

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

André Rayes Orsoni

**O sistema construtivo em *wood frame* comparado à alvenaria convencional
para o uso em prédios públicos no cenário brasileiro**

Florianópolis

2022

André Rayes Orsoni

**O sistema construtivo em *wood frame* comparado à alvenaria convencional
para o uso em prédios públicos no cenário brasileiro**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Eduardo Lobo, Dr.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Orsoni, André Rayes

O sistema construtivo em wood frame comparado à alvenaria convencional para o uso em prédios públicos no cenário brasileiro / André Rayes Orsoni ; orientador, Eduardo Lobo, 2022.

102 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Wood frame. 3. Licitação pública. 4. Análise de viabilidade. I. Lobo, Eduardo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

André Rayes Orsoni

**O sistema construtivo em *wood frame* comparado à alvenaria convencional
para o uso em prédios públicos no cenário brasileiro**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil

Florianópolis, 11 de março de 2022.

Prof.(a) Liane Ramos da Silva, Dr.(a)
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Eduardo Lobo, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Jucilei Cordini, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Benício Silvio da Silva, Me.
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Tenho consciência que a conclusão desta etapa é um resultado conjunto dos esforços de todas as pessoas que estiveram comigo nessa jornada. Por isso, agradeço a todos que tornaram essa conquista possível:

Aos meus pais e minha irmã, por serem meu porto seguro durante todos esses anos, por serem as pessoas que mais me incentivam e me dão suporte. Espero que eu consiga retribuir todo amor incondicional que vocês me dão. Agradeço também aos meus demais familiares, presentes fisicamente ou em memória, por serem a base da minha criação e por todo incentivo que sempre me proporcionaram.

Ao meu orientador, por toda dedicação e leveza para me guiar na composição deste trabalho, não medindo esforços para me ajudar. Agradeço também aos demais membros da banca, por estarem despendendo seu tempo e conhecimento para engrandecer meu trabalho.

Aos amigos que fiz durante a graduação, por toda parceria nas comemorações, decepções e conquistas durante esses anos. Sou muito grato pelas trocas que tivemos e que, de certa forma, formaram quem eu sou hoje. Vou levar vocês para toda minha vida!

Aos professores do Departamento de Engenharia Civil e dos demais departamentos que me lecionaram, por acreditarem na educação e transmitirem seus conhecimentos para me formarem como engenheiro.

Ao EPEC e ao Movimento Empresa Júnior, por terem me fornecido ensinamentos práticos que foram pontos de virada na minha vida e por todos os amigos que dividiram esses momentos comigo.

Às empresas que tive oportunidade de estagiar durante a graduação, Softplan, RKS e *Ingenieurbüro Stevens*, pela formação profissional e aos colegas de trabalho, por terem me mostrado como ser um engenheiro competente e íntegro.

À *Università degli Studi di Padova* e à *Hochschule Ravensburg-Weingarten*, por terem me acolhido durante parte da minha graduação e pelas oportunidades que me foram dadas. Agradeço imensamente às pessoas de Padova e Weingarten que me fizeram sentir em casa, mesmo estando em outro país.

À UFSC por ter me proporcionado uma capacitação de excelência dentro de uma universidade pública, gratuita e de qualidade.

Por fim, agradeço àqueles que cruzaram minha vida nas aulas, nos cursos, nos eventos, na monitoria de topografia, na monitoria de análise estrutural, nas comissões da Betonada, do EREEC Sul, do ConCEJ e tantas outras pessoas que de alguma forma participaram da minha jornada nesses últimos seis anos, engrandecendo essa experiência e deixando seus ensinamentos. Muito obrigado!

RESUMO

A construção civil é um dos motores da economia brasileira. Todavia, demonstra baixa produtividade, grande desperdício de materiais e geração de resíduos sólidos. A inserção de sistemas construtivos industrializados tem auxiliado a otimizar a execução de obras no país, dentre eles pode-se citar o *wood frame*. O atrativo dessa tecnologia são seus diferentes métodos de construção, implicando em técnicas racionalizadas, rapidez e redução da mão de obra. Contudo, sua implementação no Brasil é limitada, concentrada principalmente em construções habitacionais privadas ou temporárias. O presente trabalho tem por objetivo estimular a discussão sobre o tópico em edificações de uso público. Para isso, a fundamentação teórica abordou temas como *wood frame*, princípios da administração pública, licitação pública e contratos administrativos, e análise de viabilidade. O trabalho apresenta uma proposta de modelo para análise do *wood frame*, comparado a alvenaria convencional, para aplicação em prédios de uso público. Tal proposta foi estruturada por meio de pesquisa bibliográfica e documental. De forma geral, acredita-se que, com a implementação e validação, a proposta metodológica seja um passo à frente para aplicação do *wood frame* em edificações de uso públicos. Por fim, entende-se que trabalhos como este são fundamentais para disseminação do uso de sistemas industrializados na construção civil brasileira.

Palavras-chave: Wood frame. Licitação pública. Análise de viabilidade.

ABSTRACT

Civil construction is one of the engines of the Brazilian economy machine. However, it shows low productivity, great waste of materials, and solid waste generation. The implementation of industrialized construction systems has helped to optimize the execution of works in the country, among them the wood frame construction. The attraction of this technology is its different construction methods, implying rationalized techniques, speed, and reduction of manpower. However, its implementation in Brazil is limited, mainly concentrated in private or temporary housing constructions. The present work aims to stimulate the discussion on the topic in public buildings. The theoretical fundament approached topics such as wood frame, principles of public administration, public bidding and administrative contracts, and feasibility analysis. The work presents a model proposal for wood frame analysis, compared to conventional masonry, for application in public buildings. This proposal was structured by bibliographic and documentary research. In general, it is believed that, with the implementation and validation, the methodological proposal is a step forward for the application of wood frame construction in public buildings. Finally, it is understood that works like this are fundamental for the dissemination of the use of industrialized systems in Brazilian civil construction.

Keywords: Wood frame construction. Public bidding. Feasibility analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Edificações construídas em <i>wood frame</i>	16
Figura 2 - Montagem do anexo do Hospital M' Boi Mirim <i>in loco</i>	17
Figura 3 - Subsistemas de uma edificação em <i>wood frame</i>	28
Figura 4 - Principais elementos do piso	30
Figura 5 - Quadro estrutural da parede	31
Figura 6 - Ligação entre travessas	31
Figura 7 - Principais camadas das paredes externas.....	33
Figura 8 - Principais elementos da cobertura	34
Figura 9 - Estrutura das fases envolvidas no processo de licitação, contratação e utilização do empreendimento.....	45
Figura 10 - Elementos básicos para caracterização da obra	49
Figura 11 - Fluxograma estrutura metodológica.....	63
Figura 12 - Etapa para aplicação do modelo dentro da etapa preliminar à licitação .	65
Figura 13 - Categoria 1: Caracterização do objeto.....	67
Figura 14 - Categoria 2: Agentes envolvidos (<i>Stakeholders</i>)	68
Figura 15 - Categoria 3: Viabilidade técnica.....	69
Figura 16 - Categoria 3: Viabilidade técnica continuação	70
Figura 17 - Categoria 4: Viabilidade socioeconômica	71
Figura 18 - Resultados	72
Figura 19 - Exemplo de pergunta descritiva.....	74
Figura 20 - Exemplo de pergunta comparativa objetiva	74
Figura 21 - Exemplo de legenda	75
Figura 22 - Exemplo de pergunta comparativa objetiva discursiva	75
Figura 23 - Escala de pesos a serem atribuídos à categorias avaliativas	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificações possíveis de uma pesquisa	58
Quadro 2 - Classificação de pesquisa do trabalho	62
Quadro 3 - Precisão de metodologias de avaliação de custo x fase do empreendimento	86
Quadro 4 - Resumo das equações dos indicadores socioeconômicos	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

CF Constituição Federal

CUB Custo Unitário Básico

DIEESE Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos

FIESP Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

OSB Oriented Strand Board

PMCMV Programa Minha Casa Minha Vida

RCD Resíduo da Construção e Demolição

SINDUSCON Sindicatos Estaduais da Indústria da Construção Civil

TRE Taxa de Retorno Econômica

VAE Valor Anual Equivalente

VPL Valor Presente Líquido

VSPL Valor Social Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo Geral	18
1.2.2	Objetivos Específicos	18
1.3	JUSTIFICATIVA	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	SISTEMA CONSTRUTIVO <i>WOOD FRAME</i>	22
2.1.1	História do <i>wood frame</i> no Brasil	23
2.1.2	Características do método	25
2.1.3	Especificações construtivas	27
2.1.3.1	<i>Fundação</i>	28
2.1.3.2	<i>Piso</i>	29
2.1.3.3	<i>Paredes</i>	30
2.1.3.4	<i>Cobertura</i>	33
2.2	GESTÃO PÚBLICA E SEUS PRINCÍPIOS	34
2.2.1	Princípios constitucionais da Administração Pública	36
2.2.1.1	<i>Princípio da legalidade</i>	37
2.2.1.2	<i>Princípio da impessoalidade</i>	37
2.2.1.3	<i>Princípio da moralidade</i>	38
2.2.1.4	<i>Princípio da publicidade</i>	39
2.2.1.5	<i>Princípio da eficiência</i>	40
2.3	LEI 14.133/2021 - LEI DE LICITAÇÕES E CONTRATOS ADMINISTRATIVOS	41
2.3.1	Modalidades de licitação	43

2.3.2	Fases da licitação de uma obra ou serviço de engenharia	44
2.3.2.1	<i>Fase preliminar à licitação.....</i>	45
2.3.2.2	<i>Fase interna da licitação.....</i>	48
2.3.2.3	<i>Fase externa da licitação.....</i>	51
2.4	ANÁLISE DE VIABILIDADE	53
2.4.1	Análise socioeconômica.....	54
2.4.2	Critérios técnicos	57
3	METODOLOGIA	58
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	58
3.2	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	62
4	PROPOSTA DE MODELO	64
4.1	APRESENTAÇÃO	64
4.2	ELEMENTOS DA PROPOSTA DE MODELO	73
4.2.1	Categorias.....	73
4.2.2	Tipos de perguntas	73
4.2.3	Escala de pesos.....	75
4.2.4	Escala de notas	76
4.2.5	Resultado final.....	76
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO.....	78
4.4	AGENTES ENVOLVIDOS (<i>STAKEHOLDERS</i>).....	80
4.5	VIABILIDADE TÉCNICA.....	81
4.6	VIABILIDADE SOCIOECONÔMICA.....	85
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
5.1	QUANTO À PROPOSTA DE MODELO	90
5.2	QUANTO AO <i>WOOD FRAME</i> EM CONTRATAÇÕES REALIZADAS PELA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	92
5.3	QUANTO AOS OBJETIVOS DO TRABALHO	93

5.4	QUANTO A SUGESTÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES	93
5.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	REFERÊNCIAS.....	97

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A construção civil é um dos motores da economia brasileira. De acordo com dados do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE, 2020), a cadeia da construção civil, em 2017, teve participação de 4,3% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e possuía 7,57% da população ocupada. Devido a tal relevância, ela exerce a função de movimentar a economia, gerar crescimento e atrair investimentos. Dessa forma, buscam-se constantemente maneiras de inovar e aprimorar as técnicas construtivas, produtos e processos envolvidos no setor.

Todavia, um estudo realizado pela FIESP demonstra baixa produtividade da mão de obra na construção civil brasileira (BAIXA, 2016). A pesquisa mostrou que o PIB por trabalhador é inferior à média internacional, sendo metade do índice de outros países emergentes, como México, Eslováquia e Eslovênia, e um quarto do índice de países desenvolvidos como Itália, Bélgica e Austrália. Essa baixa produtividade pode ser associada às técnicas construtivas tradicionais e artesanais, utilização de mão de obra de baixa qualificação e a carência de processos industrializados.

O desperdício de materiais também é percebido na construção civil brasileira, Pinto (1999) estima que a quantidade de material sobreutilizada que permanece incorporada ou transforma-se em resíduo fixa-se entre 20 e 30% da massa total de materiais. O autor também avalia que em média 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos são Resíduos da Construção e Demolição (RCD) (PINTO, 1999). Além da evidente perda financeira e acréscimo de gastos, gera-se uma quantidade excessiva de resíduos onde a reciclagem não é ainda amplamente praticada. Com previsões para 2030 da geração anual de resíduos atingir 100 milhões de toneladas no Brasil (SOUZA, 2019), questões socioambientais, como mudanças climáticas e má gestão de resíduos, resultantes dos impactos da construção civil ameaçam necessidades básicas humanas.

Nas últimas décadas, a inserção de sistemas construtivos industrializados tem auxiliado a otimizar a execução de obras no país, dentre eles pode-se citar o *wood frame*. O sistema construtivo não teve sua origem no Brasil, bem como não existe tradição na sua utilização, podendo ser considerado inovador no território. O sistema

é predominantemente utilizado na América do Norte, na Europa Central e Europa do Norte, onde seu alto desenvolvimento tecnológico possibilita seu modo de produção em níveis mais industrializados. O atrativo dessa tecnologia são seus diferentes métodos de construção, implicando em técnicas racionalizadas, rapidez na execução e redução da mão de obra (ESPÍNDOLA, 2017).

Figura 1 - Edificações construídas em *wood frame*



Fonte: Potter (2021)

O sistema em questão consiste em uma técnica construtiva estruturada em perfis de madeira leves contraventadas com chapas de madeira, formando painéis de pisos, paredes e telhado que podem ser combinados com outros materiais, conforme mostrado na Figura 1. Essas combinações junto com o revestimento têm como finalidade possibilitar conforto térmico, acústico, proteger de intempéries e fogo, de acordo com a necessidade ou posição do elemento (MOLINA; CALIL, 2010). Por ser uma técnica racionalizada, ou seja, a maioria dos processos acontecem externamente ao canteiro de obras, permite-se agilidade e redução do trabalho manual *in loco*. Destaca-se a execução de um anexo do Hospital Municipal M'Boi Mirim, construído para receber 100 leitos de UTI no combate da pandemia do COVID-19, realizado em construção modular *wood frame* em apenas 33 dias, mostrado na Figura 2 (SILVA; BETIOLI, 2020).

Figura 2 - Montagem do anexo do Hospital M' Boi Mirim *in loco*

Fonte: Silva e Bertiol (2020)

O Brasil, país historicamente produtor de matéria-prima, apresenta vantagem por possuir áreas de florestas plantadas de pinus no Sul, Sudeste e Centro-Oeste, o que favorece a viabilidade do ponto de vista de demanda (MOLINA; CALIL, 2010). No tópico de sustentabilidade ambiental, o *wood frame* é considerado mais ecológico que a alvenaria convencional, pois é renovável e executado a partir da retirada de madeira de reflorestamento, bem como emite 80% menos CO₂, gera 85% menos resíduos e utiliza 90% menos água (PESSATTI *et al.*, 2018).

Desde 2010, devido a incentivos conjuntos da indústria madeireira e do setor de construção, a disseminação do *wood frame* vem proporcionando desenvolvimento tecnológico ao setor de construção em madeira do país. Além de construções privadas, outro destaque é a execução da técnica em conjuntos habitacionais populares através do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), introduzidos em meados de 2010 até 2012 (ESPÍNDOLA, 2017). Desde então, mais construtoras brasileiras atuam com essa tecnologia inovadora, apesar de ainda não ser vastamente difundida pelo território nacional.

No Brasil, a maioria das edificações que utilizam o *wood frame* são construções habitacionais privadas ou temporárias, não existem muitos registros que mostram a aplicação ou incentivo em edificações públicas. Contudo, acredita-se que o poder público poderia se beneficiar de edificações construídas por técnicas

industrializadas e as vantagens anteriormente citadas também trariam benefícios para as construções nessa esfera, como a execução por meios mais ágeis e sustentáveis. Também, destaca-se que o poder público direciona anualmente grandes aportes para a preservação patrimonial por meio de manutenções e reformas, evidenciando que diversas edificações não se apresentam em bom estado de conservação. Assim, a introdução de técnicas que auxiliem na inversão deste cenário se mostra vantajosa e deve ser considerada.

Com o objetivo de estimular a discussão sobre o tópico, propõe-se a pergunta de pesquisa que norteia o desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso: **Considerando o cenário da construção civil brasileira, como avaliar a viabilidade do uso de *wood frame* em prédios de uso públicos?**

1.2 OBJETIVOS

A seguir, apresenta-se o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a possibilidade de adoção do sistema construtivo em *wood frame* comparado à alvenaria convencional em edificações de uso público.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Abordar o sistema construtivo *wood frame* e seu histórico de implementação no Brasil;
- b. Analisar os principais processos de contratação de empresas de engenharia no âmbito público;
- c. Comparar as características do sistema *wood frame* com o sistema construtivo convencional;
- d. Propor um modelo estruturado para a adoção do sistema *wood frame* como ferramenta para tomada de decisão pelo gestor público.

1.3 JUSTIFICATIVA

Os gargalos presentes na construção civil brasileira podem ser parcialmente atribuídos aos métodos construtivos artesanais e a baixa qualificação da mão de obra. Apesar disso, há uma alta competitividade no setor que exige a movimentação das organizações na busca por melhorias das técnicas, dos materiais e dos processos de produção que resultem em ganhos em qualidade, maior confiabilidade nos prazos de entrega, e maior desempenho da mão de obra, gerando maior produtividade e redução de custos (PEIXOTO; GOMES, 2006). Acredita-se que um dos papéis da academia é transmitir o conhecimento gerado dentro da universidade para fora do seu âmbito, com o objetivo de auxiliar as empresas de engenharia na decisão de implementar e investir em soluções inovadoras.

De acordo com a Lei de Licitações e Contratos Administrativos, Lei nº 14.333, de 1º de abril de 2021, a modalidade de licitação para obras de engenharia pode ser julgada pelos critérios de menor preço, melhor técnica ou técnica e preço (BRASIL, 2021). Dessa forma, o estudo de novas técnicas construtivas é vantajoso para as empresas envolvidas no processo licitatório, pois poderão apresentar uma solução mais econômica ou com o melhor método construtivo. Entre os acréscimos na nova lei, destaca-se o diálogo competitivo, modalidade de licitação que tem o intuito de desenvolver soluções em colaboração com a iniciativa privada capazes de atender as necessidades da Administração Pública. Infere-se que com essa adição, há o intuito de induzir um comportamento mercadológico voltado a inovações tecnológicas ou técnicas diferentes das encontradas tradicionalmente no mercado.

Assim, acredita-se que mais trabalhos que analisam a viabilidade de técnicas construtivas inovadoras pouco difundidas no território nacional, em áreas não comumente aplicadas, se apresenta alinhada com as tendências mercadológicas e o objetivo da academia. Ao analisar a construção brasileira num âmbito macro, a presença de trabalhos que incentivam a análise comentada pode alcançar diversas áreas e seguir o caminho de publicações anteriores, ou seja, promover o desenvolvimento tecnológico, reduzindo ou solucionando os gargalos da construção civil brasileira. Este trabalho, em específico, ao atingir os objetivos propostos através do conhecimento construído, pode auxiliar um gestor público a considerar a aplicação do *wood frame* em um novo empreendimento, através da ponderação dos critérios

julgados como importantes, bem como servir de instrução para guiar os passos a serem seguidos, a fim de constatar a viabilidade.

Com a disseminação do tópico *wood frame* nas últimas duas décadas, diversos estudos na área foram desenvolvidos buscando acrescentar conhecimentos a respeito da utilização da técnica e sua viabilidade. Previamente, dentro do Departamento de Engenharia Civil da UFSC foram desenvolvidos trabalhos que abordam o sistema construtivo, pode-se citar o de Castelar (2017) e Brüggemann (2017), que abordam um comparativo da tecnologia em habitações residenciais. No que tange ao conhecimento produzido por outras universidades, existem trabalhos publicados que analisam a viabilidade desse sistema, com foco principalmente em conjuntos habitacionais populares. Contudo, observa-se que há defasagem no tópico de viabilidade para edificações de uso público, comparado à alvenaria convencional comumente difundida.

Tendo em vista estas lacunas levantadas, este trabalho visa contribuir com o tema, por estudar a viabilidade da inserção do *wood frame* na esfera da construção civil pública.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Alves (1992, p. 53) pontua que a revisão bibliográfica tem como objetivo “iluminar o caminho a ser trilhado pelo pesquisador, desde a definição do problema até a interpretação dos resultados”. Sendo essa a motivação, esse capítulo aborda uma revisão da bibliografia vigente com o objetivo de construir o embasamento teórico para fundamentar as demais etapas deste trabalho. Assim, pretende-se revisar conhecimentos multidisciplinares, que percorrem as áreas da engenharia civil, direito administrativo e administração financeira, que combinados permitem a contextualização para prosseguir com a linha de pesquisa.

O sistema construtivo *wood frame* é abordado através da definição e contextualização no que tange o histórico de sua aplicação e implementação no Brasil. Suas especificações construtivas também são abordadas, através da caracterização dos subsistemas presentes em uma típica edificação, além da apresentação das particularidades inerentes a técnica no que tange a sua execução, construtibilidade, sustentabilidade e conforto.

Os princípios da gestão pública são apresentados como a base para o comportamento dos agentes que constituem a esfera governamental. Através da definição e exemplificação, explora-se os cinco princípios presentes na Constituição Federal com o objetivo de entender como o gestor público deve atuar perante situações pertencentes a sua posição, como a execução de uma obra pública.

A Lei de Licitações e Contratos Administrativos, Lei nº 14.333/2021, é abordada por meio da sua definição e objetivos, explanação das modalidades, bem como as etapas para licitar uma obra ou serviço de engenharia. Considerações referentes às fases preliminar, interna e externa de uma licitação fornecem insumos para a compreensão dos requisitos presentes para ponderação sobre a viabilidade de uma obra.

Conceitos sobre análise financeira são abordados no final do capítulo. Nesta seção, explora-se conceitos presentes na administração financeira e critérios que influenciam a decisão da viabilidade de um empreendimento.

2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO *WOOD FRAME*

Wood frame é o termo usado para definir o sistema construtivo que utiliza perfis leves de madeira e placas estruturais de forma repetida para formar painéis de paredes, pisos e telhados. O *frame*, que pode ser traduzido do inglês como moldura, refere-se ao esqueleto da estrutura, consistindo em peças verticais e horizontais que são entramadas a fim de formar um quadro que posteriormente será revestido para uma finalidade desejada.

Neste sistema, composto por elementos leves, porém com a rigidez necessária para resistir cargas verticais e horizontais, a madeira é utilizada principalmente como estrutura interna de paredes e pisos. O sistema também proporciona uma estrutura de rápida execução, pois os sistemas e subsistemas são industrializados e montados por equipes especializadas de forma independente, em momentos definidos da obra (MOLINA; CALIL, 2010). Por utilizar perfis de madeira mais esbeltos e menos espaçados, a técnica difere das tradicionais construções em madeiras encontradas no Brasil, as quais possuem elementos robustos e pesados. De modo geral, a construção em madeira no país está associada negativamente a uma técnica arcaica e de baixa qualidade, resultado do desconhecimento das propriedades da madeira por profissionais, da ausência de projeto com detalhes apropriados para elementos em madeira, dos erros na execução por falta de capacitação da mão-de-obra e do baixo desenvolvimento tecnológico dos produtos ofertados (ESPÍNDOLA, 2017; MOLINA; CALIL, 2010).

