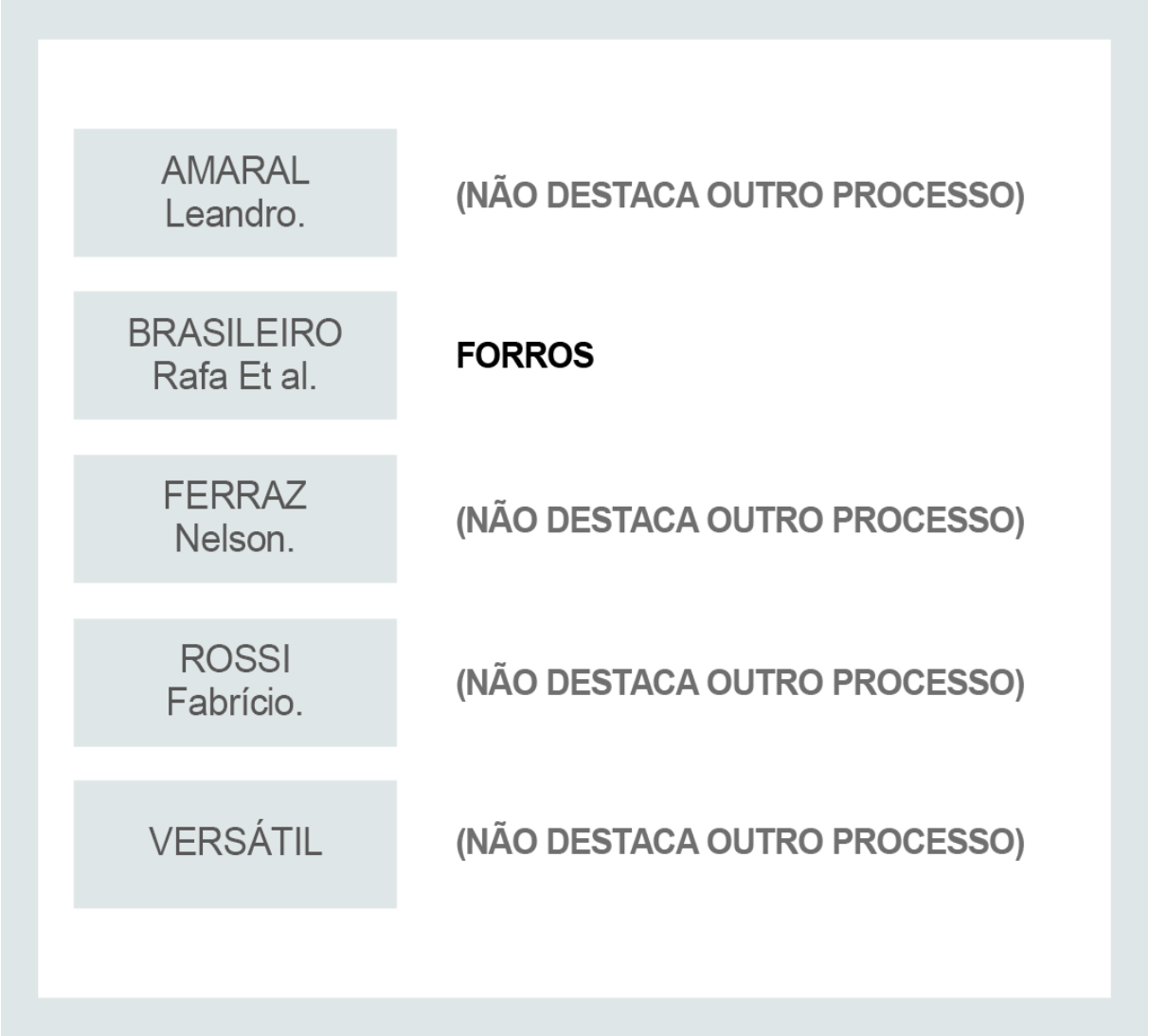
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração, quantificando os materiais a serem comprados, evitando desperdícios e possibilitando, por meio da visualização do modelo 3D, a proposta do autor em relação a materialidade, forma e função dos elementos, que podem, posteriormente, auxiliar o cliente no momento da escolha e compra das peças. Para a obra, a visualização em 3D pode ajudar o profissional a instalar as peças corretamente, evitando retrabalhos cosméticos e funcionais.

Conforme a Figura 44, a metodologia referenciada destaca a fase de massas posteriores ao reboco, que tem como objetivo, assim como demonstrado pelo autor em seu conteúdo, gerar uma camada de proteção extra as superfícies das paredes, além de prepara-la para receber a pintura ou um revestimento. Executar o emassamento posterior ao assentamento dos batentes e contramarcos, como sugerido por essa metodologia, pode gerar uma série de intempéries na obra, pois a massa pode sujar os elementos apontados anteriormente.

Uma vez que seja realizada a instalação dos batentes e contra-marcos, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.19 Etapa executiva 19: Bancadas fixas e sapatas

Figura 45: Processo destacado nº 19, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima nona etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a instalação das **bancadas fixas e sapatas[14].**

Entende-se bancadas fixas como os elementos construídos de forma permanente em uma obra e que servem para apoiar objetos e equipamentos. Elas são, geralmente, instaladas em áreas molhadas ou de trabalho e apoio. Antes de se instalar as bancadas fixas, é importante que os pontos de água, esgoto e energia elétrica já estejam previamente definidos e instalados, para evitar problemas e

[14] Elemento de concreto posicionado abaixo de móveis com o objetivo de repelir a umidade.

retrabalhos. Sua instalação envolve a preparação da superfície onde as mesmas serão fixadas, além do correto nivelamento, posicionamento de peças e estrutura. Também é necessário realizar a vedação das juntas e a aplicação de acabamentos como revestimentos cerâmicos, mármore, granito, e entre outros.

As sapatas, por sua vez, devem ser instaladas conforme o projeto executivo, por meio do trabalho manual e acabadas por massa, pois tal elemento, normalmente, há de receber um revestimento posterior, para conforto visual cosmético.

Realizadas as etapas anteriores, a instalação das bancadas fixas deve ocorrer de forma segura, evitando retrabalhos ou erros e, por essa razão, sugere-se que tal processo seja realizado de acordo e na ordem proposta.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração. Para o profissional prestador de serviços, o BIM poderia auxiliar por meio da visualização 3D dos elementos, gerando informações sobre o tipo, cor, material, acabamento e afins. Para o gestor da obra, o BIM poderia exercer função ao compatibilizar as informações de projeto com o canteiro existente, com ajustes em tempo real, caso necessário.

Conforme a Figura 45, pode-se ser visto que ambas as metodologias – tanto a de Brasileiro e Brasileiro (2021) quanto a metodologia proposta – se encontram na mesma fase (acabamentos). Todavia, executar a instalação dos forros, caso esses existam, posteriormente à fixação das bancadas fixas, pode gerar certos problemas, relacionados, principalmente a sujeira proveniente da instalação do forro.

Uma vez que seja realizada a instalação das bancadas fixas e sapatas, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.20 Etapa executiva 20: Pisos e revestimentos

Figura 46: Processo destacado nº 20, etapa executiva.

Fonte: Elaboração própria.

Para a vigésima etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a instalação dos **pisos e revestimentos.** Trata-se do serviço manual, que consiste na instalação de pisos e revestimentos – um processo essencial para gerar, por meio da arquitetura, um ambiente habitável. Tais elementos desempenham, também, um papel importante na cosmética do ambiente, além de proporcionar uma maior durabilidade e resistência.

Os subprocessos a serem realizados para a instalação correta do piso, e do revestimento são apresentadas pelo Anexo Q.

Entende-se “pisos” como os elementos de materialidade variada, que são dispostos ou assentados na linha horizontal da edificação; enquanto “revestimentos”, por sua vez, são os elementos dispostos na linha vertical do projeto.

Realizar a instalação de tais materiais nesse momento gera um maior conforto ao prestador de serviços, visto que as bancadas fixas, os batentes, os contramarcos e as sapatas estão devidamente instaladas, podendo-se paginar os pisos e revestimentos de uma só vez, evitando retrabalhos por falha projetual.

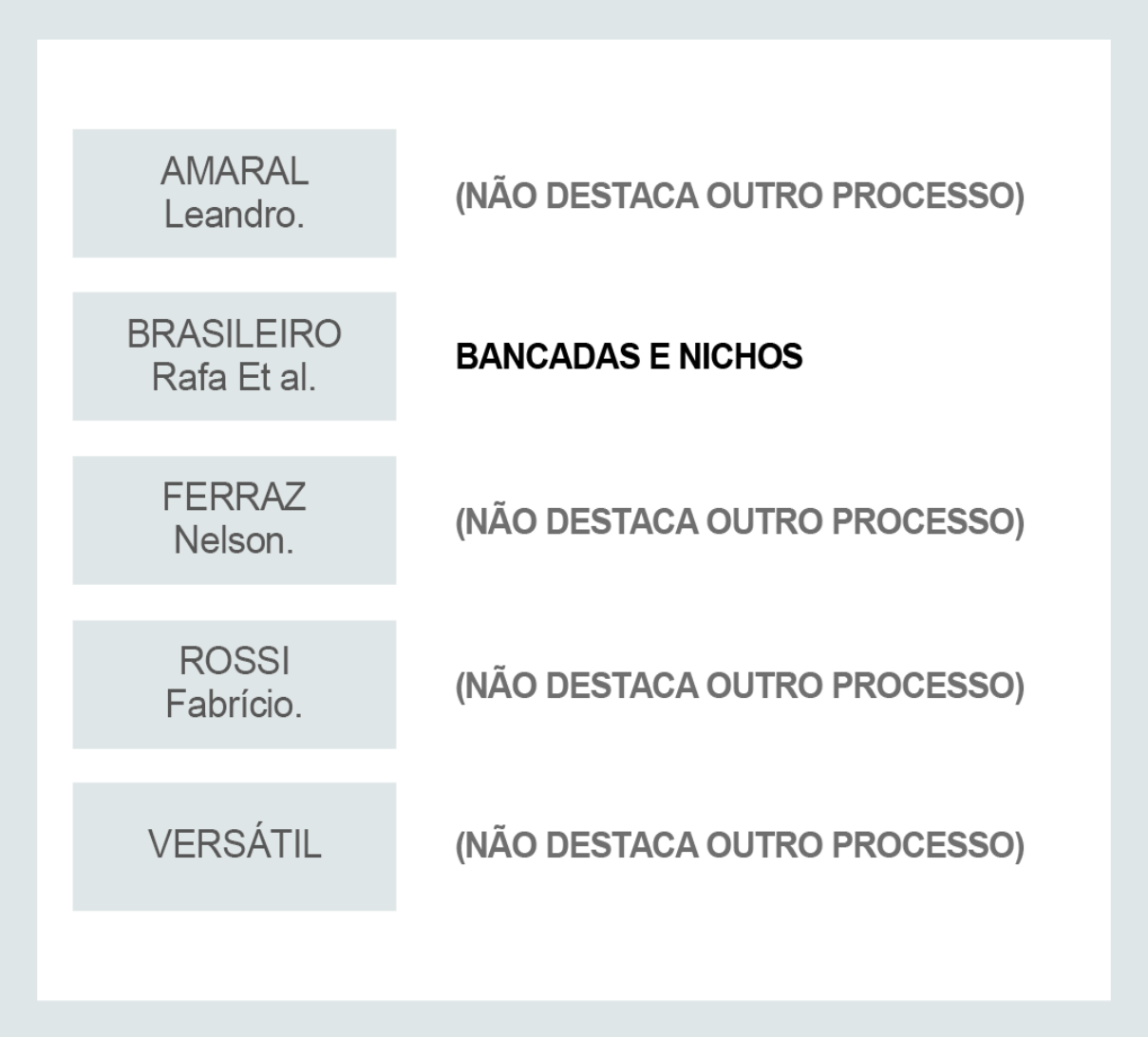
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração, relacionando as informações de projeto para com o canteiro. Para o profissional que há de realizar o serviço, o BIM poderia apresentar soluções de paginação em tempo real, ajustes facilitados, além da visualização em tempo real oferecida pela ferramenta de extensão, BimX.

