UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NICOLLE CHRISTINE SOTSEK RAMOS

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉCNICO-
CONSTRUTIVO (MADTEC) DO SISTEMA *LIGHT WOOD FRAME*
(LWF) APLICADO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO
BRASIL

CURITIBA
2019

NICOLLE CHRISTINE SOTSEK RAMOS

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉCNICO-
CONSTRUTIVO (MADTEC) DO SISTEMA *LIGHT WOOD FRAME*
(LWF) APLICADO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO
BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Construção Civil, PPGECC.
Departamento de Construção Civil, na Área de
Concentração Ambiente Construído e Gestão ao
Setor de Tecnologia, Universidade Federal do
Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau
Doutor em Engenharia de Construção Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Adriana de Paula Lacerda
Santos

CURITIBA
2019

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

R175m

Ramos, Nicolle Christine Sotsek

Método de avaliação de desempenho técnico-construtivo (Madtec) do sistema Light Wood Frame (LWF) aplicado em habitações de interesse social no Brasil [recurso eletrônico] /Nicolle Christine Sotsek Ramos. – Curitiba, 2019.

Tese – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil- PPGECC, 2019.

Orientador: Adriana de Paula Lacerda.

1. Estruturas de madeira (Construção civil). 2. Construção de madeira. 3. Construção civil. 4. Habitação popular. 5. Habitações - Projetos e construção. I. Universidade Federal do Paraná. II. Lacerda, Adriana de Paula. III. Título.

CDD: 690.81

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL - 40001016049P2

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de NICOLLE CHRISTINE SOTSEK RAMOS intitulada: Método de Avaliação de Desempenho Técnico - construtivo (MADTEC) do sistema light wood frame (LWF) aplicado em habitações de interesse social no Brasil.

Sob orientação da Profa. Dra. ADRIANA DE PAULA LACERDA SANTOS, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 16 de Dezembro de 2019.

ADRIANA DE PAULA LACERDA SANTOS
Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

LUCIANA DA ROSA ESPINDOLA
Avaliador Externo (INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA)

SÉRGIO SCHEER
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

CHRISTINE LAROÇA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL - 40001016049P2

ATA Nº3

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DOUTORADO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

No dia dezesseis de dezembro de dois mil e dezenove às 13:30 horas, na sala Sala de Atos, Centro Politécnico, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de tese da doutoranda **NICOLLE CHRISTINE SOTSEK RAMOS**, intitulada: **Método de Avaliação de Desempenho Técnico - construtivo (MADTEC) do sistema light wood frame (LWF) aplicado em habitações de interesse social no Brasil.**

Sob orientação da Profa. Dra. **ADRIANA DE PAULA LACERDA SANTOS**. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná em ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL, foi constituída pelos seguintes Membros: **ADRIANA DE PAULA LACERDA SANTOS** (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), **LUCIANA DA ROSA ESPINDOLA** (INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA), **SÉRGIO SCHEER** (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), **CHRISTINE LAROCA** (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de doutor está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, **ADRIANA DE PAULA LACERDA SANTOS**, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 16 de Dezembro de 2019.

ADRIANA DE PAULA LACERDA SANTOS
Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

LUCIANA DA ROSA ESPINDOLA
Avaliador Externo (INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA)

SÉRGIO SCHEER
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

CHRISTINE LAROÇA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder o conhecimento, a sabedoria e o discernimento para desenvolver esse projeto tão sonhado. Obrigada Deus porque até aqui o Senhor cuidou de mim.

A minha orientadora, professora Dr.^a Adriana de Paula Lacerda Santos que me apoiou, acreditando em mim, e me conduziu para a elaboração ao longo destes anos de doutoramento. Obrigada pelo apoio, amizade, e cumplicidade.

À empresa Anônima que prontamente atendeu nosso convite para participar do projeto de pesquisa, nos permitindo acesso ao empreendimento, disponibilizando representantes para nos atender e esclarecer nossas dúvidas. Principalmente a engenheira Carla Monich por sempre nos receber com muita disposição e zelo.

A minha família querida pelo apoio e amor concedido durante todos estes anos em minha vida, os quais me conduziram para me tornar a pessoa que sou hoje.

A minha mãe Lú, que vem cuidando de mim e da sua netinha com tanto amor e carinho e que passou alguns fins de semana com ela para que eu pudesse finalizar esta pesquisa.

Ao meu amado marido Rangel Ramiro Ramos, que me incentivou em todo tempo a continuar os estudos, me apoiando e me ajudando com os afazeres da nossa família, obrigada meu Amor, sem seu apoio nada seria possível.

A minha pequena, delicada e linda princesa Lis, que esteve no meu ventre durante 9 meses, me acompanhando neste projeto, e agora com 1 ano enchendo minha vida de alegria e entusiasmo para viver. Ela e meu marido me motivaram a terminar esta etapa da minha vida e por eles tudo valeu a pena.

Aos meus alunos de iniciação científica, as minhas colegas de pesquisa de mestrado e agora também de doutorado, aos professores do departamento de engenharia de produção, aos pesquisadores e profissionais que fizeram parte da pesquisa delphi, aos profissionais que fazem parte do comitê de normatização do sistema construtivo light wood frame, o meu muito obrigado pelo apoio e participação nesta pesquisa. Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

O sistema construtivo *light wood frame* (LWF) tem sido por décadas uma técnica popular em países desenvolvidos da Europa, Oceania e na América do Norte. Considerando suas características de racionalização de material, flexibilidade operacional, agilidade produtiva, custos competitivos e, também, pelos níveis eficientes de limpeza e tempo de montagem, o LWF começa a ganhar espaço também em outros países. No Brasil, o sistema construtivo é considerado inovador, por não apresentar até o momento uma norma técnica que especifique suas características ou que defina seu processo de projeto e execução. Por este motivo é essencial uma avaliação contínua deste sistema construtivo. Portanto, o objetivo da presente tese é estruturar um método para avaliar o desempenho técnico-construtivo do sistema *light wood frame* no Brasil, denominado aqui: Madtec-LWF. Neste trabalho o *design science research* é método empregado para criação do artefato, que nesse caso é o próprio método de avaliação de edificações. O estudo utiliza a literatura para identificação dos critérios que devem ser avaliados durante uma análise de desempenho de uma edificação; emprega ferramentas qualitativas, tais como questionário e a técnica Delphi, para selecionar os critérios específicos para o sistema LWF, e por fim, utiliza ferramentas estatísticas para agrupar os critérios e gerar pesos. O Madtec-LWF indica ao fim da análise o desempenho da edificação (escala 0-100%), aferindo desempenho mínimo, para percentual abaixo de 50%, desempenho médio (51-75%) e desempenho elevado acima de 76%. O Madtec-LWF baseia sua estrutura em 5 dimensões, as quais envolvem critérios e subcritérios que analisam requisitos técnicos, sociais, ambientais e econômicos para avaliar a edificação. Os pesos estabelecidos para cada dimensão conforme a validação por especialistas foi na sequência: 20 (dimensão 1), 42 (dimensão 2), 10 (dimensão 3), 67 (dimensão 4) e 31 (dimensão 5) de um total de 173 pontos. Destes, 81% faz referência as dimensões 4 e 2 que consideram os seguintes elementos: durabilidade estrutural, manutenção e vedações, da dimensão 4. Conforto térmico, conforto acústico, conforto visual e qualidade do ar, da dimensão 2. O método permite examinar os resultados operacionais da edificação e descobrir problemas relacionados com o desempenho, que de outra forma, não seriam reportados e poderiam gerar problemas futuros maiores. Ele permite ainda comparar o desempenho da edificação ao longo do seu ciclo de vida, podendo ser aplicado nas fases de pré-ocupação, ocupação e pós ocupação. O método proposto foi aplicado dentro de um estudo de caso real na região Sul do Brasil, na fase de pré-ocupação da obra, em uma edificação de interesse social, financiada pelo Programa Minha Casa Minha Vida. O resultado da aplicação do Madtec-LWF, aferiu a edificação o percentual de 92% o que confere um desempenho elevado. Com a aplicação do Madtec-LWF neste estudo de caso pode-se diagnosticar pontos que devem ser revistos pela empresa responsável pela obra, tais como, os itens relacionados com Proteção e Segurança contra incêndio, Flexibilidade e Adaptabilidade do sistema construtivo, Plano Ambiental, Eficiência Energética e Custos.

Palavras-Chave: Desempenho de edificações. *Light wood frame*. Edificações de interesse social no Brasil.

ABSTRACT

Light wood frame (LWF) construction system has for decades been a popular technique in developed countries in Europe, Oceania and North America. Considering its features of material rationalization, operational flexibility, productive agility, competitive costs and also the efficient levels of cleaning and assembly time, LWF is starting to gain space in other countries as well. In Brazil, the construction system is considered innovative because it does not present yet a technical standard that specifies its characteristics or that defines its design and execution process. For this reason a continuous assessment of this construction system is essential. Therefore, the objective of the present thesis is to structure a method to evaluate the technical-constructive performance of the light wood frame system in Brazil, named here: Madtec-LWF. In this work, design science research is the method used to create the artifact, which in this case is the method of building evaluation itself. The study uses the literature to identify the criteria that should be evaluated during a performance analysis of a building; employs qualitative tools such as the questionnaire and the Delphi technique to select specific criteria for the LWF system, and finally uses statistical tools to group the criteria and generate weights. Madtec-LWF indicates at the end of the analysis the performance of the building (0-100% scale), measuring minimum performance to below 50%, average performance (51-75%) and high performance above 76%. Madtec-LWF bases its structure on 5 dimensions, which involve criteria and sub-criteria that analyze technical, social, environmental and economic requirements to assess the building. The weights established for each dimension according to expert validation were as follows: 20 (dimension 1), 42 (dimension 2), 10 (dimension 3), 67 (dimension 4) and 31 (dimension 5) out of a total of 173 points. . Of these, 81% refer to dimensions 4 and 2 which consider the following elements: structural durability, maintenance and seals, dimension 4. E, thermal comfort, acoustic comfort, visual comfort and air quality, dimension 2. The method allows examine the building's operational results and uncover performance issues that would otherwise not be reported and could lead to larger future problems. It also allows to compare the performance of the building over its life cycle and can be applied in the pre-occupation, occupation and post occupation phases. The proposed method was applied within a real case study in the southern region of Brazil, in the pre-occupation phase of the work, in a building of social interest, funded by the "Minha Casa Minha vida Program". The result of the application of Madtec-LWF, gave the building the percentage of 92% which gives a high performance. The application of Madtec-LWF in this case study diagnosed points that should be reviewed by the company responsible for the work, such as items related to Fire Protection and Safety, Flexibility and Adaptability of the building system, Environmental Plan, Energy Efficiency and Costs.

Keywords: Performance of buildings. Light wood frame system. Buildings of social interest in Brazil.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER (ESQUERDA) E TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL (DIREITA)	10
FIGURA 2-COMPOSIÇÃO DE UMA CASA EM LWF	17
FIGURA 3-O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES (BPE).....	28
FIGURA 4-FUNCIONAMENTO E OBJETIVOS DO BPE	29
FIGURA 5- ABORDAGEM DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES	30
FIGURA 6- MÉTODO DE AVALIAÇÃO APRESENTADO POR LEAMAN ET AL (2010)	32
FIGURA 7- MÉTODO DE BPE ELABORADO POR GUERRA-SANTIN E TWEED (2015)	36
FIGURA 8-TIPOS DE INVESTIGAÇÃO UTILIZADA EM ANÁLISES DE BPE	42
FIGURA 9- CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	49
FIGURA 10- FLUXOGRAMA DE CONDUÇÃO DA PESQUISA.....	50
FIGURA 11- CONSTRUÇÃO DO MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES EM LWF	53
FIGURA 12- CROQUI SIMPLIFICADO DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO	62
FIGURA 13-UNIDADE DE ANÁLISE (TORRE 1).....	63
FIGURA 14- PLANTA BAIXA DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO (TORRE1) E DA UNIDADE DE ANÁLISE	63
FIGURA 15- FLUXOGRAMA DE APOIO DURANTE A ANÁLISE FINAL DA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UMA EDIFICAÇÃO.....	65
FIGURA 16- LÓGICA DO MÉTODO ELABORADO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES EM LWF NO BRASIL PARA EDIFICAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (MADTEC-LWF).....	96
FIGURA 17-CONDUÇÃO DA APLICAÇÃO DO MADTEC-LWF EM UM EMPREENDIMENTO	99

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1-RESUMO DOS MÉTODOS DE BPE ESTUDADOS.....	40
QUADRO 2-FASES DO BPE E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE INFORMAÇÕES	44
QUADRO 3 - INSTRUMENTOS DE MENSURAÇÃO IN LOCO UTILIZADOS NO TESTE PILOTO	58
QUADRO 4-ESTRATÉGIA DA AVALIAÇÃO DO BPE	64
QUADRO 5-VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA LWF NO BRASIL	67
QUADRO 6-INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA ELABORAÇÃO DO MÉTODO BPE	71
QUADRO 7- DIMENSÕES DE DESEMPENHO UTILIZADAS PARA BPE	72
QUADRO 8-COMPILAÇÃO DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS NA LITERATURA.....	74
QUADRO 9-PERFIL DOS ESPECIALISTAS QUE PARTICIPARAM DA DELPHI	80
QUADRO 10- CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS VALIDADOS APÓS DELPHI.....	81
QUADRO 11- INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA APLICAÇÃO DO MADTEC-LWF DURANTE A FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO	91
QUADRO 12-ROTEIRO DE COLETA DE DADOS DA DIMENSÃO 2	94
QUADRO 13- EXEMPLO DE CHECK-LIST UTILIZADO DURANTE A VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO ESTUDADA.....	101
QUADRO 14-AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 1	103
QUADRO 15-AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 2	105
QUADRO 16- AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 3	108
QUADRO 17- AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 4	109
QUADRO 18- AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 5	110
QUADRO 19- RESUMO DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA NA FASE DE PRÉ- OCUPAÇÃO DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO	114
QUADRO 20-INSTRUMENTOS QUE SERÃO UTILIZADOS PARA APLICAÇÃO DO MADTEC-LWF DURANTE A FASE DE PÓS-OCUPAÇÃO	115