Neste subcapítulo, propõe-se apresentar uma visão geral sobre o sistema construtivo *wood frame*, através da contextualização histórica desde o seu desenvolvimento no exterior até as tentativas de implementação no território brasileiro, da exploração das características e particularidades que o destacam como potencial alternativa para edificações, e por fim, pela exposição de seus principais detalhes construtivos e especificações técnicas.

2.1.1 História do *wood frame* no Brasil

Espíndola (2017) atribui a origem da utilização de perfis leves em madeira para construção de casas entre os séculos XVIII e XIX, especialmente no território norte-americano sob a influência de imigrantes franceses e ingleses. Antes desse período era comum a execução de edificações similares à estrutura em enxaimel, as quais se apropriaram de peças falquejadas, com grandes seções retangulares ou quadradas e com comprimento equivalente à altura da edificação. Contudo, requeria-se uma grande quantidade de material, sendo que, o tamanho e peso das peças dificultavam sua montagem e mantinha-se a necessidade de carpinteiros experientes e habilidosos para realizar entalhes para o encaixe e a união das peças.

Espíndola (2017) destaca que se substituiu, neste período, as estruturas de madeira compostas por grandes seções unidas com entalhes por estruturas leves que apresentavam peças serradas com pequenas dimensões padronizadas e unidas com ligações pregadas. A autora destaca que três fatores principais contribuíram para a propagação do *wood frame* como técnica construtiva no período: a industrialização e a mecanização da produção, que possibilitaram acesso a componentes como pregos em série e madeira serrada, a disponibilidade abundante de material e a expansão territorial norte-americana, pois com crescimento populacional acelerado houve a necessidade de construções rápidas e de baixo custo. No século XX, as construções em madeira já estavam consolidadas, o que permitiu o aprimoramento e padronização, resultando em novos sistemas e métodos de produção.

No Brasil construções leves em madeira, similares ao *wood frame*, foram introduzidas no final da década de 70, inicialmente, por poucas empresas privadas com sua produção focada na construção de vilas e alojamentos para a execução de obras de infraestrutura. Apesar dessas primeiras iniciativas, não ocorreu a efetivação da técnica para produção de habitações e somente na década de 2000 ocorreram as primeiras pesquisas acadêmicas sobre o tema, as quais visavam a promoção deste sistema no território nacional (ESPÍNDOLA, 2017).

A partir de 2010, o setor da construção civil foi impulsionado para desenvolver o sistema de *wood frame* no país através de ações conjuntas. Para isso, estabeleceu-se estratégias para a consolidação e aplicação desse sistema construtivo. E nos anos seguintes, os agentes envolvidos obtiveram resultados que confirmaram a eficiência,

sendo adequado ao contexto brasileiro, e possibilitaram a sua propagação inicial neste território (ESPÍNDOLA, 2017). Espíndola (2017) destaca que por efeito da crise financeira de 2008, as exportações da indústria madeireira foram severamente afetadas. Assim, a madeira serrada, parcialmente produzida para exportação ao mercado americano, ficou sem destino comercial certo e excedeu no estoque do mercado interno, já que haviam sido anteriormente produzidas de acordo com a expectativa de crescimento do mercado internacional. Portanto, viu-se como alternativa a aplicação da produção de serrados de *pinus* para produtos da construção civil, visto que, anteriormente, o uso desse tipo de madeira era restrito a esquadrias e acabamentos de piso, forro e molduras.

Paralelo a isso, em 2009 o Governo Federal lançou o PMCMV, um programa nacional para construções de habitações sociais com intuito de diminuir o déficit habitacional elevado do país, o qual mostrou-se ser uma boa oportunidade para testar a implementação do *wood frame* no Brasil, sendo considerado o aspecto facilitador relacionado a aplicação de elementos construtivos mais padronizados para produções repetitivas com determinado grau de industrialização (ESPÍNDOLA, 2017). Desse modo, entre 2012 a 2015, ocorreu a principal disseminação dessa técnica construtiva no país, graças a este programa de habitação social nacional. Destaca-se o primeiro empreendimento social realizado por *wood frame* no Brasil, o Residencial Haragano em Pelotas, no Rio Grande do Sul, no qual 280 unidades foram executadas para Faixa 1 do PMCMV.

Espíndola (2017, p. 296-297) relata que devido ao PMCMV possibilitou-se a difusão de sistemas construtivos inovadores como não havia ocorrido anteriormente:

Assim, estas habitações de programas sociais, que não eram o alvo inicial de negócio das empresas, se transformaram em uma oportunidade de crescimento e efetivação de produção em maior escala. E, este fator da escala da produção foi essencial para manter um custo equivalente e competitivo para estas construções industrializadas em *wood frame* quando comparadas a outros sistemas tradicionais em alvenaria.

A autora finaliza argumentando que uma possível limitação para a difusão do *wood frame* no Brasil está relacionado à falta de uma norma técnica da ABNT que padronize e especifique tecnicamente o seu uso. Somado a isso, destaca-se que a cadeia de produção deve estar integrada, os técnicos e os trabalhadores devem adquirir e aplicar o conhecimento sobre o sistema para garantir a qualidade das

edificações e as questões culturais relacionadas à utilização da madeira em edificações devem ser trabalhadas a fim de popularizar o sistema (ESPÍNDOLA, 2017).

2.1.2 Características do método

Como visto anteriormente, o *wood frame* é uma técnica que utiliza a madeira, uma matéria-prima utilizada na engenharia há séculos, juntamente com métodos de produção modernos, com alta tecnologia e produtividade. Pode-se concluir que a disseminação e popularidade em países da América do Norte e Europa está atribuída às vantagens que esse sistema, que passou por décadas de desenvolvimento e aprimoramento, atribui às construções para que atinjam os critérios de desempenho adequados no contexto desses países. Algumas dessas vantagens, apontadas por Sánchez (1995), são:

- Rápida execução na montagem no canteiro de obras, atrelada à pré-fabricação;
- Racionalização da mão-de-obra nas etapas de montagem;
- Produção dos elementos na indústria ocorrendo de forma padronizada, resultando na redução de custos com mão-de-obra;
- Alto grau de flexibilidade na espacialidade do projeto e para possíveis modificações futuras;
- Aumento da produtividade devido a simples união entre as peças, bastando o emprego de pregos ou parafusos;
- Facilidade na instalação de materiais elétricos e hidráulicos, impermeabilização e isolamento térmico e acústico da edificação, através do preenchimento dos espaços vazios entramados no interior da estrutura;
- Economia na execução da fundação, pois a estrutura possui peso reduzido;
- Componentes em madeira advindos de florestas plantadas e manejadas, resultando em um processo mais sustentável.

Uma das principais características que diferencia o sistema *wood frame* das técnicas tradicionais aplicadas nas construções brasileiras é o fato deste ser considerado um sistema construtivo industrializado, podendo ser produzido com diferentes graus de industrialização, tanto na fábrica como no canteiro de obras ou

parcialmente em ambos os locais. A utilização de um sistema construtivo industrializado tem por objetivo atingir uma maior produtividade, por meio do emprego de uma forma racional e mecanizada de materiais e técnicas construtivas produzidas na indústria (ORDONÉZ *et al*, 1974). Molina e Calil (2010) apontam que a pré-fabricação do sistema em ambiente industrial possibilita que outras atividades sejam executadas simultaneamente no canteiro de obra, resultando na redução de prazos de entrega e custos. Somado a isso, a industrialização permite a otimização da gestão da produção com alto controle de qualidade, o que justifica a ampla utilização desse sistema em países onde a mão de obra é considerada cara.

A pré-fabricação, somada a uma possível construção modular, também atribui rapidez na execução do sistema construtivo. Molina e Calil (2010) destacam que a tecnologia aplicada na Alemanha, consistindo na industrialização completa dos painéis de parede, piso e cobertura, permite que uma casa de 200m² seja construída em 60 dias, necessitando-se somente um dia para montagem da casa. Outro destaque deste sistema, desta vez no território nacional, é a expansão do Hospital Municipal M'Boi Mirim com a adição de 100 leitos de UTI edificado em 33 dias, graças a um sistema modular em *wood frame* montado em indústria e transportado até o canteiro de obras para montagem (SILVA; BETIOLI, 2020).

Outro aspecto importante para se considerar é o impacto ambiental causado antes e durante a construção da edificação. Nesse quesito, construções em madeira são vantajosas por ser a madeira o único material de construção renovável e a sua produção demanda um baixo consumo energético. A madeira utilizada nas construções em *wood frame* é advinda de florestas plantadas, ou seja, que possuem a finalidade de serem extraídas e replantadas no mesmo local e, ao contrário de uma possível concepção popular, a atividade florestal é uma das poucas atividades em que o uso de práticas racionais de exploração pode contribuir para o crescimento econômico em conjunto com a preservação da qualidade de vida (OLIVEIRA, 1997).

No que tange à execução, o processo construtivo de uma edificação em madeira consome cerca da metade da energia total comparada com uma edificação em aço e dois terços comparada a uma de concreto armado (ALLEN; THALLON, 2011). Pode-se destacar também que a construção de uma edificação em madeira demonstra uma geração menor de emissão de gases, menor geração de resíduos

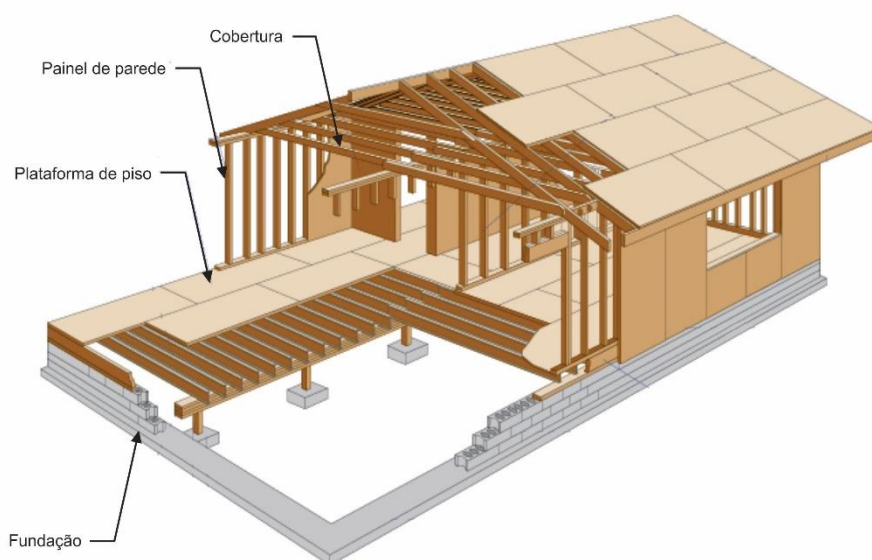
sólidos e menor poluição do ar. A racionalização do processo construtivo, com a aplicação da coordenação modular, torna a execução mais precisa e automatizada, assim, reduzindo o desperdício de material no canteiro de obras (SÁNCHEZ, 1995).

Molina e Calil (2010) acrescentam que a madeira pode ser facilmente manipulada, já que absorve 40 vezes menos calor que uma alvenaria de tijolos e apresenta melhor desempenho acústico. Somado a isso, é um material adequado para industrialização, pois possui elevada relação resistência/peso, o que facilita o transporte e montagem na obra. Os autores também ressaltam que o comportamento estrutural em peso, resistência, conforto térmico e acústico de uma estrutura em *wood frame* é superior ao da alvenaria estrutural.

Apesar dos atrativos deste sistema construtivo, Allen e Thallon (2011) destacam que estruturas em *wood frame* são mais suscetíveis a ação de microrganismos, mudanças dimensionais oriundas de variação do teor de umidade e ao fogo. Entretanto, ainda segundo os autores, existem formas de contornar os problemas levantados por meio de um projeto inteligente e de uma execução cuidadosa.

2.1.3 Especificações construtivas

Devido a flexibilidade e versatilidade, a tecnologia em *wood frame* permite a combinação de outras técnicas construtivas, por exemplo, a escolha do tipo de fundação ou telhado para a composição final de uma edificação. A seguir, serão apresentados os subsistemas presentes neste sistema construtivo, podendo ser elencados em quatro principais: fundação, piso, parede e cobertura, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Subsistemas de uma edificação em *wood frame*

Fonte: Adaptado de APA (2019)

2.1.3.1 Fundação

A escolha do tipo de fundação deve ser baseada de acordo com as cargas do projeto e do tipo de solo existente. As estruturas em *wood frame*, por serem leves e normalmente compostas de até dois pavimentos, possuem cargas relativamente reduzidas e distribuídas ao longo das paredes, sendo assim, uma boa solução para a fundação deste tipo de sistema construtivo seria o radier, ou ainda, a sapata corrida (MOLINA; CALIL, 2010). Devido ao baixo peso dos componentes do sistema como um todo, a possibilidade da utilização de uma fundação do tipo radier está alinhada com uma das principais características do método construtivo, a rápida execução, pois seu processo construtivo é simples e mais rápido comparado a outros tipos de fundações como as profundas ou indiretas.

Molina e Calil (2010) relatam que outro tipo de fundação comum em outros países é composto por estruturas subterrâneas de paredes, denominadas de *basement wall*. Estes formam compartimentos abaixo do nível do solo que podem ser construídos tanto em madeira como também em concreto, sustentando cargas de piso, paredes, telhados e outras cargas da construção, e servindo como alvenaria para um possível subsolo. Os autores destacam também que é comum executar vigas de

madeira em seção I sobre o *basement wall*, para a sustentação e distribuição das cargas provenientes da edificação.

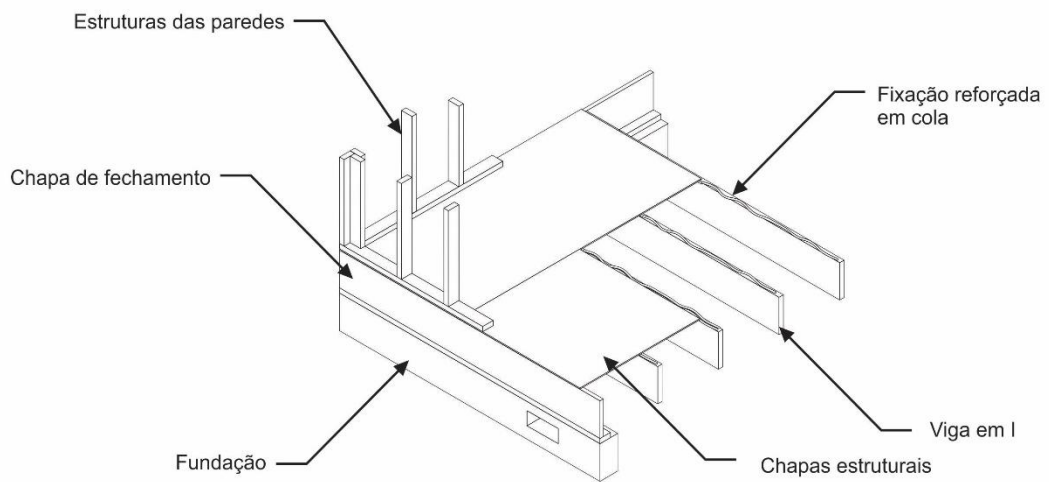
2.1.3.2 Piso

O subsistema de pisos é formado por quadros compostos por vigas paralelamente espaçadas e chapas estruturais de fechamento de OSB (*Oriented Strand Board*) instaladas sobre as mesmas, formando assim um deck. O quadro estrutural é apoiado e fixado na fundação do pavimento térreo ou nas paredes do pavimento inferior nos entrepisos. As vigas de madeira geralmente são compostas por seção retangular ou seção em I, com mesas em madeira maciça e alma em OSB ou compensado. Ao utilizar vigas em I, proporciona-se pisos leves e eficientes, capazes de resistir aos esforços de flexão decorrentes das cargas permanentes e acidentais, enquanto o deck apresenta pequenos deslocamentos (MOLINA; CALIL, 2010).

DIAS (2005) diz que se faz necessário a presença de bloqueadores quando os vãos das vigas são grandes, onde há a tendência de perda de estabilidade lateral. Os bloqueadores são elementos posicionados perpendicularmente em relação às vigas de madeira e possuem a finalidade de firmar a estrutura do piso, prevenir a flecha desigual de vigas adjacentes e permitir que uma peça muito carregada receba alguma contribuição das vigotas vizinhas.

As chapas estruturais de fechamentos, representadas na Figura 4, normalmente compostas por OSB ou compensado, são fixadas com pregos ou parafusos nas vigas. Destaca-se também a aplicação de adesivos a fim de proporcionar aumento na resistência e rigidez do conjunto e redução de rangidos na estrutura de piso (DIAS, 2005). Nesse caso, a chapa de OSB ou compensado funciona como contrapiso e é revestida por materiais adequados para áreas secas ou molhadas como carpetes, pisos engenheirados com manta intermediária, pisos cerâmicos ou assoalhos em madeira (MOLINA; CALIL, 2010).

Figura 4 - Principais elementos do piso

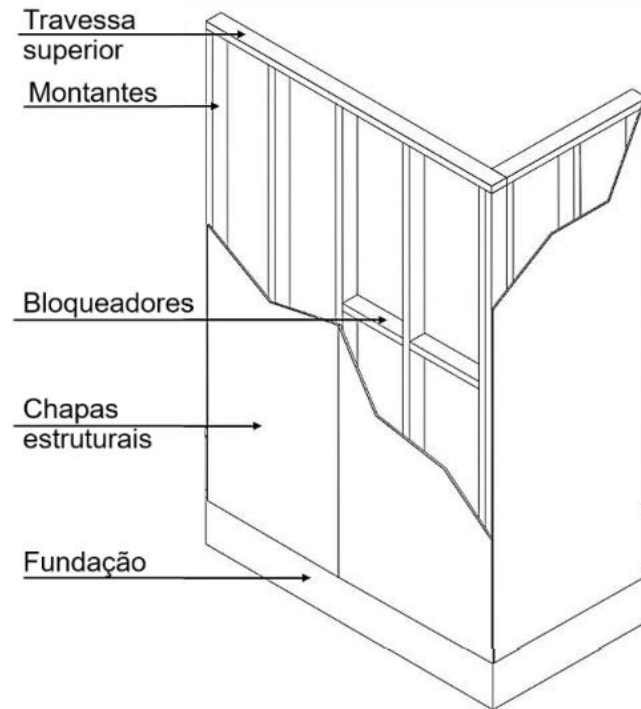


Fonte: Adaptado de APA (2022)

2.1.3.3 Paredes

As paredes, que são instaladas na fundação ou na plataforma de piso, são formadas por elementos horizontais, como travessas, vergas e contravergas, e por elementos verticais, como montantes e umbrais, que em conjunto formam o *frame* ou entramado de madeira como demonstrado na Figura 5. Como reforço estrutural, pode-se instalar travamento entre os montantes ou na diagonal da estrutura, bem como chapas estruturais são instaladas em ambas as faces das paredes para garantir o contraventamento e a rigidez do conjunto estrutural (APA, 2019).

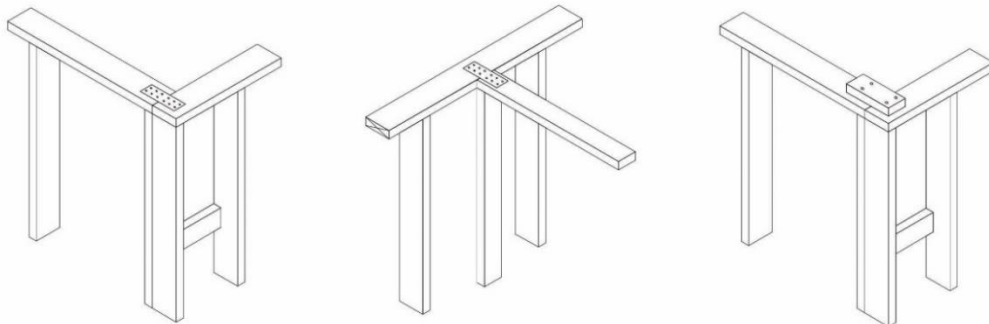
Figura 5 - Quadro estrutural da parede



Fonte: Adaptado de APA (2022)

A ligação entre as travessas inferiores e superiores são normalmente feitas por meios de pregos cravados de topo ou em ângulo, mas também pode-se utilizar conectores metálicos entre as diferentes peças, conforme visto na Figura 6 (DIAS, 2005). Dias (2005) também especifica que nas extremidades das paredes, onde há tensões maiores, e nas travessas superiores recomenda-se a utilização do dobro da quantidade de elementos com o objetivo de reforçar a região e garantir o transpasse nos encontros e nos cantos das paredes.

Figura 6 - Ligação entre travessas



Fonte: Adaptado de APA (2022)

Em relação às chapas estruturais que proporcionam o fechamento das paredes, pode-se utilizar diferentes materiais como gesso acartonado, argamassa de emboço, painéis compósitos e chapas de madeira reconstituída como compensado ou OSB, sendo esse último o mais utilizado por possuir capacidade de resistência significativamente superior aos demais materiais (DIAS, 2005). As chapas devem ser pregadas nas paredes em todas as suas arestas, para evitar a flambagem. As chapas podem ser instaladas tanto na vertical, forma mais comum, como na horizontal, sendo a última mais recomendada quando houver solicitações mais acentuadas na direção perpendicular à superfície das chapas (DIAS, 2005).

Para embutir as instalações hidráulicas e elétricas nas paredes, pode-se proceder como nas construções em alvenaria convencional. Contudo, agrega-se mais praticidade e agilidade, no que tange a manutenção e reparação desses componentes devido, aos vãos internos e aos montantes (MOLINA; CALIL, 2010).

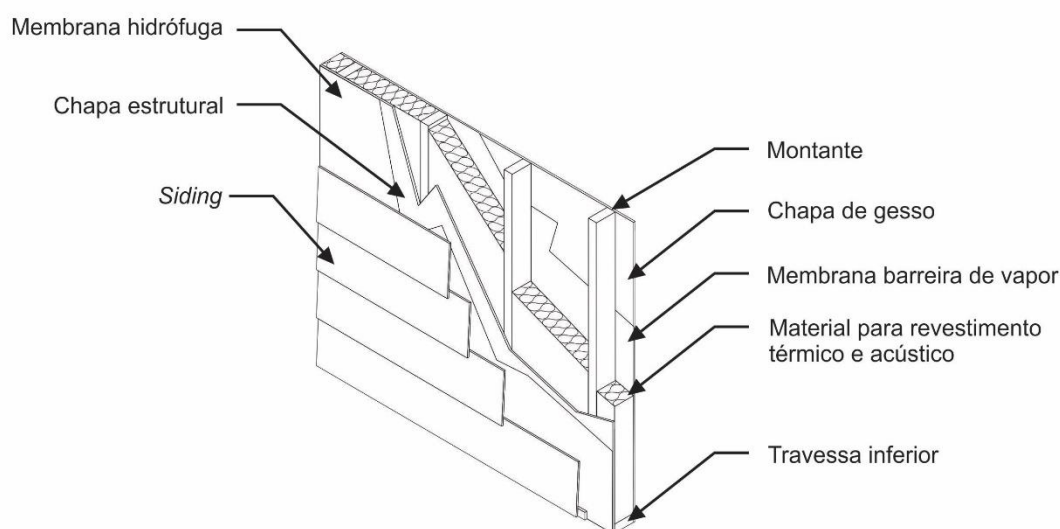
O revestimento das paredes nas camadas internas, externas e intermediárias é feito através da combinação e composição de diferentes materiais para atender requisitos referentes ao seu uso adequado e finalidade. Nas camadas externas, normalmente é aplicado uma membrana hidrófuga sob a chapa estrutural de compensado ou OSB, que permite a saída da umidade ou vapor internos e evita a entrada de água. O acabamento pode ser realizado em *sidings* de aço, madeira ou PVC aplicados horizontal ou verticalmente, tijolos cerâmicos, placas cimentícias, entre outros (ESPÍNDOLA, 2017).