Conforme a Figura 46, pode-se ver que a metodologia de Brasileiro e Brasileiro (2021) apresenta o processo da instalação de pisos e revestimentos, uma etapa de acabamento que representa que a obra como um todo está chegando ao fim. Nesse momento, a instalação dos pisos e revestimentos é recomendada, já que os demais processos que causam certa sujeira e intempéries a obra já foram finalizados, o que por sua vez, gera uma execução sem retrabalhos ou riscos que perda de material.

Realizada a instalação dos pisos e revestimentos, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.21 Etapa executiva 21: Pintura

Figura 47: Processo destacado nº 21, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a décima primeira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **pintura,** processo de aplicação de tinta nas superfícies internas e externas, com o objetivo de melhorar a aparência cosmética, proteger contra ações naturais, proporcionar maior resistência ao desgaste. A pintura desempenha um papel significativo no acabamento de um espaço, contribuindo para a atmosfera, estilo, funcionalidade e sensação do ambiente geral. A pintura também representa um processo construtivo de acabamento, que deve ser

realizado de maneira cuidadosa para que não manche, respingue e suje outros elementos da obra.

A pintura, como processo construtivo, intervém a obra como etapa divisora, pois deve-se considerar os elementos fixos e móveis, que representam a fase de acabamento, sendo os elementos de acabamento fixos: forro, batentes, contramarcos, bancadas, pisos e revestimentos; e os elementos de acabamento móveis, ainda não discutidos por essa até o momento: portas, esquadrias, louças e metais.

Se a pintura for executada antes de qualquer elemento de acabamento, sendo fixo ou móvel, posteriormente, ao se executar os elementos de acabamento, a mesma poderá ser – e por vezes, será – desgastada durante o processo de instalação, por mais que o profissional a realizar o serviço seja o mais cuidadoso possível. Por outro lado, se a pintura for executada após a instalação dos elementos de acabamento, esses poderão ser desgastados, por mais cuidadoso que o profissional seja ao realizar o trabalho. Visto o embate entre a execução dos processos, sugere-se realizar a pintura confirme a metodologia proposta, sendo de etapa intermediária entre os elementos de acabamento fixos, e móveis.

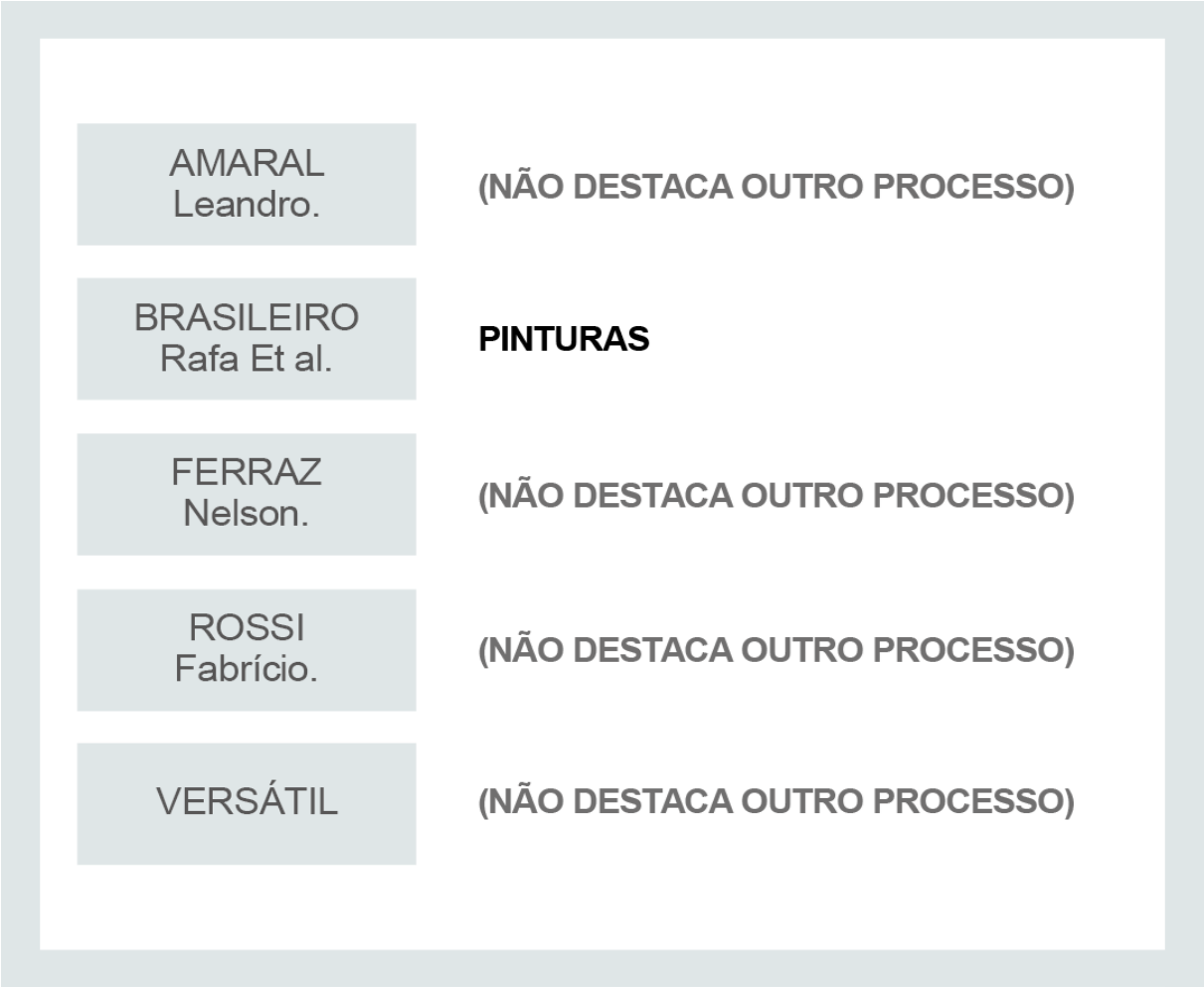
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração de processos, apenas, visto que a pintura é um trabalho manual que dispensa o uso de *softwares* inteligentes. Contudo, o BimX poderia ser uma ferramenta gestora, com realidade aumentada para que o profissional pintor, possa ver e distinguir as cores, tons e texturas a serem aplicadas, por meio da visualização 3D.

Conforme a Figura 47, a metodologia referenciada restante apresenta o processo da instalação das bancadas e nichos, ou seja, do encaixe das pedras, como mármores e granitos, destacados em projeto e que devem ser instalados na obra. Realizar a instalação de bancadas fixas posteriormente à execução dos pisos e revestimentos pode gerar problemas para o encaixe ideal das peças, já que os elementos que compõem o piso são frágeis, e, caso sejam necessários ajustes as peças, tal ajuste, mesmo que mínimo, torna-se mais difícil de ser executado. Por essa razão, sugere-se executar os pisos após a instalação das bancadas fixas, conforme a metodologia proposta, e não a referenciada.

Uma vez que seja realizada a pintura, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.22 Etapa executiva 22: Elementos de acabamento

Figura 48: Processo destacado nº 22, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a vigésima primeira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a instalação dos **elementos de acabamento**, ou seja, elementos que compõem a etapa de acabamento da obra e que são de teor móvel, como portas, esquadrias, louças e metais, ora discutidos anteriormente. Tais elementos necessitam de preparo para a instalação: as portas precisam dos batentes devidamente instalados (e, por mais que, ao realizar sua instalação, a folha da porta seja instalada no mesmo momento, pode-se, e sugere-se, retirá-la do batente e guardá-la em canteiro até essa que se chegue a essa etapa, ou,

ao menos, proteger a peça de ações externas); as esquadrias necessitam dos contramarcos; e, por último, as louças e metais precisam das bancadas fixas devidamente instaladas, para que as peças, como as cubas, louças cerâmicas e outros sejam também, alocados a edificação.

A vantagem de se realizar tal processo durante essa etapa, é a segurança da realização das etapas anteriores, que são apontadas anteriormente, com o objetivo de mitigar erros e retrabalhos.

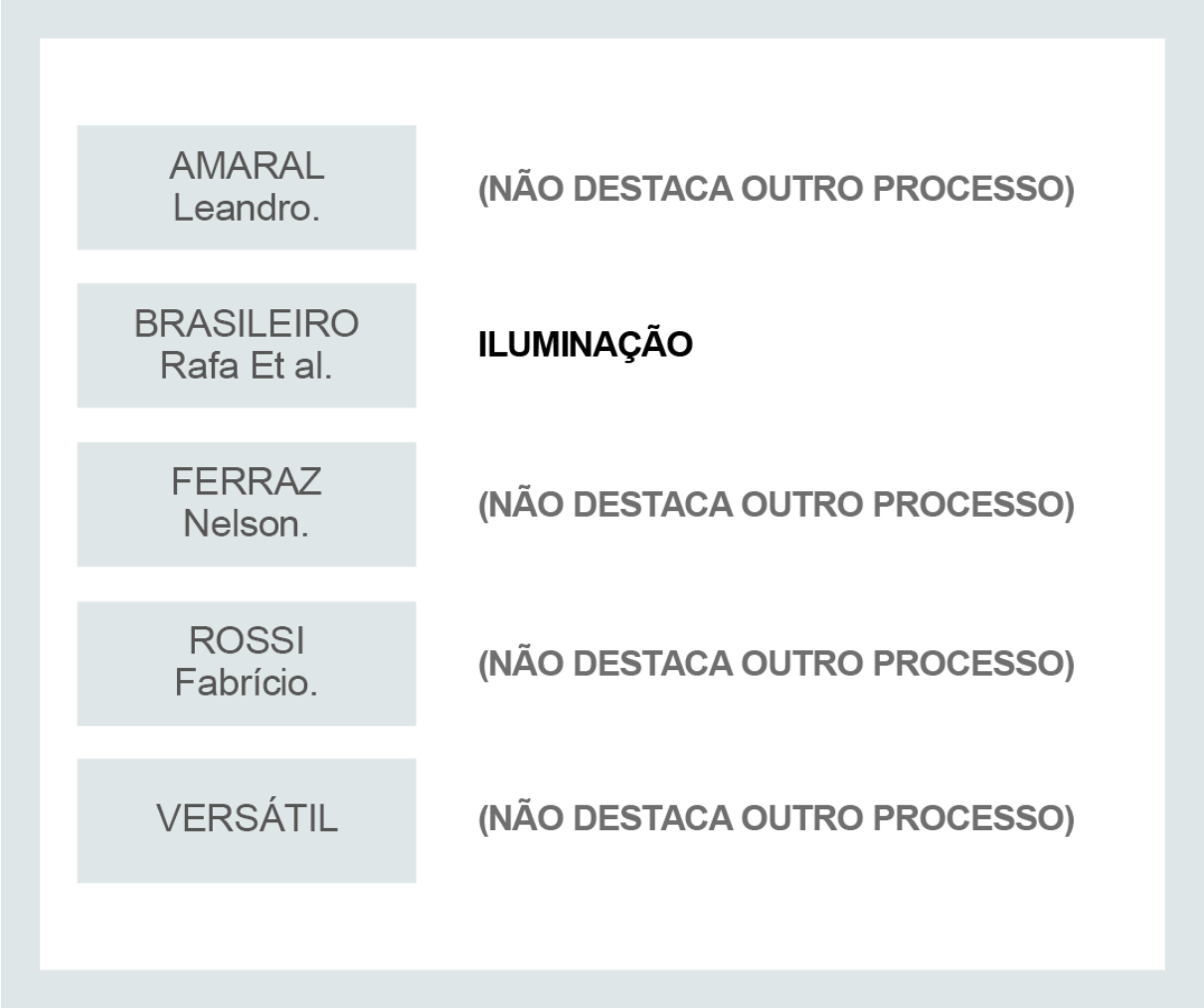
Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração apenas, visto que, a instalação de louças e metais é um trabalho manual que dispensa o uso de *softwares* inteligentes. Todavia, a utilização da visualização 3D ou realidade aumentada proposta pelos *softwares* BIM poderia intervir positivamente a tal etapa, auxiliando o profissional terceiro a realizar a instalação das peças.