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- CRITÉRIOS VALIDADOS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO USADO NO IV SIMPÓSIO DE MADEIRA & CONSTRUÇÃO.....	78
TABELA 2-RESULTADO DA ANÁLISE FATORIAL PARA OS 21 CRITÉRIOS VALIDADOS.....	79
TABELA 3-RESULTADO DA ANÁLISE FATORIAL PARA OS 19 CRITÉRIOS VALIDADOS.....	82
TABELA 4-PONTUAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE UMA EDIFICAÇÃO EM LWF NO BRASIL	83
TABELA 5-PONTUAÇÃO DAS DIMENSÕES E CRITÉRIOS ESTABELECIDOS PARA O Madtec-LWF	87
TABELA 6-ESCORE ELABORADO PARA AVALIAÇÃO DO BPE DE LWF	88

LISTA DE SIGLAS

ABIMCI- Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente

APO- Avaliação de Pós- Ocupação

BPE- *Building Performance Evaluation*

BREEAM- *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

BIM- *Building Information Modeling*

CASBEE- *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency*

CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CEF- Caixa Econômica Federal

EUROCODE- European Committee for standardisation

FAR- Fundo de Arrendamento Residencial

FINEP- Financiamento de Estudos e Projetos

FIBRA- Federação das Indústrias do distrito federal

HIS- Habitações de interesse social

IISBE-*International Initiative for a Sustainable Built Environment*

LEED- Leadership in Energy and Environmental Design

LWF- *Light Wood Frame*

NABERS-National Australian Built Environment Rating System

PMCMV- Programa Minha Casa Minha Vida

PPCI- Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio

PPGECC- Programa de Pós Graduação em Construção Civil

RSL- Revisão sistemática da literatura

SENAI- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SINAT – Sistema Nacional de Avaliação Técnicas

SNIF- Sistema Nacional de Informações Florestais

MADTEC - Método de avaliação de desempenho técnico construtivo

MCT- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

OSB- *Oriented Strand Board*

WELL- *International Well Building Institute*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo Geral.....	6
1.2 Objetivos Específicos	6
1.3 Justificativa da Pesquisa	7
1.3.1 Acadêmica	7
1.3.2 Econômica	8
1.3.3 Social.....	10
1.3.4 Ambiental.....	11
1.4 INEDITISMO.....	12
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	13
1.6 ESTRUTURA DA TESE	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 O Sistema Construtivo <i>Light Wood Frame</i>	16
2.2 O <i>Light Wood Frame</i> no Brasil	18
2.3 As normas e documentos vigentes para construção de edificações LWF no Brasil 22	
2.4 Habitações de interesse social (HIS) e sua relação com o desempenho	23
2.5 Desempenho de edificações	25
2.6 Métodos de avaliação de desempenho de edificações (BPE).....	30
2.6.1 Método de Lutzkendorf	31
2.6.2 Método de Leaman.....	31
2.6.3 Método MultiMap	33
2.6.4 Método de Guerra-Santin e Tweed.....	33
2.6.5 Método de Gupta e Kapsali	36
2.6.6 Método de Steinke.....	38
2.7 Instrumentos utilizados para coleta de informações na avaliação de desempenho de edificações (BPE).....	41
3. ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	46
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	46
3.2 CONDUÇÃO DA PESQUISA	49

3.2.1	1ª Estágio- Levantamento e análise do objeto de estudo.....	51
3.2.2	2ª Estágio: Levantamento de critérios da literatura para avaliação de desempenho de edificações.....	51
3.2.3	3ª Estágio: Elaboração do método Madtec-LWF	52
3.2.4	4ª Estágio: Estudo Piloto- dimensão 2.....	59
3.2.5	5ª Estágio: Implantação do caso real	61
3.2.6	6ª Estágio: Análise crítica e considerações	65
4.	MÉTODO ELABORADO: MADTEC-LWF E SUA FORMA DE APLICAÇÃO	67
4.1	1ª Estágio- Levantamento e análise	67
4.2	2ª Estágio: Definir critérios da literatura.....	69
4.3	3ª Estágio: Elaboração do método: Madtec-LWF.....	74
4.4	4ª Estágio Piloto: Dimensão 2.....	97
4.5	5ª Estágio: Implantação do caso real.....	98
4.6	Condução da aplicação do Madtec- LWF em uma edificação.....	98
4.6.1	Definição do escopo do estudo	98
4.6.2	Coleta de informações.....	100
4.6.3	Verificação do desempenho	100
4.6.4	Análise final	101
5	RESULTADO E ANÁLISE DA APLICAÇÃO NO MADTEC NA FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO EM UMA EDIFICAÇÃO EM LWF.....	102
5.1	Verificar desempenho.....	102
5.1.1	Resultado da Dimensão 1	103
5.1.2	Resultado da Dimensão 2	105
5.1.3	Resultado da Dimensão 3	107
5.1.4	Resultado da Dimensão 4	109
5.1.5	Resultado Dimensão 5	110
5.2	Análise final da aplicação do Madtec-LWF na edificação estudada durante a fase de Pré-ocupação	112
6	PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS PARA APLICAÇÃO DO MADTEC-LW NAS FASES DE OCUPAÇÃO E PÓS-OCUPAÇÃO.....	115
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	120

7.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	121
7.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MADTEC-LWF	121
7.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE AVALIAÇÃO DO CONSTRUCTO SEGUNDO O DESIGN SCIENCE RESEARRCH.....	124
7.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO ESTUDADO	124
7.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROTOCOLO DE COLETA APLICADO NA FASE DA PRÉ-OCUPAÇÃO	125
7.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO DA PRÉ-OCUPAÇÃO NO EMPREENDIMENTO ESTUDADO	126
7.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS NAS FASES DE OCUPAÇÃO E PÓS OCUPAÇÃO.....	127
7.8	SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	128
	REFERÊNCIAS.....	130
	APÊNDICE 1- ARTIGO: REVISÃO SISTEMÁTICA: O ESTUDO DA ARTE A RESPEITO DO LIGHT WOOD FRAME NO BRASIL	141
	APÊNDICE 2- ARTIGO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DOS CRITÉRIOS DO BUILDING PERFORMANCE EVALUATION (BPE)	152
	APÊNDICE 3- PANORAMA DO SISTEMA LIGHT WOOD FRAME NO BRASIL.....	165
	APÊNDICE 4- ARTIGO- AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO EM EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA DE SUAS CARACTERÍSTICAS	184
	APÊNDICE 5- QUESTIONÁRIO UTILIZADO NO IV SIMPÓSIO DE MADEIRA E CONSTRUÇÃO.....	202
	APÊNDICE 6- RODADAS DELPHI	204
	APÊNDICE 7- QUESTIONÁRIO APLICADO COM REPRESENTANTES DA ELABORAÇÃO DA NORMA DE LWF ABNT/CE-002:126.011	216
	APÊNDICE 8- QUESTIONÁRIO ELABORAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DURANTE FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO	219
	APÊNDICE 9- ROTEIRO DE INSPEÇÃO ELABORAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DURANTE FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO	226
	APÊNDICE 10- QUESTIONÁRIO RESPONDIDO DURANTE FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO.....	244

APÊNDICE 11- ROTEIRO DE INSPEÇÃO RESPONDIDO DURANTE FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO.....	253
APÊNDICE 12- QUESTIONÁRIO ELABORAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DURANTE AS FASES DE OCUPAÇÃO E PÓS-OCUPAÇÃO.....	276
APÊNDICE 13- ROTEIRO DE INSPEÇÃO ELABORAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DURANTE AS FASES DE OCUPAÇÃO E PÓS-OCUPAÇÃO.....	298
APÊNDICE 14- OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO QUE COINCIDEM ENTRE AS NORMAS DE DESEMPENHO CONSULTADAS	302
APÊNDICE 15- OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO QUE NÃO COINCIDEM ENTRE AS NORMAS DE DESEMPENHO CONSULTADAS	303
APÊNDICE 16- OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO QUE COINCIDEM ENTRE AS CERTIFICAÇÕES DE DESEMPENHO CONSULTADAS	304
APÊNDICE 17- OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO QUE NÃO COINCIDEM ENTRE AS CERTIFICAÇÕES DE DESEMPENHO CONSULTADAS	305
APÊNDICE 18- OS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS NAS NORMAS E/OU DIRETRIZES RELACIONADAS COM LWF	306
APÊNDICE 19- COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO 1	307
APÊNDICE 20- COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO 2	308
APÊNDICE 21-COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO 3	310
APÊNDICE 22 -COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO 4	311
APÊNDICE 23- COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO 5	312

1. INTRODUÇÃO

Tendo como base o uso da madeira, o sistema construtivo *light wood frame* (LWF) tem sido por décadas uma técnica relevante e popular em países desenvolvidos da Europa, Oceania e na América do Norte. Thallon (2008) afirma que 90% das construções americanas são feitas utilizando alguma versão do sistema LWF. No Brasil, por sua vez, o número de edificações em madeira cresce lentamente. Molina e Calil Júnior (2010) são otimistas, afirmam que o setor de habitação popular no Brasil tem incorporado novos materiais e tecnologias para a execução de edificações, o que é um bom sinal, pois fomenta também o uso de outros sistemas construtivos utilizando a madeira, como o LWF, permitindo mais espaço a estes sistemas no setor construção civil.

O LWF começou a ser utilizado no Brasil por conta principalmente das suas vantagens relacionada a produção industrial, tais como: a flexibilidade no processo de fabricação, alta velocidade de montagem e pela padronização dos processos construtivos. (THALLON, 2008). Além disso, tem sido considerado promissor devido à preocupação eminente da busca por sistemas mais eficientes e sustentáveis. (MAHAPATRA, GUSTAVSSON e HEMSTROM, 2012). Para Wang, Toppinen and Juslin (2014) aumentar o uso da madeira na construção ajuda a atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável de forma mundial.

Segundo Mahapatra (2007) a substituição do concreto e do aço na construção civil pela madeira pode reduzir as emissões líquidas de CO₂ e o uso de energia primária, visto que a construção civil é um dos setores com maior demanda por estes insumos no mundo. (JADID e BADRAH, 2012). Além destas vantagens, o Brasil possui uma enorme disponibilidade de áreas de reflorestamento, as duas espécies mais utilizadas para estes fins: pinus e eucalipto apresentam uma elevada taxa de crescimento.

A madeira, de modo geral, é uma matéria-prima de fácil trabalhabilidade, de excelente desempenho térmico (absorve 40 vezes menos calor que a alvenaria de tijolos) e podendo atingir um melhor desempenho acústico. Além dessa possuir

uma elevada relação resistência/peso (Molina e Calil Júnior, 2010) o que faz deste material um insumo com alto potencial para o setor de construção civil no Brasil.

Entretanto, a difusão do sistema tem enfrentado algumas barreiras no território nacional. A primeira delas está relacionada com o preconceito com a madeira como material construtivo, sendo considerada pela população um produto de baixa qualidade. Mesmo com a produção de florestas plantadas, outro receio do brasileiro tem relação com o desmatamento das florestas nativas (Molina e Calil Júnior, 2010) e, ainda corroborando com essa barreira cultural, poucos são os profissionais da área da construção civil que detêm conhecimento em relação ao uso da madeira para edificações. (OLIVEIRA, 2014).

A fim de vencer estes obstáculos, desde 2010 ações conjuntas são realizadas pelo setor madeireiro e da construção civil visando promover e estimular a construção do uso da madeira. Estas ações geraram como resultado publicações de documentos técnicos específicos para aplicação do LWF no Brasil, sendo aprovados oficialmente pelo Ministério das Cidades (MCidades), pela Secretária Nacional da Habitação (SNH), pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e pelo Sistema Nacional de Avaliação de Técnicas. (ESPÍNDOLA, 2017). Considerando tais possibilidades abertas ao sistema nos últimos anos, somadas às suas vantagens em nível produtivo, ambiental, de conforto térmico e acústico, o sistema tem sido considerado também uma alternativa ao combate do déficit habitacional, que segundo o dado mais recente do IBGE, de 2015, este é de 7,757 milhões de moradia. (HABITAÇÃO, 2015).

As edificações de caráter social são soluções habitacionais viáveis para população de baixa renda que permite as famílias de adquirir a casa própria a custo acessível. O grande desafio neste tipo de construção é obter qualidade e o orçamento enxuto. Logo, as construtoras que vem buscando atender este nicho de mercado, procuram soluções adequadas que obedeçam às exigências estabelecidas pelas normas vigentes a um custo baixo, se mantendo dentro de um orçamento limitado.

Por conseguinte, considerando que LWF é um sistema construtivo pouco explorado no Brasil é essencial uma rigorosa avaliação da sua fabricação, construção e utilização. Qualquer tecnologia fora do país e incorporada nele deve ser analisada com cautela, ainda mais quando o sistema construtivo não possui norma específica, caso do LWF.

Atualmente, dois documentos norteiam a construção em LWF: a Diretriz para Avaliação Técnica de Produtos - SINAT Nº005-2 (Sistema construtivo estruturados em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas- Sistemas leves tipo *light wood frame*) (BRASIL, 2017b) e a norma de desempenho 15.575 partes 1-6 (ABNT, 2013) que é obrigatória para edificações de até cinco pavimentos no Brasil. Além destes, a empresa Tecverde detém o documento técnico de avaliação DATec Nº 020-C (BRASIL, 2017a) para construção de edificações em LWF de unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas.

Esses documentos estabelecem especificações para que a construção em LWF resulte em uma habitação com bom desempenho do ponto de vista de segurança, conforto e durabilidade. Sendo assim, é importante que as empresas busquem atender estas exigências estabelecidas. Porém, percebe-se que tais documentos não apresentam diretrizes para auxiliar as construtoras a implantarem as especificações necessárias.