No interior dos painéis, entre os montantes e travessas, preenche-se com mantas de lã de vidro ou lã mineral para melhorar o isolamento térmico e acústico do sistema, o que depende da localização geográfica da edificação, influenciada pelo clima, pela orientação solar e outras variáveis ambientais da região (ESPÍNDOLA, 2017; MOLINA; CALIL, 2010). Espíndola (2017) destaca que outras alternativas de material de preenchimento estão disponíveis no mercado, como lãs naturais de ovelha, de algodão ou de palha, fibra plástica derivada do reaproveitamento de garrafas PET, fibra de celulose produzida com papéis reciclados, entre outras.

Na face interna das paredes é instalada a chapa de gesso acartonado, fixada normalmente sobre outra chapa estrutural de OSB ou compensado e enriquecida com barreiras antichamas. Nos locais onde há necessidade de aquecimento interno são

colocadas membranas de barreiras para vapor na face interna da parede, pois este impede a passagem da umidade para o interior da mesma (ESPÍNDOLA, 2017). As principais camadas que compõem o subsistema de paredes estão representadas na Figura 7.

Figura 7 - Principais camadas das paredes externas



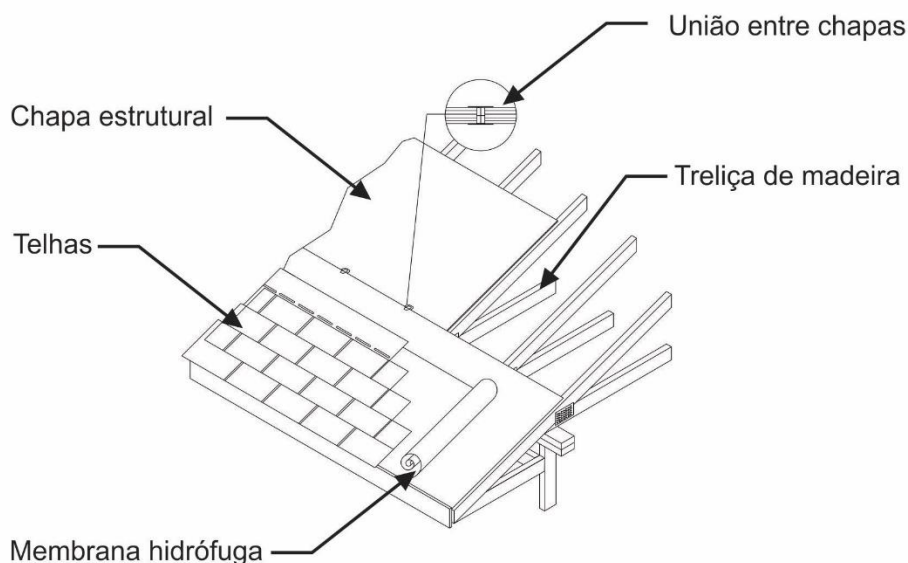
Fonte: Adaptado de APA (2022)

2.1.3.4 Cobertura

O sistema de cobertura, representado na Figura 8, consiste normalmente em um telhado com treliças pré-fabricadas de madeira com conectores do tipo chapas de dentes estampados. Molina e Calil (2010) relatam que é possível reduzir o peso da cobertura em até 40% através da utilização de treliças industrializadas.

As treliças são contraventadas com chapas de compensado ou OSB, unidas por conectores metálicos, seguido da aplicação de camadas com materiais específicos para garantir o desempenho térmico e acústico, e impermeabilização. Por fim, instala-se o tipo de telha desejado, que pode ser telhas *shingle*, metálicas, cerâmicas, de fibrocimento ou asfálticas (ESPÍNDOLA, 2017; MOLINA; CALIL, 2010).

Figura 8 - Principais elementos da cobertura



Fonte: Adaptado de APA (2022)

2.2 GESTÃO PÚBLICA E SEUS PRINCÍPIOS

Carneiro e Menicucci (2013) afirmam que o termo “gestão pública” adquiriu diferentes significados nas últimas décadas por decorrência das mudanças na forma de gerir o patrimônio público adotado pelo Brasil e outros países do mundo. Para alguns autores é definida como um sinônimo para administração pública, enquanto para outros delimita a transição do modelo burocrático para o gerencial, demarcado pela aplicação de teorias e ferramentas de gestão populares do meio privado no público. Nesse contexto, a administração pública passa a ser denominada gestão pública. Há também outros autores que diferenciam administração pública de gestão pública. A primeira como uma política básica do governo que traça diretrizes governamentais e políticas públicas, e a segunda como o meio para se atingir os resultados desejados na esfera governamental.

Com a ascensão ao poder de Getúlio Vargas, na década de 30, o Brasil seguiu os passos das principais nações desenvolvidas da época com a implantação de um modelo de administração que priorizava a formalidade, a impessoalidade e o profissionalismo: o modelo burocrático (SECCHI, 2009). A mudança foi motivada como reação à arbitrariedade, ao nepotismo, ao clientelismo e ao patrimonialismo

presentes na administração pública desde o período colonial. Com as reformas administrativas promovidas houve um controle rígido procedimental de tarefas, da seleção de servidores, contratações de serviços e produtos e preocupações com a imparcialidade no tratamento do atendimento ao público e gestores (SECCHI, 2009; LIMA, 2020)

Apesar da nova estrutura que obstaculiza a corrupção e que resultou no crescimento econômico posteriormente comprovado, o modelo burocrático foi alvo de críticas que culminaram em mudanças introduzidas majoritariamente na década de 1980. Carneiro e Menicucci (2013) relatam que as organizações burocráticas apresentaram problemas no que tange a fragmentação e compartimentação das mesmas, o que trouxe maior complexidade no processo de coordenação das atividades. Os autores discorrem também que o cumprimento acrítico de ordens, às vezes sem considerar sua razoabilidade ou os efeitos adversos que potencializam, e as dificuldades na incorporação de inovações são problemas resultantes do modelo, que pelos efeitos negativos foram chamados de disfunções burocráticas.

No Brasil, a década de 80 foi o período onde houve a maior quantidade de mudanças na estrutura do modelo burocrático presentes na administração pública. Lima (2020) ressalta que, baseado no modelo gerencial e com o envolvimento da academia e dos funcionários, surgiu um modelo que caracteriza-se pela aplicação de princípios utilizados na iniciativa privada às instituições públicas, como o governo empreendedor, possibilidade de participação do cidadão na elaboração de políticas públicas, ações públicas focadas nos clientes/usuários, *accountability*, responsabilidade dos agentes públicos perante a sociedade, descentralização e mais autonomia ao agente público e ao cidadão. A partir do governo de Fernando Collor (1990-1991), e seguida pela Reforma do Estado em 1995, foi posto em prática a Nova Gestão Pública (LIMA, 2020).

2.2.1 Princípios constitucionais da Administração Pública

A gestão pública é definida por Santos (2014) como o planejamento, organização, execução e controle dos bens e interesses públicos visando o bem comum e agindo de acordo com os princípios administrativos. A existência desses princípios se dá pela necessidade de uma fundamentação padronizada para nortear as decisões de todas as organizações administrativas, bem como quando surgem impasses cotidianos, tem-se uma base para que as diretrizes necessárias sejam tomadas.

A presença desses valores comuns é uma das principais diferenças entre a gestão pública e a privada. Enquanto um gestor da iniciativa privada pode utilizar-se de quaisquer meios legais para atingir seus objetivos, o gestor público deve seguir somente o que a legislação permite com base nos princípios da administração pública. O administrador pode e deve fazer somente o que a lei permitir, pois sua atuação se dará dentro de objetos de interesse público, o que sobra pouca liberdade para deixar de praticar atos de sua competência legal (NOVA CONCURSOS, 2018). Essa restrição aos ditames legais do dever público é denominada de poder-dever de agir.

O artigo 37 da Constituição Federal de 1988 define os princípios básicos que condicionam a administração pública direta e indireta:

A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência. (BRASIL, 1988, np.)

Este artigo da Constituição determina que a administração pública direta e indireta obedeça determinados princípios. A administração direta se constitui, de acordo com o Decreto nº 200/1967, como os "serviços integrados na estrutura administrativa da Presidência da República e dos Ministérios" (BRASIL, 1967, np.). Esses entes políticos são a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios que pela descentralização do Poder Executivo podem se constituir em órgãos independentes, autônomos, superiores e subalternos. Já a Administração pública indireta é definida como órgãos internos dos Estados, ou seja, um grupo de pessoas jurídicas de direito público ou privado que atuam de modo conjunto com a Administração direta na contribuição pública, prestação de serviços e na exploração de atividades econômicas, criadas a partir de leis específicas (NOVA CONCURSOS,

2018). Essas entidades dotadas de personalidade jurídica própria são as autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista e fundações públicas.

Os cinco princípios descritos no artigo 37 da Constituição Federal, legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência, devem nortear as intervenções do gestor público e são a base do Direito Administrativo. Vale ressaltar que os princípios devem ser igualmente obedecidos e sua atuação explicitada de forma harmoniosa, não podendo sobrepor-se uns aos outros.

2.2.1.1 Princípio da legalidade

O princípio da legalidade determina que a atuação dos agentes e órgãos públicos deve ocorrer dentro das legislações vigentes, sendo vedada sem permissão legislativa. Silva (1999) sintetiza que os administradores, ao representar o Poder Público, não podem exigir, impor ou proibir qualquer ação ou abstenção senão em virtude de lei. Na prática, existe o vício da ilegalidade quando um administrador público pratica um ato administrativo que desrespeita ou que não esteja incluído nas legislações vigentes. Desta forma, qualquer ato praticado em dissonância com a legislação o torna nulo de pleno direito, estando o agente causador passível das penalidades legais.

A base deste princípio está diretamente relacionada com o que foi dito anteriormente, que o administrador pode e deve fazer somente o que a lei permitir. Atos administrativos só devem ser praticados mediante autorização da lei, não basta agir somente conforme a não infração da lei, mas sim observar seus limites e atuar conforme a lei permite (RAMOS, 2020). O princípio se baseia na premissa que o Estado deve respeitar as leis que dita e como a administração pública representa os interesses da coletividade, ela se sujeita a uma relação de subordinação total da lei (NOVA CONCURSOS, 2018).

2.2.1.2 Princípio da impessoalidade

O princípio da impessoalidade se baseia no fato que o gestor público atua para os interesses e bem da coletividade, dessa forma seus atos devem ser impessoais. O interesse particular não pode influenciar no tratamento da coisa pública. Diante disso, a administração pública deve tratar igualmente todos aqueles que se

encontrem na mesma situação jurídica, sem subjetividade (NOVA CONCURSOS, 2018). Por exemplo, no que tange a contratação de obras e serviços, esse princípio deve ser empregado por meio da aplicação de critérios imparciais entre os participantes em uma licitação, sem quaisquer favorecimentos individuais.

Di Pietro (2017) analisa que esse princípio deve ser observado tanto em relação aos administradores quanto à própria Administração. No que se refere aos administradores, estes não podem atuar de forma a prejudicar ou beneficiar determinadas pessoas, já que é sempre o interesse público que tem que nortear os seus comportamentos. No que diz respeito à própria Administração, os atos praticados pelos funcionários são imputáveis ao órgão ou entidade administrativa da Administração Pública. A Constituição, no parágrafo 1º do artigo 37, dá continuidade a essa regra ao dizer que não se pode constar nomes, símbolos ou imagens que caracterizem promoção pessoal de autoridades ou servidores públicos em publicidade dos atos, programas, obras, serviços e campanhas dos órgãos públicos (BRASIL, 1988). Nesse contexto, a publicidade pode referir-se à ação de ressaltar algo com objetivo de autopromoção.

2.2.1.3 Princípio da moralidade

O brocardo latino atribuído a Paulus “*Non omne quod licet honestum est*”, traduzido como “nem tudo que é lícito, é honesto”, expressa que mesmo um ato administrativo estando imbuído de legalidade por estar em consonância com a legislação vigente, pode representar falta de moralidade, por isso a importância da existência desse princípio. Silva (1999) assinala que caso o cumprimento da lei tenha como escopo prejudicar ou favorecer um terceiro, o ato seria considerado formalmente legal, mas materialmente comprometido com a moralidade administrativa. O administrador deve pautar seu comportamento na moral e na ética, afóra de paralelamente seguir o que está determinado na lei, ao distinguir o conveniente do inconveniente, o justo do injusto, o honesto do desonesto, visando sempre o interesse maior, que é o interesse público.

Além disso, Di Pietro (2017) destaca que o princípio deve ser aplicado não apenas ao administrador, mas também para pessoas físicas e jurídicas particulares

que se relacionam com a Administração Pública. A autora relata que é frequente, em licitações, conluios entre os licitantes que caracterizam ofensa ao referido princípio. Situações como essas foram trazidas à tona pela investigação da Operação Lava-Jato, onde houve por parte das empreiteiras trocas de informações sensíveis, divisão de mercados e combinação das propostas apresentadas nas licitações (CADE, 2020).

Como a moralidade pode e deve ultrapassar o âmbito da lei, ressalta-se a importância e intercorrelação entre esse princípio e os demais elencados na Carta Magna. Todas as decisões dos entes públicos devem, de forma uníssona, serem pautadas pelos 5 princípios constitucionais já citados: legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência. Este é o padrão imposto aos gestores públicos. E quando houver mais de uma norma legal a embasar os atos administrativos, deve-se seguir aquela que mais se compatibiliza com os princípios enumerados na Constituição Federal, ou seja, interpreta-se e aplica-se às Leis consoante os ditames da Constituição como um todo, sempre visando a moral e o bem comum (NOVA CONCURSOS, 2018).

2.2.1.4 Princípio da publicidade

O princípio da publicidade defende que somente pela mais ampla e possível publicidade, os administrados poderão controlar a legalidade e a eficiência das decisões e práticas dos atos administrativos. O artigo 5º, inciso XXXIII, da Constituição Federal prevê:

[...] todos têm direito a receber dos órgãos públicos informações de seu interesse particular, ou de interesse coletivo ou geral, que serão prestadas no prazo da lei, sob pena de responsabilidade, ressalvadas aquelas cujo sigilo seja imprescindível à segurança da sociedade e do Estado.
(BRASIL, 1988, np.)

Neste sentido, é imprescindível o compartilhamento e acessibilidade, por meio das mídias disponíveis, das informações produzidas, organizadas e gerenciadas pela Administração que sejam de interesse da população.

Ramos (2020) discorre que a finalidade da publicidade dos atos administrativos traz a exteriorização da vontade da administração, permissão de controle de legalidade do ato, a possibilidade de tornar o conteúdo do ato exigível e marco inicial da produção de efeitos. Apesar disso, existem ressalvas sobre a exigência da divulgação dos atos praticados pela Administração Pública nas hipóteses

de sigilo previstas em lei. Ramos (2020) ressalta, ainda, que a transparência dos atos administrativos deve ser harmonizada com os princípios da razoabilidade e da proporcionalidade, a fim de se evitar situações cuja exigência de publicidade se torne excessivamente dispendiosa para a Administração. Contudo, a Lei nº 12.527, Lei de Acesso à Informação, determina como principal diretriz, que rege a disponibilização de informações, que “a publicidade e a transparência das informações é a regra e o sigilo é a exceção” (BRASIL, 2011, np.).

Também, ressalta-se o que já foi afirmado sobre o princípio da impessoalidade, que também se aplica a este princípio da publicidade: há de ter-se o cuidado na aplicação da publicidade dos atos públicos, pois tal ação pode ter como objetivo principal do gestor, mesmo que camuflado, de ressaltar seus atos com o princípio constitucional, também passível de sanções legais aos infratores.

2.2.1.5 Princípio da eficiência

O princípio da eficiência, acrescido pela Emenda Constitucional nº 19/98, prevê que a Administração Pública deve agir com economicidade e produtividade, para atingir os melhores resultados, de modo rápido e preciso, com satisfatório atendimento às necessidades da comunidade e a menor custo (BRASIL, 1988).

Di Pietro (2017) discorre que o princípio se apresenta em dois aspectos: no que tange o agente público, ao esperar o melhor desempenho possível dentro de suas competências, e no que tange a organização, estruturação e disciplina da Administração Pública. Ambos os aspectos com o objetivo de alcançar os melhores resultados na prestação do serviço público. A autora ressalta também que a eficiência deve atuar em paralelo aos princípios impostos à Administração, não podendo ser priorizado em relação a nenhum outro, sob pena de sérios riscos à segurança jurídica e ao próprio Estado de Direito.

2.3 LEI 14.133/2021 - LEI DE LICITAÇÕES E CONTRATOS ADMINISTRATIVOS

Licitação é um procedimento administrativo formal em que a Administração Pública, no exercício da sua função administrativa, convoca empresas interessadas na possibilidade de apresentarem propostas para o oferecimento de bens e serviços, as quais a Administração julgará e aceitará a mais vantajosa para a realização do contrato (BRASIL, 2010). O ato de licitar consta na Constituição Federal de 1988, no artigo 37, inciso XXI, a qual discorre que obras, serviços, compras e alienações realizadas pelos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios devem obrigatoriamente serem contratados através de processo licitatório público, salvo exceções especificadas na legislação:

XXI - ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações. (BRASIL, 1988, np.)

A Lei nº 14.333 de 1º de abril de 2021, intitulada Lei de Licitações e Contratos Administrativos, estabelece normas mais abrangentes do que as contidas na CF ao acrescentar regulamentações de licitações públicas voltadas para as locações, concessões e permissões de uso de bens públicos, contratações de tecnologia da informação e de comunicação, obras e serviços de arquitetura e engenharia. O objetivo da licitação pública é assegurar a igualdade de condições aos interessados, nos casos onde se faz obrigatória, e permitir a contratação, por parte da Administração, daqueles que satisfaçam as condições essenciais do interesse público, principalmente no que tange a capacidade técnica e econômico-financeira da empresa licitante, e também a qualidade do produto e o valor do objeto (BRASIL, 2010).

Todas as modalidades de licitação precisam obedecer aos princípios contidos nesta Lei, que regem a licitação pública, estando relacionados no seu Capítulo II, artigo 5º:

Art. 5º Na aplicação desta Lei, serão observados os princípios da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da publicidade, da eficiência, do interesse público, da probidade administrativa, da igualdade, do planejamento, da transparência, da eficácia, da segregação de funções, da motivação, da vinculação ao edital, do julgamento objetivo, da segurança jurídica, da

razoabilidade, da competitividade, da proporcionalidade, da celeridade, da economicidade e do desenvolvimento nacional sustentável, assim como as disposições do Decreto-Lei nº 4.657, de 4 de setembro de 1942 (Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro). (BRASIL, 2021, np.)

Como visto no capítulo anterior, alguns princípios são idênticos aos descritos no artigo 37 da Constituição Federal no que tange a Administração Pública, como o da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da publicidade e da eficiência. Sendo a licitação um processo administrativo pertencente à administração pública direta ou indireta, deve-se obrigatoriamente atender aos mesmos princípios legais.

Um dos princípios, o da economicidade, é destacado por Bonatto (2010) ao afirmar que esse objetiva a melhor aplicação dos recursos do Estado, considerando a atividade administrativa como o meio para atingir-se os melhores resultados do ponto de vista qualitativo e quantitativo. Niebuhr *et al.* (2021) também discorre que a Administração Pública deve sempre atuar prezando o interesse da preservação de recursos públicos, por exemplo, por meio da limitação de etapas inúteis nas licitações ou pela busca pelo menor preço ou maior retorno econômico nos contratos por ela celebrados.

Outro princípio a se destacar refere-se ao desenvolvimento nacional sustentável, que significa que as contratações públicas devem estar alinhadas a questões sociais, ambientais e econômicas. Niebuhr *et al.* (2021) destaca também que para atender a esse princípio, é plausível que ocorra a flexibilização de outros princípios igualmente constantes, como o princípio da economicidade. Inclusive, neste sentido, o Poder Judiciário já decidiu que a sustentabilidade pode servir de critério para desclassificação de licitantes.

O Decreto nº 7.746/2012, com atualizações promovidas pelo Decreto nº 9.178/2017, no artigo 4º, estabelece os critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável, os quais devem ser considerados nas contratações realizadas pela administração pública federal:

- Art. 4º [...]. I - baixo impacto sobre recursos naturais como flora, fauna, ar, solo e água;
- II – preferência para materiais, tecnologias e matérias-primas de origem local;
- III – maior eficiência na utilização de recursos naturais como água e energia;
- IV – maior geração de empregos, preferencialmente com mão de obra local;
- V – maior vida útil e menor custo de manutenção do bem e da obra;
- VI – uso de inovações que reduzam a pressão sobre recursos naturais;

VII – origem sustentável dos recursos naturais utilizados nos bens, nos serviços e nas obras;
VIII – utilização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros originários de manejo florestal sustentável ou de reflorestamento.
(BRASIL, 2012, np.)

2.3.1 Modalidades de licitação

O texto da Lei 14.333/2021, no seu artigo 28, apresenta as cinco modalidades passíveis de licitação que são: pregão, concorrência, concurso, leilão e diálogo competitivo. Destaca-se que, em comparação com a lei anterior de 1993, a tomada de preços e convite não fazem mais parte das modalidades e, de novidade, introduziu-se o diálogo competitivo.

O pregão é definido como “modalidade de licitação obrigatória para aquisição de bens e serviços comuns” (BRASIL, 2021, np.), sendo que por bens e serviços comuns entende-se como “aqueles cujos padrões de desempenho e qualidade possam ser objetivamente definidos pelo edital, por meio de especificações usuais no mercado” (BRASIL, 2002, np.). Oliveira (2015) entende que o pregão é aplicável somente para serviços de engenharia comuns ou padronizados, visto que a Lei 10.520/2002 restringe sua utilização na contratação de “bens e serviços comuns”, excluindo, portanto, a obra.

Já a modalidade de concurso é definida como “modalidade de licitação para escolha de trabalho técnico, científico ou artístico, cujo critério de julgamento será o de melhor técnica ou conteúdo artístico, e para concessão de prêmio ou remuneração ao vencedor” (BRASIL, 2021, np.). Por sua vez, o leilão refere-se à “alienação de bens imóveis ou de bens móveis inservíveis ou legalmente apreendidos a quem oferecer o maior lance” (BRASIL, 2021, np.).

Como as modalidades de pregão, concurso e leilão não são comumente utilizadas para serviços de engenharia, foco deste trabalho, optou-se por não se aprofundar nas suas aplicações e particularidades, entendemos que sua definição legal é suficiente para o entendimento no contexto deste trabalho.

A modalidade de concorrência é definida como “modalidade de licitação para contratação de bens e serviços especiais e de obras e serviços comuns e especiais de engenharia” (BRASIL, 2021, np.). Nesse tipo de licitação, a participação dos interessados acontece somente caso consigam comprovar os requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital. A Lei 14.333/2021 especifica os critérios de julgamento

como sendo: menor preço, melhor técnica ou conteúdo artístico, técnica e preço, maior retorno econômico ou maior desconto (BRASIL, 2021).