Conforme a Figura 48, pode-se ver que a etapa da pintura é apresentada pela metodologia referência, sendo executada após a instalação das bancadas e nichos. A pintura, outrora já foi indicada por essa, é explicada no seu posicionamento referente ao fluxo dos processos; contudo, como cada autor entende a obra a sua maneira, certas irregularidades como essa são visíveis por esse trabalho.

Uma vez que seja realizada a instalação dos elementos de acabamento, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a etapa seguinte.

5.3.2.23 Etapa executiva 23: Limpeza pós-obra

Figura 49: Processo destacado nº 23, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a vigésima terceira etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é a **limpeza pós obra**, um importante processo de finalização que consiste em remover os resíduos e detritos que sobram após a execução da obra, incluindo restos de material de construção, poeira, sujeira, manchas e outros elementos que podem prejudicar a aparência final do ambiente. A limpeza pós-obra deve ser feita de forma minuciosa, com atenção aos detalhes, garantindo que a obra esteja completamente limpa e pronta para uso. Em geral, tal serviço é dividido em duas etapas: a limpeza grossa e a limpeza fina.

Na limpeza grossa, os resíduos e detritos mais grosseiros são removidos, como tijolos quebrados, pedaços de madeira, sacos de cimento, entre outros. Na limpeza fina, são removidas poeiras, manchas e sujeiras mais difíceis, utilizando produtos específicos, como detergentes neutros, desinfetantes e removedores de manchas. É importante também utilizar equipamentos adequados, como aspiradores de pó, vassouras e panos de limpeza.

O pós-obra também deve incluir a higienização das áreas de cozinha, banheiro e demais ambientes que exigem uma limpeza mais detalhada. Por fim, é importante verificar se todas as instalações elétricas, hidráulicas e de segurança estão em bom estado e funcionando corretamente. Em resumo, a limpeza pós-obra é uma etapa essencial para garantir a qualidade e a segurança da construção. Ela deve ser realizada com cuidado e atenção aos detalhes para que a obra esteja completamente limpa e pronta para uso. A vantagem de se executar tal processo é a segurança, pois ao término de tal processo, a obra se apresenta limpa, livre de resíduos e detritos. Cosmeticamente, a limpeza pós obra também melhora significativamente o ambiente, pois remove manchas, sujeira, poeira e afins.

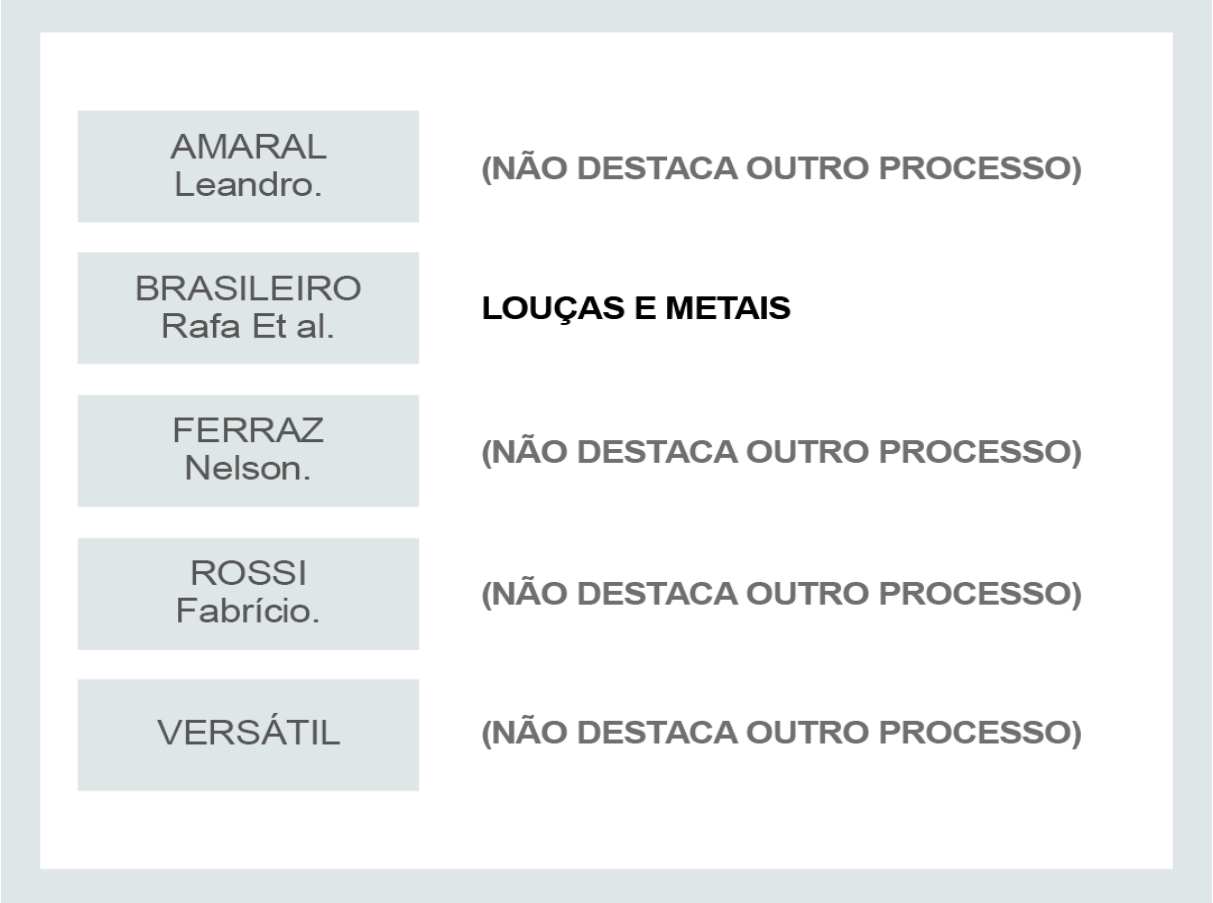
Nesse momento, sugere-se que o BIM não seja utilizado, pois os dados a serem gerados se encontram construídos, e cabe à responsabilidade técnica por parte da empresa o como o trabalho será executado, além das suas posteriores garantias e qualidade de trabalho.

Conforme a Figura 49, o vigésimo terceiro processo construtivo, destacado para a etapa da execução da obra, segundo a metodologia referenciada, é a iluminação, processo esse, que se consiste na instalação final, das peças de luminotécnica da edificação. A iluminação, além de beneficiar a obra por meio do projeto, também é essencial para que se possa enxergar com clareza o trabalho a ser realizado, e, por essa razão, propõe-se, diferentemente da metodologia de Brasileiro e Brasileiro, que tal processo seja abordado e realizado junto a finalização dos forros, para que possa, então, auxiliar a execução da pintura e encaixe de elementos móveis. Executar tal processo após a pintura pode apresentar manchas, falhas e outras intempéries que só seriam revelados por meio da iluminação, portanto, para garantir um trabalho de qualidade, sugere-se realizar tal processo anteriormente, segundo a metodologia proposta, e não a referenciada.

Uma vez que seja realizada a limpeza pós obra, em seguimento a lógica ordenada dos processos, pode-se prosseguir para a última etapa, que encerra a metodologia de execução de obras.

5.3.2.24 Etapa executiva 24: Laudo técnico e finalização

Figura 50: Processo destacado nº 24, etapa executiva.



Fonte: Elaboração própria.

Para a vigésima terceira e última etapa, o processo construtivo que vem a intervir a metodologia de execução de obras proposta é o **laudo técnico e finalização**, documentos gerados por meio de um profissional capacitado, que tem por objetivo indicar o legal funcionamento dos itens que compõe uma residência, semelhante ao laudo técnico realizado por empresas imobiliárias. Cabe ao profissional, realizar o teste de funcionalidade e a busca por intempéries antes da entrega da obra ao cliente. Nesse momento, seguindo e aplicando novamente a metodologia proposta por essa, o profissional deve checar item a item, que compõe a edificação.

O Anexo R discute os itens a serem avaliados pelo responsável.

Propõe-se que, ao final da execução dos processos construtivos já destacados seja realizado o laudo técnico, indicando o devido funcionamento e integridade dos elementos que compõe a edificação. Sugere-se também, a contratação de um profissional qualificado para tal, caso o autor não tenha conhecimentos sobre o tema atribuído anteriormente.

Nessa etapa, propõe-se a aplicação do BIM como ferramenta de gestão e administração, uma vez que, demonstra inúmeras possibilidades de integração aos processos construtivos propostos anteriormente. Por meio do BIM, pode-se avaliar o desempenho prático da edificação, posto que tal ferramenta compartilha os projetos atribuídos a etapa projetual, de modo a apresentar toda e qualquer informação que tenha sido previamente modelada e executada por meio da etapa executiva da obra. Portanto, por meio da interoperabilidade defendia por Máximo (2021), será possível avaliar, investigar e gerar o(s) laudo(s) técnico(s) da edificação, assim como os seus critérios de manutenção, e o pós gerenciamento por uso da edificação, integrando o BIM não só ao desenvolvimento da obra, mas também ao pós vida da mesma.