A norma de desempenho, por exemplo, não estabelece os procedimentos e materiais que devem ser utilizados, e sim o resultado de desempenho dos sistemas, além disso, ela não é feita apenas para que as construtoras atendam os requisitos, pelo contrário, ela traz incumbências para todos os atores da cadeia de suprimentos (projetistas, construtoras, fornecedores, incorporadoras e os usuários) a fim de atender a segurança e conforto na utilização do imóvel. (ABNT, 2013).

Outra problemática identificada é a inexistência de um processo sistemático para avaliar o desempenho de forma contínua. O monitoramento do sistema construtivo ao longo do seu ciclo de vida é essencial, ele permite examinar os resultados operacionais da edificação e descobrir problemas relacionados com

o desempenho, que de outra forma, não seriam reportados e poderiam gerar problemas futuros maiores. (GUPTA e KAPSALI, 2016).

Além disto, poucos são os estudos acadêmicos que fazem referência à análise deste sistema construtivo no Brasil. (Apêndice 1). Até o momento não foram encontrados trabalhos que fazem uma pesquisa detalhada e profunda do desempenho das edificações populares que estão sendo construídas especificamente para o sistema LWF. Mendes (2018), por exemplo, estabeleceu um protocolo genérico para avaliação de desempenho de sistemas construtivos considerados inovadores tendo em vista a percepção do usuário, mas não aprofunda a discussão para as peculiaridades do uso da madeira.

Os estudos na área de madeira identificados exploram o desempenho dos insumos do LWF de forma isolada, fazendo testes a fim de mensurar sua resistência acústica, térmica e mecânica comparando-os ao sistema mais convencional. E ainda há uma grande parcela de trabalhos que salienta suas vantagens e desvantagens, e o uso LWF como objeto de investigação para construções mais sustentáveis comparando-as com outros sistemas construtivos. Mas, nenhum trabalho empenhou-se em desenvolver um método avaliativo para as construções em LWF no Brasil.

Assim, o problema de pesquisa a ser investigado leva a seguinte pergunta: **Como desenvolver um método de avaliação do desempenho técnico - construtivo de edificações em LWF visando contribuir para o monitoramento deste sistema construtivo no Brasil?**

Baseado nesta questão de pesquisa, o objetivo da presente tese é criar um método de avaliação de desempenho de edificações em LWF no Brasil.

Muitos trabalhos na literatura propõem a elaboração de métodos para avaliação do desempenho de edificações construtivas, mas nenhum específico para edificações de LWF no Brasil. Segundo Riratanaphong e Van Der Voordt (2015) o conhecimento com relação ao desempenho de edificações em todo o mundo é bastante limitado.

Os trabalhos identificados desenvolveram métodos de avaliação do desempenho para analisar especificamente moradias como é o caso dos trabalhos de Ibem et al. (2013), Hashim et al. (2012), Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt (2011), Mohit e Azim (2012), Mohit e Nazyddah (2011)), para construções comerciais (Lai e Man (2017), para edificações na área de saúde (Steinke, Webster e Fontaine (2010), Talib et al. (2013), da educação (Khalil et al. (2016), Khan e Kotharkar (2012) , Nazeer e Silva (2016)) e outros para avaliação de construções diversas: (Gopikrishnan e Topkar (2015), Støre-Valen e Lohne (2016), Lavy et al. (2010).

Os trabalhos mais recentes vêm buscando criar ferramentas para avaliar o desempenho principalmente dos recursos naturais, tais como consumo de energia. O trabalho de Ouf, O'Brien e Gunay (2019), por exemplo, estabelece uma descrição de métricas e métodos matemáticos para investigar o consumo energético. Estes, se apoiaram no *big data* e softwares de simulação para fazer essas investigações. Outros trabalham também estão se apoiando em grandes bancos de dados e na interoperabilidade para estudar problemas relacionados ao desempenho de edificações (HU et al 2018). O uso de tecnologias para o estudo da avaliação de desempenho em edificações no setor da construção civil é uma tendência. (OUF, O'BRIEN E GUNAY, 2019).

Porém ao retornar a discussão aos sistemas construtivos relacionados com a madeira percebe-se que as pesquisas nesta área estão preocupadas em discutir como a madeira pode contribuir para expansão de “construções verdes”. (HURMEKOSKI, PYKALAINNE e HETEMAKI, 2018).

Não foram identificados trabalhos que se dedicassem a avaliação de moradias utilizando como base o sistema LWF. Além disso, na maioria dos estudos relacionados com a avaliação de desempenho, as edificações analisadas foram em países ocidentais e nórdicos. Segundo Nazeer e Silva (2016), não existem estudos aprofundados sobre a avaliação do desempenho de edificações em países tropicais.

Neste sentido, acredita-se que analisar empreendimentos em LWF permitirá conhecer a evolução do sistema construtivo no país e significará uma contribuição relevante para o desenvolvimento econômico e social do Brasil.

O estudo destes empreendimentos permitirá ainda identificar soluções que poderão contribuir para potencializar o sistema construtivo no país e na avaliação do desempenho das construções populares. Para Vàsquez-Herdandez, Álvarez e Restrepo (2017) usar casos reais para analisar o desempenho construtivo e a satisfação dos moradores é uma forma de identificar pontos fortes e fracos e tirar lições para melhorar as condições construtivas das futuras edificações.

1.1 Objetivo Geral

Criar um método de avaliação de desempenho de edificações em *light wood frame* (LWF) no Brasil.

1.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo principal deste trabalho foi necessário traçar alguns objetivos específicos que são enumerados a seguir:

- a) Fazer um diagnóstico do contexto atual do sistema construtivo LWF no Brasil, de forma a identificar as variáveis críticas que influenciam o desenvolvimento das suas atividades no setor de construção;
- b) Identificar os critérios e seus respectivos pesos para avaliação do desempenho de edificações em LWF;
- c) Planejar e elaborar o passo a passo da condução da aplicação do sistema de avaliação, denominado Madtec-LWF, em uma edificação em LWF no Brasil;
- d) Aplicar o Madtec-LWF em uma edificação em LWF no Brasil;

1.3 Justificativa da Pesquisa

De acordo com o contexto de apresentação do problema, percebe-se que o LWF representa uma alternativa construtiva promissora para o Brasil e que nos últimos anos vem tornando-se uma alternativa para habitações de interesse social. Entretanto, como o sistema não possui uma norma vigente específica para seu processo construtivo é essencial à avaliação contínua do desempenho das edificações construídas.

A norma de desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f) estabelece o resultado do desempenho da edificação, mas não sistematiza esse processo. Portanto, acredita-se que a elaboração de um método de avaliação possa ser um documento de consulta pelas construtoras, corroborando também com a difusão e a credibilidade do sistema no país.

Portanto, este trabalho justifica-se sob quatro perspectivas: acadêmica, econômica, social e ambiental.

1.3.1 Acadêmica

Com intuito de investigar o tema em estudo, uma apuração científica foi elaborada usando as bases de dados nacionais a fim de identificar os pesquisadores da área e os trabalhos disponíveis na literatura.

Para identificar profissionais acadêmicos brasileiros que atuam nesta área foi realizada uma pesquisa no portal de Inovação do MCT, o qual recupera dados principalmente da plataforma Lattes, para quantificar especialistas de cada área de ensino. Nesta pesquisa foram localizados 128 especialistas¹, selecionados a partir da palavra chave: “*wood frame*” termo mais popularizado quando se refere a tecnologia no país.

¹ Portal da inovação- pesquisadores cadastrados

[http://www.portalinovacao.mct.gov.br/pi/#/pi/buscas/busca\\$Wycid29vZCBmcmFtZSInLFsncGVuc2FtZW50byBzb2NpYWwgYnJhc2lsZWlybycsJ0lub3Zhw6fDo28nLCdNYXJpYScsJ2Vjb25vbWlhJywnYmldvGVjbm9sb2dpYScsJ3JvZG92acOhcmVvcycsJ2Jpb2Nvc23DqXRpY29zJywncmVkJScsJ3BlbnNhbWVudG8gc29jaWFslG5vIEJyYXNpbCddLDEsMV0](http://www.portalinovacao.mct.gov.br/pi/#/pi/buscas/busca$Wycid29vZCBmcmFtZSInLFsncGVuc2FtZW50byBzb2NpYWwgYnJhc2lsZWlybycsJ0lub3Zhw6fDo28nLCdNYXJpYScsJ2Vjb25vbWlhJywnYmldvGVjbm9sb2dpYScsJ3JvZG92acOhcmVvcycsJ2Jpb2Nvc23DqXRpY29zJywncmVkJScsJ3BlbnNhbWVudG8gc29jaWFslG5vIEJyYXNpbCddLDEsMV0) Acesso em 16/01/2018, as 20h46.

Com este grupo cadastrado foi possível mapear a rede de relacionamento dos 25 principais pesquisadores. Estes profissionais na sua maioria são engenheiros e arquitetos que atuam não somente com a tecnologia LWF, mas com a investigação de novos sistemas construtivos e materiais para construção civil. A fim de conhecer os grupos de pesquisa que atuam com LWF no Brasil, o Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil Lattes/ CNPq² foi consultado, utilizando a palavra-chave “*wood frame*”. Com esta pesquisa, apenas 2 grupos foram encontrados, o primeiro da UNESP no curso de Engenharia de Produção e o segundo da UTFPR, do curso de Engenharia Civil.

E ainda uma pesquisa realizada dentro da base de dado nacional: Google Acadêmico, utilizando a palavra-chave: “*wood frame* construção” e “*wood frame*” identificou 294 trabalhos e 5, respectivamente, na língua portuguesa. Destes trabalhos a maioria são dissertações e artigos publicados em congressos nacionais. Porém, ao comparar essa pesquisa nacional com outra base de dado internacional, como *Science Direct*, foram identificados 2.181 artigos, usando a palavra-chave “*wood frame*”, e no portal da Capes foram encontrados cerca de 4.787 artigos em inglês. Esta pesquisa foi realizada no mês de abril de 2017 e resultado completo pode ser visualizado no Apêndice 1 desta tese.

Percebe-se, portanto, que este tema é muito explorado fora do país onde a tecnologia é utilizada a mais de 150 anos conforme Allen e Thallon, (2011) salientam, mas no Brasil há pouca informação a respeito do sistema na literatura. (SANTOS, 2012). Desta forma, esta tese contribui para a promoção e difusão dessa tecnologia buscando através da pesquisa a disseminação do conhecimento.

1.3.2 Econômica

Segundo a reportagem de Nakamura (2019) a tendência da construção civil no Brasil para os próximos anos está relacionada com pelo menos três fatores. Com avanço no uso de tecnologias, tais como BIM, inteligência artificial,

²http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta_parametrizada.jsf, acesso 23/03/2017 as 19h35.

internet das coisas, entre outras. Com construções mais modulares que utilizem menos recursos e aumente a produtividade, sendo uma alternativa também para a combate do déficit habitacional brasileiro. E por fim, com a busca por recursos mais sustentáveis e que gerem uma melhor eficiência energética para os novos empreendimentos.

Neste cenário, o sistema LWF representa para economia brasileira uma oportunidade promissora para construção civil em função principalmente das suas características de processamento e utilização de recursos renováveis. Segundo Netto (Dino, 2016), diretor da Montana Química S/A, empresa que atua com produtos para preservação de madeira na construção civil e moveleira, o mercado para a madeira é altamente promissor, porque é um material versátil que reduz o tempo de construção, melhora a qualidade final da obra e garante uma construção realmente sustentável.

Diversos países no mundo vêm criando programas para incentivo do uso da madeira no setor de construção civil. Dentre os programas podem-se citar as “Políticas de Estímulos à Madeira” de 2015, criado pela Câmara Municipal da Austrália, as quais exigem que todo novo projeto apresentado a Câmara use a madeira como material de preferência, considerando os benefícios ao longo prazo do material e do seu ciclo de vida. Outro programa de 2015 é o “Política *Wood First*”, criado pelo conselho da Nova Zelândia. Nele os empreiteiros são encorajados a utilizarem a madeira e o próprio programa auxilia no desenvolvimento de ferramentas e avaliações para todos os projetos de construção. (DOVETAIL PARTNERS, 2016).

No Brasil algumas iniciativas vêm sendo desenvolvidas nesta área. Araújo et al. (2014) mostra que essas ações são promovidas na sua grande maioria por universidades e institutos de pesquisa. Nos dois últimos anos (2017-2019) uma norma específica para construção em LWF (ABNT/CE-002:126.011) vem sendo construída por meio de uma comissão de estudos formada por participantes de diversas regiões do Brasil e de várias áreas produtivas. Essa iniciativa tem sido organizada pela Associação Brasileira da Indústria de Madeira (ABIMCI). Para Paulo Pupo (Interact Comunicação, 2018), superintendente e executivo da Abimci,

desde a publicação da norma de desempenho, a NBR 15.575 (ABNT, 2013), todo produto necessita ser normatizado. Para ele, garantir a conformidade aos produtos contribuirá para o aumento do uso da madeira no mercado nacional e a possibilidade de inserir os produtos madeireiros no escopo de financiamento junto a órgãos oficiais.

1.3.3 Social

Segundo Oliveira (2014) o setor de construção civil gera milhões de empregos em todo o mundo. No Brasil, o setor é responsável por mais de 12,5 milhões de empregos diretos e indiretos, e movimenta 6,2% do PIB do Brasil. (FIBRA, 2018). Essa atividade é também responsável por contribuir para a redução do déficit habitacional, que em 2015 chegou a 7,757 milhões de habitações, segundo dados do IBGE. (HABITAÇÃO, 2015).