O diálogo competitivo trata-se de um acréscimo às modalidades e deve ser utilizado em situações complexas, onde a solução adequada à Administração não está amplamente disponível no mercado. A Lei 14.333/2021, no Capítulo III, inciso XLII, define o diálogo competitivo como uma modalidade em que “a Administração Pública realiza diálogos com licitantes previamente selecionados mediante critérios objetivos, (...) devendo os licitantes apresentar proposta final após o encerramento dos diálogos” (BRASIL, 2021, np.). O artigo 32 da Lei em questão esclarece as restrições da modalidade:

Art. 32. A modalidade diálogo competitivo é restrita a contratações em que a Administração:

I - vise a contratar objeto que envolva as seguintes condições:

- a) inovação tecnológica ou técnica;
- b) impossibilidade de o órgão ou entidade ter sua necessidade satisfeita sem a adaptação de soluções disponíveis no mercado; e
- c) impossibilidade de as especificações técnicas serem definidas com precisão suficiente pela Administração;

II - verifique a necessidade de definir e identificar os meios e as alternativas que possam satisfazer suas necessidades, com destaque para os seguintes aspectos:

- a) a solução técnica mais adequada;
- b) os requisitos técnicos aptos a concretizar a solução já definida;
- c) a estrutura jurídica ou financeira do contrato.

(BRASIL, 2021, np.)

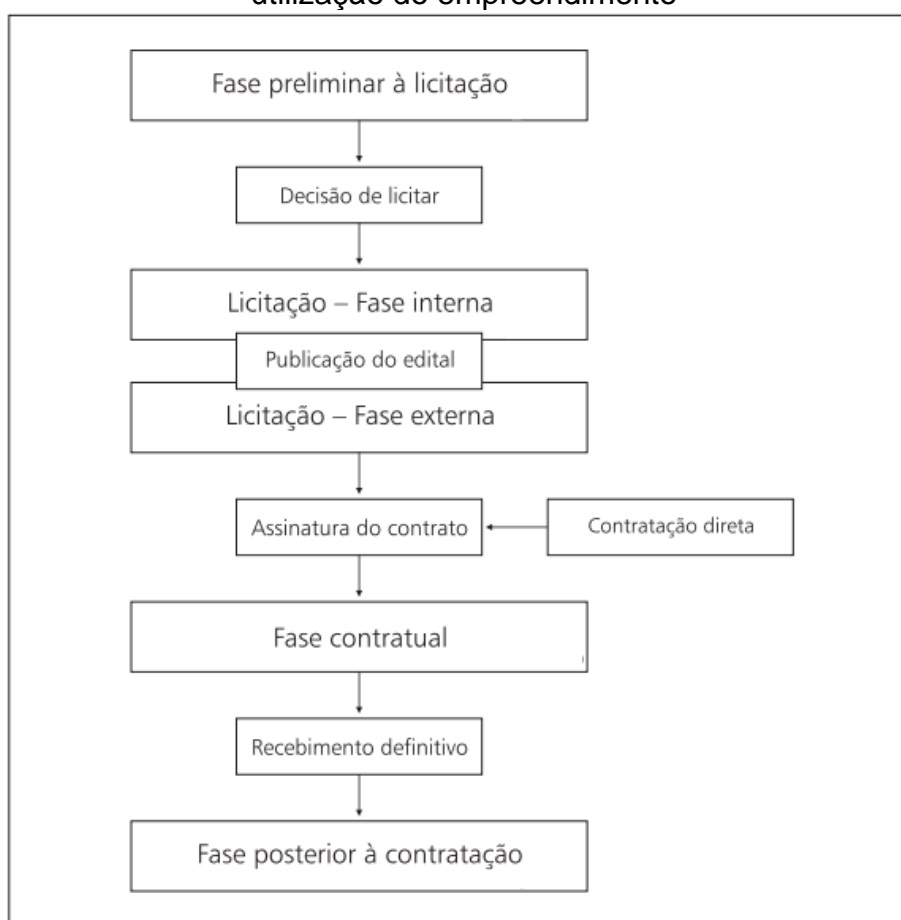
A introdução da nova modalidade foi inspirada no “diálogo concorrencial”, presente na norma na União Europeia desde 2004, como instrumento comercial nas compras públicas, visto que a Lei 14.333/2021 espelhou-se na redação da norma europeia (FRANCO, 2021).

2.3.2 Fases da licitação de uma obra ou serviço de engenharia

O processo de realização de uma obra pública, desde a análise da necessidade até a efetiva celebração contratual, envolve diversas etapas que visam garantir o êxito da gestão pública. Além de gerir um processo licitatório, que é complexo e pode envolver grande aporte financeiro, o gestor precisa obedecer às leis e normas estabelecidas, tornando necessário discriminar a atividade em etapas.

Uma divisão amplamente difundida consiste na separação da licitação em cinco etapas: fase preliminar à licitação, fase interna da licitação, fase externa da licitação, fase contratual e fase posterior à contratação, como evidencia a Figura 9. O foco deste capítulo é detalhar as etapas da licitação que antecedem a tomada de decisão do gestor público, onde é relevante a análise da viabilidade.

Figura 9 - Estrutura das fases envolvidas no processo de licitação, contratação e utilização do empreendimento



Fonte: Adaptado de Altounian (2016)

2.3.2.1 Fase preliminar à licitação

O processo de licitação de uma obra de engenharia se inicia com a ponderação se tal serviço é viável ou expressivo para a esfera que está inserido, onde serão avaliadas as variáveis envolvidas, comparando-as com possíveis alternativas, conferindo-se os recursos disponíveis e avaliando-se os custos para o empreendimento. Esta etapa se faz importante pelo fato que os recursos públicos

devem ser administrados seguindo o princípio da eficiência, e, logicamente, quanto mais informações angariadas nessa fase, menor o risco da constatação posterior de inutilidade do projeto ou prejuízos futuros ao erário público. Esta fase preliminar a licitação pode ser separada em três ações: programa de necessidade, estudo de viabilidade e por fim, o anteprojeto.

O primeiro passo é a definição de um programa de necessidades, onde avaliam-se os recursos disponíveis e as necessidades da Administração. Altounian (2016) relata que esse programa deve conter as receitas estimadas e a compatibilização com os investimentos a serem realizados, onde eliminam-se as alternativas inviáveis sob aspecto técnico, econômico ou social. O autor aponta como vantajoso os estudos iniciais, pois possuem custos substancialmente menores que os posteriores, mesmo que menos precisos, ao passo que a contribuição financeira será maior em etapas avançadas.

A Lei de Responsabilidade Fiscal, Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, no seu artigo 45, diz que novos projetos serão incluídos na lei orçamentária e nas de créditos adicionais somente “após adequadamente atendidos os em andamento e contempladas as despesas de conservação do patrimônio público, nos termos em que dispuser a lei de diretrizes orçamentárias” (BRASIL, 2000, np.). O artigo 16, desta Lei, ratifica a importância de um planejamento holístico, visto que exige a estimativa do impacto orçamentário-financeiro e a declaração do ordenador que a futura despesa tem adequação orçamentária e financeira com a lei anual, possibilitando assim qualquer criação, expansão ou aperfeiçoamento da pretendida ação governamental (BRASIL, 2000).

O estudo de viabilidade sucede o programa de necessidade, no qual deve abranger a contemplação de mais de uma alternativa de concepção e a definição da opção mais adequada, de acordo com critérios que atendam ao interesse público. É necessário que haja uma estimativa de custos envolvidos para a implantação da obra, mesmo que neste momento não necessitem serem definidos com alta precisão, e que sejam respondidas questões sobre a viabilidade, tais como: alternativa mais econômica para atendimento da demanda social, volume de recursos necessários, população atendida, limitações ambientais, benefícios com a implantação e prejuízos pela ausência do empreendimento (ALTOUNIAN, 2016).

A Lei 14.333/2021 no artigo 18, parágrafo 1º, discorre que a fim de garantir a análise da viabilidade técnica e econômica de uma contratação, é necessário que o estudo técnico preliminar evidencie o problema a ser resolvido e sua melhor solução. Também, deve conter os seguintes itens:

- I - descrição da necessidade da contratação, considerado o problema a ser resolvido sob a perspectiva do interesse público;
- II - demonstração da previsão da contratação no plano de contratações anual, sempre que elaborado, de modo a indicar o seu alinhamento com o planejamento da Administração;
- III - requisitos da contratação;
- IV - estimativas das quantidades para a contratação, acompanhadas das memórias de cálculo e dos documentos que lhes dão suporte, que considerem interdependências com outras contratações, de modo a possibilitar economia de escala;
- V - levantamento de mercado, que consiste na análise das alternativas possíveis, e justificativa técnica e econômica da escolha do tipo de solução a contratar;
- VI - estimativa do valor da contratação, acompanhada dos preços unitários referenciais, das memórias de cálculo e dos documentos que lhe dão suporte, que poderão constar de anexo classificado, se a Administração optar por preservar o seu sigilo até a conclusão da licitação;
- VII - descrição da solução como um todo, inclusive das exigências relacionadas à manutenção e à assistência técnica, quando for o caso;
- VIII - justificativas para o parcelamento ou não da contratação;
- IX - demonstrativo dos resultados pretendidos em termos de economicidade e de melhor aproveitamento dos recursos humanos, materiais e financeiros disponíveis;
- X - providências a serem adotadas pela Administração previamente à celebração do contrato, inclusive quanto à capacitação de servidores ou de empregados para fiscalização e gestão contratual;
- XI - contratações correlatas e/ou interdependentes;
- XII - descrição de possíveis impactos ambientais e respectivas medidas mitigadoras, incluídos requisitos de baixo consumo de energia e de outros recursos, bem como logística reversa para desfazimento e reciclagem de bens e refugos, quando aplicável;
- XIII - posicionamento conclusivo sobre a adequação da contratação para o atendimento da necessidade a que se destina. (BRASIL, 2021, np.)

Ainda, no parágrafo 2º, a lei referida relata que os incisos I, IV, VI, VIII e XIII do parágrafo apresentado anteriormente devem estar contidos obrigatoriamente no estudo técnico preliminar e, devem ser apresentadas as devidas justificativas caso os demais elementos não estejam previstos.

Por fim, realiza-se o anteprojeto, definido como a parte técnica que reúne as informações necessárias para a elaboração do projeto básico. A Lei 14.333/2021 no artigo 6º, inciso XXIV, determina quais são os elementos mínimos que devem estar contidos no anteprojeto:

- a) demonstração e justificativa do programa de necessidades, avaliação de demanda do público-alvo, motivação técnico-econômico-social do

empreendimento, visão global dos investimentos e definições relacionadas ao nível de serviço desejado;

- b) condições de solidez, de segurança e de durabilidade;
- c) prazo de entrega;
- d) estética do projeto arquitetônico, traçado geométrico e/ou projeto da área de influência, quando cabível;
- e) parâmetros de adequação ao interesse público, de economia na utilização, de facilidade na execução, de impacto ambiental e de acessibilidade;
- f) proposta de concepção da obra ou do serviço de engenharia;
- g) projetos anteriores ou estudos preliminares que embasaram a concepção proposta;
- h) levantamento topográfico e cadastral;
- i) pareceres de sondagem;
- j) memorial descritivo dos elementos da edificação, dos componentes construtivos e dos materiais de construção, de forma a estabelecer padrões mínimos para a contratação. (BRASIL, 2021, np.)

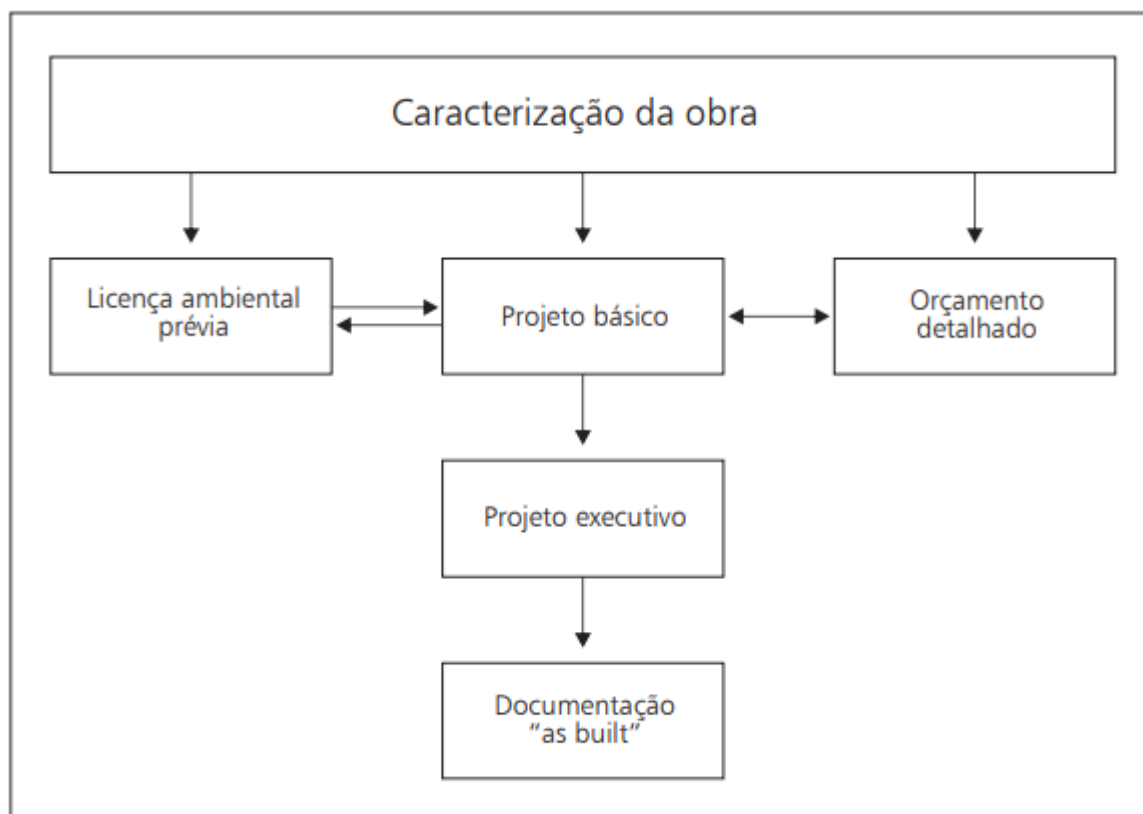
Destaca-se também o papel do anteprojeto em casos de contratação integrada. Nestes casos, a Administração é dispensada de elaborar o projeto básico e o anteprojeto passa a ser o elemento referencial para a contratação do empreendimento. A medida foi adicionada pelo artigo 45, parágrafo 2º, tendo sido extraída do Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC), Lei Federal nº 12.462/2011, com o objetivo de trazer agilidade e maior eficiência às contratações públicas.

2.3.2.2 Fase interna da licitação

Entende-se como fase interna da licitação o período após a realização do programa de necessidades, onde serão realizados os estudos preliminares e o anteprojeto. Estes serão base para a publicação do edital, o que possibilitará que os interessados enviem suas propostas. Altounian (2016) julga essa fase de extrema importância no processo licitatório, apesar de pouco percebido externamente, pois é nesta etapa que se determina a especificação do que será contratado, em parâmetros técnicos e de custo, e a definição de requisitos para aqueles que desejarem apresentar proposta. O autor discorre que o principal objetivo da fase interna da licitação é desenvolver o produto que define o objeto que será licitado, com estimativa de valores compatíveis com o mercado, bem como a fixação de regras que possibilitem a máxima competitividade entre as empresas aptas a realizar o escopo desejado.

Durante o processo de licitação para contratação de empreendimento público ou serviço de engenharia, pelas particularidades de cada situação, deve-se haver cautela na definição do objeto a ser executado, denominado de caracterização da obra, no que tange aos aspectos técnicos e econômicos. Uma caracterização da obra precisa e bem apresentada previne riscos na continuidade posterior da obra, evitando, por exemplo, significativas alterações no decorrer dos trabalhos, com acréscimos de quantitativos de serviços licitados ou de novos serviços com preços a serem definidos sem parâmetros de mercado (ALTOUNIAN, 2016). A Figura 10 apresenta os elementos necessários que o gestor público deve providenciar para a caracterização da obra.

Figura 10 - Elementos básicos para caracterização da obra



Fonte: Altounian (2016)

Uma peça fundamental para a caracterização da obra, ressalvados os casos onde não se tem obrigatoriedade, é o projeto básico definido no artigo 6º da Lei 14.333/2021, caracterizado como:

conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado para definir e dimensionar a obra ou o serviço, ou o complexo de obras ou de serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução. (BRASIL, 2021, np.)

Nas alíneas deste mesmo artigo são descritos os elementos que o projeto básico deve conter, dependendo de cada caso. Um dos requisitos da legislação consiste na decisão da solução mais adequada para a demanda apresentada, a qual deve ser suficientemente detalhada, de tal modo que evite reformulações ou variantes quanto à qualidade, ao preço e ao prazo inicialmente definidos. Também, é exigido a identificação e especificação das técnicas construtivas, assim como dos materiais que serão executados, com a finalidade de assegurar os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução.

Destaca-se, também, como exigência do processo licitatório o orçamento detalhado do custo global da obra, que deve ser fundamentado em quantitativos propriamente levantados para o regime de execução escolhido. Este tem como objetivo verificar a adequação das propostas dos licitantes e propiciar visão a respeito da viabilidade do empreendimento e da adequação orçamentária. Apesar da legislação não definir parâmetros de precisão do orçamento no projeto básico, ao utilizar a expressão “nível de precisão adequado”, a Resolução nº 361/91 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) determina que a precisão deve ser próxima de 15%, sendo compatibilizada de acordo com o tipo e com o porte da obra (CONFEA, 1991).

Além do projeto básico e do orçamento detalhado, a licença ambiental é necessária para publicação do edital de licitação. Por licença ambiental entende-se como o ato administrativo no qual o órgão ambiental competente fixa as condições, restrições e medidas de controle ambiental para a localização, instalação, ampliação ou operação de empreendimentos que utilizam recursos ambientais e possam ser consideradas potencialmente poluidoras ou causadoras de degradação ambiental (BRASIL, 1997). A exigência de licença ambiental aprovada pelo órgão competente é essencial para a caracterização da obra, pois minimiza futuros eventos adversos como, por exemplo, o órgão ambiental manifestar pela inviabilidade da obra pela ausência de licença.

O projeto executivo é definido pela Lei 14.333/2021 como:

conjunto de elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, com o detalhamento das soluções previstas no projeto básico, a identificação de serviços, de materiais e de equipamentos a serem incorporados à obra, bem como suas especificações técnicas, de acordo com as normas técnicas pertinentes. (BRASIL, 2021, np.)

O projeto executivo deve conter precisão significativamente maior do que o projeto básico e deve designar, minuciosamente, as especificações necessárias para a execução do empreendimento. Para obras de maior complexidade é permitido a elaboração do projeto executivo no decorrer da obra, visto que há casos que ajustes precisam ser feitos na evolução de outras contratações, bem como é permitido que a própria empresa contratada o elabore. Para obras com menor grau de complexidade, Altounian (2016) recomenda que a Administração realize a licitação com base no projeto executivo, pois o julga mais seguro devido ao prejuízo aos Municípios, causado pela incidência de projetos básicos incompletos.

Por último, na fase interna de licitação recomenda-se a previsão de recursos orçamentários para a execução completa da obra, onde a Administração estabelece prazos, custos atuais, custos finais, bem como idealiza a programação para o andamento da obra e um regramento para seu início. Justen Filho (2014) comenta que é necessária a apuração da evolução dos fatos e examinação da existência de recursos financeiros efetivos para liquidação da despesa, além da verificação da previsão teórica do orçamento. Ou seja, é primordial constatar e examinar os recursos efetivamente disponíveis no momento da abertura da licitação e considerar as receitas e despesas futuras.

2.3.2.3 Fase externa da licitação

A fase externa da licitação consiste no período de tempo entre a publicação do edital e a assinatura do contrato. O edital determina as condições e exigências para a execução da licitação e deve ser materializado com base nos estudos preliminares, projeto básico e projeto executivo. Poderá também prever a utilização de técnicas construtivas, materiais, mão de obra, conservação e operação da obra, caso não prejudique a competitividade do processo licitatório. Para a publicação do edital, o artigo 25 da Lei 14.333/2021 determina que deverá conter no texto as regras

relacionadas “à convocação, ao julgamento, à habilitação, aos recursos e às penalidades da licitação, à fiscalização e à gestão do contrato, à entrega do objeto e às condições de pagamento.” (BRASIL, 2021, np.)

A fim de examinar e julgar os documentos relativos às licitações designa-se a Comissão de Licitação, formada por agentes públicos indicados pela Administração. Justen Filho (2014) diz que é necessário que os membros da comissão tenham habilitação específica para apreciar as propostas efetivadas, ou seja, que detenham conhecimentos técnico-específicos compatíveis com as regras e exigências previstas no ato convocatório, além de membros integrantes com conhecimento jurídico que lhes permitam adequar os atos praticados aos dispositivos norteadores da licitação.

Após o recebimento das propostas, a Comissão de Licitação avalia e julga as propostas, verifica o atendimento aos requisitos do edital e a adequação dos preços fornecidos aos parâmetros de mercado ou fixados por órgão oficial competente (Altounian, 2016). O artigo 33 da Lei 14.333/2021 estabelece os critérios para julgamento das propostas como: menor preço, maior desconto, melhor técnica ou conteúdo artístico, melhor técnica e preço, maior lance, no caso de leilão, e maior retorno econômico. O critério mais utilizado em obras públicas é o de menor preço, sendo excepcionais as situações em que se utiliza o de melhor técnica ou técnica e preço. Por isso, cabe à Administração estabelecer padrões de qualidade no edital.

Tendo como referência o orçamento-base são feitas duas análises: a verificação do preço global e a verificação do preço unitário. As análises têm como objetivo, além de julgar a melhor proposta, evitar problemas relacionados à antecipação de pagamentos, pagamento de aditivos superfaturados ou o “jogo de planilha” por parte da empresa contratada. A primeira análise, a verificação do preço global, consiste na comparação entre os valores totais da obra apresentados pelos licitantes. Já em relação à segunda análise, a verificação do preço unitário, observa-se os seguintes passos:

comparação de todos os preços unitários das propostas com os critérios de aceitabilidade definidos no edital em relação aos preços do orçamento-base, com especial atenção àqueles serviços que têm maior representatividade no orçamento;
desclassificação das propostas que apresentarem relação de serviços com preços ou custos superiores aos limites estabelecidos.
(ALTOUNIAN, 2016, p. 300)

Além dos valores máximos, também são analisados os valores mínimos das propostas, a fim de evitar prováveis prejuízos futuros na execução da obra, em relação ao prazo e qualidade, ou a desistência da empresa no decorrer do contrato. Para prever isso, a Lei 14.333/2021, no artigo 59, parágrafo 4º diz que as propostas com valor inferior a 75% do valor orçado pela Administração serão consideradas inexequíveis (BRASIL, 2021).

Após a escolha da melhor proposta, a comissão entrega para o corpo técnico a empresa com a proposta vencedora e inicia-se a fase contratual, onde celebra-se o contrato com a formação de vínculo e a estipulação de obrigações recíprocas.