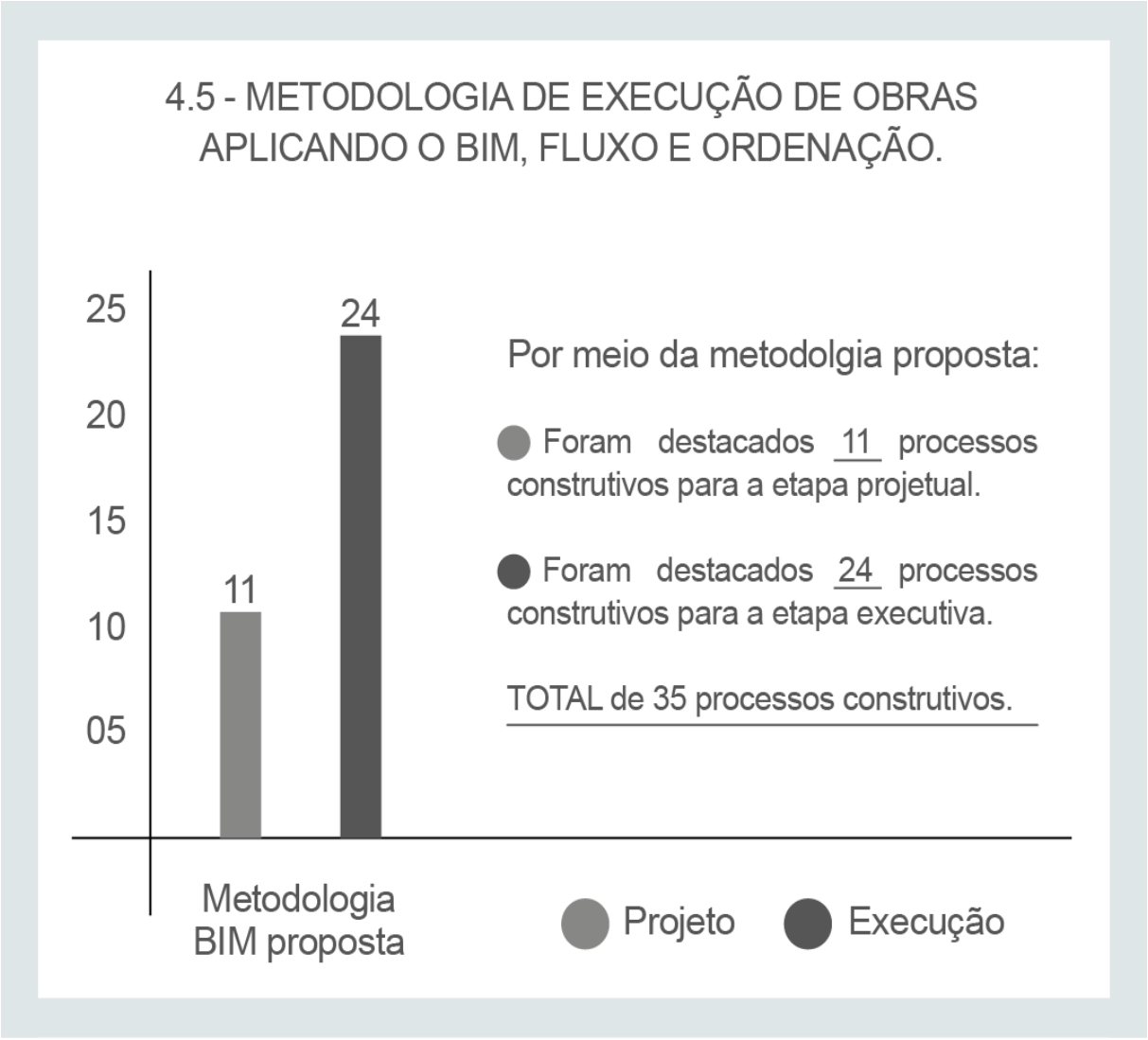
Segundo a Figura 50, a metodologia referenciada propõe a instalação das louças e metais, como processo construtivo a ser realizado para tal etapa. Nesse momento, o autor desenvolve tal processo conforme foi comentado anteriormente, executando as louças e metais posteriormente a etapa da pintura, representando a fase de acabamentos da obra. Não se nega a otimização do fluxo comentado pelo autor, mas a instalação das louças e metais, ainda que funcional para a metodologia referência, não poderia se aplicar aqui, uma vez que, tal assunto já foi tratado anteriormente. Brasileiro e Brasileiro (2021) ainda apresenta em sua metodologia de execução um último item para a discussão, a marcenaria; porém, como tal etapa não é de critério essencial, ou seja, não interfere a estabilidade prática da obra, não será incluída e discutida nesta metodologia.

O laudo técnico da funcionalidade, finaliza os processos construtivos da etapa da execução, a metodologia proposta, e a edificação, que neste momento deve se encontrar estruturada e íntegra. Uma vez que seja realizado o laudo técnico de finalização, entende-se por encerrada a metodologia de execução de obras proposta.

5.4 Resumo da metodologia proposta

Segundo as informações descritas pelo Item 5.3.1 e 5.3.2, a metodologia de execução de obras proposta, integrando o BIM aos processos construtivos, apresenta em seu conteúdo, ao todo, trinta e cinco etapas, demonstradas por meio da Figura 51.

Figura 51: Relação de processos construtivos da metodologia de execução de obras proposta.



Fonte: Elaboração própria.

Para critério de comparação entre os benefícios de aplicar tal metodologia a execução de obras, pode-se citar as figuras 52 e 53, respectivamente, demonstrando uma análise comparativa sobre as etapas abordadas, tanto pela metodologia proposta por essa, quanto pelas obras ora citadas.

A Figura 51 apresenta a análise comparativa entre as etapas abordadas pela metodologia proposta, com o objetivo de demonstrar os potenciais pontos de intervenção, primeiramente, para a etapa projetual.

Por meio da necessidade de excluir etapas duplicadas ou, subetapas, aplica-se um critério de desclassificação para as metodologias dos autores citados, posto que os tópicos de etapas similares foram, por alguma razão, separados ou duplicados. Apresenta-se na sequência os potenciais incluídos pela metodologia proposta e excluídos das demais.

A demarcação em verde representa a inclusão, e a vermelha, a exclusão.

Figura 52: Análise comparativa entre as metodologias, etapa projetual.

	Daniel I. Mariano	AMARAL Leandro.	BRASILEIRO Rafa Et al.	FERRAZ Nelson.	ROSSI Fabrício.	VERSÁTIL.
01. Interação com o usuário.	○	✕	✕	✕	✕	✕
02. Orçamento e proposta.	○	✕	✕	✕	○	○
03. Contrato de trabalho.	○	✕	✕	✕	✕	✕
04. Documentação do(s) cliente(s).	○	✕	✕	○	✕	✕
05. Estudos preliminares	○	✕	○	○	○	○
06. Aprovação documentada.	○	✕	✕	✕	✕	✕
07. Projeto Arquitetônico.	○	○	○	✕	○	✕
08. Subjulgação de projetos.	○	✕	✕	✕	✕	✕
09. Projetos complementares.	○	✕	○	✕	○	✕
10. Compatibilização.	○	✕	○	✕	✕	✕
11. Projeto Executivo.	○	✕	○	✕	○	✕
Desclassificado:		0	+4	+1	+7	+1

Fonte: Elaboração própria.

Em seguida apresenta-se a análise dos processos da etapa executiva.

Figura 53: Análise comparativa entre as metodologias, etapa executiva.

	Daniel I. Mariano	AMARAL Leandro.	BRASILEIRO Rafa Et al.	FERRAZ Nelson.	ROSSI Fabrício.	VERSÁTIL.
01. Mobilização da obra.	○	○	○	○	○	○
02. Locação do gabarito.	○	✕	○	✕	✕	✕
03. Fundação.	○	○	○	✕	○	✕
04. Embasamento e impermeabilização.	○	✕	○	✕	✕	✕
05. Contra-piso.	○	✕	○	✕	✕	✕
06. Estruturação dos pilares e ...	○	✕	○	✕	○	✕
07. Alvenaria e concretagem.	○	○	○	✕	○	✕
08. Estrutura das vigas e lajes.	○	✕	✕	✕	✕	✕
09. Pré-instalação elétrica.	○	✕	○	✕	✕	✕
10. Pré-instalação hidráulica.	○	✕	○	✕	✕	✕
11. Concretagem das vigas e lajes.	○	✕	✕	✕	✕	✕
12. Cobertura.	○	○	○	✕	○	✕
13. Instalação elétrica.	○	○	○	○	○	✕
14. Instalação hidráulica.	○	○	○	○	○	✕
15. Reboco interno e externo.	○	✕	○	✕	✕	✕
16. Regularização do contra-piso.	○	✕	✕	✕	✕	✕
17. Acabamento dos forros.	○	✕	○	✕	○	✕
18. Batentes e contra-marcos.	○	○	○	✕	○	✕
19. Bancadas fixas e sapatas.	○	✕	✕	✕	✕	✕
20. Pisos e revestimentos.	○	○	○	○	✕	✕
21. Pintura.	○	○	○	✕	○	✕
22. Elementos de acabamento.	○	○	○	✕	○	✕
23. Limpeza pós-obra.	○	○	✕	✕	○	✕
24. Laudo técnico e finalização.	○	✕	✕	○	✕	✕
Desclassificado:		+3	+8	+12	+3	+3

Fonte: Elaboração própria.

Como visto pelas Figuras 52 e 53, pode-se entender o contexto em que a metodologia proposta apresenta o seu potencial, pois, além de integrar o BIM aos processos construtivos, também compreende a uma otimização das etapas de obra que compõem as diversas metodologias de execução ora citadas. Por essa razão, entende-se que, o profissional AEC, autor, gestor, entre outros que vierem a utilizar esse trabalho acadêmico, será capaz de entender os conceitos principais que compõe a execução de uma edificação arquitetônica, não excluindo o fato de que cada obra teve, tem e terá suas próprias peculiaridades e dificuldades e, portanto, por vezes, poderá ser necessário realizar um ou outro ajuste ao decorrer do fluxo da construção.

Em relação à validação da metodologia perante os processos projetuais, encontra-se no Anexo S, um projeto executivo completo de uma residência unifamiliar de pequeno porte que foi desenvolvida por meio do BIM, sob as etapas descritas por essa metodologia, com o auxílio de *softwares* de desenho e representação digital. A qualidade técnica do conteúdo, quando julgada por um profissional capacitado, demonstrará a capacidade desse trabalho quando empregado ao desenvolvimento de desenhos técnicos e de teor arquitetônico, validando o potencial da metodologia em questão, quando aplicada aos processos construtivos da etapa projetual.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo principal a intenção de causar impacto significativo, positivo, aos meios construtivos arquitetônicos atuais, que demonstram possibilidade de melhoria em suas etapas de serviço gerais. Para tal, a estratégia da intervenção, ocorreu por meio da integração do BIM aos processos construtivos (etapas necessárias para se concluir uma edificação). Dessa forma, essa pesquisa combinou as vantagens do uso direcionado dos *softwares* BIM, para as atividades projetuais e executivas, intervindo nos escritórios AEC, e nos canteiros de obra.