Os dados da SIDRA/IBGE, IBGE (2018) demonstram também que a esperança de vida está aumentando progressivamente (2000-2014), e que a taxa de mortalidade infantil vem caindo gradativamente (2000-2015), como mostra a Figura 01, ou seja, a tendência é que cada vez mais construções tenham que ser fabricadas para atender a demanda populacional.

FIGURA 1-ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER (ESQUERDA) E TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL (DIREITA)

FONTE: IBGE (2018) -SIDRA/IBGE.

Nesse cenário, o LWF surge como uma oportunidade de construção rápida e eficiente. O processo consiste em um sistema construtivo durável e de rápida execução. Para Molina e Calil Júnior (2010) o ambiente industrial utilizado para fabricação das peças do sistema LWF permite que várias atividades sejam executadas de forma simultânea, em um ambiente de trabalho mais seguro e mais padronizado. A construção tradicional baseada na alvenaria em blocos, por exemplo, desenvolve suas atividades no canteiro de obras, expondo os trabalhadores a riscos maiores de intempéries climáticas e de insalubridade.

1.3.4 Ambiental

Em função da expansão do setor de construção civil em todo o mundo percebe-se o surgimento de uma elevada demanda por materiais. (JADID e BADRAH, 2012), fazendo-se necessária a busca por novos insumos. Essa demanda não faz referência apenas à busca por novos insumos, mas também a busca por materiais mais sustentáveis. De acordo com WBCSD (2009) a cadeia de suprimentos da construção civil é responsável por aproximadamente 40% do consumo global de energia, 32% dos recursos globais e pela geração de 25% das emissões de dióxido de carbono na atmosfera.

Segundo Mahapatra, Gustavsson e Hemstrom (2012) muitos países em todo o mundo buscam por alternativas mais eficientes para manter seus protocolos de sustentabilidade ambiental. A Finlândia, por exemplo, apresentou planos para que toda a construção no país, a partir de 2017, use recursos e insumos mais eficientes com objetivo de atender a meta de eficiência energética estipulada em 2010. Já, no Reino Unido, um "código para casas sustentáveis" tem sido obrigatório para todas as novas casas desde 2008. A própria ONU estabeleceu em 2015 a chamada Agenda 2030 que tem 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para transformar o mundo, dentre eles, o ODS 11 relacionado com cidades e comunidades mais sustentáveis e o ODS 9 com a construção de infraestruturas de qualidade, confiável, sustentável e resiliente (NUB,2015).

O LWF é considerado um sistema construtivo que apresenta inúmeras vantagens ambientais. A primeira delas faz referência a disponibilidade de matéria-prima em todo território nacional. Segundo Cardoso (2015) a alta disponibilidade da madeira no território brasileiro é impulsionado pela extensão territorial e principalmente pelo clima favorável.

A segunda vantagem do sistema LWF é o fato da madeira ser um material renovável, e ao mesmo tempo, incorporar o dióxido de carbono gasoso no seu lenho, retendo-o durante o seu uso e assim, evitando sua liberação na atmosfera.

Partindo dessas análises, observa-se que o tema abordado possui alta relevância para investigação científica, sendo considerado, portanto, um excelente objeto de estudo, haja vista, a deficiência na literatura nacional a respeito do tema. Sendo, portanto, essencial à disseminação de estudos voltados para esta área do conhecimento a fim de corroborar com a difusão do uso do LWF no Brasil.

1.4 INEDITISMO

O objetivo desta tese é criar um método de avaliação de desempenho de edificações em *light wood frame* (LWF) no Brasil **visando contribuir para o monitoramento deste sistema construtivo**. O ineditismo deste trabalho é verificado na elaboração de um método específico para construções em LWF no Brasil.

Como o sistema é considerado inovador poucos são os documentos nacionais que trazem informações e características a respeito do sistema, e, também, não existem documentos que abordem com profundidade o desempenho destas edificações, mais em específico de construções populares que são muito recentes no Brasil. A primeira habitação de interesse social financiada pelo programa “Minha Casa Minha Vida” foi o condomínio Haragano construído em 2012, em Pelotas no Rio Grande do Sul. (ESPÍNDOLA, 2017).

A originalidade está na proposta de desenvolver um método de avaliação que considera condições e características de um país tropical. Os métodos de

avaliação de desempenho identificados não fazem referências a edificações de países tropicais, além disso, essas pesquisas só consideram as condições e normas específicas de suas regiões.

A ANTAC (2015) desenvolveu um conjunto de instrumentos para avaliação de desempenho de sistemas construtivos inovadores tendo como base a norma de desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013). Nesta tese, porém, a meta é propor um instrumento específico para construções em LWF, usando como base, além da NBR 15.575, outros critérios de análise identificados em normas e certificações internacionais, incluindo normas de LWF, acrescentado às peculiaridades apresentada pelos documentos que regem o LWF no Brasil, a fim de analisar as condições de edificações nacionais, alimentando o processo de projeto com informações sobre o desempenho no decorrer do uso.

A ideia principal deste trabalho é gerar um documento que possa nortear as construtoras na avaliação do LWF. O objetivo principal é criar um método que seja acessível e de fácil manuseio, para que, por meio dele, as construtoras possam checar seus empreendimentos e atender as exigências vigentes atualmente no país, a saber, (NBR 15575 (ABNT, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f), SINAT N° 005 (BRASIL, 2017b), DATec N° 020-C (BRASIL, 2017a)).

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta tese não se propõe a produzir uma solução definitiva para o problema da avaliação de desempenho de edificações em LWF, mas sim abrir um novo escopo de trabalho a ser trilhado, e, servir de referencial a outros estudos que venham a contribuir positivamente nesta área de atuação.

Desta forma, os limites presentes nesta Tese são:

- a) Os critérios de análise de desempenho das edificações foram apresentados e estudados de forma geral, não há estudo específico somente de um aspecto, por exemplo, do desempenho térmico ou acústico;

b) O método de avaliação de desempenho pode percorrer todas as etapas de desenvolvimento de uma edificação, desde o planejamento estratégico até a reutilização ou reciclagem do empreendimento. Neste trabalho o método enfatiza a etapa de pré-ocupação da construção;

c) O método proposto foi testado em edificações da Faixa 2 do programa Minha Casa Minha Vida, ou seja, são construções destinadas para famílias com renda entre R\$1.600,00 e R\$3.100,00. (3 salários mínimos).

1.6 ESTRUTURA DA TESE

A tese está estruturada da seguinte forma:

a) Capítulo 1: envolve a introdução ao tema estudado, na busca de questionamentos e caminhos do estudo. Este capítulo aborda ainda os objetivos, a justificativa da tese, o ineditismo da pesquisa, os limites definidos para estudo e o escopo do projeto de tese.

b) Capítulo 2: inicia-se apresentando o sistema construtivo LWF, destacando suas características no Brasil. Em seguida, aborda os princípios da avaliação de desempenho de edificações, evidenciando os critérios identificados na literatura para essa análise e os principais métodos de avaliação apontados. E por fim, enfatiza o tema desempenho de edificações em habitações de interesse social no Brasil;

c) Capítulo 3: trata da estratégia de pesquisa utilizado na tese, descrevendo as etapas de trabalho desenvolvidas para atingir os objetivos propostos.

d) Capítulo 4: apresenta o Madtec-LWF elaborado, detalhando cada etapa desenvolvida e a forma de condução estabelecida para sua aplicação dentro de uma edificação;

e) Capítulo 5: expõem os resultados e análises da aplicação do Madtec-LWF em uma edificação na fase da pré-ocupação;

f) Capítulo 6: apresenta a forma de condução estabelecida para aplicação do Madtec-LWF dentro de uma edificação na fase de ocupação e pós-ocupação.

- g) Capítulo 7: expõe as conclusões e contribuições científicas da tese.
- h) Apêndices: envolve os recursos desenvolvidos ao longo desta tese, tais como: artigos, questionários, roteiro de inspeção e documentos em geral.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo trata dos fundamentos que tem norteado o *light wood frame* (LWF) como sistema construtivo no Brasil. Aborda-se dois pontos centrais: os desafios que o LWF enfrenta para consolidar-se no país e as normas e documentos vigentes para construção em LWF no Brasil.

Neste capítulo também destaca-se o desempenho de habitações de interesse social; apresentando o conceito de desempenho de edificações; e trazendo métodos e critérios de avaliação de desempenho identificados na literatura estrangeira e nacional.

2.1 O Sistema Construtivo *Light Wood Frame*

O termo conhecido como *light wood frame* (LWF) pode ser traduzido como “estruturas leves em madeira”. É a combinação de elementos estruturais, composto por seções de madeira (parte estrutural), revestido por chapas de painéis tipo OBS que funcionam como contraventamento da estrutura, gerando o “*frame*”. Este conjunto produz rigidez necessária para resistir às cargas verticais e horizontais. (TECVERDE, 2016). A composição de uma casa em LWF pode ser organizada da seguinte forma: (A) Telhados; (B) Estruturas, (C) Pavimentos, (D) Fundação e (E) Paredes. (Figura 2).

O diferencial desse sistema construtivo está na maneira como as paredes são fabricadas e estruturadas. Segundo a SINAT N° 005-2 (Brasil 2017b, p.3), os sistemas leves tipo LWF são “sistemas construtivos cuja principal característica é ser estruturado por peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas delgadas”. Essa estrutura é formada por paredes (internas e externas) que apresentam os seguintes elementos. (Figura 2):

- (1) Placa de gesso acartonado;
- (2) Quadro estrutural de madeira serrada tratada;
- (3) Chapas tipo OSB para contraventamento;

- (4) Isolantes acústicos e térmicos;
- (5) Tangamentos de madeira e;
- (6) Revestimento da parede externa (placa cimentícia, alvenaria, etc...).

FIGURA 2-COMPOSIÇÃO DE UMA CASA EM LWF

FONTE: Espíndola (2017).

Em função da sua estrutura leve, o LWF é compatível com diferentes tipos de fundações. No Brasil a fundação mais comum é o *radier*, que é uma fundação menos robusta que pode dispensar a necessidade de execução de lastro de concreto e contrapiso o que resulta em uma economia (PEREIRA; VIEIRA, 2015).

Espíndola (2017) salienta alguns cuidados desse tipo de fundação a fim de evitar que a umidade passe do solo para a fundação e então para estrutura de madeira, comprometendo a edificação e até mesmo sistema construtivo.

Dias (2005), mostra que as normas europeias (DIN 1052 (1998) e EUROCODE 5 Partes 2 (1997), por exemplo, diferenciam-se das normas norte-americanas (WFCM 2001), que distinguem de estado para estado, em alguns aspectos, segundo Cardoso (2015). É importante ressaltar que o conceito estrutural e as características principais da tecnologia são as mesmas nas normas técnicas em todo o mundo, porém, em função das condições climáticas de uma região para outra e dos materiais disponíveis e/ou cultura da região, as normas podem ser adaptadas. (CARDOSO, 2015).

Em relação à construção o método LWF pode ser executado de três formas diferentes: manual, sendo realizado com auxílio de um carpinteiro e um mestre de obras que complementa e finaliza a construção. De forma parcialmente industrializada, onde as etapas de construção do *frame* e da cobertura são pré-executadas em um ambiente fabril e as demais etapas no canteiro de obras. E ainda, totalmente industrializada, de forma que os painéis estruturados em madeira são internamente montados em fábrica, e depois são levados até o local da obra com auxílio de guindastes ou guias para edificação ser levantada por meio de encaixes nos painéis estruturados de madeira já fabricados. (CARDOSO, 2015).

Mais detalhes a respeito de detalhes da sua estrutura técnica podem ser encontrados em Espíndola (2017).

2.2 O *Light Wood Frame* no Brasil

Os primeiros protótipos em LWF no Brasil foram iniciativas de construtoras internacionais. O primeiro protótipo foi construído na década de 70 pela Gypsum na região nordeste do país, tendo como foco o uso do gesso. Mais tarde, em 2000, há registros de outros protótipos construídos na região sul. Contudo, somente a alguns anos mais tarde é que as empresas do ramo madeireiro despertaram-se para a fabricação de produtos a base de madeira para construção em LWF no Brasil. (ARAÚJO et al., 2014).

O ápice da construção em LWF no Brasil aconteceu 2009, quando a empresa alemã Weinmann, juntamente com o ministério da economia do Estado de Baden-Württemberg e o SENAI, convidaram uma delegação de empresários e engenheiros oriundos da região sul e sudeste do Brasil para explorar o sistema construtivo em uma viagem à Alemanha. Mais tarde, alguns membros deste mesmo grupo juntaram-se à outra viagem técnica, dessa vez para o Canadá. (ESPÍNDOLA, 2017).

No retorno destas viagens a delegação firmou o compromisso de estabelecer um projeto para implantação do sistema no Brasil. Essa comissão

chamada de “Casa Inteligente” teve como objetivo trabalhar em 5 frentes: normalização do sistema no Brasil; uso da matéria-prima de maneira sustentável e racional; busca de financiamentos para fomento do *light wood frame* no Brasil; capacitação da mão de obra e visibilidade do sistema construtivo no país. (ESPÍNDOLA, 2017).

Neste mesmo período o governo brasileiro começou uma iniciativa para expansão do setor de construção civil, a fim de combater o déficit habitacional que chegava neste período a 15%. (TEREZO, 2011). Dentre as iniciativas governamentais destacam-se os grandes investimentos na infraestrutura do setor e a facilidade do crédito para financiamento imobiliário. (WEINSCHENCK, 2012). Com todos estes movimentos acontecendo no Brasil, os primeiros empreendimentos nesta área começaram a intensificar-se.

Em 2013, o primeiro condomínio com 280 unidades de 45 m² foi financiado pelo governo através do programa “Minha Casa Minha vida” o qual ainda não financiava obras em LWF. Este empreendimento construído teve parceria com a Construtora Roberto Ferreira e uma empresa fabricante de kits em LWF, a Tecverde. (ARAÚJO et al., 2014). Com estas iniciativas outros projetos começaram a aparecer por todo o país, principalmente na região sudeste e sul, onde encontram-se os principais fornecedores de madeira serrada para a construção em madeira. Segundo Araújo et al. (2014), em 2014 no Brasil 22 empresas dentre elas serrarias, construtoras e escritórios atuavam no ramo LWF de forma direta.