2.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE

Gehbauer *et al.* (2002) definem análise de viabilidade como a comparação entre os custos estimados e os rendimentos esperados de um empreendimento, onde procura-se uma solução que resulte em rentabilidade. A análise de viabilidade de um projeto de engenharia está pontualmente dependente dos aspectos econômicos, onde o lucro influencia majoritariamente nas escolhas. Contudo, além da análise econômico-financeira, outras análises precisam ser feitas, principalmente quando o empreendimento se encontra dentro da esfera pública, onde os investimentos não têm somente o objetivo de retorno financeiro. Gehbauer *et al.* (2002) relatam que também é preciso analisar a viabilidade de um projeto sob a ótica social e ambiental, pois a execução deve gerar aprimoramento técnico e desenvolvimento tecnológico, resultando em benefícios sociais dentro de ações ambientalmente sustentáveis. Outras análises que podem ser levadas em consideração na tomada de decisão de investir ou não em um projeto, de acordo com Coimbra (2020), seriam a análise técnica, legal, operacional, política ou mercadológica.

Entre os benefícios da análise de viabilidade incluem a otimização e racionalização de recursos, definição de expectativas, melhoria de resultados e maximização do retorno (COIMBRA, 2020). Ao tratar-se do poder público, além de constar na Lei 14.333/2021, um estudo de viabilidade é necessário para que problemas comumente relatados na mídia sejam evitados, como obras públicas inacabadas, atrasadas, com pouca durabilidade, manutenção recorrente, entre outros.

Altounian (2016) apresenta as vantagens de uma avaliação de custos de boa qualidade durante o planejamento técnico de uma obra pública:

- Planejamento global das obras no âmbito nacional por submeter ao Poder Legislativo um projeto de lei orçamentária fundamentado que permite a priorização dos recursos disponíveis;
- Evitar obras abandonadas, consequência frequente em empreitadas públicas, na qual a origem está atribuída ao mal planejamento e que leva à insuficiência de recursos para a conclusão dos empreendimentos;
- Evitar a constatação de inviabilidade técnica ou econômica durante a execução do empreendimento;
- Definir e desenvolver a melhor solução construtiva, pois é nesse momento que se deve avaliar mais de uma alternativa e julgar qual será a mais adequada de acordo com os critérios definidos;
- Reduzir a possibilidade de termos aditivos que geram transtornos à gestão do órgão, como a necessidade de despender recursos adicionais ou negociar preços de serviços não previstos.

Casarotto Filho e Kopittke (2010) explanam que três critérios devem ser considerados na tomada de decisão referente a implantação de um projeto:

- a) critérios econômicos, referentes a rentabilidade do investimento;
- b) critérios financeiros, referentes a disposição de recursos;
- c) critérios imponderáveis, referentes a fatores não mensuráveis em dinheiro.

Ou seja, a análise de viabilidade não se limita à ponderação de critérios de teor quantitativo, mas também aos critérios de natureza qualitativa que devem ser avaliados e podem ser priorizados na tomada de decisão.

2.4.1 Análise socioeconômica

Quando se trata de projetos de infraestrutura públicos, recomenda-se que seja realizada uma análise de viabilidade socioeconômica ao invés de uma análise financeira. Essa recomendação baseia-se no fato que projetos na esfera pública se diferem de projetos privados, pois o objetivo principal não se limita principalmente à rentabilidade, mas sim ao bem-estar social (BRASIL, 2020). Este deve ser o resultado

primordial a ser alcançado por este tipo de projeto, devendo os desenvolvedores levarem em consideração este aspecto e estarem focados no alcance de tal.

A principal diferença na avaliação socioeconômica, comparada à avaliação financeira, é a utilização de preços sombra ou sociais. (BRASIL, 2020). Esses preços são obtidos através da conversão de preços de mercados por produtos e insumos que refletem o custo social de oportunidade dos bens e serviços, às vezes não comercializáveis. Assim, a análise socioeconômica é feita através do ponto de vista da sociedade, enquanto a análise financeira reflete a ótica do proprietário do projeto. Para analisar a viabilidade ou não da execução de um projeto diante do critério socioeconômico definiu-se indicadores em números algébricos, sendo eles:

Valor Social Presente Líquido (VSPL) - obtido através da “soma que resulta ao deduzir os custos esperados (descontados) de investimentos e operações do valor descontado dos benefícios esperados” (BRASIL, 2020, p.46) e pode ser calculado pela equação (1):

$$\begin{aligned}
 VSPL_0 &= \sum_{t=0}^T \frac{BL_t}{(1 + TSD)^t} + VR \\
 &= \frac{BL_0}{(1 + TSD)^0} + \frac{BL_1}{(1 + TSD)^1} + \dots + \frac{BL_T}{(1 + TSD)^T} + VR
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Onde BL_t representa o fluxo de benefícios econômicos líquidos no período t ; TSD denota a taxa social de desconto, e VR corresponde ao valor residual do investimento.

Similar ao Valor Presente Líquido (VPL), comumente utilizado no meio privado, o indicador representa o montante presente de benefícios (deduzidos os custos) gerados pelo investimento. Diferencia-se o VSPL e o VPL pelo fato que o primeiro utiliza fluxos relacionados ao custo de oportunidade de bens e serviços e inclui tanto quanto possível as externalidades ambientais e sociais, enquanto o segundo é calculado com base em fluxos de caixa financeiros. Um VPL maior que zero significa que o projeto é rentável no âmbito socioeconômico ou financeiro, enquanto que um VPL menor que zero significa que o projeto não gera um benefício líquido. (BRASIL, 2020)

Taxa de Retorno Econômica (TRE) - obtida pela “taxa de desconto que iguala o VSPL a zero, i.e., a TRE é dada como solução da seguinte equação” (BRASIL, 2020, p.46) e é dada pela equação (2):

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{BL_t}{(1 + TRE)^t} + VR \quad (2)$$

O indicador se refere à taxa em que os lucros futuros equivalem aos gastos, sendo utilizado para comparar o desempenho do possível projeto com outros projetos e também em relação a uma taxa de retorno mínima.

Valor Anual Equivalente (VAE) - é utilizado em situações em que se deseja comparar e hierarquizar diferentes projetos que possuem prazos diferentes e horizontes de planejamento distintos. Calcula-se a partir do prazo de vida e do VSPL da taxa de desconto, como representado na equação (3):

$$VAE = VSPL \frac{TSD}{1 - (1 + TSD)^{-T}} \quad (3)$$

O VAE vem como solução em projetos não diretamente comparáveis devido a prazos diversos, pois esses devem ser comparados no mesmo período de análise para que tenham a mesma oportunidade de acumular custos e benefícios (BRASIL, 2020).

Índice Benefício-Custo (B/C) - dá-se pela divisão entre os valores presentes de benefícios pelos custos econômicos. Caso o quociente seja positivo o projeto é considerado viável, pois o montante de benefícios supera os custos. Caso seja negativo o projeto é inviável. O indicador pode ser utilizado na avaliação da eficiência e como complementação do VSPL, ajudando assim na priorização ou decisão entre projetos. (BRASIL, 2020).

2.4.2 Critérios técnicos

Além dos fatores econômicos e financeiros, para análise global de um empreendimento se faz necessário considerar fatores não quantificáveis para a tomada de decisão, como restrições ou os próprios objetivos e políticas públicas, através de regras de decisão explícitas ou subjetivas (MARIOTTO et al, 2006).

Ao se tratar de uma edificação, diversos critérios técnicos podem ser considerados, por exemplo:

- Viabilidade construtiva;
- Desempenho estrutural;
- Impacto ambiental;
- Durabilidade;
- Desempenho térmico;
- Desempenho acústico;
- Resistência ao fogo;
- Flexibilidade arquitetônica.

Uma forma de ponderar se há atendimento desses critérios é através da Análise de Multicritérios, que irá atribuir diferentes pesos aos critérios avaliados através de modelos matemáticos, visando encontrar uma solução matematicamente mais adequada (CAMPOS, 2011).

3 METODOLOGIA

Esse capítulo é dedicado à apresentação da metodologia de pesquisa, através do detalhamento dos passos seguidos para a concepção deste trabalho. Tem-se por objetivo permitir ao leitor a compreensão dos meios e fontes utilizadas para responder à pergunta de pesquisa, bem como caracterizar o tipo de pesquisa no que tange à utilização dos resultados, natureza do método, aos fins e aos meios.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para Silva e Menezes (2005), realiza-se a pesquisa quando existe um problema e há escassez de informações que levam a solução, e para contornar esse cenário, adota-se procedimentos racionais e sistemáticos para encontrá-la. Na mesma linha, Minayo (1993) afirma que a pesquisa é a base do desenvolvimento científico, presente no constante questionamento que permite a aproximação da realidade, que utiliza a combinação da teoria e dados para conseguir respostas.

A fim de classificar o tipo de pesquisa desenvolvido neste trabalho, utiliza-se a ordem apresentada pela Dr^a. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira e pela Dr^a. Janaina de Moura Engracia Giraldi, da Universidade de São Paulo, exposto no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificações possíveis de uma pesquisa

Quanto à utilização dos resultados	Pesquisa pura Pesquisa aplicada
Quanto à natureza do método	Qualitativa Quantitativa
Quanto aos fins	Exploratória Descritiva Explicativa Intervencionista
Quanto aos meios	Pesquisa de Campo Pesquisa de Laboratório Pesquisa Documental

	Pesquisa Bibliográfica Pesquisa Experimental; Pesquisa <i>expost-facto</i> Pesquisa Participante Pesquisa-ação Levantamento (<i>survey</i>) Estudo de Caso
--	--

Fonte: Adaptado de Oliveira e Giraldi (2021)

Do ponto de vista da utilização dos resultados da pesquisa, Silva e Menezes (2005) diferenciam pesquisa pura e pesquisa aplicada pelo tipo de aplicação e interesses. O primeiro busca gerar conhecimento científico sem aplicação prática e possui interesses universais, enquanto o segundo é dirigido à solução de problemas específicos e envolve interesses locais. Oliveira e Giraldi (2021) destacam que esses tipos de pesquisa não são excludentes e podem ser complementares. Assim, classifica-se esse trabalho, quanto à utilização dos resultados, como uma pesquisa aplicada, pois é direcionada a solução de um problema específico através da aplicação direta de conhecimentos prévios.

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, uma pesquisa pode ser classificada como qualitativa quando se busca entender a realidade por uma perspectiva subjetiva, que não pode ser quantificada. Silva e Menezes (2005, p. 20) caracterizam a pesquisa qualitativa da seguinte forma:

considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Por outro lado, a pesquisa quantitativa utiliza de uma pesquisa estruturada e meios estatísticos para entender a realidade, generaliza os resultados para a população-alvo por meio da quantificação de dados e se prende menos na interpretação e no contexto do objeto analisado (OLIVEIRA; GIRALDI, 2021).

Dentro das naturezas de pesquisa apresentadas, entende-se que essa pesquisa se enquadra na natureza qualitativa, pois utiliza de informações não

mensuráveis para compor um modelo de análise de viabilidade e interpreta resultados com profundidade e detalhe através da perspectiva de fenômenos. Contudo, a pesquisa também pode ser classificada como quantitativa, pois, de acordo com Silva e Menezes (2005), esta traduz em números às informações, utilizando a quantificação de dados com intuito de classificá-los e analisá-los.

Quanto aos fins da pesquisa, Oliveira e Giraldo (2021) apresentam-se resumidamente as diferentes possibilidades:

- Exploratória: tem por objetivo proporcionar maior conhecimento acerca de um tema ainda pouco explorado;
- Descritiva: tem por objetivo caracterizar um fenômeno, no qual já se tem conhecimento prévio;
- Explicativa: tem por objetivo investigar os fatores que contribuem para a ocorrência ou continuidade de algum fenômeno;
- Intervencionista: tem por objetivo intermediar para realizar mudanças na realidade estudada.

De acordo com as características apresentadas, essa pesquisa se enquadra numa pesquisa descritiva, pois apresenta uma proposta de metodologia para análise de viabilidade de uma edificação em *wood frame* em uma obra pública. Contudo, acredita-se que a pesquisa também possua características de pesquisa exploratória, pois pretende proporcionar mais familiaridade ao gestor público sobre a técnica construtiva em questão e como determinar a viabilidade da mesma. O que constitui um tema ainda pouco explorado, de acordo com as consultas bibliográficas realizadas. Gil (2008) afirma fazer sentido a existência de pesquisas que são complementares quanto aos fins, ao exemplificar que pesquisas descritivas que proporcionam uma nova visão sobre determinado tema adquire também, por causa de seus objetivos, características de pesquisas exploratórias.

Em relação aos meios para a realização da pesquisa, Gil (1991, *apud* Silva e Menezes, 2005) os descreve a seguir:

- Pesquisa Documental: elaborada através do exame de documentos e materiais que não receberam tratamento analítico;

- Pesquisa Bibliográfica: elaborada por meio de referências já publicadas e analisadas, como livros, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na Internet;
- Pesquisa Experimental: elaborada por meio de experimentos que analisam a relação entre causas e variáveis, que influenciam determinado objeto de estudo;
- Pesquisa *Expost-Facto*: elaborada por meio de fatos já realizados, ou seja, não é possível manipular as variáveis, visando a análise entre causas e efeitos;
- Pesquisa Participante: elaborada pela observação do pesquisador em determinado objeto de estudo, através da coleta de dados, sem interferir nos resultados;
- Pesquisa-Ação: elaborada pela participação do pesquisador em determinado objeto de estudo, com o objetivo de intervir no objeto estudado;
- Levantamento: elaborado por meio da interrogação direta com respostas objetivas a fim de levantar uma amostra significativa;
- Estudo de caso: elaborado através do estudo detalhado de um determinado fenômeno em um específico objeto de estudo de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Dentre os meios apresentados, a pesquisa utiliza de meios bibliográficos e documentais para contextualizar e compor a fundamentação teórica, assim como embasamento para desenvolver a proposta de modelo.

Após descrição das possíveis classificações de pesquisa propostas por Oliveira e Giraldi (2021), é possível classificar os aspectos deste trabalho quanto à utilização dos resultados, à natureza do método, aos fins e aos meios, como sintetizado no Quadro 2. Em resumo, este trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa aplicada, de natureza quali-quantitativa, que tem por finalidade descrever e explorar um objeto de estudo por meio da utilização de meios bibliográficos e documentais.

Quadro 2 - Classificação de pesquisa do trabalho

Quanto à utilização dos resultados	Pesquisa aplicada
Quanto à natureza do método	Qualitativa Quantitativa
Quanto aos fins	Exploratória Descritiva
Quanto aos meios	Pesquisa Documental Pesquisa Bibliográfica

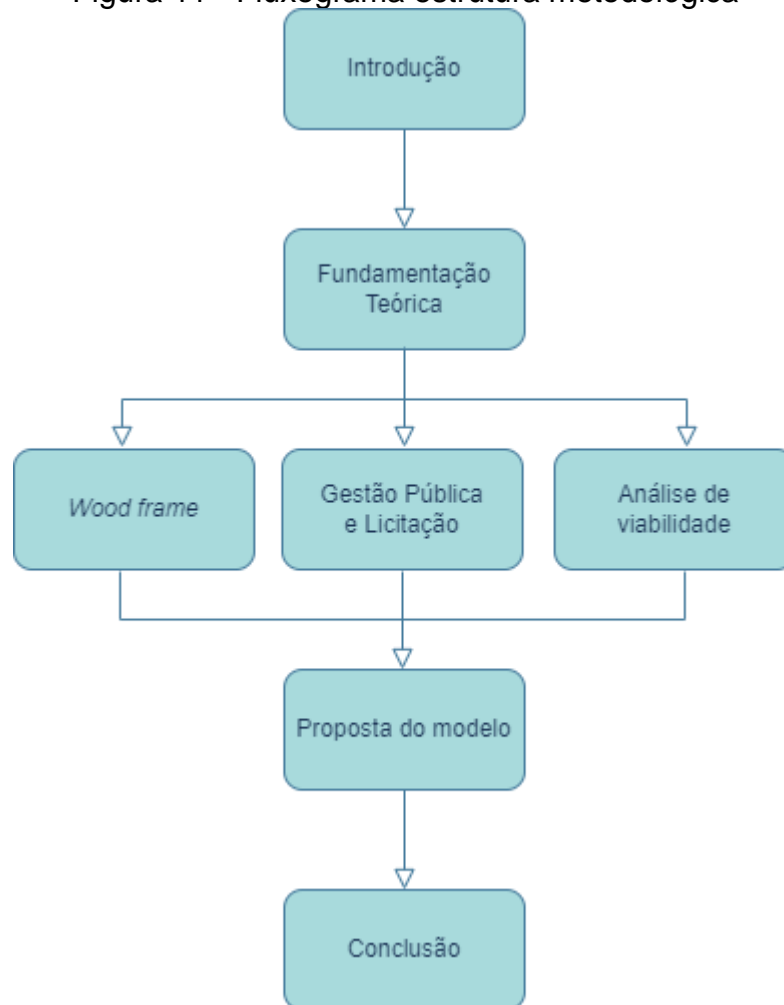
Fonte: Autor (2022)

3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A seguir, apresenta-se os caminhos seguidos para o desenvolvimento da pesquisa e em seguida, o procedimento metodológico é representado como um fluxograma na Figura 11:

- a. Definição dos objetivos de pesquisa;
- b. Fundamentação teórica;
 - i.* Técnica construtiva *wood frame*;
 - ii.* Princípios da gestão pública;
 - iii.* Lei 14.333/2021 – Lei de Licitações e Contratos Administrativos;
 - iv.* Análise de viabilidade;
- c. Metodologia;
- d. Proposta de modelo para análise do *wood frame* comparado a alvenaria convencional;
 - i.* Caracterização do objeto;
 - ii.* Agentes envolvidos (*Stakeholders*);
 - iii.* Viabilidade técnica;
 - iv.* Viabilidade socioeconômica;
- e. Considerações finais.

Figura 11 - Fluxograma estrutura metodológica



Fonte: Autor (2022)

4 PROPOSTA DE MODELO

4.1 APRESENTAÇÃO

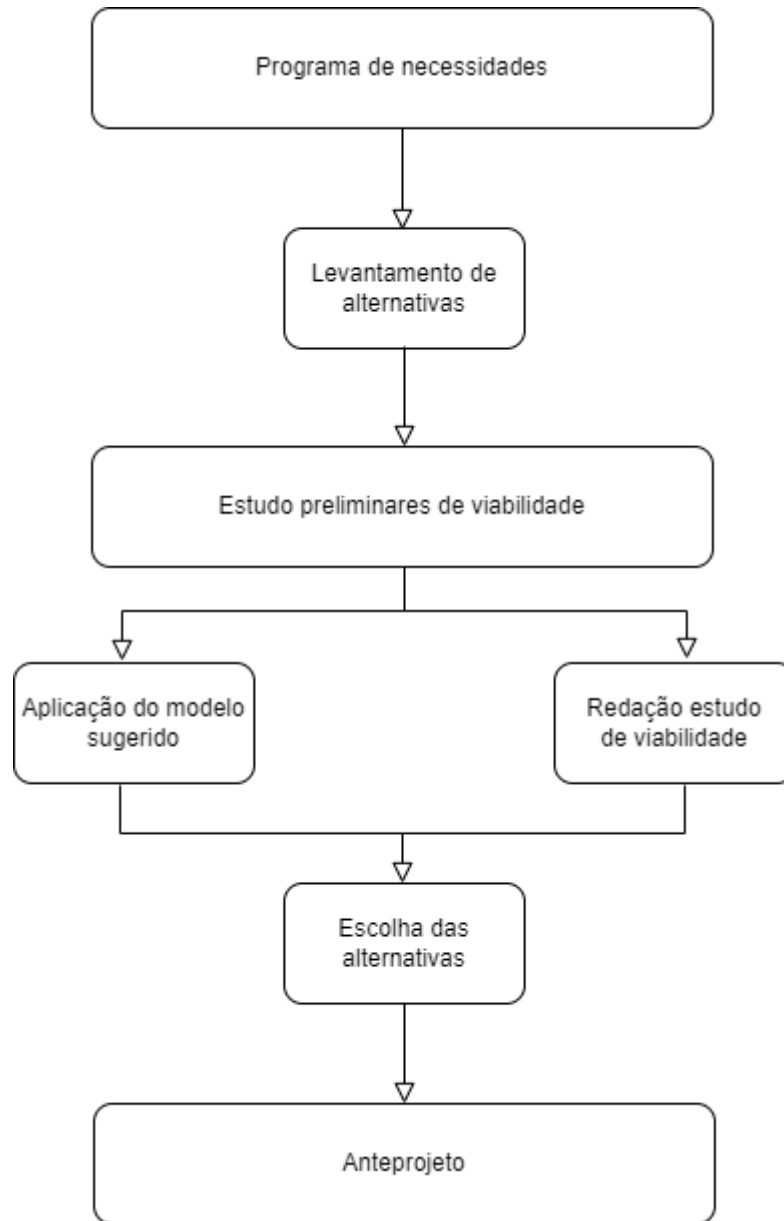
Neste capítulo, apresenta-se o resultado e o fruto deste trabalho, uma proposta de metodologia para avaliação da adoção do sistema construtivo em *wood frame*, comparado a alvenaria convencional, em edificações de uso público. O modelo foi idealizado para ser aplicado em um órgão público pelo gestor da equipe incumbida na composição do edital de licitação, no momento onde levanta-se alternativas construtivas e questiona-se se técnicas inovadoras, como o *wood frame*, seriam possíveis soluções a serem inseridas nos editais. Assim, o intuito deste modelo é auxiliar o gestor público, através da ponderação de diferentes critérios, na avaliação e comparação entre as duas técnicas construtivas, *wood frame* e alvenaria convencional.

Como apresentado na fundamentação teórica, quando há interesse do poder público em contratar um serviço de engenharia, o órgão interessado na contratação deve seguir uma série de etapas pertencentes à licitação pública, envolvendo procedimentos tanto internos como externos. A seguir, estão listadas as principais etapas do processo licitatório:

- Fase preliminar à licitação;
- Fase interna da licitação;
- Fase externa da licitação;
- Fase contratual;
- Fase posterior à contratação.

Este modelo foi idealizado para ser aplicado nesta primeira fase, a fase preliminar à licitação, especificamente após a definição do programa de necessidades, antes do anteprojeto e juntamente com os estudos de viabilidade, como exposto na Figura 12. O motivo de utilizar-se o modelo proposto na fase preliminar à licitação é baseado no fato que é exatamente nesse momento em que se analisa as possíveis soluções construtivas para o empreendimento, sendo esta, a etapa ideal para a aplicação do modelo sugerido.

Figura 12 - Etapa para aplicação do modelo dentro da etapa preliminar à licitação



Fonte: Autor (2022)

Diante do momento sugerido para a aplicação do modelo, já se tem definido, através do programa de necessidades, as características básicas do objeto, como: o que será construído, as dimensões da edificação e do terreno, a população que será atendida e quais os benefícios que a região e a sociedade esperam do empreendimento. Assim, vencida esta etapa preliminar, o próximo passo será a análise das técnicas construtivas disponíveis e que serão avaliadas pelo gestor público através do modelo proposto.