Em primeiro, buscou-se estudar o BIM direcionado como uma metodologia de trabalho, e, notou-se, por meio da realização da pesquisa, que, atualmente (2023), há a disponibilidade de diversos cursos e conteúdos acerca do tema, ensinando as práticas e o uso direcionado do mesmo, focado no desenvolvimento de projetos arquitetônicos, e otimização do fluxo de trabalho. Contudo, BIM apresenta capacidade de interagir com as demais dimensões de uma obra, como sustenta a ideia do BIM 1D a 10D, destacado anteriormente. Portanto, a hipótese inicial da pesquisa, relevando o interesse constante no BIM foi confirmada, principalmente pelos incentivos do Governo Federal, mesmo que, em maior parte, relacionada ao desenvolvimento de projetos, e não ao canteiro de obras.

Em segundo, buscou-se entender qual a relutância no uso do BIM, visto que os resultados dos estudos de caso demonstram que CAD é utilizada em maior parte, e é, portanto, a metodologia de trabalho mais popular. Como resultado, observou-se que BIM é uma metodologia de difícil aprendizado, e, apesar de interessante, falta o empenho dos profissionais atuais em migrar suas metodologias de trabalho afetivas. Portanto, apesar dos decretos de incentivo ao uso do BIM por parte do Governo Federal aqui discutidos, acredita-se as dificuldades para implementação do mesmo persistem.

Relacionando-se ao desenvolvimento do trabalho em questão, foram enfrentadas certas dificuldades durante seu desenvolvimento: primeiramente, e um dentre os agravantes, foi a dificuldade na comunicação entre as partes, sendo pesquisador e colaboradores, citados como os escritórios AEC participantes dos estudos de caso. A comunicação variável entre um correspondente e outro fez com que vários escritórios AEC, pré-selecionados, fossem retirados da pesquisa, o que

resultou em uma retificação de dados, para manter as informações apresentadas pela pesquisa, atuais e coerentes.

Em relação à proposta da metodologia de execução de obras integrando BIM aos processos construtivos, considera-se tal resultado alcançado, uma vez que a proposta está apresentada por meio do trabalho em questão, com base sólida em metodologias existentes, e de autores renomados.

Para o autor, o presente trabalho lhe permitiu um maior conhecimento das práticas construtivas, por meio dos estudos direcionados, aos processos construtivos que compõe uma edificação arquitetônica. Aos leitores, apreciadores, críticos e, futuros profissionais AEC, dedico-lhes tal conteúdo, pois tenho certeza de que poderá ajudá-los em sua carreira profissional.

Para a realização de trabalhos futuros, ora derivados dessa, ou, que tenham a intenção de continuar a partir da mesma, consideram-se os seguintes temas:

01. Validação da metodologia de execução de obras, aplicando o BIM aos processos construtivos, sendo projeto e execução, por meio da realização de uma obra de teor arquitetônico.

02. Ilustração dos processos construtivos destacados pela metodologia, com a intenção de gerar uma cartilha, um manual, ou uma obra literária, a fim de otimizar a visualização, leitura e entendimento dos processos construtivos citados.

03. Realização de uma análise comparativa, visando a execução de uma obra por meio da metodologia proposta, e a(s) metodologia(s) existentes.

04. Ampliação da metodologia de execução de obras, integrando BIM aos processos construtivos, de práticas construtivas como o *woodframe*, ou o *steelframe*[15].

[15] Woodframe e Steelframe: sistemas construtivos distintos que utilizam da estrutura de madeira, e aço, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR 13531:** Elaboração de projetos de edificações - atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT,1995.

ABNT. **NBR 15575 1: 2013:** Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Quarta edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT. **NBR 6492:** Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

AMARAL, L. **Etapas de uma obra de arquitetura**, 2023. Disponível em: https://arquitetoleandroamaral.com/etapas-de-uma-obra/. Acesso em 14 jul., 2023.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Atual cenário da implementação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas.** V TIC-Salvador, 2011.

BEW, M. Bew-Richards BIM maturity model. In: **BuildingSMART Construct IT Autumn Members Meeting**. Brighton, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 10.306 de 02 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. Brasília: Presidência da República, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm. Acesso em: 04 de jul. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019.** Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Brasília: Presidência da República, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm. Acesso em: 04 de jul. 2023.

BRASILEIRO, R.; BRASILEIRO, A. **O guia definitivo para arquitetos e engenheiros.** Brasilia, 2021.Disponível em: https://guiadefinitivo.com.br/livro. Acesso em: 06 jul. 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC): **Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Rio Janeiro, 2016. Disponível em: http://cbic.org.br/bim/index.html. Acesso em: 06 jul. 2023.

CAMPESTRINI, T. F; GARRIDO, M. C; MENDES, R; SCHEER, S; FREITAS, M. C. D. **Entendendo BIM**. Curitiba: UFPR, 2015.

CARVALHO, M.T.M.; MARCHIORI, F. **Conhecendo o orçamento de obras:** Como tornar seu orçamento mais real. São Paulo: GEN LTC, 2019.

CBIC. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção,** 2022. Disponível em: https://cbic.org.br/industria-da-construcao-preve-crescimento-de-25-em-2023/#:~:text=A%20ind%C3%Bastria%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o%20prev%C3%AA,e%20a%20demanda%20habitacional%20s%C3%B3lida. Acesso em: 04 de jul. 2023.

CHIEN, K. F; WU, Z. H.; HUANG, S. C. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. **Automation Construction**, p. 1-15, abril 2014.

DE AZEVEDO, O. J. M. **Metodologia BIM: building information modeling na direcção técnica de obras**. 2009. Tese (Doutorado). Universidade do Minho, Portugal. 2009.

FABRÍCIO, M. M. O arquiteto e o coordenador de projetos. **PosFAUUSP**, n. 22, p. 26-50, 2007.

FERRAZ, N. **Guia da construção: do canteiro ao controle de qualidade**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

Fundação Getúlio Vargas (Portal FGV) 2023. Disponível em: https://portal.fgv.br/noticias/incc-m-resultados-2023. Acesso em 04 de Jul de 2023.

GASPAR, J. A. M. **O significado atribuído a BIM ao longo do tempo**. 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

GENERAL SERVICES ADMINISTRATION – GSA**. BIM Guide Series,** Washington, 2007.

HARDIN, B; MCCOOL, D. **BIM and construction management:** proven tools, methods, and workflows. John Wiley & Sons, 2015.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 3ª Edição, 2022.

KOCH, D. **Comparação de custos obtidos a partir do CAD e do BIM com os levantados em obra**. 2022. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

MAXIMO, M. R. S. **Building information model (BIM):** uma proposta para interoperabilidade entre softwares disponíveis no mercado brasileiro. 2021. 83 f. Dissertação (Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais) - Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2021.

MONTEIRO, A.; MARTINS, J. P. Building Information Modeling (BIM) - teoria e aplicação. In: ICEUBI, 2011, Corvilhã**. Proceedings** […]. Corvilhã, Portugal: International Conference on Engineering, 2011. p. 1-10.

NEUFERT, E. **Arte de projetar em arquitetura**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2022.

OH, M. *et al.*. Integrated system for BIM-based collaborative design. **Automation in construction**, v. 58, p. 196-206, 2015.

ROSSI, F. **Etapas e sequência de uma obra.** 2022.Disponível em: https://fabriciorossi.com.br/inscricao-ebook-etapas/. Acesso em 04 de Jul de 2023.

SACKS, R. *et al.*. **Manual de BIM:** Um Guia de Modelagem da Informação da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. Porto Alegre: Bookman Editora, 2021.

SILVA, F. D. *et al.*. Plataforma BIM, retrofit e sustentabilidade ambiental: estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 2, n. 2, p. 329-341, 2015.

SMITH, P. BIM & the 5D project cost manager. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 119, p. 475-484, 2014.

SUCCAR, B.; KASSEM, M: Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction,** (2015) v. 57, p. 64-79". Disponível em: <https://www.academia.edu/12388220/MacroBIM_adoption_Conceptual_structures>. Acesso em: 07 jul. 2023.

TANG, S. *et al.*. A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends. **Automation in Construction**, v. 101, p. 127-139, 2019.

VERSÁTIL: **Guia de obra: tudo o que você precisa saber**, 2020. Disponível em: https://www.versatilandaimes.com.br/blog/guia-de-obra-tudo-que-voce-precisa-saber. Acesso em 12 Jul. 2023.

WOO, J.; WILSMANN, J.; KANG, D. Use of as-built building information modeling. **Construction Research Congress 1**. Milwaukee: [s.n.]. 2010. p. 538-547.

ZUPPA, D. *et al.* BIM's impact on the success measures of construction projects. *In:* **Computing in Civil Engineering.** 2009. p. 503-512.

ANEXO A – Vantagens do uso do BIM

Vantagens do uso do BIM segundo CBIC (2016) e Koch (2022, p. 31) são:

01. Visualização em 3D do que está sendo projetado;

02. O ensaio da obra no computador;

03. Maior eficiência na visualização e na análise do projeto. A extração automática das quantidades de um projeto;

04. A realização de simulações e ensaios virtuais;

05. A identificação automática de interferências (geométricas e funcionais);

06. A geração de documentos mais consistentes e mais íntegros;

07. A capacitação das empresas para executarem construções mais complexas;

08. A viabilização e a intensificação do uso da industrialização;

09. O complemento do uso de outras tecnologias;

10. O preparo das empresas para um cenário futuro;

11. As análises de construtibilidade;

12. O desenvolvimento de maquetes eletrônicas;

13. O registro e controle visual de diferentes versões dos modelos;

14. A verificação das condições de acesso para manutenção e Human Fator Engineering (HFE);

15. A coordenação e o controle de contratados;

16. O rastreamento e o controle de componentes;

17. Modelos BIM podem embasar processos de gestão de ativos;

18. A fabricação digital;

19. As verificações de locações e níveis da obra.

ANEXO B – Dificuldades para implementação do BIM

Segundo Koch (2022, p. 32), visto que a implementação de BIM trata de uma mudança nos processos, é necessário o empenho e engajamento dos profissionais atuantes para que tal apuramento ocorra.

De acordo com Eastman *et al.* (2014), substituir um ambiente CAD 2D ou 3D por um sistema de modelagem de edifício envolve mais do que a aquisição de um *software*, treinamento e melhorias de *hardware*. BIM requer que mudanças sejam realizados em vários aspectos de uma empresa ou escritório, além de ser necessário o trabalho de aperfeiçoamento de uma equipe ou de profissionais distintos, o que de qualquer forma, gera custos.

Portanto, os indicadores agravantes para a implementação do BIM, se apresentam no custo de aquisição do *software*, tempo de treinamento dos profissionais atuais e empenho próprio para aderir a mudança na metodologia.

ANEXO C – As dimensões do BIM de 1D a 10D

As dimensões do BIM referem-se a diferentes aspectos ou níveis de informação que podem ser adicionados ao modelo digital, permitindo uma visão mais abrangente do projeto e auxiliando na tomada de decisões ao longo do ciclo de vida da construção. As dimensões mais comuns do BIM são:

1D (1-dimensional): Refere-se a informações lineares, como comprimentos, alturas, larguras e quantidades. Essa dimensão envolve principalmente a geometria básica do modelo.

2D (2-dimensional): Refere-se a informações bidimensionais, como plantas, elevações e cortes. É uma extensão da dimensão 1D, adicionando informações gráficas.