No entanto, para que estes projetos residenciais pudessem obter financiamento pelo governo brasileiro várias barreiras tiveram que ser superadas. Segundo Ferreira (2014), o LWF foi submetido à uma série de testes a fim de averiguar a resistência mecânica das peças, sua capacidade acústica, térmica e a resistência ao fogo.

Em 2011, foi aprovada a primeira diretriz brasileira, a SINAT N° 005-2 (BRASIL, 2017b), elaborada para sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada. Mais tarde, em 2013, a empresa Tecverde desenvolveu um documento técnico para construções habitacionais de casas

térreas utilizando o sistema leve construtivo DATec N° 020-C (BRASIL, 2017a). Este documento foi renovado em 2015 depois de ter passado por uma série de ensaios e simulações para atendimento a norma brasileira NBR 15.575 e demais normas.

As reuniões para normatização do LWF no Brasil estão sendo intensas desde 2017 e a expectativa é muito grande dentro do setor, visto que a falta de normatização tem gerado um grande preconceito por parte dos usuários finais com relação ao sistema construtivo. (FINATTI, 2014). Além deste limitante a literatura nacional apresenta outros fatores críticos que influenciam de forma negativa a difusão do LWF no país.

O primeiro fator crítico para utilização do LWF é o preconceito com o próprio material madeira. Por ser explorada há muitos anos no país e utilizada muitas vezes de forma equivocada, a madeira é considerada um produto de baixa qualidade. A falta de credibilidade por parte dos brasileiros com relação à esse material e o receio do risco de degradação biológica, mesmo com tratamento, é uma das grandes barreiras relatada na literatura (MOLINA e CALIL JUNIOR, 2010; OLIVEIRA, 2014). Há ainda o receio de contribuir para o desmatamento da floresta nativa por parte de muitos usuários.

Para Molina e Calil Júnior (2010), a expressiva falta de conscientização e educação por parte dos engenheiros e arquitetos em relação à necessidade e potencial da utilização do LWF no Brasil corrobora com a barreira cultural. Além de existir percepções negativas em relação às propriedades da engenharia da madeira, poucos são os profissionais na área de construção civil que detêm o conhecimento com relação ao uso na madeira para edificações. (OLIVEIRA, 2014).

Outra limitação identificada na literatura está relacionada com o próprio setor de construção civil, segundo Mahapatra, Gustavsson e Hemstrom (2012). Na prática, o setor conduz a escolha dos seus insumos e técnicas construtivas em detrimento de normas e instituições existentes, a investimento em infraestrutura já existentes, ao conhecimento e ao grande número de agentes (proprietários, projetistas, empreiteiros e fornecedores) dentro da cadeia de suprimento do setor.

Desta forma, como o setor de construção civil no Brasil é baseado na alvenaria, poucos são os fornecedores e empreiteiros que atuam no ramo de construção em madeira, mais em específico com sistema LWF, na grande maioria, estes são empresas estrangeiras, o que agrega custo à edificação. (CARDOSO, 2015).

Ainda a respeito dos insumos do LWF, sabe-se que nem toda madeira produzida no Brasil pode ser utilizada para fins construtivos. Segundo a diretriz em vigor, DATec Nº 020-C (Brasil, 2017a) , somente coníferas acima de 20 anos e tratadas podem ser utilizadas. Estas devem apresentar boa qualidade não apresentar defeitos que interfiram na sua resistência mecânica. Além disso, suas dimensões devem ser consideráveis para ser industrializada na concepção de painéis estruturais. Essas limitações reduzem a oferta de matéria-prima e fornecedores no país. A boa notícia é que segundo SNIF (2017) em 2017, houve crescimento da madeira serrada específica para uso na construção civil.

A necessidade da mão de obra qualificada no sistema construtivo LWF também é um ponto importante entre os limitantes do desenvolvimento do sistema no Brasil. Segundo Kokubun (2014), o uso da mão de obra qualificada é essencial para que as operações de fabricação de painéis e de montagem e desmontagem da estrutura tenham sucesso. Ferreira (2014) corrobora com Kokubun (2014) salientando que a oferta de mão de obra é pequena, além de existir a necessidade de capacitar os funcionários e trazê-los do setor madeireiro, ou seja, de trazer equipes que saibam trabalhar com a madeira como insumo.

Segundo Araújo et al. (2014), existe há mais de 30 anos no Brasil, universidades, laboratórios e centros de pesquisas que trabalham com estudos em estruturas de madeiras. Diversas iniciativas foram realizadas no meio acadêmico, inclusive a criação de um curso, a Engenharia Industrial Madeireira, para suprir essa necessidade e disseminar mais a industrialização da madeira em todo país. Mas ainda, segundo Santos (2012), há pouca informação a respeito do sistema na literatura. Para Oliveira (2014), é preciso que o governo brasileiro se envolva mais, promova campanhas de marketing e gere mais incentivos financeiros para difusão do sistema em todo o Brasil.

2.3 As normas e documentos vigentes para construção de edificações LWF no Brasil

O LWF é um sistema considerado inovador no Brasil, pois segundo ANTAC (2015), entende-se como um produto inovador ou inovação tecnológica, um produto que ainda não possui normas técnicas que especifiquem suas características ou que definam procedimentos de projetos e execução. No Brasil, o sistema responsável pela avaliação técnica de produtos de construção inovadores é o SINAT, Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores, que está vinculado ao Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), subordinado ao Ministério das Cidades. Estas diretrizes de avaliações técnicas devem estar vinculadas e atender os requisitos de segurança, habitabilidade, durabilidade e manutenibilidade, indicados na norma de desempenho NBR 15.575 que entrou em vigor em 2013. (ABNT, 2013).

A norma NBR 15.575 ABNT (2013) foi estabelecida para edificações habitacionais, portanto, não representa comércios, indústrias e/ou galpões. Ela foi criada para atender exigências de usuários das edificações habitacionais e seus sistemas no que concerne seu comportamento em uso, e não na prescrição de como os sistemas devem ser construídos. (ABNT, 2013). Para Oliveira (2012), a norma procura balizar e incentivar o desenvolvimento tecnológico, além de orientar na avaliação térmica, acústica, econômica etc, das inovações tecnológicas. O grande diferencial desta norma com relação a outras estabelecidas pela ABNT é que essa determina os deveres de cada um dos agentes envolvidos durante a construção.

A norma foi organizada em seis partes que definem os critérios de desempenho dos imóveis habitacionais e estipula desempenhos mínimos buscando a melhoria da qualidade da habitação a fim de assegurar principalmente o conforto e segurança aos moradores. Ela deve ser implantada pelos gestores de forma completa, da primeira a sexta parte.

O sistema LWF também deve atender a SINAT N°005-2 (Brasil, 2017b), diretriz constituída para avaliar técnicas de sistemas construtivos estruturados em seções esbeltas transversais de madeira maciça serrada, com fechamento em chapas. O SINAT N°005-2 apresenta os insumos que devem ser utilizados para confecção das paredes, pisos e telhados em LWF; as restrições de uso; os campos de aplicação do sistema; as características e requisitos de desempenho referentes aos aspectos estruturais, contra incêndio, estanqueidade de água, desempenho térmico e acústico, de durabilidade e manutenibilidade dos materiais utilizados; os métodos de avaliação do sistema e por fim as forma de controle de qualidade tanto com relação aos materiais e componentes em canteiro de obra e /ou ambiente fabril, como durante a montagem do LWF, em canteiro de obras.

Outros guias para construção do LWF estão presentes na literatura nacional, tal como o DATEC N° 020-C (Brasil, 2017a) estabelecido pela empresa Tecverde. Este documento bem semelhante ao SINAT N°005-2 traz de forma mais resumida instruções a respeito do LWF. Ele apresenta os ensaios realizados e aprovados pelo comitê Falcão Bauer de Qualidade, esclarece a forma de fabricação industrial do sistema e mostra os principais insumos utilizados atualmente.

2.4 Habitações de interesse social (HIS) e sua relação com o desempenho

O déficit habitacional representa um dos maiores problemas sociais no Brasil. Estima-se segundo *CE100 BRASIL* (2017), que 20% dos brasileiros hoje moram em favelas ou moradias informais voltadas para a população de baixa renda.

Nos últimos anos com objetivo de combater o déficit habitacional e os problemas relacionados com as moradias informais o governo brasileiro vem criando programas voltados ao financiamento da produção de habitações de interesse social (HIS), a partir de iniciativas e parcerias entre os governos federal, estaduais e municipais. Dentre essas iniciativas desacatam-se: Crédito Solidário, Habitar Brasil Programa Urbanização, Regularização e Integração de

Assentamentos Precários, Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), entre outros. (BRASIL, 2007a).

O PMCMV, por exemplo, teve sua primeira fase lançada em 2009, e foi constituído a partir de estratégias diferenciadas de atendimento para as diversas faixas de renda da população, sendo o recurso provido pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR)³. Segundo Rolnik et al. (2015) o programa foi formulado para atender a três faixas de renda distintas, com mecanismos de contratação e subvenções econômicas diferentes. A Faixa 1 é destinada ao atendimento de famílias com renda mensal de até R\$1.600,00; a Faixa 2 a famílias com renda mensal entre R\$1.600,00 e R\$3.100,00; e a Faixa 3 a famílias com renda entre R\$3.100,00 e R\$5.000,00. Para obter o recurso, cabe às construtoras apresentar projetos às Superintendências Regionais da Caixa Econômica Federal (CEF), podendo fazê-lo em parceria com estados e municípios. E para isso, os projetos devem atender algumas exigências mínimas⁴ estabelecidas.

Entretanto, mesmo com esses requisitos, muitas edificações vêm apresentando problemas relacionados com qualidade, insatisfação dos usuários, carência de infraestrutura, entre outras. (SEDREZ, 2004).

Neste contexto, a avaliação do desempenho de edificações tem grande importância no esforço de melhoria da habitação de interesse social. (BONATTO et al. 2011). A busca de melhores resultados em relação a esses empreendimentos, além de gerar benefícios aos seus usuários, também propõe melhorias para a sociedade. (IPEA, 2007).

Nos últimos anos muitos projetos relacionados ao gerenciamento de habitações de interesse social foram criados, dentre eles destacam-se (NORIE, 2008):

³ A Lei 10.188/2001 instituiu o Programa de Arrendamento Residencial (PAR) para atendimento da necessidade de moradia da população de baixa renda. Também autorizou a Caixa Econômica Federal a criar um fundo financeiro privado com o fim exclusivo de segregação patrimonial e contábil dos haveres financeiros e imobiliários destinados ao PAR, que é o Fundo de Arrendamento Residencial – FAR

⁴ As fontes de informações sobre as especificações mínimas do PMCMV – Fase 1 foram obtidas nos sítios: http://www.abenc-ba.org.br/attachments/274_especificacoes_casas.pdf, acessado em 24/1/2018, às 15h28. http://www.abenc-ba.org.br/attachments/274_especificacoes_apos.pdf, acessado em 24/1/2018, às 15h50.

- Requali - Gerenciamento de Requisitos e Melhoria da Qualidade na Habitação de Interesse Social, que visa estabelecer critérios e diretrizes para o gerenciamento de requisitos dos clientes em empreendimentos habitacionais de interesse social, buscando a melhoria da qualidade dos mesmos;
- Gehistec- Técnicas Computacionais de apoio à Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social, que consiste em promover o intercâmbio de conhecimentos e experiências entre grupos de pesquisa do Brasil, Chile e Colômbia, acerca da adaptação e emprego de técnicas computacionais no apoio à gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social em diferentes estágios de produção, desde o projeto do sistema de produção como durante a sua execução;
- QualiHIS, que consiste em um sistema de indicadores para empreendimentos habitacionais de interesse social (HIS), que permita aos principais agentes envolvidos avaliar a qualidade do processo e do produto final em projetos e programas habitacionais. A proposta é acompanhar as obras, avaliar a satisfação dos usuários e gerenciar as operações de manutenção, entre outros;

Esses projetos buscam o gerenciamento de HIS em todo o país, mas não atuam de forma específica na avaliação dos sistemas construtivos, considerando que até pouco tempo o setor de construção civil era considerado tradicionalista e utilizava como base apenas um único sistema construtivo. Porém, com surgimento de novos sistemas construtivos, em função das exigências do próprio mercado e da sociedade, acredita-se ser necessária a elaboração de projetos que tenham avaliações específicas para cada sistema construtivo.

2.5 Desempenho de edificações

Estudado no mundo todo há mais de 40 anos, o conceito de desempenho de edificações tem sido entendido como o comportamento em uso das

construções ao longo da sua vida útil. (BLACHERE, 1974). Khalil et al. (2014), complementam a definição de Blachere (1974) sinalizando que o desempenho é capacidade máxima de eficiência de uma construção ao longo de sua vida útil.

Vida útil é um conceito entendido como período de tempo durante o qual a edificação mantém o desempenho esperado, quando submetidos apenas às atividades de manutenção pré-definidas em projeto, NBR 15.575 (ABNT, 2013). Segundo Borges (2008), a definição mais consolidada na construção civil e na acadêmica é o conceito de Gibbson (1982), que defini desempenho como sendo requisitos que a construção deve atender.

Para além da discussão do conceito, o desafio do desempenho na construção, proposto por Nurizan e Hashim (2001), é traduzir as necessidades dos usuários em requisitos e critérios que possam ser mensurados, dando a possibilidade de serem aferidos de forma objetiva para que características físicas das instalações e serviços possam ser avaliadas por meio de inspeções em protótipos, medições “in loco”, em ensaios laboratoriais, etc. Ou ainda, possibilitando uma mensuração subjetiva, incluindo a percepção, satisfação e aspirações dos usuários e/ou equipe técnica que fez parte da construção da edificação, utilizando para isto questionários e entrevistas.