Sugere-se a aplicação deste modelo antes do anteprojeto, quando o instrumento for necessário no processo licitatório, porque ele engloba aspectos que serão levantados e analisados nos estudos de viabilidade e no modelo proposto. Também, no anteprojeto aprofunda-se alguns aspectos da solução escolhida, como a produção de desenhos técnicos e do cronograma preliminar de execução. Assim, pensa-se que é interessante a escolha da técnica construtiva antes desta etapa. Contudo, dependendo das particularidades de cada projeto, essa definição não impõe limitação para que seja feito um anteprojeto considerando ambas as diferentes técnicas construtivas e que a escolha da melhor solução seja feita após o desenvolvimento do mesmo.

As duas técnicas comparadas pelo modelo são a técnica construtiva em *wood frame* e a técnica construtiva convencional. Por ser uma técnica inovadora, e sendo o foco deste trabalho, a definição, as características, o histórico e as especificidades do *wood frame* foram detalhadas nos capítulos anteriores. Já por técnica construtiva convencional entende-se que se trata da técnica utilizada na maioria das construções em território brasileiro desde o século XX, composta por estruturas de concreto armado, que formam lajes, vigas, pilares e fundação, e com blocos cerâmicos justapostos utilizados como vedação.

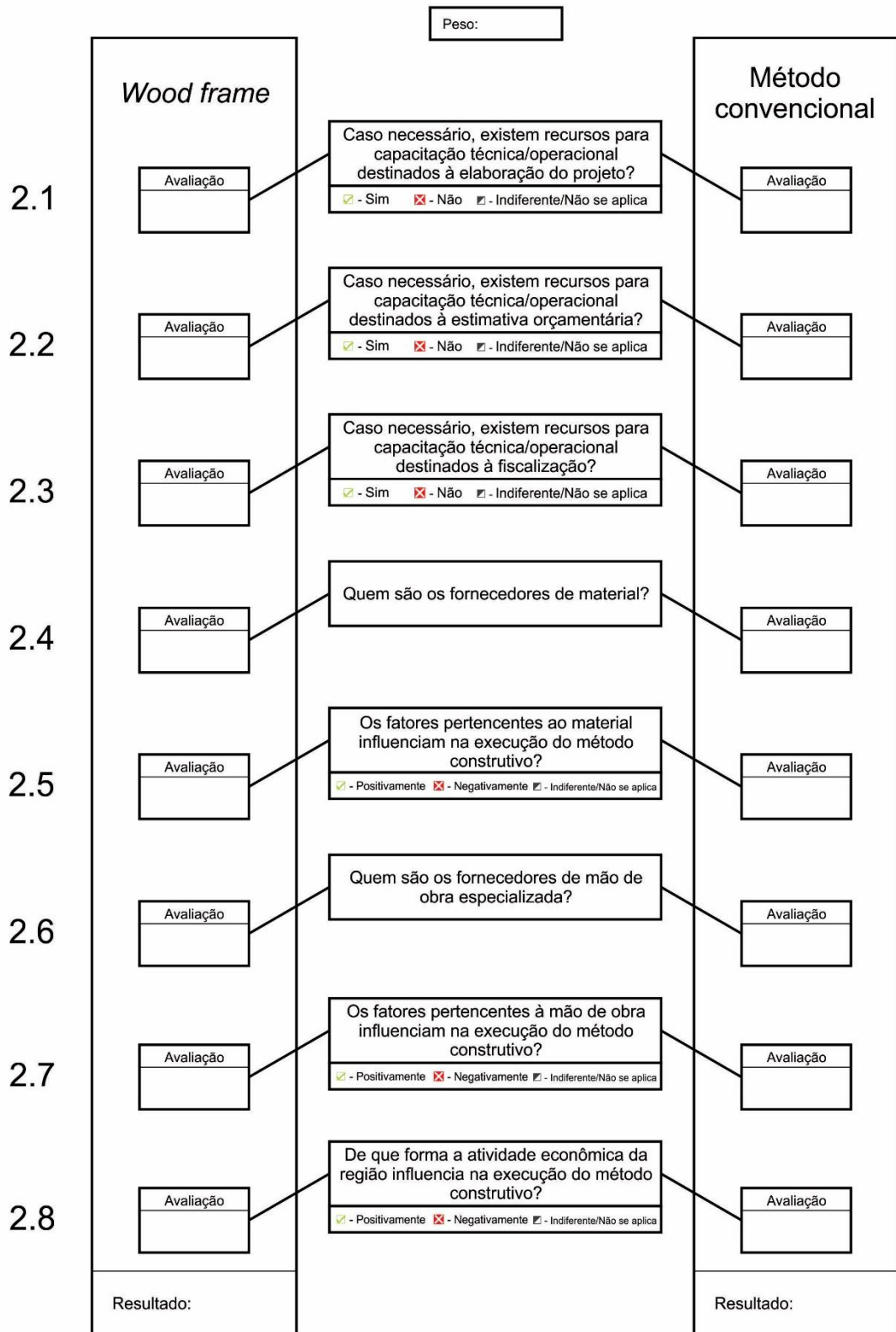
O concreto armado é caracterizado pela combinação entre concreto simples, formado por cimento, água, agregado graúdo e agregado miúdo, e barras de aço, que proporcionam ao elemento estrutural resistência aos esforços solicitantes. Os elementos estruturais, que são vigas, pilares, lajes e fundação, são geralmente moldados por formas de madeira in loco. A alvenaria é composta por elementos de vedação, comumente tijolos cerâmicos, aderidos por uma argamassa, formando um elemento vertical sem função estrutural. Nesta técnica construtiva as cargas da edificação, com exceção de pequenas cargas móveis, decorações etc, são absorvidas pelos elementos de concreto armado (RODRIGUES, 2018).

Com as definições esclarecidas, apresenta-se a proposta de modelo na Figura 13 a Figura 18:

Figura 13 - Categoria 1: Caracterização do objeto
Caracterização do objeto

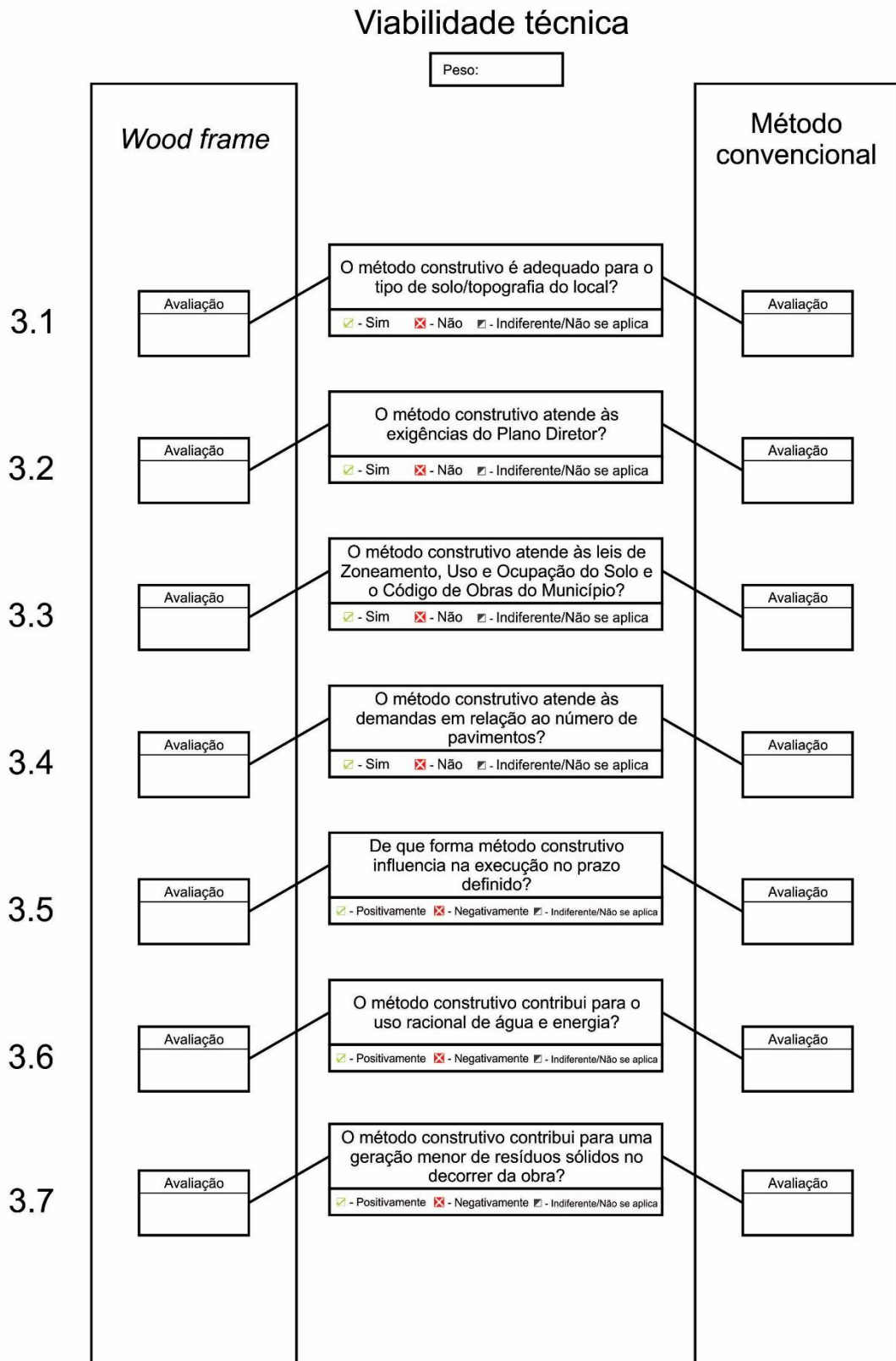
1.1	<table border="1"><tr><td>O que será construído?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	O que será construído?		1.6	<table border="1"><tr><td>O empreendimento atende a qual demanda?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	O empreendimento atende a qual demanda?	
O que será construído?							
O empreendimento atende a qual demanda?							
1.2	<table border="1"><tr><td>Onde localiza-se o empreendimento?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Onde localiza-se o empreendimento?		1.7	<table border="1"><tr><td>Quem usará os ambientes?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Quem usará os ambientes?	
Onde localiza-se o empreendimento?							
Quem usará os ambientes?							
1.3	<table border="1"><tr><td>Qual é o prazo de execução?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Qual é o prazo de execução?		1.8	<table border="1"><tr><td>Quais atividades serão exercidas no empreendimento a ser edificado?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Quais atividades serão exercidas no empreendimento a ser edificado?	
Qual é o prazo de execução?							
Quais atividades serão exercidas no empreendimento a ser edificado?							
1.4	<table border="1"><tr><td>Qual a dimensão (em m²) da estrutura a ser construída?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Qual a dimensão (em m ²) da estrutura a ser construída?		1.9	<table border="1"><tr><td>Qual a origem e o montante dos recursos financeiros a serem destinados para a execução do empreendimento?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Qual a origem e o montante dos recursos financeiros a serem destinados para a execução do empreendimento?	
Qual a dimensão (em m ²) da estrutura a ser construída?							
Qual a origem e o montante dos recursos financeiros a serem destinados para a execução do empreendimento?							
1.5	<table border="1"><tr><td>Qual é a finalidade principal do empreendimento?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Qual é a finalidade principal do empreendimento?		1.10	<table border="1"><tr><td>Qual a vida útil esperada para o empreendimento?</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Qual a vida útil esperada para o empreendimento?	
Qual é a finalidade principal do empreendimento?							
Qual a vida útil esperada para o empreendimento?							

Figura 14 - Categoria 2: Agentes envolvidos (Stakeholders)
Agentes envolvidos (Stakeholders)



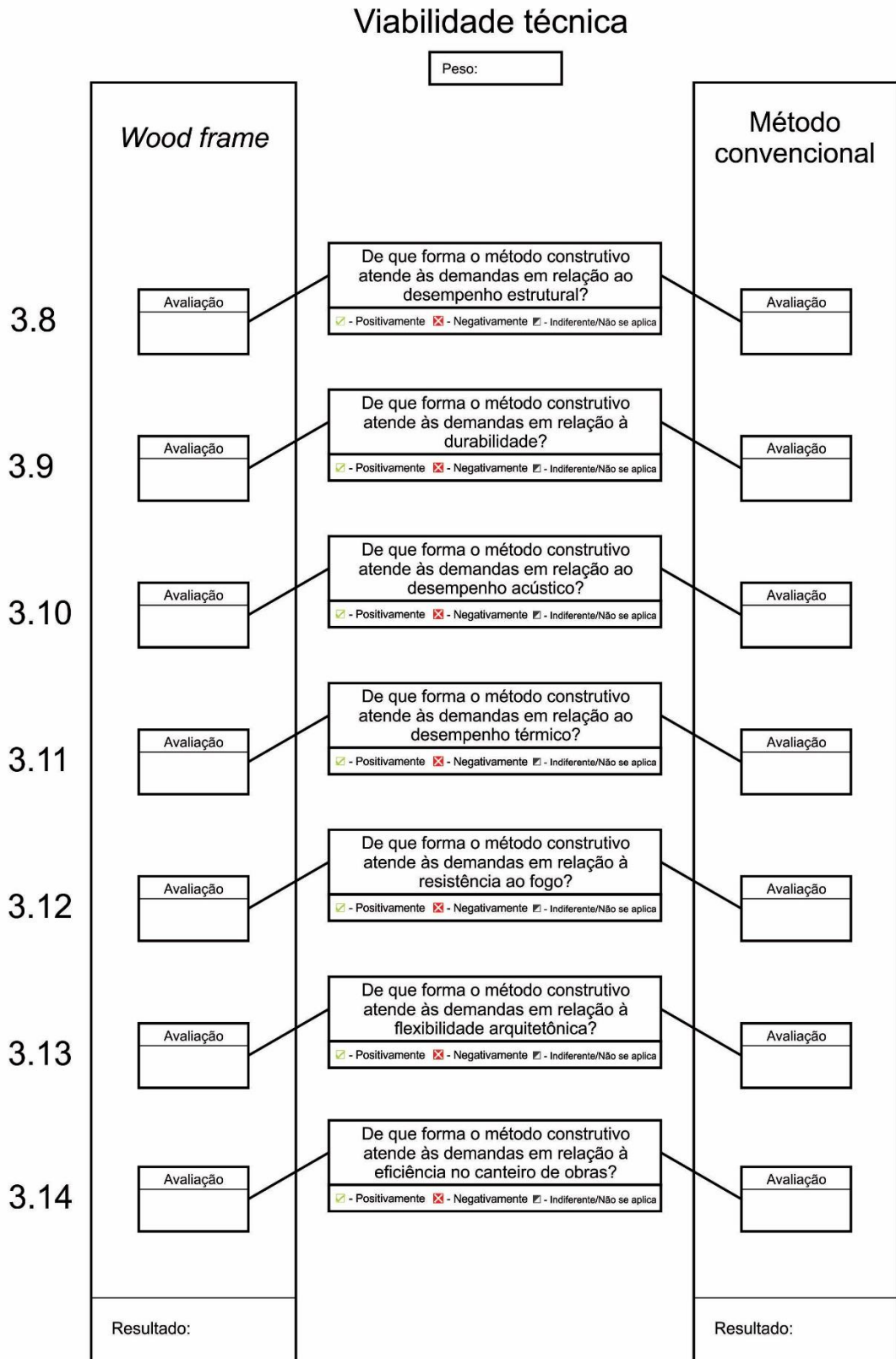
Fonte: Autor (2022)

Figura 15 - Categoria 3: Viabilidade técnica



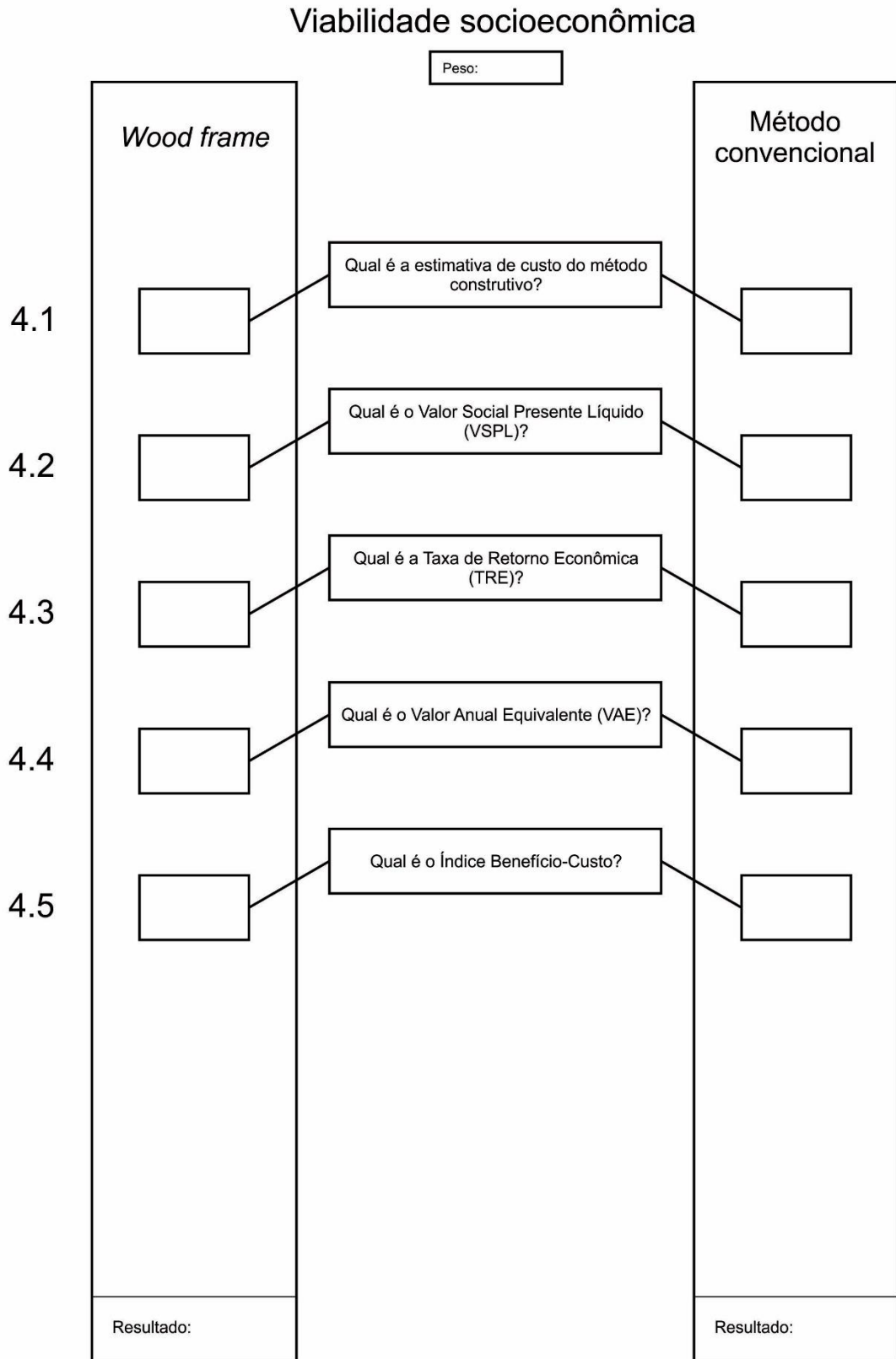
Fonte: Autor (2022)

Figura 16 - Categoria 3: Viabilidade técnica continuação



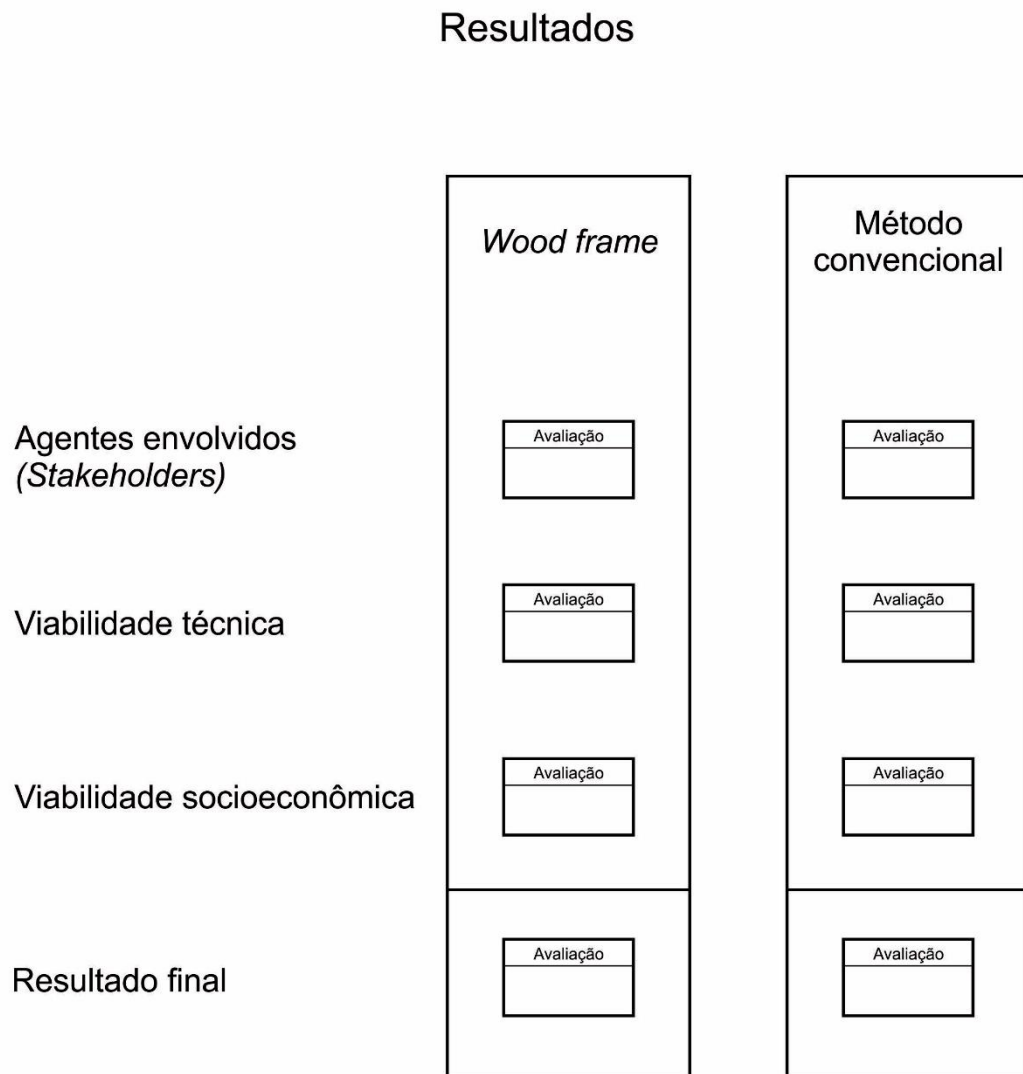
Fonte: Autor (2022)

Figura 17 - Categoria 4: Viabilidade socioeconômica



Fonte: Autor (2022)

Figura 18 - Resultados



4.2 ELEMENTOS DA PROPOSTA DE MODELO

4.2.1 Categorias

O modelo utiliza perguntas tanto discursivas como objetivas para, através da análise global dos critérios inerentes às técnicas construtivas, atingir o objetivo esperado. Para isso, o modelo é separado em quatro categorias:

- Caracterização do objeto: envolve as informações inerentes ao projeto;
- Agentes envolvidos (Stakeholders): envolve as partes interessadas as quais o empreendimento é dependente para que haja sua execução;
- Viabilidade técnica: envolve os critérios ligados a exequibilidade do empreendimento;
- Viabilidade socioeconômica: envolve os critérios financeiros sob uma ótica econômica-social.