3D (3-dimensional): Refere-se à representação tridimensional do modelo físico, capturando a geometria e a localização espacial dos elementos construtivos. Essa dimensão é a base do BIM e permite uma visualização mais realista do projeto.

4D (4-dimensional): Refere-se ao aspecto temporal do projeto. Essa dimensão adiciona a quarta dimensão, o tempo, permitindo a criação de simulações e visualizações da construção ao longo do tempo, como um cronograma de execução.

5D (5-dimensional): Refere-se às informações de custo associadas aos elementos do modelo. Essa dimensão permite a criação de estimativas de custo e análises de custo-benefício.

6D (6-dimensional): Refere-se às informações de sustentabilidade e eficiência energética. Essa dimensão envolve dados sobre o desempenho energético, materiais sustentáveis e análises de ciclo de vida do edifício.

7D (7-dimensional): Refere-se às informações relacionadas à gestão de instalações e operações. Essa dimensão envolve dados sobre manutenção, reparos, substituições e gerenciamento de ativos ao longo do ciclo de vida do edifício.

8D (8-dimensional): Refere-se a questões de segurança, saúde e bem-estar. Essa dimensão envolve informações sobre riscos de segurança, requisitos regulatórios e aspectos relacionados à saúde e ao bem-estar dos ocupantes.

9D (9-dimensional): Refere-se a informações legais e contratuais. Essa dimensão envolve a integração de informações legais, contratuais e administrativas no modelo, permitindo uma melhor gestão dos aspectos jurídicos do projeto.

10D (10-dimensional): Refere-se a informações relacionadas à interoperabilidade e integração de diferentes sistemas e plataformas. Essa dimensão envolve a capacidade de compartilhar dados entre várias partes interessadas, promovendo a colaboração e a comunicação eficiente.

É importante destacar que nem todas as dimensões são necessariamente usadas em todos os projetos BIM. A aplicação das dimensões pode variar dependendo das necessidades específicas.

ANEXO D – Estudos de caso, questionário

Olá, com o objetivo de melhor entender as necessidades atuais do setor AEC (arquitetura, engenharia e construção) gostaria de propor a aplicação do seguinte questionário, sobre o tema de pesquisa **Metodologia BIM aplicada aos processos construtivos de uma obra arquitetônica, projeto e execução**. Conforme o TCLE (termo de consentimento livre esclarecido) as informações referentes a sua pessoa NÃO serão compartilhadas, apenas os resultados serão tabulados de forma anônima.

O questionário aborda os temas de metodologia de trabalho, ramo de atuação e conhecimento das práticas do BIM (*building information modeling*) Vamos lá:

01 – Segundo Gaspar (2019, p. 238) BIM poderia ser utilizado para definir soluções arquitetônicas e de engenharia que tem por objetivo produzir dados de qualidade para que um projeto tenha excelente performance, você reconhece o que é o BIM?

( ) SIM.

( ) NÃO.

02 – Atualmente, o uso do BIM apresenta uma constante crescente, vista a grande demanda do setor construtivo segundo os dados publicados pelo Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e Fundação Getúlio Vargas (FGV) referentes ao aumento generalizado da construção civil e do reajuste dos valores de materiais brutos, respectivamente. Poderia por gentileza assinalar qual a metodologia de trabalho utilizada por você para desenvolver o(s) seu(s) trabalho(s)?

( ) Metodologia CAD.

( ) Metodologia BIM.

( ) Outros.

03 – Relacionando ao tema acerca da pesquisa **Metodologia BIM aplicada aos processos construtivos de uma obra arquitetônica, projeto e execução**. Em

relação aos possíveis ramos de atividades que o profissional AEC pode exercer trabalho, poderia assinalar o qual, ou os quais meios você opera e empreende atualmente?

( ) Desenvolvimento de projetos.

( ) Administração e, ou gestão de obras.

( ) Outros.

04 – Segundo o Decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019, que estabelece principalmente critérios para a implementação do BIM, e também, de acordo com o Decreto nº 10.306 de 02 de abril de 2020, que por sua vez, estabelece critérios retificados para implementação do mesmo ao setor construtivo, amenos para a execução direta ou indireta de obras e serviços geridos pelos órgãos e entidades públicas e federais, com valência parcial para o ano de 2024, e total para 2028.

Referente a afirmação acima, como profissional AEC atuante, você está ciente de tais mudanças?

( ) Sim, estou ciente, reconheço e acompanho.

( ) Não estou ciente e tampouco sabia sobre o assunto.

5 – Por fim, tal pesquisa objetiva-se a desenvolver um fluxo de processos construtivos otimizado, aplicando a metodologia BIM durante as etapas de projeto e execução, ou, o desenvolvimento do projeto arquitetônico legal, e as etapas que tratam da execução correta da obra, respectivamente. Dito isso, você consideraria esse trabalho como:

( ) Desnecessário, pois já existem conteúdos similares.

( ) Necessário, pois faltam conteúdos que abordem o assunto com clareza.

( ) Não sei avaliar.

ANEXO E – Estudos preliminares, discussão

Os estudos preliminares na arquitetura são o conjunto de análises, pesquisas e estudos realizados pelos autores antes de iniciar o projeto propriamente dito. Essa fase é crucial para entender o contexto e as necessidades do cliente, assim como para explorar diferentes abordagens e conceitos arquitetônicos que possam se adequar ao local e às demandas do projeto.

Os estudos preliminares são uma etapa criativa e investigativa, onde o arquiteto explora diversas ideias e soluções para atender aos requisitos do cliente e do terreno. Esses estudos podem envolver:

- Esboços e Desenhos Conceituais: nesta fase, o arquiteto costuma criar esboços à mão, desenhos digitais ou modelos tridimensionais simples para visualizar as formas e a organização espacial do projeto. É uma fase criativa e exploratória, em que diversas alternativas podem ser consideradas.
- Layout Espacial: Os projetos preliminares mostram a disposição geral dos espaços internos e externos, demonstrando a relação entre ambientes e como o edifício se integra ao seu entorno.
- Volumetria e Massa: Os projetos preliminares apresentam as formas e volumes principais do edifício, dando uma ideia de como ele será visualmente.
- Estudo de Implantação: Mostra como o edifício se relaciona com o terreno, como se dá o acesso ao local, a distribuição de estacionamento, entre outros aspectos relevantes.
- Análise de Restrições e Normas: Os projetos preliminares também levam em consideração as regulamentações locais, restrições do terreno e outras questões relevantes para o desenvolvimento posterior do projeto.
- Apresentação Gráfica: Os projetos preliminares são geralmente apresentados de forma mais visual e menos detalhada do que os projetos finais, usando técnicas gráficas para transmitir as ideias e conceitos principais.

ANEXO F – Elementos do projeto arquitetônico

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece os elementos que compõem o projeto arquitetônico através da norma ABNT NBR 13531:1995 – Elaboração de Projetos de Edificações – Atividades Técnicas. Essa norma estabelece diretrizes e procedimentos para a elaboração de projetos de edificações, incluindo o projeto arquitetônico. Os elementos que compõem o projeto arquitetônico, de acordo com essa norma, são os seguintes:

- Pranchas ou plantas: Desenhos técnicos representando as vistas horizontais da edificação, como plantas baixas, cortes, elevações e perspectivas.
- Especificações escritas: Documentos que detalham as características técnicas e os materiais a serem utilizados na construção.
- Memorial descritivo: Documento que descreve as diretrizes, justificativas e informações complementares sobre o projeto arquitetônico.
- Caderno de encargos: Documento que estabelece as condições e exigências para a execução da obra, incluindo informações sobre prazos, responsabilidades e obrigações das partes envolvidas.
- Orçamento: Estimativa de custos para a execução da obra, incluindo materiais e mão de obra.
- Cronograma físico-financeiro: Planejamento que estabelece a sequência de atividades da obra, relacionando-as com os custos previstos para cada etapa.
- Detalhamentos construtivos: Desenhos detalhados que representam elementos específicos da construção, como esquadrias, mobiliário fixo, elementos estruturais, entre outros.
- Planta de locação: Indica a posição da edificação no terreno, respeitando os afastamentos e limites requeridos.
- Levantamento topográfico: Representação gráfica das características físicas do terreno onde será construída a edificação.

Esses elementos constituem a documentação essencial do projeto arquitetônico e são fundamentais para a correta execução da obra.

ANEXO G – Projetos complementares, discussão

Na arquitetura, os projetos complementares são documentos técnicos e detalhados que complementam o projeto arquitetônico e executivo. Eles abrangem aspectos específicos da construção que vão além da concepção do espaço, incluindo detalhes técnicos, sistemas e infraestruturas necessárias para tornar a edificação funcional e segura. Esses projetos são desenvolvidos por profissionais especializados em suas respectivas áreas e geralmente são requeridos para obter as aprovações legais e licenças necessárias para a construção do edifício. Os principais projetos complementares são:

- Projeto Estrutural: É elaborado por engenheiros e aborda todos os aspectos relacionados à estrutura do edifício, incluindo cálculos, dimensões de pilares, vigas, lajes, fundações, etc. O objetivo é garantir que o edifício seja seguro e capaz de suportar as cargas a que será submetido.
- Projeto Elétrico: Elaborado por engenheiros, esse projeto descreve a distribuição dos pontos de energia elétrica em todo o edifício, a localização de tomadas, interruptores, iluminação e também a instalação de sistemas como cabeamento estruturado e sistemas de proteção contra incêndio.
- Projeto Hidrossanitário: Preparado por engenheiros, esse projeto trata dos sistemas de água potável, esgoto, drenagem pluvial e de tratamento de águas residuais, garantindo que o edifício tenha acesso a água limpa e que os efluentes sejam devidamente tratados.
- Projeto de Prevenção e Combate a Incêndios: Esse projeto define a localização e especificações dos equipamentos de segurança, como extintores, sprinklers e rotas de fuga, visando à segurança contra incêndios.

Esses são apenas alguns exemplos de projetos complementares, e sua necessidade pode variar de acordo com o tipo e tamanho do edifício, bem como as regulamentações locais. Juntos, esses projetos complementares garantem que a obra seja executada com qualidade, segurança e atenda aos requisitos legais e funcionais necessários para seu uso adequado.

ANEXO H – Vantagens da metodologia BIM para a compatibilização de projetos arquitetônicos e complementares

Projetar utilizando o BIM (Building Information Modeling) para as etapas de compatibilização oferece diversas vantagens significativas em comparação com os métodos tradicionais de projeto. O BIM é uma abordagem colaborativa que utiliza um modelo digital tridimensional e informações associadas para representar todos os aspectos de uma construção, desde sua geometria até suas características físicas e funcionais. Vejamos algumas das vantagens específicas da compatibilização usando BIM:

- Detecção precoce de conflitos: O BIM permite que diferentes disciplinas, como arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, entre outras, colaborem em um único modelo. Isso facilita a identificação de possíveis conflitos entre os elementos projetados, como tubulações que atravessam vigas, cabos elétricos que interferem com dutos de ar, etc. Esses conflitos podem ser detectados e resolvidos ainda na fase de projeto, evitando problemas durante a construção.
- Redução de retrabalho: Com a detecção precoce de conflitos, a necessidade de retrabalho é significativamente reduzida. Corrigir erros durante a construção pode ser dispendioso e atrasar o cronograma. Ao realizar a compatibilização por meio do BIM, as incompatibilidades são resolvidas antes que o projeto chegue ao canteiro de obras, economizando tempo e dinheiro.
- Melhor coordenação entre disciplinas: O BIM facilita a comunicação e a colaboração entre os profissionais de diferentes áreas envolvidas no projeto. Através do modelo digital compartilhado, as informações são atualizadas em tempo real, garantindo que todas as partes estejam cientes das decisões e mudanças realizadas por outros membros da equipe.
- Visualização imersiva: Com o uso de modelos 3D, os profissionais podem ter uma visão mais clara e detalhada de como os diferentes elementos interagem no projeto. Isso ajuda a entender melhor o projeto

como um todo, identificar possíveis problemas e encontrar soluções mais eficientes.