A fim de atender as exigências de saúde, segurança, bem-estar e comodidade dos usuários foram criados sistemas regulatórios de construção civil em todo o mundo. (BORGES, 2008). Esses sistemas são feitos de modo geral por meio de controle nas fases de projeto, construção e operação das edificações e podem ser baseados em certificações, auditorias e outros tipos de fiscalização. No Brasil, o sistema regulatório em vigor é a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) que rege o desempenho de todas as edificações habitacionais de até cinco pavimentos.

Entretanto, para proporcionar a máxima operação das edificações e aprimorar sua eficiência, é essencial a avaliação regular e contínua do seu desempenho de edificações. O termo que utilizado para este processo sistemático é o *Building Performance Evaluation* (BPE) que relaciona os objetivos do cliente com os critérios de desempenho estabelecidos pelos especialistas a fim de

mensurar o grau de satisfação e desempenho de uma edificação para aqueles usuários.

Esse processo, segundo Preiser (1995), baseia-se em *feedback* e avaliação em todas as fases da construção, desde o planejamento estratégico, programação, passando pelo design, construção, pré-ocupação, ocupação e pós-ocupação até a adaptação reutilização ou reciclagem da edificação, ou seja, esse processo permite analisar a construção ao longo do seu ciclo de vida.

Durante a fase do planejamento estratégico os engenheiros e arquitetos tem a tarefa de traduzir os objetivos estabelecidos pelos investidores/clientes em um conjunto detalhado de metas de desempenho. Em seguida, na fase de programação o plano de condução é elaborado pela equipe e compartilhado com os investidores/clientes. Na fase de design, são elaborados os desenhos esquemáticos, apresentadas as soluções de projetos e os documentos da edificação. Sendo responsabilidade dos gestores e dos investidores a seleção da estrutura mais adequada.

Durante a construção é importante que os empreiteiros/construtores compreendam os requisitos de desempenho e meta. Em seguida, na ocupação, o grau de desempenho em uso alcançado pelo projeto pode ser determinado pela construção por meio de avaliações.

Essas avaliações podem ser feitas por meio de entrevistas, observações, *walk-throughs* (caminhadas *in loco* na edificação orientadas por gestores), etc. E por fim, na fase de reutilização ou reciclagem, novos objetivos de desempenho podem ser estabelecidos em função das necessidades dos usuários e das modificações realizadas na construção. (LUTZENDORF et al. 2005). Outras pesquisas mais recentes seguem esta mesma linha de orientação para BPE. (LEAMAN et al. 2010; BSRIA, 2014; UBT, 2015).

As avaliações contínuas realizadas podem ser conceituadas como “*feed forward best practices*”, ou seja, as lições aprendidas de um projeto de construção são "alimentadas" para o próximo projeto. Esse ciclo gera de forma contínua uma base de dados das construções realizadas, e essa base é usada nas tomadas de decisões e em melhores concepções de projetos (Figura 3).

FIGURA 3-O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES (BPE)

FONTE: Adaptado de Steinke, Webster e Fontaine (2010).

O BPE foi desenvolvido para ampliar a base do *feedback*, que acontecia antes somente na etapa de pós-ocupação. Esse processo sistêmico inclui uma gama mais ampla de partes interessadas e tomadores de decisão que influenciam na construção de uma edificação, não somente os arquitetos e engenheiros, mas também gestores, empreiteiros, usuários finais, ou seja, todos os agentes da cadeia construtiva. (PREISER e VISCHER, 2005).

Para Khalil et al. (2014), o BPE é uma ferramenta de valor expressivo porque auxilia os gestores na tomada de decisão a níveis estratégicos e operacionais durante o processo de construção de uma edificação. Esta ferramenta visa melhorar a qualidade da gestão do projeto e da construção proporcionando uma construção mais sustentável (Ibem et al. 2013); fornece informações básicas sobre as necessidades, preferências e satisfação dos usuários (Vischer, 2008) e oferece *feedback* com relação as causas e efeitos das questões ambientais relacionadas com os edifícios, informando, portanto, o planejamento do ciclo de vida dos edifícios. (MEIR et al., 2009).

O objetivo do BPE é verificar o desempenho da edificação, averiguando as exigências estabelecidas durante o projeto e concepção (curto prazo); assim

como, melhorar a concepção dos projetos futuros, identificando pontos para possíveis ajustes e estabelecendo diagnóstico da situação (longo prazo), e ainda ser utilizado para aprendizado, abordagem muito utilizada em sistemas construtivos inovadores, onde ainda busca-se estabelecer os meios de aprendizado. (GUERRA-SANTIN e TWEED, 2015). A Figura 4 apresenta o funcionamento e os objetivos de se fazer uma BPE.

FIGURA 4-FUNCIONAMENTO E OBJETIVOS DO BPE

FONTE: Adaptado de Guerra-Santin e Tweed (2015).

É fundamental que o setor de construção civil receba *feedback* relativo ao funcionamento do edifício em condições reais. Não basta que as condições técnicas do edifício sejam bem executadas, é preciso verificar o comportamento da edificação na prática com o usuário. Este hábito de não rever as edificações em uso é uma característica de muitas construtoras (Vásquez-Hernández et al. 2017) e que pode limitar as melhores práticas de concepções construtivas.

A abordagem de desempenho mais discutida atualmente, segundo Nazeer e Silva (2016), envolve a análise de várias dimensões de desempenho dentro de uma mesma edificação. Essas dimensões estão relacionadas aos aspectos funcionais, de design, técnicos, econômicos, ambientais e sociais da construção.

Essa abordagem envolve tanto aspectos qualitativos da edificação quanto os aspectos quantitativos. (Figura 5). Os aspectos qualitativos estão relacionados

com os objetivos e as exigências funcionais de desempenho da construção. Esses aspectos são discutidos tanto com a equipe técnica quanto com os usuários do imóvel. Seu papel dentro do método de avaliação é comunicar o desempenho esperado. Já os aspectos quantitativos fazem referências aos critérios que serão mensurados e avaliados para atender o desempenho almejado. (MEACHAM, 1996).

FIGURA 5- ABORDAGEM DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES

FONTE: Adaptado de Meacham (1996).

Muitos pesquisadores vêm se dedicando ao estudo de métodos e seus respectivos critérios para avaliação de desempenho de edificações. Mas, Lutzkendorf et al. (2005), salientam que não existem formas padronizadas, cada país tem o desenvolvimento próprio em função das exigências governamentais e de seus usuários finais.

2.6 Métodos de avaliação de desempenho de edificações (BPE)

Foram identificadas na literatura trabalhos de autores que elaboraram métodos para auxiliar na avaliação do desempenho de edificações. De acordo com a pesquisa há propostas que visam a avaliação contínua da construção em cada uma das fases do ciclo de vida (Lutzkendorf et al. 2005; Leaman et al. 2010; Multiconsult, 2015; Steinke, Webster e Fontaine, 2010) e outras que focam a BPE nas fases de pré e pós-ocupação (Guerra-Santin e Tweed, 2015; Gupta e Kapsali et al. 2016). Percebe-se, porém, que em todos os métodos, a proposta é a construção de um instrumento dinâmico e não mecânico, onde o conhecimento seja expandido.

2.6.1 Método de Lutzkendorf

Lutzkendorf et al. (2005), estabelecem um método composto de 5 etapas para auxiliar na avaliação do desempenho de uma edificação ao longo de todo o ciclo de vida, ou seja, nas fases de pré-ocupação, ocupação e pós-ocupação, são elas:

- Definir objetivos e metas para analisar a construção estudada;
- Traduzir metas em requisitos de desempenho e criar critérios a fim de mensurar o desempenho final;
- Planejar e realizar a análise de avaliação dentro da construção;
- Testar os resultados do desempenho por meio dos critérios estabelecidos;
- Comparar as metas estabelecidas no início do processo com o desempenho identificado na edificação.

A sugestão dos autores é utilizar as seguintes categorias de desempenho para análise: funcional, técnico, econômico, ambiental, social e de processos. Essas categorias serão mais detalhadas capítulo 4 na seção 4.2. Em cada etapa do método os autores recomendam ainda o uso de ferramentas para auxiliar na operacionalização das ações, em discussão no tópico 2.7.

2.6.2 Método de Leaman

Leaman et al. (2010) elaboram um método de BPE e aplicaram em habitações públicas. O método consiste em etapas de *feedbacks* constantes ao longo da edificação, ou seja, os autores sugerem contínuas análises da edificação solicitando o ponto de vista dos moradores, da equipe técnica do projeto, da equipe da construção e dos gerentes das instalações. A estrutura do método elaborado pode ser visualizada na Figura 6.

FIGURA 6- MÉTODO DE AVALIAÇÃO APRESENTADO POR LEAMAN ET AL (2010)

Fonte: Adaptado de Leaman et al (2010).

Em cada fase do ciclo de vida da edificação *feedbacks* são coletados e sendo armazenados em uma grande base de dados. A proposta é utilizar essas informações para melhorar o desempenho de edificações futuras.

2.6.3 Método MultiMap

O MultiMap é um método elaborado pela Multiconsult (2015) na Noruega. Tem uma estrutura similar ao método de Leaman et al. (2010), seu objetivo principal é fornecer informações sobre as condições físicas dos edifícios e verificar se o edifício atende aos requisitos dos usuários, requisitos pré-estabelecidos para cada edificação. As etapas as estabelecidas são:

- Identificar a construção;
- Aplicar o método MultiMap (3 dimensões estabelecidas, usando equipamentos específicos);
- Gerar um relatório dos resultados identificados;
- Considerar as necessidades, oportunidades e ações apresentadas no relatório para buscar melhorias.

A fim de aplicar o MultiMap todos os agentes responsáveis pela concepção do projeto, construção e uso do edifício são consultados ao longo do ciclo de vida da edificação. Assim, utilizando formulários padronizados a equipe consegue organizar as informações e disseminá-las de um projeto a outro.

Baseado na norma de desempenho norueguesa, o MultiMap já foi usado no estudo de vários tipos de construção (edifícios hospitalares, residências públicas, em estradas e instalações náuticas) na Noruega. Para analisar o desempenho o método utiliza 3 dimensões bases: técnicas, adaptabilidade/usabilidade e infraestrutura externa (localização, condições do ambiente). Como ferramentas de avaliação e coleta de dados destacam-se equipamentos que mensuram fatores técnicos e estruturais. E, para fins de usabilidade e infraestrutura usam-se questionários.

2.6.4 Método de Guerra-Santin e Tweed

Guerra-Santin e Tweed (2015) apresentam um método de BPE baseado em 8 etapas, que mostram como os gestores devem realizar a condução da

construção de uma nova edificação por meio de informações oriundas de outros projetos já construídos. O objetivo do estudo dos pesquisadores é fazer o monitoramento da pré e pós- ocupação de uma edificação.

As etapas propostas por Guerra-Santin e Tweed (2015) mostram em quais fases dentro da construção de uma edificação podem existir ações para avaliar o desempenho da edificação. Estas etapas são:

- Processo de design: nesta fase a equipe pode utilizar ferramentas de cálculo, de simulação e de *feedback* de outras edificações para apoiar a construção da nova edificação.
- Revisão do projeto: uma revisão de projeto pode ser realizada após a conclusão do edifício. Nessa revisão podem ser identificadas diferenças entre o edifício, tal como concebido e construído. O *feedback* da revisão do projetista pode ser útil para melhorar projetos futuros. A revisão do gestor também fornece informações sobre o desempenho esperado do edifício;
- Processo de verificação: no final da fase de construção as verificações permitem averiguar se os sistemas estão funcionando conforme o que foi proposto. Os resultados podem melhorar o funcionamento dos sistemas e servem como apoio aos gestores que poderão antecipar possíveis problemas durante a utilização da edificação;
- Auditoria de construção: uma revisão do processo de construção pode dar *feedback* sobre a eficiência do processo de construção para os contratados;
- Testes de desempenho: testes pós-construção, como estanqueidade, conforto térmico, acústico, entre outros, são realizados para determinar a qualidade da construção e a eficiência dos sistemas. Esses testes podem oferecer *feedback* aos gestores e aos contratantes sobre o desempenho alcançado da edificação.
- Monitoramento de energia: durante a fase de operação, os usuários (ocupantes, gerentes de instalações) do prédio podem monitorar o consumo de energia do prédio para reduzi-lo;

- Monitoramento em uso (interno): o monitoramento durante a operação do edifício pode ser realizado por uma parte externa que trabalha em estreita colaboração com os usuários do edifício para identificar possíveis melhorias no desempenho. Esses tipos de estudo também podem fornecer informações aos gestores para ajudá-los a entender melhor as necessidades do usuário final;
- Monitoramento em uso (externo): o monitoramento também pode ser realizado por uma parte externa sem a participação dos usuários do edifício, só com pesquisadores e com a equipe técnica.

O método com as suas respectivas etapas, os agentes e o monitoramento de cada fase do ciclo de vida de um edifício, pode ser visualizado na Figura 7.

Para aplicar as duas últimas etapas, monitoramento interno e externo os autores estabeleceram 5 grandes etapas:

- Identificar o objetivo da avaliação: busca determinar o fim do estudo, ou seja, para qual finalidade a avaliação será realizada, para verificar o desempenho, para melhorar projetos no futuro e/ou para se obter lições aprendidas.
- Estabelecer as dimensões a serem avaliadas: elas devem ser estipuladas em função da natureza da avaliação (ambiental, social, etc...) e do objetivo da avaliação, por exemplo, a edificação visa atender uma certificação ambiental, sendo assim, ela precisa atender os requisitos estabelecidos pela mesma.
- Estipular o tipo de *feedback*: refere-se a escolha dos agentes que participarão da pesquisa, fornecendo sua opinião durante o BPE, estes podem ser os usuários finais, os gestores responsáveis pela confecção do projeto, os empreiteiros ou até mesmo os clientes da edificação.
- Estabelecer os parâmetros de desempenho disponíveis: são estabelecidos conforme as exigências do usuário final e dos recursos disponíveis para monitoramento. Os parâmetros precisam ser mensurados e deve-se utilizar

uma referência como base para isto, portanto, os autores recomendam o uso da norma de desempenho específica de cada país.