As quatro categorias foram construídas a partir das áreas consideradas necessárias para constatar a viabilidade de um método construtivo em um empreendimento público, sendo que a primeira categoria é classificada como uma categoria descritiva, enquanto as demais são classificadas como categorias avaliativas. A diferença se encontra no fato que a categoria descritiva tem o intuito de levantar e expor as informações inerentes ao empreendimento, servindo como base para que as categorias avaliativas sejam alicerçadas. Já as categorias avaliativas são caracterizadas pela concentração de critérios, os quais apresentam similaridades e serão avaliados pelo gestor público de acordo com cada método construtivo.

4.2.2 Tipos de perguntas

Cada categoria é composta por perguntas que englobam aspectos que precisam ser considerados a fim de se constatar qual método construtivo é mais adequado para o empreendimento em questão. Acredita-se que o gestor público, ao responder as perguntas propostas em cada categoria, terá as condições necessárias para comparar, ponderar e esclarecer eventuais questionamentos sobre a aplicação de determinado método construtivo.

As perguntas presentes nas categorias podem pertencer a uma das classificações abaixo:

- Pergunta descritiva;
- Pergunta comparativa objetiva;
- Pergunta comparativa discursiva.

As perguntas descritivas, que apresentam a configuração no modelo conforme a Figura 19, devem ser respondidas descritivamente, estando relacionadas às características do empreendimento, independentemente do método construtivo a ser escolhido. Seu objetivo principal é a contextualização e a caracterização do objeto.

Figura 19 - Exemplo de pergunta descritiva

O que vai ser construído?

Fonte: Autor (2022)

As perguntas comparativas objetivas, que apresentam a configuração no modelo conforme a Figura 20, abordam aspectos relativos aos métodos construtivos e devem ser respondidas de acordo com a legenda presente no quadro abaixo de cada pergunta. Utiliza-se um sistema de cores e símbolos para agregar ao modelo um aspecto mais cognitivo. Acredita-se que, ao aplicar um sistema visual, a percepção global das respostas no modelo será favorecida por meio do destaque dos pontos positivos ou negativos. O símbolo e a cor variam de acordo com a legenda explícita abaixo de cada enunciado. Porém, de maneira geral, atribui-se uma conotação positiva à cor verde, negativa à cor vermelha e neutra à cor cinza, como mostrado na Figura 21.

Figura 20 - Exemplo de pergunta comparativa objetiva

Avaliação	O método construtivo é adequado para o tipo de solo/topografia do local? <input type="checkbox"/> - Sim <input type="checkbox"/> - Não <input type="checkbox"/> - Indiferente/Não se aplica	Avaliação

Fonte: Autor (2022)

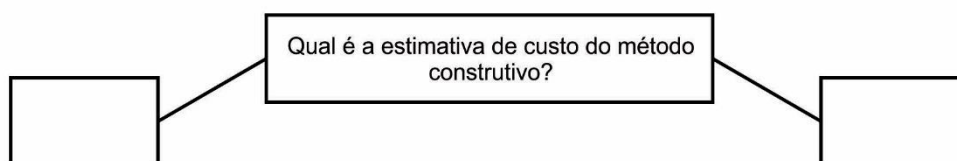
Figura 21 - Exemplo de legenda



Fonte: Autor (2022)

O último tipo de perguntas encontradas no modelo são as perguntas comparativas discursivas. Estas perguntas também estão relacionadas aos métodos construtivos, entretanto não podem ser respondidas objetivamente, pois, diferentemente das perguntas comparativas objetivas, não são regidas por uma métrica. As perguntas devem ser respondidas discursivamente de forma qualitativa ou quantitativa conforme o enunciado. Perguntas com a classificação acima apresentam a configuração no modelo conforme a Figura 22.

Figura 22 - Exemplo de pergunta comparativa objetiva discursiva



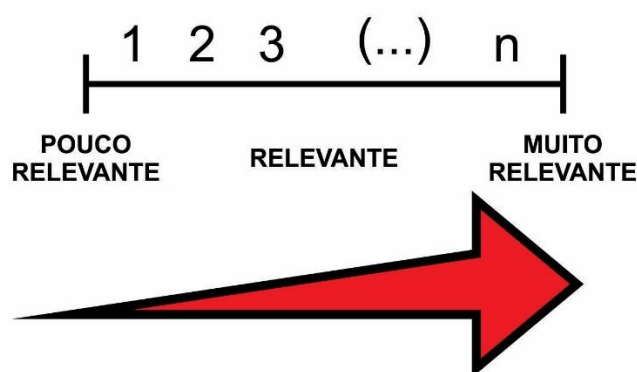
Fonte: Autor (2022)

4.2.3 Escala de pesos

O modelo também trabalha com um sistema de pesos atribuído a cada categoria avaliativa, objetivando ranquear e priorizar os aspectos julgados pelo gestor como mais influenciadores na tomada de decisão. O peso deve ser atribuído por quem aplica o modelo e devem ser consideradas as particularidades circunstanciais do empreendimento, quanto a fatores inerentes ao projeto, ao órgão, ao plano orçamentário e recursos disponíveis, aos fornecedores que serão necessários em diversas áreas, a atividade econômica da região, ao atendimento das legislações vigentes dos órgãos reguladores e demais aspectos que possam influenciar a escolha

do gestor. A escala deve seguir uma ordem numérica crescente, ou seja, peso menores para categorias menos relevantes e pesos maiores para as categorias mais relevantes, conforme a Figura 23.

Figura 23 - Escala de pesos a serem atribuídos à categorias avaliativas



Fonte: Autor (2022)

4.2.4 Escala de notas

Após responder as perguntas em cada linha das categorias avaliativas, o gestor deve considerar todos os aspectos avaliados e atribuir uma nota de 1 a 5 para a categoria como um todo. A pergunta que rege o teor da nota é a seguinte:

- Considerando os aspectos desta categoria, em uma escala de 1 a 5, como o método construtivo, na sua avaliação, se adequa às necessidades do empreendimento?

4.2.5 Resultado final

A partir das notas e dos pesos, é possível obter o resultado final, conforme os critérios avaliativos, a respeito de qual método construtivo é mais adequado para o empreendimento em questão. O resultado é calculado através da média aritmética ponderada apresentada na equação (4):

$$RF = \left[\frac{N1 * P1 + N2 * P2 + N3 * P3}{P1 + P2 + P3} \right] \quad (4)$$

Onde,

RF = Resultado final;

N = Nota da categoria;

P = Peso da categoria.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO

Identificada como a primeira categoria da proposta de modelo, essa etapa é composta por perguntas descritivas, as quais apresentam as características básicas do empreendimento a ser construído. As perguntas abordam temas inerentes ao projeto, como área a ser construída, terreno, prazo de execução; desempenho pretendido do empreendimento; questões arquitetônicas, como o uso do espaço, finalidade e questões políticas como o planejamento orçamentário e o atendimento de demandas.

Como pode-se observar, todas as perguntas independem da técnica construtiva, por isso, a categoria não tem caráter avaliativo ou comparativo. Também, como não é objetivo do modelo fornecer insumos para a composição do programa de necessidades, a categoria não deve ser utilizada para discussão e definição, pois essas discussões devem ter ocorrido previamente com a equipe interna.

Essa categoria é intrínseca a proposta de modelo, pois tem-se como objetivo:

- Contextualizar aspectos pertencentes ao objeto da licitação;
- Concentrar respostas que servirão como base e auxílio para responder as perguntas comparativas das outras categorias;
- Apresentar as exigências quanto ao desempenho pretendido do empreendimento, ao definir suas características básicas e ao considerar a área de influência, a população atingida e a região beneficiada pelo futuro empreendimento, além dos padrões de acabamento, a área construída, a durabilidade, a qualidade e a destinação do bem a ser construído;
- Expor de maneira evidente qual é a demanda a ser atingida de modo que a escolha do método construtivo mais adequado seja norteada para suprir os resultados esperados;
- Constatar que o programa de necessidades foi concebido de forma minuciosa, de modo que ele se torne um instrumento de informação que balizará os estudos posteriores e evitará que questões importantes do projeto não tenham sido discutidas.

As perguntas a serem respondidas nesta etapa estão apresentadas a seguir:

- 1.1 O que vai ser construído?

- 1.2 Onde localiza-se o empreendimento?
- 1.3 Qual é o prazo de execução?
- 1.4 Qual a dimensão (em m²) da estrutura a ser construída?
- 1.5 Qual é a finalidade principal do empreendimento?
- 1.6 O empreendimento atende a qual demanda?
- 1.7 Quem irá usar os ambientes?
- 1.8 Quais atividades serão exercidas no empreendimento a ser edificado?
- 1.9 Qual a origem e o montante dos recursos financeiros a serem destinados para a execução do empreendimento?
- 1.10 Qual a vida útil esperada para o empreendimento?

4.4 AGENTES ENVOLVIDOS (*STAKEHOLDERS*)

A segunda categoria envolve as partes que estão diretamente ligadas com a realização do projeto, influenciando, assim, a realização do mesmo. *Project Management Institute* (2009) define *stakeholder* como as pessoas ou organizações que estão ativamente envolvidas no projeto, as quais a atuação pode afetar positivamente ou negativamente a execução ou término deste. Esses *stakeholders*, neste contexto, podem ser:

- Equipe interna;
- Projetistas;
- Equipe de fiscalização;
- Fornecedores de mão de obra;
- Fornecedores de material.

O questionário se inicia com as perguntas a seguir:

- 2.1 Caso necessário, existem recursos para capacitação técnica/operacional destinados à elaboração do projeto?
- 2.2 Caso necessário, existem recursos para capacitação técnica/operacional destinados à estimativa orçamentária?
- 2.3 Caso necessário, existem recursos para capacitação técnica/operacional destinados à fiscalização?

As três primeiras perguntas se referem à capacitação técnica e operacional dos agentes para a realização de atividades relacionadas ao empreendimento. Como trata-se da análise de uma técnica inovadora no território nacional, é possível que, internamente, o órgão público não possua corpo técnico com conhecimento para elaborar o projeto ou fiscalizar a obra. Nesse caso, será necessário a capacitação da equipe técnica com o intuito de avaliar os aspectos relativos ao método construtivo, sendo que a falta de recursos destinados a esse fim poderá ser um fator limitante para a escolha de uma técnica mais inovadora.

Outro aspecto importante, que pode ser fator limitante para a escolha do sistema construtivo *wood frame*, é o levantamento de fornecedores de material e de mão de obra especializada, justamente o que é abordado nas perguntas a seguir:

- 2.4 Quem são os fornecedores de material?

- 2.6 Quem são os fornecedores de mão de obra especializada?

A fim de possuir capacidade para responder a essas perguntas, o gestor precisa realizar um levantamento dos possíveis fornecedores, caso esses sejam desconhecidos, que providenciam os recursos necessários para execução do projeto. A análise e comparação desses fornecedores é abordada nas perguntas posteriores:

- 2.5 Os fatores pertencentes ao material influenciam na execução do método construtivo?
- 2.7 Os fatores pertencentes à mão de obra influenciam na execução do método construtivo?
- 2.8 De que forma a atividade econômica da região influencia na execução do método construtivo?

Os fatores que são tratados nas perguntas acima podem ser decisivos na opção de escolha do método construtivo. Por exemplo, caso a construtora mais próxima, geograficamente, que trabalhe com a técnica construtiva esteja a uma longa distância, certamente, o custo operacional poderá tornar o projeto inviável de execução, tanto pela ótica do gestor como pela do fornecedor. Por outro lado, por exemplo, caso a região esteja inserida em um polo madeireiro, a proximidade deste tipo de indústria poderá acrescentar vantagens relacionadas tanto ao custo do projeto como à abundância de matéria-prima.

4.5 VIABILIDADE TÉCNICA

A terceira categoria proposta avalia os aspectos técnicos não quantificáveis entre ambos os métodos construtivos. É nesta etapa que se avalia a exequibilidade da obra, e qual técnica é a que mais se sobressai nos critérios de desempenho.

As primeiras perguntas da categoria abordam critérios relacionados a execução da obra, sendo elas:

- 3.1 O método construtivo é adequado para o tipo de solo/topografia do local?
- 3.2 O método construtivo atende às exigências do Plano Diretor?
- 3.3 O método construtivo atende às leis de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e o Código de Obras do Município?
- 3.4 O método construtivo atende às demandas em relação ao número de pavimentos?

- 3.5 De que forma método construtivo influencia para a execução no prazo definido?

Ao responder estas perguntas, deve-se atentar para a possibilidade de existir alguma característica intrínseca aos métodos construtivos que restrinjam sua aplicação, tanto por questões legislativas como por questões estruturais. Por exemplo, o Plano Diretor do Município pode apresentar restrições em relação a algum dos métodos construtivos analisados, caso não esteja alinhado com as diretrizes de construção daquela região. Outro exemplo da importância das respostas às perguntas acima seria a questão do número de pavimentos a serem construídos. Caso seja previsto um edifício com mais de cinco pavimentos, o *wood frame* não seria adequado, pois essa é uma limitação estrutural da técnica (MOLINA; CALIL, 2010).

Outras perguntas propostas, que englobam critérios relacionados à viabilidade técnica, são as que abordam as questões sustentáveis, como:

- 3.6 O método construtivo contribui para o uso racional de água e energia?
- 3.7 O método construtivo contribui para uma geração menor de resíduos sólidos no decorrer da obra?

Além do estudo da viabilidade ambiental, onde averigua-se o local da obra e o potencial poluidor do empreendimento, o gestor pode comparar a sustentabilidade entre as duas técnicas construtivas tanto no uso racional de recursos quanto na geração de resíduos sólidos. Como desenvolvido anteriormente, a geração de resíduos sólidos pela construção civil é um dos maiores problemas ambientais do ramo e devem ser apresentadas alternativas construtivas que contornem essa situação.

Agora, abordando a questão do desempenho e durabilidade do método construtivo, apresenta-se as seguintes perguntas:

- 3.8 De que forma o método construtivo atende às demandas em relação ao desempenho estrutural?
- 3.9 De que forma o método construtivo atende às demandas em relação à durabilidade?
- 3.12 De que forma o método construtivo atende às demandas em relação à resistência ao fogo?

Para responder a estas perguntas, será necessário avaliar, de forma preliminar, se os esforços previstos à estrutura estão de acordo com a capacidade de carga que a técnica construtiva fornece. Também, precisa-se considerar a Vida Útil de Projeto (VUP), que é o período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, de modo a atender aos requisitos de desempenho estabelecidos em norma técnica, considerando a correta execução dos processos de manutenção dentro da periodicidade especificada (VILLANUEVA, 2015). A durabilidade da estrutura também foi discutida no programa de necessidades, estando contido na primeira categoria desse modelo, sendo necessário ponderar se as técnicas estão alinhadas a essa definição, além de comparar qual técnica se mostra mais propensa a atingir a demanda prevista.

No que tange a resistência ao fogo, que é a capacidade da estrutura em resistir à ação de um incêndio durante determinado período, esta resposta exigirá do gestor uma avaliação mais pormenorizada do sistema preventivo de incêndio a ser adotado, por tratar-se de duas técnicas que utilizam matérias diferentes, sendo um deles mais propenso a ser consumido pela ação do fogo.

Outros critérios que devem ser considerados são em relação ao conforto térmico e acústico:

- 3.10 De que forma o método construtivo atende às demandas em relação ao desempenho acústico?
- 3.11 De que forma o método construtivo atende às demandas em relação ao desempenho térmico?

O conforto térmico pode ser definido quando o indivíduo experimenta uma sensação de bem estar no ambiente em que se encontra, resultado de fatores como a umidade relativa do ar, a temperatura radiante média, a temperatura do ambiente e a velocidade relativa do ar (RUAS, 1999). Enquanto conforto acústico pode ser definido como a sensação auditiva de bem-estar pelos indivíduos que utilizam o ambiente, minimizando incômodos causados por ruídos excessivos internos ou externos (CA2, 2019). As técnicas possuem diferentes desempenhos acústico e térmico e dependendo da necessidade do projeto, como a construção de um hospital ou escola, esse critério pode ter peso maior de decisão em relação a outros.

Por último, avalia-se a flexibilidade arquitetônica e a eficiência na construção:

- 3.13 De que forma o método construtivo atende às demandas em relação à flexibilidade arquitetônica?
- 3.14 De que forma o método construtivo atende às demandas em relação à eficiência no canteiro de obras?

A flexibilidade arquitetônica pode ser definida como a capacidade do edifício em se transformar ao longo do tempo, conformando-se aos diferentes arranjos espaciais, e a adaptabilidade como a capacidade em servir a diferentes usos sociais (GROAK, 2002). Esse critério, somado a eficiência construtiva, é destacado no *wood frame*, conforme apresentado no Capítulo 2.1.2 deste trabalho, como diferenciais dessa técnica construtiva.

Como pode-se observar, a maioria dos critérios dessa categoria são subjetivos e influenciados diretamente pelas particularidades de cada projeto. Caberá ao gestor público, tendo em mente as necessidades e a demanda individual do empreendimento, designar quais critérios terão peso maior de decisão e que serão priorizados na busca do melhor alcance de resultados pela técnica escolhida.

4.6 VIABILIDADE SOCIOECONÔMICA

A última fase da proposta de modelo inclui a análise da viabilidade socioeconômica. Enquanto a análise dos critérios técnicos define a exequibilidade da obra, a análise dos critérios socioeconômicos define a relação entre investimento e retorno, tanto financeiro quanto social. Dessa forma, não é possível racionalizar a viabilidade de uma obra pública sem considerar ambos os aspectos, evitando assim o risco de se concluir tarde demais que um projeto não atenderá tanto as necessidades esperadas quanto ao caixa do órgão. Assim, essa fase é caracterizada pelo levantamento de indicadores de estimativa de custos, como também por indicadores econômicos e financeiros.

O item 4.1 da proposta de modelo que apresenta a pergunta: “Qual é a estimativa de custo do método construtivo?” refere-se ao montante de investimento necessário a ser investido para a execução da técnica construtiva, calculado por uma avaliação expedita.

Para essa fase, decidiu-se na utilização de uma estimativa de custos como forma de quantificação dos dados de cada método construtivo. Altounian (2016) defende que, em fases iniciais de concepção, deve-se utilizar métodos considerados mais simples para estimar custos, pois, apesar de menos precisos, possibilitam uma visão gerencial que permite concluir se deve haver continuidade no estudo e avaliação de determinada solução construtiva. Em contraponto, métodos de melhor precisão acarretam maior investimento por parte de quem orça, pois necessitam de um conjunto maior de informações e um trabalho mais aprofundado da equipe técnica. O que pode ser considerado um grande e prematuro investimento de recursos em um momento em que não se tem a convicção da viabilidade da implantação do projeto.

Conforme as fases da licitação vão avançando, diferentes métodos de avaliação de custo se mostram mais úteis alinhados com a necessidade do momento. Por exemplo, uma avaliação expedita na fase inicial, mesmo com menor precisão, permite que o gestor, investindo uma menor quantidade de recursos, determine a viabilidade de uma solução ou até mesmo a inviabilidade de uma obra como um todo. Por outro lado, estudos detalhados em fases posteriores são mais precisos e dispendiosos, porém possibilitam a exata caracterização do que vai ser construído e fornecem os custos que serão definidos com a empresa vencedora da licitação. O

Quadro 3 demonstra as diferentes formas de orçamento conforme o seu objetivo e precisão.

Quadro 3 - Precisão de metodologias de avaliação de custo x fase do empreendimento

Fase do Empreendimento	Avaliação de Custo	Referências	Nível de precisão	Recurso para avaliação
Inicial	Expedita	Custos por m ²	Baixo	Pouco
Intermediária	Resumida	Orçamento estimado dos serviços	Médio	Médio
Final	Detalhada	Orçamento detalhado dos serviços	Alto	Elevado

Fonte: Adaptado de Altounian (2016)

Como o objetivo do modelo é comparar dois métodos construtivos na fase de estudos preliminares, acredita-se que a estimativa de custos seja uma ferramenta útil para que o gestor analise inicialmente a conveniência do investimento e possa confrontar os resultados, tanto entre as técnicas consideradas como também com o montante financeiro que pode ser desprendido para execução do empreendimento. Também, prezou-se pela eficiência enquanto estruturava-se este modelo para que sua aplicação fosse facilitada e não necessitasse de um desprendimento excessivo de recursos humanos ou financeiros. Assim, viu-se como opção a avaliação expedita que pode ser facilmente levantada e gerenciada pelos recursos presentes no órgão competente. Contudo, outras formas de orçamentação mais precisas podem ser executadas nesta etapa, ou até mesmo posteriormente no anteprojeto ou em outros estudos.

A avaliação expedita pode ser levantada através do indicador CUB (Custo Unitário Básico) que é a razão entre custo e metro quadrado. O indicador é levantado pelo Sinduscon (Sindicatos Estaduais da Indústria da Construção Civil) mensalmente para diferentes regiões do país, conforme consta na Lei 4.591/64 no artigo 54. Já a aplicação dos critérios e normas relacionados ao indicador estão presentes na NBR 12.721, conforme prescrito no artigo 53 da referida lei, o qual apresenta as diretrizes para avaliação de custos unitários e para o cálculo do rateio de construção.

A norma define tipos de projeto-padrão que são exemplos de edificações com características parecidas como: padrão de construção, número de pavimentos, número de quartos, banheiros e área privativa. O CUB sofrerá variação conforme essas características. (MUTTI, 2016). Também é definido na NBR 12.721 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006) os diferentes tipos de áreas, conforme o padrão de acabamento, que influenciam diretamente no cálculo do indicador:

- Áreas cobertas reais: Medidas de superfícies de quaisquer dependências cobertas, nelas incluídas as superfícies das projeções de paredes, de pilares e demais elementos construtivos;
- Áreas cobertas padrão: Medidas de superfícies de quaisquer dependências cobertas, as quais possuem padrão de acabamento semelhantes às respectivas áreas dos projetos-padrão adotados na normativa;
- Áreas cobertas de padrão diferente: Áreas cobertas de padrão de acabamento inferior ou superior ao tipo escolhido entre os padronizados na normativa;
- Áreas descobertas: Medidas da superfície de quaisquer dependências não cobertas, por exemplo área de serviço e estacionamento descobertos, terraço privativo, etc;
- Área equivalente em área de custo padrão total: Áreas estimadas que tenham o mesmo valor que o estimado para os tipos de áreas anteriormente citadas.

Contudo, alguns elementos não são considerados no cálculo do CUB, mas devem ser levados em conta na estimativa de custos, de acordo com o estabelecido no projeto e especificações correspondentes a cada caso particular. A NBR 12.721 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006) cita alguns:

- fundações especiais;
- elevadores;
- equipamentos e instalações como fogões, aquecedores, bombas de recalque, ar condicionado e calefação;
- playgrounds;
- obras e serviços complementares;
- remuneração da construtora e do incorporador;
- outros serviços.