- Análises mais precisas: O BIM permite a realização de análises e simulações avançadas, como análise estrutural, simulação de fluxo de ar, análise de iluminação natural, entre outras. Isso auxilia na tomada de decisões mais fundamentadas e na obtenção de um projeto mais otimizado.
- Documentação mais completa: O BIM gera automaticamente a documentação do projeto, incluindo desenhos 2D, listas de materiais, especificações e quantidades. Isso garante que todas as informações necessárias estejam disponíveis e atualizadas para a equipe de construção.

Em resumo, o uso do BIM para a compatibilização de projetos oferece uma abordagem integrada e colaborativa, que resulta em projetos mais precisos, eficientes, com menor incidência de erros e retrabalho, além de melhorias na comunicação e coordenação entre os profissionais envolvidos. Isso se traduz em benefícios tangíveis ao longo de todo o ciclo de vida da construção, desde o planejamento até a operação e manutenção do edifício.

ANEXO I – Elementos do projeto executivo

A ABNT não possui uma norma específica que defina detalhadamente os elementos que compõem o projeto executivo para a arquitetura. O projeto executivo é uma etapa do processo de elaboração do projeto de uma edificação que visa fornecer informações detalhadas e precisas para a correta execução da obra, envolvendo todas as disciplinas necessárias para a construção, como arquitetura, engenharia estrutural, elétrica, hidrossanitária, entre outras.

Portanto, os elementos que compõem o projeto executivo podem variar dependendo do escopo e complexidade do empreendimento, bem como das normas e padrões adotados para cada profissional ou empresa. Em geral, o projeto executivo costuma incluir uma série de documentos e informações técnicas detalhadas que são fundamentais para a construção, tais como:

- Plantas baixas detalhadas: Representação dos espaços internos com todas as dimensões, especificações de paredes, portas, janelas e outros elementos construtivos.
- Cortes e elevações: Desenhos que mostram as seções verticais e vistas externas do edifício, permitindo visualizar sua forma tridimensional e detalhes construtivos.
- Especificações técnicas: Descrição detalhada dos materiais a serem utilizados, suas características e padrões de qualidade.
- Detalhamentos construtivos: Desenhos detalhados de elementos específicos da construção, como conexões estruturais, encontros de alvenaria, detalhes de esquadrias, etc.
- Projeto de instalações: Projetos de engenharia que abrangem sistemas elétricos, hidrossanitários, de climatização, entre outros, com detalhes sobre tubulações, dutos, pontos de luz, tomadas, entre outros.
- Compatibilização entre disciplinas: Garantir a integração harmoniosa entre os projetos de todas as disciplinas envolvidas no empreendimento, evitando conflitos e problemas durante a execução da obra.

- Quantitativos e orçamento: Lista das quantidades de materiais e estimativas de custos para auxiliar no planejamento e controle financeiro da obra.
- Memorial descritivo: Documento que detalha as diretrizes, justificativas e informações complementares sobre o projeto executivo.

É importante destacar que, embora a ABNT não tenha uma norma específica para o projeto executivo, a elaboração desse conjunto de documentos segue padrões profissionais estabelecidos e boas práticas de engenharia e arquitetura, buscando garantir a qualidade, a precisão e a correta execução da obra.

ANEXO J – Serviços preliminares que compreendem a mobilização da obra

Os principais serviços preliminares que são frutos da mobilização de obras, e também são propostos por essa são:

- Preparação do canteiro de obras: Antes do início dos trabalhos, é necessário limpar e preparar o terreno para acomodar as atividades de construção. Isso inclui a remoção de entulhos, vegetação indesejada e outros obstáculos que possam atrapalhar a execução das tarefas.

- Instalações provisórias: São montadas instalações temporárias, como escritórios, refeitórios, alojamentos para os trabalhadores, banheiros, vestiários e áreas de armazenamento para os materiais. Essas estruturas são importantes para garantir o conforto e a segurança das equipes no local de trabalho.

- Acesso e segurança: São estabelecidos acessos adequados ao canteiro de obras, incluindo estradas ou passagens para que os trabalhadores e equipamentos possam entrar e sair do local de forma segura. Também são implementadas medidas de segurança, como sinalização, barreiras e delimitação de áreas de risco.

- Contratação e treinamento de pessoal: Nesta etapa, é feita a contratação da mão de obra necessária para a execução dos serviços e são fornecidos treinamentos pertinentes para garantir a segurança e a qualidade do trabalho.

- Levantamento e aquisição de materiais e equipamentos: É realizado o levantamento dos materiais e equipamentos necessários para a obra, e é providenciada a aquisição ou locação desses itens.

- Planejamento e organização: A mobilização envolve o planejamento detalhado de todas as etapas iniciais da obra, garantindo que todas as atividades sejam coordenadas e realizadas de acordo com um cronograma previamente estabelecido.

Em suma, a mobilização da obra e serviços preliminares é uma fase crítica que estabelece as bases para o início efetivo da construção ou execução do projeto, assegurando que todas as condições necessárias estejam presentes para a realização bem-sucedida dos trabalhos.

ANEXO K – Tipos de solo predominantes no território Brasileiro

Dentre os tipos de solo mais comuns encontrados nos canteiros de obra do território Brasileiro, pode-se citar:

01. Solo argiloso, apresenta a coloração avermelhada e é solo mais predominante no território Brasileiro, onde historicamente, foi utilizado na construção local em edificações mais antigas de taipa, como igrejas e até mesmo algumas casas, além de ser a matéria prima para os azulejos, tijolos e cerâmicas. Para a construção, considera-se que esse solo é o mais fino, pois a argila é uma substância com partículas muito pequenas e de fácil compactação. Quando sobre força compacta, esse solo se adensa facilmente, e por isso é visto como o melhor tipo de solo para se construir.

02. Solo siltoso, apresenta a coloração alaranjada, sendo considerado um tipo intermediário entre o argiloso e o arenoso, porém, a sua ligação molecular não é tão forte como a da argila. Por esse motivo, esse solo não é interessante para a construção, sendo necessário a presença de um geólogo no canteiro de obras para identificar as possibilidades de se construir no terreno. Normalmente, o solo siltoso não é encontrado em seu estado puro, pois trata-se de uma mistura entre argiloso e arenoso.

03. Solo arenoso, apresenta a coloração amarela, além de pouca, ou nenhuma ligação molecular, isso faz com que quando em mão, a areia escora por entre os dedos. Reconhecido como solo bastante permeável, o solo arenoso apresenta inúmeras dificuldades para a construção, pois devido as suas características moleculares, é necessário utilizar de outras substâncias para que ele possa se estabilizar.

Deve-se destacar a importância de se descobrir qual o tipo de solo existente, pois tal informação é necessária para que sejam tomadas estratégias e decisões a respeito da fundação da obra por parte da engenharia. Para se descobrir, com certeza, qual o tipo de solo em campo, é necessário a realização da sondagem, que se trata de um trabalho terceiro, realizado por empresas responsáveis. O objetivo é descobrir qual o tipo de solo predominante, a profundidade do solo firme, assim como a existência, ou inexistência de bolsões ou rochas.

ANEXO L – Tipos de fundação

As fundações, destacam-se em maior parte entre dois tipos, sendo o primeiro:

Fundações superficiais: Conhecidas como rasas ou diretas, recomendada principalmente para projeto de até dois pavimentos, sendo térreo e mais um. Normalmente esse tipo de fundação chega a atingir três metros de profundidade, e seus principais meios de execução são:

01. Sapatas. Elementos que apresentam a sua base quadrangular, retangular ou trapezoidal, conhecido por apresentar alma cheia (presença de ferro em seu interior que sustenta de fato a peça) e, por fim, sendo revestida por concreto. As sapata podem ser estruturadas isoladas, dessa forma o cálculo estrutural é o peso da edificação que passa para os pilares, dos pilares para a sapata isolada que, por fim, transmite isso para o solo. No caso da sapata corrida, o cálculo é parecido, porém se apresenta dessa forma, o peso da edificação passa para os pilares, que distribuem para as sapatas corridas que distribuem linearmente esse peso para o solo.

02. Viga Baldrame. Também conhecida como viga de fundação, se trata de uma viga de concreto armado construída abaixo do nível do solo que se estende na base de todas as paredes da edificação, inclusive, pode ser usada para interligar as sapatas. Sua função é distribuir a carga construção, além de travar os pilares presentes.

03. Radier. Trata-se de uma placa ou laje de concreto armado que se estende por toda a área da edificação, sua função é receber e distribuir ao solo toda a carga presente. Seu uso é indicado para construções pequenas, obras leves que normalmente são executadas por alvenaria estrutural. Suas vantagens são a economia de materiais e a rapidez na execução.

Ou, o segundo tipo, sendo:

Fundações Profundas: Quando tratamos de um solo mais frágil, ou quando a construção possui uma carga muito grande, as fundações profundas são melhores recomendadas. Portanto é necessário escava melhor o solo, normalmente mais profundo do que três metros. Alguns exemplos são:

01. Estacas de concreto. Podendo ser cavada ou perfurada através de uma perfuratriz (máquina especializada em perfurar o solo) as estacas possuem grandes

comprimentos verticais, e normalmente são perfuradas até encontrar solo estável. Após o buraco aberto, é comum o uso do martelete (máquina especializada em compactar o solo) para se certificar de que o fundo está estável para receber os seguintes materiais. Por fim, o buraco é preenchido com concreto a escolha do engenheiro estrutural, e nos últimos dois ou três metros antes do nível zero do solo (nível zero trata-se do nível real do solo, descontando a profundidade do buraco) o encaixe de um perfil estruturado de ferro, que dará encaixe ao bloco, que por fim subirá o pilar. Todo esse processo é repetido para cada ponto de pilar da edificação.

02. Estacas Metálicas. Conforme indica a NBR 6122/2010, as estacas metálicas podem ser feitas por tubos ou chapas dobradas (com seções retangulares ou circulares). Perfil laminados ou soldados. Além disso, as estacas devem resistir a corrosão, tanto por tratamento específico ou pela própria natureza do aço. Contudo, dispensam tratamento se estiverem enterrados em terreno natural. Para o uso residencial, levando em conta os valores atuais desse tipo de material (setembro 2022) torna-se inviável utilizar esse tipo de fundação para construções residenciais, visto que a sua prática, fere um entre os três princípios dessa dissertação, sendo o custo elevado da construção.