- Os recursos disponíveis para realizar as atividades de monitoramento: são estabelecidos conforme tópico anterior.

FIGURA 7- MÉTODO DE BPE ELABORADO POR GUERRA-SANTIN E TWEED (2015)

FONTE: Adaptado de Guerra-Santin e Tweed (2015).

O método de Guerra-Santin e Tweed (2015) foi aplicado em edificações classificadas por eles como domésticas e não domésticas (residenciais e comerciais). Para fins de discussão do método os autores aplicaram três critérios de análise de desempenho: conforto térmico, qualidade do ar interno e consumo de energia.

2.6.5 Método de Gupta e Kapsali

O método apresentado por Gupta e Kapsali (2016), também tem como foco o BPE das fases de ocupação inicial e pós-ocupação. A pesquisa dos autores faz parte de um projeto financiado pelo Instituto *Innovate* UK no Reino Unido que tem como objetivo financiar projetos na construção civil para melhorar o desempenho de edificações em todo o país. O método desenvolvido foi aplicado em 53 estudos de caso domésticos (residenciais). E possui seis principais etapas:

- Auditoria no projeto: nesta etapa o objetivo é confrontar o que foi previsto com o que foi estabelecido na edificação de forma real (intenções do desempenho x desempenho real). A comparação dos dados previstos com os reais é feita por meio da análise do consumo de energia, de água (previsto x real), análise dos desenhos de projetos, entre outros.
- Testes no ambiente: nesta etapa os critérios de desempenho selecionados, tais como conforto térmico, acústico, entre outros são aferidos por meio de testes realizados diretamente no edifício, com objetivo de gerar um diagnóstico da situação da edificação imediatamente após construção;
- Revisão das instalações e verificação dos sistemas: os sistemas hidráulicos, elétricos, entre outros devem ser verificados. Neste momento é possível averiguar de forma visual ou por meio de uma entrevista com os responsáveis o funcionamento dos sistemas.
- Revisão do processo de entrega e orientação dos usuários: nesta etapa a documentação de orientação aos usuários é revisada. O objetivo é verificar se as informações entregues aos usuários são suficientes. Além disso, é importante haver uma turnê com os moradores pela edificação para mostrar a estrutura e sinalizar pontos importantes.
- Rever interfaces de controle: é uma revisão de alguns pontos (usabilidade) considerados mais críticos pela equipe técnica que devem ser revistos.
- *Feedback* dos usuários: entrevistas ou questionários podem ser feitos com os moradores para avaliar o grau de satisfação.

O objetivo da aplicação do método é gerar um diagnóstico sóciotécnico que permita entender as causas que levam a uma diferença de expectativas de

projeto e desempenho da habitação e como essa lacuna pode ser minimizada. Na pesquisa apresentada por Gupta e Kapsali (2016), a proposta do método é analisar fatores ambientais relacionados com consumo de energia nos 53 casos estudados.

2.6.6 Método de Steinke

O método de Steinke, Webster e Fontaine (2010) elabora um conceito que envolve a estratégia organizacional da saúde durante as construções prediais de hospitais ou mesmo de departamentos hospitalares a fim de melhorar o desempenho da edificação.

O método envolve uma ferramenta de gestão, a *Balanced Scorecard*, e estabelece 4 dimensões de desempenho para análise: financeira, funcional, técnica e de serviços. O foco do método está na análise ao longo de todo ciclo de vida da edificação, não apenas na fase de pós-ocupação.

O ciclo de vida considerado por Steinke, Webster e Fontaine (2010) para análise é: Pré- designer (concepção e planejamento do projeto, onde acontecem a formulação do desempenho requisito), Design (construção) e a Pré e pós-ocupação. Ao longo desta avaliação 10 passos devem ser seguidos:

- Seleção do projeto e do líder para condução da pesquisa;
- Identificar os desafios da obra e as oportunidades de melhorias;
- Estabelecer uma equipe multidisciplinar para ser responsável pelo núcleo;
- Elaboração do *Scorecard* com as 4 dimensões de desempenho:

(1) Validar os desafios atuais e Oportunidade (s) a ser (em) abordada (s).
(2) Identificar os principais objetivos para responder aos desafios e as oportunidades. (3) Identificar pesquisas existentes (ou seja, conduzir uma extensa revisão da literatura). (4) Agrupar esses objetivos nas quatro dimensões. (5) Desenvolver propostas para cada objetivo. (6) Determinar o desempenho adequado para cada dimensão. (7) Estabelecer metas de curto prazo para cada

dimensão ao longo do ciclo de vida. (8) Planejar o método de coleta de dados (instrumentos de observação, percepção e medição). (9) Planejar o método de análise de dados (quantitativos, meios qualitativos ou mistos de análise). (10) Comunicar o plano ao executivo para aprovações de escopo, cronograma e despesas.

- Aprovação do plano;
- Acompanhar a construção para verificar se os objetivos estão sendo cumpridos;
- Equipe deve realizar avaliações ao longo do BPE (aplicar ponto 4);
- Equipe deve analisar os dados coletados (aplicar ponto 4);
- Equipe deve produzir um relatório de descobertas e lições aprendidas;
- O conhecimento é guardado e compartilhado na execução de outras obras;

O método de Steinke, Webster e Fontaine (2010) envolve uma visão estratégica para condução de edificações na área de saúde. Ele considera que edificações não servem apenas para abrigar pessoas, mas também para cumprir objetivos estratégicos. O método envolve tanto gestores da saúde como engenheiros e pacientes, e tem sido testado no Canadá.

Um resumo da composição dos seis métodos estudados, bem como suas características principais, pode ser visualizado no Quadro 1.

QUADRO 1-RESUMO DOS MÉTODOS DE BPE ESTUDADOS

Métodos de BPE	Etapas	Ciclo de vida			Critérios sugeridos	Aplicação
		Pré	Ocupação	Pós		
Lutzkendorf et al (2005)	1. Elaborar objetivo e metas, 2. Criar critérios, 3. Planejar e realizar aplicação, 4. Testar os resultados de desempenho, 5. Comparar desempenho com metas estabelecidas.	x	x	x	Funcionais, técnicos, ambientais, sociais e de processo.	NA
Leaman et al (2010)	Sugestões: recolher feedbacks constantes	x	x	x	NA	Habitações públicas
MultiMap (Multiconsult, 2015)	1. Identificar a edificação; 2. Aplicar as dimensões propostas; 3. Gerar relatório dos resultados; 4. Considerar ações no relatório para implementar na edificação a fim de melhorar	x	x	x	Técnicas, adaptabilidade/usabilidade e infraestrutura externa (localização, condições do ambiente).	Habitações hospitalares, residências públicas, em estradas e instalações náuticas
Olivia e Christopher (2015)	1. Processo de design; 2. Revisão do projeto; 3. Processo de verificação; 4. Auditoria da construção; 5. Testes de desempenho; 6. Monitoramento de energia; 7. Monitoramento em uso; 8. Monitoramento externo.	x		x	Análise de conforto térmico, qualidade do ar e consumo de energia	Habitações residências e comerciais
Steinke et al (2010)	1. Seleção do projeto e do líder; 2. Identificar os desafios da obra e as oportunidades de melhorias; 3. Estabelecer uma equipe; 4. Elaboração do Scorecard com as 4 dimensões de desempenho, 5. Aprovação do plano; 6. Acompanhar a construção; 7. Equipe deve realizar avaliações ao longo do BPE (aplicar ponto 4); 8. Equipe deve analisar os dados coletados (aplicar ponto 4); 9. Equipe deve produzir um relatório de descobertas e lições aprendidas; 10. O conhecimento é guardado e compartilhado na execução de outras obras;	x	x	x	Funcionais, técnicos, econômicos, serviços (ambiente)	Habitações de saúde
Gupta e Kapsali (2016)	1. Auditoria do projeto; 2. Testes no ambiente; 3. Revisão das instalações e verificação dos sistemas; 4. Revisão do processo de entrega e orientação dos usuários; 5. Rever interfaces de controle; 6. Feedback dos usuários.	x		x	Fatores ambientais e de consumo de energia elétrica	Habitações residenciais

Fonte: A autora (2019).

2.7 Instrumentos utilizados para coleta de informações na avaliação de desempenho de edificações (BPE)

Um dos instrumentos mais utilizados para coleta de informações e para realimentação do processo sistemático (BPE) é a avaliação pós-ocupação (APO). Segundo Finch (2012), essa avaliação consiste em verificar se as condições do ambiente em uso são satisfatórias quanto ao desempenho do ambiente construído considerando o ponto de vista dos usuários. O APO em sistemas construtivos inovadores pode ser um instrumento que permite aprimorar o próprio sistema ou ainda nos procedimentos específicos de manutenção durante o seu uso. (VILLA e ORNSTEIN, 2013).

Preiser (1995) apresenta três tipos de APO. A primeira APO é considerada indicativa, pois aborda uma análise mais superficial, incluindo avaliações rápidas com os clientes da obra e um tour de observação na edificação feito pelo pesquisador. O objetivo dessa APO é conhecer os problemas do projeto.

Em geral ela é feita em período curto de tempo, em um único dia, e são utilizados instrumentos tais como inspeções, reuniões com grupo de moradores e revisão de documentos da edificação. (SHEHATA e ELZAWAHRY, 2016).

O segundo tipo de APO é chamado de avaliação investigativa. É um procedimento mais detalhado que envolve questionários e entrevistas com os usuários. Seu objetivo é compreender a causa e efeitos dos problemas comportamentais. Ela pode levar de uma semana a vários meses.

E por fim, a terceira avaliação é chamada de diagnóstica, pois realiza uma análise mais profunda, além dos questionários e entrevistas, utilizando-se de instrumentos de mensuração. Essa terceira APO tem como objetivo gerar diretrizes para aprimorar o desenvolvimento construtivo de projetos futuros. Ela pode demorar meses ou anos para ser finalizada. (Figura 8).

FIGURA 8-TIPOS DE INVESTIGAÇÃO UTILIZADA EM ANÁLISES DE BPE

FONTE: Adaptado de Guerra-Santin e Tweed (2015).

Além da APO, existem outros instrumentos de coleta de dados durante a BPE que podem ser utilizados durante a pós-ocupação e também em outras fases do ciclo de vida da edificação. Segundo Guerra-Santin e Tweed (2015) estes instrumentos são classificados em três categorias:

- a) Instrumentos de percepção: são aqueles que utilizam a compreensão dos usuários ou da equipe técnica responsável pela construção, neste caso utilizam-se ferramentas como questionários, grupos focais e entrevistas.

O questionário segundo Rattray e Jones (2007), é um dos instrumentos mais utilizados para se avaliar a satisfação dos usuários. O conteúdo de um questionário específico para análise de APO deve conter o perfil pessoal do participante e o seu nível de satisfação em cada critério de desempenho que será analisado, sendo recomendável a utilização de uma escala, como a Likert. (GOPIKRISHNAN E TOPKAR, 2015).

- b) Instrumentos de monitoramento: são aqueles que utilizam ferramentas para aferição e simulação. Podem ser utilizados antes do desenvolvimento do projeto e depois para medir o desempenho real. Nesta categoria estão contemplados os instrumentos de simulação e instrumentos para aferição “*in loco*”.

A simulação é um instrumento muito comum durante a fase de projeto. Seu objetivo é melhorar o conhecimento e compreensão da construção com os agentes atmosféricos e os habitantes. O uso dessa ferramenta é associado na grande maioria à avaliação de recursos hídricos e elétricos, e a qualidade do ambiente interno. Entretanto, o nível de eficiência dessa ferramenta depende do nível de correspondência entre o método e o sistema representado, podendo não atender de forma plena seu objetivo. (VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ et al. 2017).

- c) Instrumentos de observação: são instrumentos os quais o próprio pesquisador pode obter julgamento sobre os fatores analisados, pode ser realizada por meio de uma visita técnica a construção e por meio da visualização de documentos técnicos sobre a obra.

E ainda, segundo Okolie e Shakantu (2012), os dados coletados pelos instrumentos podem ser qualitativos ou quantitativos. Os dados qualitativos são os aspectos intangíveis do desempenho que, por sua vez, são difíceis de quantificar em termos numéricos porque provém na sua grande maioria de ferramentas de percepção. Enquanto que os dados quantitativos são aqueles expressados por meio de medições, que em geral são coletados por ferramentas de aferição e monitoramento.

No entanto, para Vischer (2008) nem sempre é possível determinar uma relação direta entre o *feedback* do usuário (dados qualitativos) e os dados fornecidos por instrumentos de medição calibrados (dados quantitativos). Segundo o autor, isso não é surpreendente, porque vários fatores influenciam os usuários do prédio e a experiência de um, pode afetar o julgamento de outro.

Desta forma, uma etapa importante da avaliação é o acompanhamento dos comentários dos usuários usando outras medidas para determinar o desempenho que está sendo mensurado. Em cada caso, o pesquisador deve determinar como aproximar essas medidas, por exemplo, gerando registro de dados durante um período de tempo prolongado, como: seis meses, um ano, entre estações; com questionário, observações diretas, entre outras, ou seja, a

combinação de instrumentos é uma solução para amenizar essas inconsistências da pesquisa de BPE.

Vásquez-Hernández et al. (2017), mostra que não há uma ferramenta mais adequada do que a outra durante o processo de BPE, visto que cada projeto possui suas condições de tempo e recursos. Os instrumentos mais empregados de acordo com sua varredura na literatura foram 59,43% instrumentos de percepção, seguidos de instrumentos de observação com 20,75% e com 19,81% os instrumentos de monitoramento. Portanto, cabe ao pesquisador selecionar as ferramentas a serem aplicadas, e ainda, dedicar atenção especial na padronização da condução da pesquisa a ponto de possibilitar sua replicação.