Assim, Altounian (2016) sugere que o valor final do empreendimento por metro quadrado, sem consideração do custo de aquisição do terreno, deve ser ajustado pela equação (5):

$$VF = \left[CB + \frac{E + (Dif.F) + Ie}{S} \right] \times (1 + F) \times (1 + A) \times (1 + L) \quad (5)$$

Onde,

VF = preço final por m² CB - custo unitário básico por m² (Sinduscon);

E = custo dos elevadores;

Dif.F = acréscimo devido às fundações especiais;

Ie = custo das instalações especiais;

S = área construída equivalente;

F = custo financeiro;

A = taxa de administração;

L = lucro sobre o total investido.

Destaca-se que ao tratar-se do *wood frame*, uma técnica construtiva que não é largamente difundida no território brasileiro, é possível que se encontre dificuldades em calcular o CUB por falta de insumos. Assim, indica-se a utilização de outros indicadores relativos aos custos de obras de edificação, como o Sinapi/CEF-IBGE, ou diretamente com fornecedores de mão de obra especializada.

Os itens, a seguir, se referem aos indicadores socioeconômicos apresentados no capítulo 2.4.1 - Análise socioeconômica da fundamentação teórica, os quais suas equações estão sintetizadas no Quadro 4:

- 4.2 - Qual é o Valor Social Presente Líquido (VSPL)?
- 4.3 - Qual é o Taxa de Retorno Econômica (TRE)?
- 4.4 - Qual é o Valor Anual Equivalente (VAE)?
- 4.5 - Qual é o Índice Benefício-Custo?

Quadro 4 - Resumo das equações dos indicadores socioeconômicos

Indicador socioeconômico	Equação
--------------------------	---------

Valor Social Presente Líquido (VSPL)	$VSPL_0 = \sum_{t=0}^T \frac{BL_t}{(1 + TSD)^t} + VR$
Taxa de Retorno Econômica (TRE)	$0 = \sum_{t=0}^T \frac{BL_t}{(1 + TRE)^t} + VR$
Valor Anual Equivalente (VAE)	$VAE = VSPL \frac{TSD}{1 - (1 + TSD)^{-T}}$

Fonte: Autor (2022)

Recomenda-se que após a determinação dos indicadores, os valores correspondentes ao *wood frame* e ao método convencional sejam comparados entre si, a fim de evidenciar qual método construtivo se mostra mais vantajoso nesse aspecto. Também, recomenda-se a comparação dos indicadores entre si, pois cada um apresenta vantagens e desvantagens e possíveis imprecisões que só uma análise holística é capaz de informar com mais propriedade qual solução é mais adequada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 QUANTO À PROPOSTA DE MODELO

Esse trabalho consistiu na elaboração de uma proposta de modelo para análise do *wood frame*, comparado a alvenaria convencional, para aplicação em prédios de uso público. O modelo foi estruturado através dos conhecimentos explorados no segundo capítulo deste trabalho, que engloba as áreas da engenharia civil, administração pública e gestão financeira. A fundamentação teórica abordou temas como *wood frame*, princípios da administração pública, licitação e contratos administrativos, e análise de viabilidade.

Dessa forma, foi possível desenvolver, por meio de ferramentas gráficas, um modelo visual que oferece ao gestor público uma ferramenta para auxílio na tomada de decisão. O modelo apresentou quatro categorias, uma descritiva e três avaliativas, as quais através de perguntas instigam a análise e comparação entre as técnicas construtivas.

Acredita-se que este trabalho e o produto principal dele, a proposta de modelo, podem ser úteis para diferentes possíveis cenários. O trabalho pode servir como introdução a respeito do *wood frame* para o leitor que desconhece tal sistema construtivo, podendo ser um gestor público que, possivelmente, é um leigo sobre este tema. Através da apresentação das especificidades construtivas, características dos subsistemas e o histórico do método construtivo, este trabalho pode servir como base para contextualizar o *wood frame* e instigar o leitor a buscar outras fontes de informações para um conhecimento mais aprofundado.

Já a proposta metodológica pode servir como um guia para nortear os passos que precisam ser seguidos para constatar se o *wood frame* é mais vantajoso do que a alvenaria convencional em um determinado empreendimento. O modelo também serve para evidenciar e incentivar a análise de outros critérios de desempenho, não se limitando somente à análise econômica. Esses critérios eventualmente não são considerados na tomada de decisão do gestor público, simplesmente por falta de conhecimento ou pelo hábito de priorizar somente aspectos econômicos. Também, a forma que o modelo é apresentado contribui para a comparação entre os métodos

construtivos, através da disposição dos critérios no centro e os métodos construtivos nas laterais, adquirindo um aspecto visual à proposta. Assim, o modelo estimula a comparação entre diferentes aspectos para uma análise completa das duas técnicas construtivas.

Ao utilizar-se de perguntas intuitivas e englobar, majoritariamente, ações que já seriam feitas nos estudos de viabilidade, o modelo pode ser relativamente rápido de ser aplicado e exigindo recursos limitados. A opção por desenvolver uma proposta de modelo simples e ágil está alinhada com o princípio da eficiência, presente na CF, que diz que Administração Pública deve agir com economicidade e produtividade, pois o objetivo final é auxiliar o gestor na tomada de decisão e não acrescentar mais uma etapa burocrática no processo licitatório, que exigiria despender grande esforço tendo como contrapartida um possível resultado não expressivo.

Assim, num cenário onde o gestor público tem pouco conhecimento sobre o *wood frame* e havendo a intenção de desenvolver um edital de licitação de uma obra pública, através da leitura deste trabalho, acredita-se que ele será capaz de nortear-se, capacitando-se mesmo que de forma incipiente, em relação a técnica construtiva, podendo aplicar a proposta de modelo a fim de constatar a viabilidade do *wood frame* para o empreendimento em questão.

Por outro lado, a proposta de modelo consiste na generalização de diferentes aspectos que foram condensados para atribuir a ferramenta eficiência e facilidade na aplicação. Apesar dessa abrangência, tem-se a ciência que o modelo eventualmente pode não fazer sentido para um determinado órgão público ou para determinada obra a ser empreendida, levando em consideração a pluralidade das diferenças entre os órgãos públicos nacionais e suas funções e objetivos dentro da esfera pública, distintos por suas características regionais, orçamentárias, administrativas, necessidades a serem atendidas, etc. Esta limitação está alicerçada na impossibilidade da criação de um modelo único que seja útil para todas as possíveis diversas e hipotéticas situações a serem enfrentadas pelos órgãos públicos. Outras limitações associadas à aplicação do modelo estão relacionadas à técnica construtiva *wood frame*, que por ainda possuir o status de inovadora em território nacional, pode trazer ao gestor dificuldades em levantar fornecedores de mão de obra especializada, na etapa dos agentes envolvidos, e adquirir um índice de custo de construção preciso, na etapa da análise socioeconômica.

De forma geral, acredita-se que, com a implementação e validação, a proposta metodológica seja um passo à frente para aplicação do *wood frame* em prédios públicos.

5.2 QUANTO AO *WOOD FRAME* EM CONTRATAÇÕES REALIZADAS PELA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

Como apresentado no decorrer do trabalho, a construção civil brasileira demonstra baixa produtividade e alto índice de desperdício de material. Como as obras públicas estão inseridas neste contexto, essas características também estão presentes nas suas execuções, evidenciadas pela quantidade de obras paralisadas ou com cronogramas em atraso e ainda àquelas que mesmo finalizadas podem ser classificadas como construções de baixa qualidade. Dessa forma, acredita-se que a utilização de técnicas industrializadas, como o *wood frame*, pode auxiliar concretamente a reverter esse cenário.

Apesar de que há poucos registros da aplicação do *wood frame* em edificações de uso público, acredita-se que o método construtivo está alinhado aos princípios contidos no artigo 5º da Lei nº 14.333/2021. Destaca-se o princípio da economicidade, que está baseado na melhor aplicação dos recursos do Estado, considerando a atividade administrativa como o meio para atingir-se os melhores resultados do ponto de vista qualitativo e quantitativo (Bonatto, 2010). Através das pesquisas realizadas para compor a fundamentação teórica deste trabalho, acredita-se que o *wood frame* apresenta melhores resultados qualitativos comparado à alvenaria convencional, no que tange à eficiência e agilidade na construção, bem como um melhor desempenho acústico e térmico. Também, há estudos, como o realizado por Oliveira *et. al* (2019), que demonstram que a técnica construtiva pode ser mais econômica que a alvenaria convencional.

O *wood frame* também está mais alinhado com o desenvolvimento nacional sustentável do que o método convencional, de acordo com os critérios e práticas sustentáveis presentes no Decreto nº 7.746/2012. O *wood frame* pode ser considerado mais alinhado a essa proposta, pois apresenta maior eficiência na utilização de recursos naturais como água e energia, uma origem sustentável dos

recursos naturais utilizados nos bens e a utilização de produtos florestais madeireiros originários de manejo florestal sustentável ou de reflorestamento (BRASIL, 2012)

Assim, acredita-se que o meio público também pode ser beneficiado, ao aplicar em obras públicas, técnicas construtivas industrializadas, como o *wood frame*. As vantagens do *wood frame*, como a rápida execução e montagem parcial em fábrica, podem ser diferenciais em situações de emergência, onde é preciso construir uma estrutura rapidamente, como a construção de um hospital de campanha ou estruturas temporárias em um desastre natural.

5.3 QUANTO AOS OBJETIVOS DO TRABALHO

Quanto a pergunta de pesquisa: “Considerando o cenário da construção civil brasileira, como avaliar a viabilidade do uso de *wood frame* em prédios de uso públicos?”, considera-se que ela foi respondida através das discussões levantadas no trabalho e no desenvolvimento da proposta de modelo.

Quanto ao cumprimento dos objetivos específicos, conclui-se que foram atingidos. No capítulo 2, abordou-se o sistema construtivo *wood frame*, seu histórico de implementação no Brasil e os principais processos de contratação de empresas de engenharia no meio público. No capítulo 4, comparou-se as características do sistema *wood frame* com o sistema construtivo convencional e propôs-se um modelo estruturado para a adoção do sistema *wood frame* para a tomada de decisão pelo gestor público.

Ao atingir os objetivos específicos, o objetivo geral também foi atingido e conclui-se que a composição de cada parte do trabalho converge para a análise da possibilidade de adoção do *wood frame* em edificações de uso público.

5.4 QUANTO A SUGESTÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES

Como há um déficit de trabalhos que relacionam o método construtivo em *wood frame* e edificações públicas, julga-se que o tema pode ser ainda muito mais abordado e explorado dentro da academia. A principal sugestão seria a validação do modelo através de sua aplicação em um estudo de caso, onde seria possível avaliar se o modelo realmente se mostrou útil na tomada de decisão por parte do gestor

público. Outra sugestão é uma estimativa de custo detalhada entre os dois métodos construtivos, abordados neste trabalho, em uma edificação de uso público, porque há carência de informações que forneçam tais insumos para conclusão de qual técnica construtiva é mais viável no aspecto econômico, no contexto de obras públicas.

Sugere-se também um levantamento de edificações de uso público que foram construídas utilizando o *wood frame* no território brasileiro, analisando quais foram as vantagens e desvantagens observadas durante as etapas de licitação, execução do projeto e pós-obra. Essa sugestão está motivada pela dificuldade do autor em encontrar evidências do método construtivo sendo aplicado no Brasil, além das edificações privadas e habitações de interesse social. Nesta mesma linha de ausência de obras públicas em *wood frame* realizadas no âmbito público, sugere-se um diagnóstico das tentativas de aplicação da técnica construtiva no território nacional, com o intuito de levantar as razões que levaram os gestores públicos a desconsiderar a escolha do referido método construtivo.

Por último, seria interessante adaptar o modelo para outras técnicas construtivas industrializadas, como o *Light Steel Framing* e concreto pré-moldado, onde levantar-se-ia outros critérios relevantes para comparação e evidenciar-se-ia as limitações e vantagens inerentes a cada técnica se comparadas à alvenaria convencional.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema do trabalho uniu, primordialmente, três motivações do autor. O autor sempre nutriu interesse e curiosidade por tecnologia e mostrou-se intrigado em saber como a construção civil desenvolve-se em outros países. Outra questão importante para o autor está relacionada à sustentabilidade. Como foi apontado no decorrer do trabalho, a construção civil é uma das indústrias que mais gera resíduos sólidos e o autor sente, baseado em sua experiência discente, não haver discussão suficiente deste tema no âmbito da academia, que, certamente, poderia ter um papel fundamental para reverter esse cenário. Por último, sempre foi de interesse do autor em produzir um trabalho que colaborasse com o bem público, visto que o autor teve sua formação acadêmica em uma universidade pública e acredita-se que o trabalho

de conclusão do curso é uma das primeiras oportunidades para retribuir o conhecimento adquirido para a sociedade.

Ao unir essas três motivações, chegou-se ao tema final do trabalho de conclusão de curso: a aplicabilidade do *wood frame*, uma tecnologia inovadora e sustentável, em edificações de uso público. Através da composição da fundamentação teórica foi possível aprofundar-se nas particularidades do sistema construtivo e adquiriu-se uma fascinação maior pela produção, execução e desempenho da técnica construtiva. Ao aprofundar-se no método, viu-se como este é industrializado e proporcionador de agilidade no canteiro de obras. Também, somando-se a experiência de trabalho na construção civil na Alemanha, o autor questionou como a construção civil brasileira, que é majoritariamente executada com alvenaria convencional, pode ser considerada arcaica e carente de inovações tecnológicas. Em contraponto, o autor julgou promissor as iniciativas de empresas e as produções acadêmicas que buscam revolucionar o atual quadro da construção civil brasileira. Por isso, conclui-se que é evidente a necessidade de incentivar o desenvolvimento do *wood frame* tanto no setor privado como no setor público. E mais, atenta-se para a necessidade que o país tem em aplicar novas tecnologias e sistemas construtivos, por tratar-se um país continental que necessita da implementação de obras de infraestrutura por todo extenso território.

Das dificuldades encontradas no decorrer da pesquisa, destaca-se a exigência de capacitar-se, em curto espaço de tempo, em áreas multidisciplinares como construção industrializada, administração pública e matemática financeira. Temas estes pouco abordados durante a formação técnica do autor. Também, teve-se dificuldade em convergir e elencar todos os critérios necessários para compor a proposta metodológica, a fim de que nenhum critério fundamental fosse negligenciado, além de desenvolver uma métrica que providenciasse resultados precisos e representativos à realidade.

Diante do conteúdo apresentado ao longo deste trabalho, entende-se que a etapa preliminar de licitação apresenta um papel de fundamental importância no planejamento de obras públicas e, caso realizada com êxito, tende a possuir potencial de evitar problemas em etapas futuras. Também, acredita-se que as obras públicas podem ser mais eficientes quando construídas utilizando técnicas construtivas industrializadas, como o *wood frame*. Sendo assim, espera-se que a proposta de

modelo desenvolvida agregue ao gestor público uma ferramenta objetiva na busca pela solução ideal para um futuro empreendimento.

REFERÊNCIAS

ALLEN, E.; THALLON, R. ***Fundamentals of Residential Construction***. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011.

ALTOUNIAN, C. S. **Obras públicas: licitação, contratação, fiscalização e utilização**. 5. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2016

ALVES, A. J. **A “revisão da bibliografia” em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis**. In: Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n.81, p. 53-60, maio, 1992.

APA. ***Engineered Wood Construction Guide***. Washington, 2019.

APA. **Free CAD Details for woodframe construction**. APA CAD. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR12.721: avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios: procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.

BAIXA produtividade da construção compromete remuneração do trabalho. **FIESP**, 2016. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/observatoriodaconstrucao/noticias/baixa-produtividade-da-construcao-compromete-remuneracao-do-trabalho/>. Acesso em: 08 ago. 2021.

BONATTO, H. **Licitações e contratos de obras e serviços de engenharia**. 1. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 nov. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7746.htm. Acesso em: 04 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº. 200, de 25 de fevereiro de 1967**. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 de fevereiro de 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0200.htm. Acesso em: 14 nov. 2021.

BRASIL. **Lei Complementar nº101, de 04 de maio de 2000**. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10520.htm. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 20 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. **Guia Prático De Análise Custo- Benefício De Projetos De Investimento Em Infraestrutura.** Distrito Federal, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.

BRASIL. **Sobre a Lei de Acesso à Informação - LAI.** Ministério da Justiça e Segurança Pública. Distrito Federal, 2011. Disponível em: <https://www.justica.gov.br/Acesso>. Acesso em: 14 nov. 2021.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Licitações e contratos: orientações e jurisprudência do TCU /** Tribunal de Contas da União. – 4. ed. Brasília: TCU, Secretaria-Geral da Presidência: Senado Federal, Secretaria Especial de Editoração e Publicações, 2010.

BRÜGGEMANN, C. **Comparativo entre alvenaria e wood frame ao longo da vida útil.** 2017. 129 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

CA2. **O que é conforto acústico?** CA2, 2019. Disponível em: <https://ca-2.com/o-que-e-conforto-acustico/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

CADE faz acordo de R\$ 61 milhões com empreiteiras envolvidas na Lava-Jato. **Exame**, 2020. Disponível em: <https://exame.com/negocios/cade-faz-acordo-de-r-61-milhoes-com-empreiteiras-envolvidas-na-lava-jato/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

CAMPOS, Maria B. A. **Métodos multicritérios que envolvem a tomada de decisão.** Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Matemática, 2011.

CARNEIRO, R.; MENICUCCI, T. M. G. Gestão pública no século XXI: as reformas pendentes. **A saúde no Brasil em 2030 - prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro: desenvolvimento, Estado e políticas de saúde [online].** Rio de Janeiro, v. 1. p. 135-194., 2013.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B. H. **Análise de Investimentos:** matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. São Paulo: Atlas, 2000.

CASTELAR, L. J. **Análise comparativa do impacto econômico e ambiental entre sistema construtivo convencional, sistema utilizando contêineres ISO e sistema em madeira (light wood frame)**. 2017. 180 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

COIMBRA. O que é Viabilidade?. **Projetos e Ti**, 2020. Disponível em: <https://projetoseti.com.br/o-que-e-viabilidade/>. Acesso em: 17 jan. 2022.

CONFEA. **Resolução nº 361, de 10 de dezembro de 1991**. Dispõe sobre a conceituação de Projeto Básico em Consultoria de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Disponível em: <https://normativos.confex.org.br/downloads/0361-91.pdf>. Acesso em: 22 de nov. 2021.

DI PIETRO, M. S. Z. **Direito Administrativo**. 30. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2017.

DIAS, G. L. **Estudo experimental de paredes estruturais de sistema leve em madeira (sistema plataforma) submetidas a força horizontal no seu plano**. 2005. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005

DIEESE. **A construção civil e os trabalhadores: panorama dos anos recentes**. Estudos e Pesquisas, n. 95, 2020.

ESPÍNDOLA, L. R. **O wood frame na produção de habitação social no Brasil**. 2017. 331 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

FRANCO, C. **Diálogo competitivo: aprendizados com a experiência da BBC**. Sollicita, 2021. Disponível em: https://sollicita.com.br/Noticia/?p_idNoticia=17560&n=undefined. Acesso em: 22 nov. 2021.

GEHBAUER, F. *et al.* **Planejamento e Gestão de Obras: Um resultado prático da Cooperação Técnica Brasil-Alemanha**. 2. ed. Curitiba: Cefet-pr, 2002.

GROAK, S. ***The idea of building: thought and action in the design and production of buildings***. Taylor & Francis, 2002.

JUSTEN FILHO, M. **Comentários à lei de licitações e contratos administrativos**. 16. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014.

LIMA, L. S. **Gestão Pública: Como realizar uma gestão aos princípios da lei**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. ano 05, ed. 07, v. 5, p. 90-108, 2020.

MARIOTTO, J. *et al.* Projeto Tremtur: O futuro sob a ótica das finanças. *In: Simpósio de Engenharia de Produção*, 13., 2006, Bauru, SP. **Anais...** Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2006. p. 1-12.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 31, n. 2, p.143-156, jul./dez. 2010.

MUTTI, C. N. **Administração da Construção**. Florianópolis, 2016. Apostila do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

NIEBUHR J. M. et al. **Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. 2. ed. Curitiba: Zênite, 2021.

NOVA CONCURSOS. **Noções de Direito Administrativo**. Apostila preparatória, 2018. Disponível em: <https://www.novaconcursos.com.br/blog/pdf/errata-direito-administrativo-trt-tec-jud-seg.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.

OLIVEIRA, A. S. *et al.* **Viabilidade econômica do sistema construtivo wood frame na execução de habitação popular em Gurupi - TO**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, nº. 000183, 2019.

OLIVEIRA, J. T. S. **Características da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. 429 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, R. C. R. **Licitações e contratos administrativos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2015.

OLIVEIRA, S. V. W. B.; GIRALDI, J. E. **Tipos de Pesquisas**. São Paulo, SP, 2021. Apresentação das Prof^{as}. Dr^{as}. Sonia V. W. Borges de Oliveira e Prof^{as}. Dr^{as} Janaina E. Giraldi da Universidade de São Paulo - USP. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2148198/mod_resource/content/1/Aula%204%20Tipos%20de%20Pesquisas.pdf. Acesso em: 27 jan. 2022.

ORDONÉZ, J. A. F. **Prefabricación: teoría y práctica**. 1. ed. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1974.

PEIXOTO, B. L. F.; GOMES, M. L. B. Ganhos em produtividade decorrentes de inovação tecnológica na construção civil: o uso dos distanciadores plásticos no sub-setor de edificações. **XXVI ENEGEP**, Fortaleza, 2006.

PESSATTI, A. A. *et al.* Tecnologia que amplia o uso da madeira em construções civis sistema construtivo wood frame. *In*: Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais, 6., 2018, Cascavel, PR. **Anais...** Cascavel: Centro Universitário FAG, 2018. p. 1-10.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola

Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

POTTER, B. ***Balloon Framing is Worse is Better***. *Construction Physics*, 2021
Disponível em: https://constructionphysics.substack.com/p/balloon-framing-is-worse-is-better?utm_source=url Acesso em: 08 ago. 2021.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento do Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. 4ª ed. Newtown Square, Pennsylvania: PMI, 2009.

RAMOS, D. S. **A importância dos princípios no Direito Administrativo**. Conteúdo Jurídico, 2020. Disponível em:
<https://conteudojuridico.com.br/consulta/artigos/54097/a-importancia-dos-principios-no-direito-administrativo>. Acesso em: 15 nov. 2021.

RODRIGUES, J. C. **Alvenaria estrutural e sistema construtivo**. 2018. 68 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Faex Faculdade de Ciências Aplicadas de Extrema, Extrema, 2018.

RUAS, A.C. **Conforto térmico nos ambientes de trabalho**. 1. ed. Fundacentro: Campinas, 1999.

SÁNCHEZ, J. E. P. **Casas de Madera**. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. AITIM. 1995.

SANTOS, C. S. **Introdução à Gestão Pública**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

SECCHI, L. Modelos organizacionais e reformas da administração pública. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 2, p. 347-369, 2009.

SILVA, A. C.; BETIOLI, A. M. **Como a construção hospitalar off-site se tornou uma solução permanente no combate à COVID-19**. Brasil ao cubo, 2020.
Disponível em: <https://brasilaocubo.com/blog/pandemia-construcao-off-site/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, J. A. **Curso de Direito Constitucional Positivo**. São Paulo: Malheiros, 16ª ed., 1999.

SOUZA, L. **Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano**. Agência Brasil, 2019. Disponível em:
<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>. Acesso em: 17 ago. 2021.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. 2015. 173 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia

Civil, Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.