03. Tubulações. As tubulações são indicadas principalmente em obras que possuem cargas elevadas, como prédios, pontes ou viadutos. Nesse caso, há a descida de pessoas especializadas para a construção do mesmo, sendo necessário realizar com o trabalho humano a limpeza do fundo e o alargamento da base para a construção. Como essa dissertação se trata da construção residencial, o uso das tubulações para a fundação é visto como inviável.

ANEXO M – Aterro e compactação

Aterro, entende-se como o processo que consiste em elevar a altura do terreno natural em um determinado local, através da colocação de camadas de terra ou material rochoso. Essa técnica é utilizada para nivelar o nível do piso e permitir a construção de edificações em áreas que apresentam desníveis significativos.

Compactação, entende-se como o ato de reduzir o volume de um material, como terra, areia ou pedra, por meio da aplicação de pressão e vibração. Essa técnica é utilizada para aumentar a densidade do solo ou de outros materiais que serão utilizados na construção, tornando-os mais resistentes e estáveis. Por essa razão, é um processo importante, pois ajuda a garantir a segurança e a durabilidade das edificações. Quando o solo não está compactado adequadamente, pode haver problemas como afundamento, trincas, rachaduras e outros danos que podem comprometer a estrutura da construção.

Existem diversas técnicas de compactação que podem ser utilizadas na construção, como a compactação manual com soquete, compactação com rolo vibratório, compactação com placas vibratórias, entre outras. A escolha da técnica adequada depende das características do material a ser compactado e das condições do terreno.

ANEXO N – Ferramenta BimX, suas funções e vantagens

A ferramenta BIMx é uma aplicação de software desenvolvida pela Graphisoft, uma empresa especializada em soluções de modelagem e gestão de informações de construção (BIM – Building Information Modeling). BIMx é uma sigla para "*Building Information Model Explorer*".

O BIMx permite que arquitetos, engenheiros, construtores e clientes visualizem, interajam e explorem modelos 3D de edifícios e projetos de construção de forma mais imersiva e intuitiva. É uma ferramenta útil para a visualização de projetos de construção em dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, bem como em computadores. As principais características e funcionalidades do BIMx incluem:

Visualização 3D interativa: Os modelos de construção em formato BIM são convertidos em modelos 3D interativos, permitindo que os usuários explorem o projeto de diferentes ângulos e perspectivas.

Navegação intuitiva: O BIMx oferece uma interface de usuário amigável que permite aos usuários navegar facilmente pelo projeto, ampliar, girar e realizar movimentos fluidos pela maquete virtual.

Informações contextuais: Os usuários podem obter informações contextuais sobre elementos específicos do projeto, como materiais, dimensões, descrições e outros detalhes, simplesmente tocando nos elementos na visualização 3D.

Marcação e anotação: Os usuários podem fazer marcações e anotações no modelo, facilitando a comunicação entre os membros da equipe e os clientes.

Compatibilidade com a plataforma BIM: O BIMx é integrado ao software BIM da Graphisoft, ARCHICAD, permitindo que os modelos criados neste software sejam exportados para o formato BIMx.

O BIMx é uma ferramenta útil para profissionais da construção e seus clientes, pois torna a comunicação e a visualização dos projetos mais acessíveis e compreensíveis. É especialmente útil para apresentações, reuniões com clientes e visitas ao canteiro de obras, onde os modelos virtuais podem ajudar a esclarecer a visão do projeto final.

ANEXO O – Etapas da concretagem

As etapas principais da concretagem são as seguintes:

Preparação: Antes de iniciar a concretagem, é fundamental preparar a estrutura para receber o concreto. Isso inclui a limpeza da área, a conferência da armadura de ferro (ferragem), que é a estrutura metálica que dará resistência às vigas e lajes, e a instalação de formas, que são moldes temporários que delimitam o espaço onde o concreto será colocado.

Lançamento do concreto: Após a preparação, o concreto é transportado para a área de concretagem e lançado na estrutura. Isso pode ser feito manualmente ou com o auxílio de equipamentos, como bombas de concreto, dependendo do tamanho e altura da construção.

Adensamento: O concreto é compactado para eliminar espaços vazios e garantir que ele preencha todos os cantos das formas e envolva a ferragem adequadamente. O adensamento pode ser realizado com vibradores de concreto, que ajudam a tornar o material mais homogêneo.

Acabamento: Após o adensamento, é feito o acabamento superficial do concreto. Isso pode incluir alisamento da superfície com régua metálica e, em alguns casos, a aplicação de compostos químicos para melhorar a aparência e a durabilidade do concreto.

Cura: Após a concretagem, o concreto deve passar por um processo de cura, que envolve a manutenção da umidade e o controle da temperatura durante um período determinado. Isso ajuda a garantir a resistência e durabilidade do concreto.

ANEXO P – Reboco interno e externo, discussão

Em relação ao reboco, externo e interno, segue a seguinte relação para a execução, primeiramente para as paredes externas:

01. Preparação da superfície: Certifique-se de que a parede esteja limpa, livre de poeira, sujeira, óleo ou qualquer material solto. Qualquer dano à superfície deve ser reparado antes da aplicação do reboco.

02. Camada de Argamassa Base (chapisco): Para melhor aderência, aplique uma camada fina de argamassa de cimento e areia grossa (chamada de chapisco) na parede. Essa camada também ajuda a regularizar a absorção da parede.

03. Camada de Argamassa de Revestimento: Aplique uma camada de argamassa de cimento e areia média sobre a camada de chapisco. Use uma régua e desempenadeira para nivelar e alisar a superfície, garantindo uma espessura uniforme.

04. Acabamento: Depois que a argamassa estiver um pouco endurecida, use uma desempenadeira de madeira ou PVC para alisar e dar um acabamento liso à superfície. É possível fazer diferentes tipos de texturas, se desejar.

Enquanto para as paredes internas:

01. Preparação da superfície: Da mesma forma que nas paredes externas, a superfície interna deve estar limpa, livre de poeira e resíduos. Qualquer imperfeição deve ser corrigida antes da aplicação do reboco.

02. Camada de Argamassa Base (chapisco): O processo de chapisco também é aplicado nas paredes internas para melhor aderência.

03. Camada de Argamassa de Revestimento: Aplique a argamassa de cimento e areia média na parede interna e utilize ferramentas como régua e desempenadeira para nivelar e alisar a superfície.

04. Acabamento: Assim como nas paredes externas, você pode usar uma desempenadeira para alisar a superfície e criar o acabamento desejado.

Em ambos os casos, é importante seguir as proporções corretas na mistura da argamassa e garantir que a espessura da camada de reboco seja consistente.

ANEXO Q – Subprocessos para a instalação de pisos e revestimentos

Os pisos são superfícies horizontais em um ambiente que oferecem suporte para os habitantes e móveis, além de contribuir para a estética geral do espaço. Existem vários tipos de materiais de piso disponíveis, como madeira, cerâmica, porcelanato, mármore, granito, carpete, vinil, concreto polido, entre outros. O processo de instalação varia de acordo com o tipo de material escolhido.

01. Preparação da superfície: Antes da instalação do piso, a superfície deve ser preparada. Isso pode envolver a remoção de pisos antigos, nivelamento do subsolo, aplicação de produtos de isolamento ou impermeabilização, dependendo das necessidades.

02. Instalação do substrato: Para alguns tipos de pisos, como cerâmica ou porcelanato, um substrato ou contrapiso é colocado para criar uma base uniforme e nivelada.

03. Aplicação do adesivo: O adesivo apropriado é aplicado na superfície ou no substrato, dependendo do tipo de piso. Isso ajuda a fixar o material do piso no lugar.

04. Instalação do piso: O material do piso é colocado sobre o adesivo e ajustado conforme necessário. Em alguns casos, pode ser necessário cortar peças para se encaixarem nos cantos e bordas.

05. Acabamento e rejunte: Para pisos de cerâmica, porcelanato e pedra, um rejunte é aplicado entre as peças para preencher as lacunas e proporcionar um acabamento durável.

Acabamentos finais: Depois que o piso estiver instalado, é feita a limpeza final e quaisquer acabamentos, como aplicação de selante ou cera para proteção e brilho.

Os revestimentos, por sua vez, são materiais utilizados para cobrir paredes, tetos ou outras superfícies verticais. Eles podem servir tanto para fins estéticos quanto funcionais, como isolamento acústico ou térmico. Os revestimentos também têm uma variedade de materiais disponíveis, como gesso, azulejos, papel de parede, tijolos expostos, madeira, pedra, entre outros.

Preparação da superfície: Assim como com pisos, a preparação da superfície é fundamental. Isso pode envolver a limpeza, nivelamento e, em alguns casos, a aplicação de uma camada de base.

01. Aplicação do adesivo ou argamassa: Dependendo do tipo de revestimento, um adesivo específico ou argamassa é aplicado na superfície para fixar o material.

02. Instalação do revestimento: O material de revestimento é aplicado na superfície, seja colocado individualmente (como azulejos) ou em folhas (como papel de parede).

03. Acabamento e rejunte: Se necessário, como no caso de azulejos ou pedras, o rejunte é aplicado para preencher as lacunas entre os elementos de revestimento.

04. Acabamentos finais: Após a instalação, qualquer ajuste final é feito, e os detalhes finais são concluídos, como pintura, polimento ou selagem, dependendo do material de revestimento utilizado.

É importante seguir as instruções do fabricante e as práticas recomendadas ao instalar pisos e revestimentos para garantir que o resultado seja esteticamente agradável, durável e seguro. Em muitos casos, a contratação de profissionais qualificados é recomendada para garantir uma instalação bem-sucedida.

ANEXO R – Laudo técnico e inspeção final da funcionalidade da edificação, itens a serem avaliados

Segue uma relação de itens a serem avaliados pelo responsável:

01. Fundação: deve-se procurar por falhas estruturais que possam, eventualmente, danificar a edificação.

02. Embasamento e impermeabilização: deve-se checar se há indícios de umidade na parte inferior da edificação.

03. Contra-piso: deve-se checar a regularidade do mesmo, e se suas quedas estão em ordem.

04. Estruturação e alvenaria: deve-se buscar por falhas estruturais como trincas, rachaduras e afins.

05. Cobertura: deve-se checar se a cobertura está em devida funcionalidade, além de checar se há falhas na mesma, visando mitigar e excluir potenciais agravantes, como infiltrações por exemplo.

06. Instalação elétrica: deve-se checar a funcionalidade dos elementos.

07. Instalação hidráulica: deve-se checar a funcionalidade dos elementos.

08. Forros: deve-se checar a integridade estrutural e cosmética dos mesmos.

09. Elementos fixos e móveis: deve-se checar a qualidade da instalação, se não há marcas ou feridas aos mesmos.

10. Pintura: deve-se checar a qualidade cosmética da mesma.

ANEXO S – Projeto executivo, cabana dos girassóis

O Anexo S traz o projeto executivo de teor arquitetônico e, portanto, desenvolvido em folhas maiores do que o padrão A4. Para visualizar o mesmo, basta acessar o link abaixo:

https://drive.google.com/drive/folders/1sAvQhnix-xekh7PqlCNZdssCA5STlv43?usp=drive_link