O Quadro 2 faz uma relação entre as fases de BPE apresentados por Steinke, Webster e Fontaine (2010) e os possíveis instrumentos de coletas de informações utilizados durante a avaliação de desempenho de uma edificação em cada fase do ciclo de vida da construção.

QUADRO 2-FASES DO BPE E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE INFORMAÇÕES

Fases do ciclo de vida de uma edificação (Preiser, 2005)	Possíveis instrumentos utilizados para alimentação de informações
Planejamento estratégico	Consulta normas regulamentadoras e de Certificações; Documentos técnicos; Entrevista/questionário com equipe técnica;
Programação	Listas de verificações; Documentos técnicos; Entrevista/questionário com equipe técnica;
Design	Lista de verificações; Simulações; Entrevista/questionário com equipe técnica;
Construção	Aferições “in loco”; Análise de documentos do projeto; Entrevista/questionário com equipe técnica; Grupo Focal com equipe técnica; Observação;
Pré- ocupação/Pós- ocupação	Observação; Análise de documentos do projeto; Questionário com usuários e/ou equipe técnica; Entrevistas com usuários e/ou equipe técnica;
Reutilização/Reciclagem	Grupo focal com equipe técnica; Aferição “in loco”.

FONTE: Preiser (2005).

Entretanto, para o funcionamento do BPE, é necessário à definição dos critérios de avaliação que possam auxiliar no processo mensuração do desempenho de uma edificação. Segundo Teicholz (2003), não se pode melhorar o que não pode ser medido. Por isso a importância de identificar os critérios que deverão ser medidos durante uma avaliação de edificação.

Segundo Koleoso et al. (2012) medir o desempenho de uma edificação é a maneira mais segura de melhorar o desenvolvimento econômico, físico e funcional de uma edificação, garantindo que seus objetivos sejam cumpridos. Estes critérios e medidas serão apresentados com detalhes no capítulo 4 desta tese.

3. ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O Capítulo 3 tem como objetivo explicitar a estratégia que foi utilizada para realizar esta pesquisa. Segundo Andery et al., (2004) a estratégia de pesquisa ou o método de pesquisa é um conjunto de passos reconhecidos pela comunidade acadêmica e utilizados pelos pesquisadores para a construção do conhecimento científico. Desta forma, nesta seção apresenta-se a caracterização da pesquisa e a condução do estudo para elaboração do Método de avaliação de desempenho de edificações proposto, o denominado Madtec-LWF.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é composta dos seguintes aspectos metodológicos: Com relação à natureza da pesquisa esta pode ser classificada como prática, que segundo Gil (2002), é a pesquisa que visa gerar conhecimento por meio da aplicação, dirigida as soluções de problemas específicos, beneficiando a população envolvida.

Do ponto de vista da abordagem da pesquisa, este estudo caracteriza-se por ser quantitativo e qualitativo. Quantitativo, pois durante a fase de estruturação do método, pesos e escalas foram estabelecidos, segundo os especialistas do LWF no Brasil. Além disso, durante a aplicação do método a campo, mensurações foram realizadas *in loco* por meio de instrumentos. A pesquisa também tem caráter qualitativo, pois durante a fase de elaboração do método, são definidos critérios e subcritérios a serem analisados por meio da literatura. E na fase de aplicação, a pesquisa utilizou questionários com a equipe técnica, os quais apresentaram suas percepções com relação a edificação estudada.

Com relação à forma de raciocínio, a pesquisa é classificada como abdução, que é o método que consiste em estudar fatos e propor uma teoria para explicá-los, usando para isso o processo criativo com objetivo de introduzir uma nova ideia. (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015).

Em relação ao objetivo desta pesquisa, este é classificado como exploratório/descritivo, pois visa investigar o contexto das construções em LWF no Brasil, e a partir desta análise, propor um método para avaliar o desempenho descrevendo o método, sua aplicação e seus resultados.

Um estudo exploratório tem como objetivo tornar mais familiar o problema de pesquisa. Para Gil (2002), a proposta neste tipo de pesquisa é aprimorar ideias ou a descoberta de intuições. Este tipo de estudo utiliza como elementos de pesquisa o referencial bibliográfico, ou seja, o conhecimento existente sob o assunto; a entrevista com pessoas que tiveram experiência com o caso e, por fim, a análise de exemplos que permitam estimular a compreensão do objeto estudado.

Além disso, o estudo também é considerado descritivo, pois pretende não apenas investigar o assunto dentro de um contexto prático, mas também procura estudar as características destas construções, bem como seus envolvidos e os desafios que norteiam suas atividades, buscando ao término apresentar o método e sua forma de aplicação.

Gibbons et al., (1994) destaca que há dois tipos de pesquisa, a primeira, puramente acadêmica que faz referência a uma única disciplina, e a pesquisa transdisciplinar, que busca a resolução de problemas e ocorre normalmente no contexto de aplicação.

Considerando a classificação apresentada por Gibbons, esta pesquisa é classificada como transdisciplinar que além de explorar e descrever o fenômeno também visa criar artefatos. Portanto, para a condução desta pesquisa o instrumento adotado foi a *Design Science Research*.

O *Design Science Research* (DSR), também denominado de *Construtive Research*, é uma abordagem empregada durante pesquisas que visam alcançar um artefato ou uma prescrição. Ele visa à solução de problemas específicos, não necessariamente busca a solução ótima, mas a solução satisfatória para a situação, que possa inclusive servir de objeto de uso e conhecimento para academia. Ela pode ainda sustentar o desenvolvimento e a construção de um

artefato e contribuir para o fortalecimento de base de conhecimento existentes. (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JUNIOR, 2015). Um artefato pode ser classificado como um constructo, modelo, método ou instâncias.

Lukka (2003) apresenta os cinco principais elementos da abordagem do DRS, estes consistem em (i) enfatizar os problemas do mundo real que possuam relevância para serem solucionados na prática; e (ii) conectar-se a um conhecimento teórico prévio; para (iii) produzir uma construção inovadora que solucione o problema inicial definido; que resulte (iv) no funcionamento prático da solução, a partir da tentativa de implementação da construção desenvolvida; e (v) na contribuição teórica do estudo, a partir das descobertas empíricas realizadas.

Portanto, justifica-se a escolha do DSR nesta pesquisa por três motivos destacados por Lukka (2003) : pelo tipo do problema abordado, pelo caráter da pesquisa a ser desenvolvida e pelo tipo do resultado pretendido.

Com relação ao problema abordado, o tema estudado é relevante e prático, como apresentado no capítulo 1 desta tese. O caráter da pesquisa desenvolvida é de inovação tecnológica, considerando que a proposta é elaborar um método de avaliação de desempenho construtivo para um sistema de construção considerado inovador no Brasil.

O tipo do resultado pretendido consiste na proposição e construção de um artefato para resolução da problemática. Neste caso, o desenvolvimento do método Madtec-LWF.

O resumo da caracterização desta pesquisa pode ser visualizado na Figura 9.

FIGURA 9- CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

FONTE: A autora (2019).

3.2 CONDUÇÃO DA PESQUISA

O processo de condução da pesquisa segue seis estágios, que compõem em detalhes as principais etapas metodológicas desta Tese. Essa estrutura foi baseada no processo de pesquisa de *Design Science Research* elaborado por Nunamaker, Chen e Pudín (1990) apud Dresch, Lacerda e Antunes Junior (2015). Estes estágios são representados no fluxograma da Figura 10.

FIGURA 10- FLUXOGRAMA DE CONDUÇÃO DA PESQUISA

FONTE: A autora (2019).

Os estágios são apresentados a seguir e no capítulo 4 eles são demonstrados com detalhes:

3.2.1 1ª Estágio- Levantamento e análise do objeto de estudo

Inicialmente foi realizada uma RSL (revisão sistemática da literatura) do sistema LWF no Brasil com objetivo de conhecer os trabalhos acadêmicos existentes. A partir dessa pesquisa percebeu-se que o tema é ainda pouco explorado e que os estudos são ainda bastante superficiais, como já foi detalhado no capítulo 1 desta tese. Por meio desta pesquisa, também foi possível conhecer as diretrizes que regem o sistema LWF e sua estrutura atualmente no Brasil. (APÊNDICE 1).

Em seguida, surgiu a ideia de elaborar um estudo prospectivo do sistema LWF a fim de explorar o contexto de forma mais detalhada ouvindo especialistas da área. (APÊNDICE 3).

Os dois estudos permitiram chegar ao tema central estudado: **análise de desempenho de edificações em LWF no Brasil.**

3.2.2 2ª Estágio: Levantamento dos critérios da literatura para avaliação de desempenho de edificações

O segundo estágio da pesquisa visou identificar os critérios necessários para mensurar o desempenho de uma edificação tendo como parâmetros os critérios identificados na literatura. Desta forma, 4 fontes de pesquisa foram consultadas:

- Duas revisões sistemáticas da literatura (RSL), uma feita com trabalhos relacionados especificamente com a avaliação pós-ocupação (APO) e outro com o *building performance evaluation* (BPE) (Apêndice 2 e 4);
- Normas de desempenho: Brasil (NBR 15.575), Europa: ISO 6241 (1984), ISO 19208 (2016), ISO 15928 (2015), Espanha (CTE), Nova Zelândia (DBH), Estados Unidos (ASMT), Austrália (BAPF) e Índia (NBC- 2016);

- Certificações ambientais que trazem critérios de desempenho das edificações: *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), VERDE, *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* (CASBEE), *Green Star*, *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (iSBE), *Green Mark*, *National Australian Built Environment Rating System* (NABERS), *Green Globes*, *International Well Building Institute* (Well), e as nacionais, Selo Azul
- Documentos que norteiam o sistema construtivo no Brasil SINAT N° 005 (BRASIL, 2017b) e DATec N° 020-C (BRASIL, 2017a)). No Chile (Manual NCH (1998)), no EUA (Manual WFCM (2001)), na Alemanha (DIN 1052 (1998)) e na Europa (Eurocode 5 (1995)).

Essas fontes foram selecionadas, pois, estudando sobre o tema, percebeu-se que muitos dos critérios eram oriundos de normas de desempenho e também de certificações de desempenho ambiental. Além disso, como objeto de estudo são as edificações em LWF as normas internacionais que regem esse sistema também foram consultadas a fim obter um panorama geral.

3.2.3 3ª Estágio: Elaboração o Madtec-LWF

O objetivo da presente tese é gerar um método para avaliação de edificações em LWF, o denominado Madtec. A proposta é estabelecer critérios específicos ao sistema de forma que seja possível mensurar o desempenho apresentado por cada edificação estudada. A Figura 11 mostra o processo sistemático para criar o método de avaliação. Para sua composição 5 etapas foram estabelecidas até a identificação dos critérios necessários, estas etapas foram propostas e conduzidas a partir de métodos identificados na literatura apresentados no capítulo 2 desta Tese. Estas etapas são detalhadas a seguir:

FIGURA 11- CONSTRUÇÃO DO MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES EM LWF

FONTE: A autora (2019).

1) Identificar critérios de desempenho

A fim de elaborar um método de avaliação, a primeira etapa foi buscar criar um *framework* dos critérios que deveriam ser gerenciados para fazer esta ação. Para essa atividade foram consultadas quatro fontes de pesquisa: (1) normas de desempenho; (2) certificações que buscam a avaliação de desempenho sustentável de uma edificação; (3) normas/diretrizes relacionadas com construção em madeira e/ou LWF; e (4) revisão sistemática da literatura, onde foram levantados trabalhos que estabeleceram métodos para avaliar o desempenho de edificações a partir de critérios pré-estabelecidos. Os critérios e subcritérios que mais se repetiram nas análises foram compilados e selecionados. Entende-se como método de BPE a estrutura sistemática para seleção dos critérios a serem mensurados e aplicação na avaliação das edificações.

a) Validar critérios específicos para LWF

Na segunda etapa, para o desenvolvimento da arquitetura do Madtec-LWF, os critérios identificados na literatura deveriam ser validados para o contexto

nacional e para o sistema LWF, portanto, optou-se por apresentar estes critérios por meio de um questionário (Apêndice 5) dentro de um evento acadêmico para que pesquisadores na área pudessem dar seu ponto de vista com relação os critérios considerados pertinentes para análise de desempenho de uma edificação em LWF no Brasil.

Foram distribuídos 100 questionários, e esperava-se uma amostra mínima de 35. Neste questionário os respondentes puderam por meio da escala Likert (1-5), que é aquela que serve para medir o nível de importância, onde 5 é considerado o fator mais importante e o 1 o fator com menor importância, apresentar valores para cada critério.

A fim de validar o questionário utilizado na pesquisa, a confiabilidade do mesmo foi testada utilizando o coeficiente alfa de Cronbach, que é a média de todos os coeficientes meio-a-meio que resultam das diferentes maneiras de dividir ao meio os itens da escala. A expressão do coeficiente é dada pela Equação 1:

$$\alpha = \frac{N\bar{\rho}}{[1 + \bar{\rho}(N - 1)]} \quad (1)$$

Onde:

N = número de itens;

$\bar{\rho}$ = média dos coeficientes de correlação linear entre os itens.

Nesta pesquisa foi utilizado o software *Minitab* para calcular o coeficiente alfa de Cronbach. Com estes dados utilizou-se da análise fatorial exploratória a fim de conhecer o comportamento das variáveis, no caso dos critérios. A análise fatorial é um conjunto de técnicas multivariadas para agrupar as variáveis relacionadas em fatores que as representam. (PESTANA e GAGEIRO, 2005). O agrupamento das variáveis em fatores foi realizado considerando as cargas fatoriais (resultado da análise fatorial). É importante destacar que essa análise estatística revela a visão dos respondentes desta pesquisa.

O pressuposto da análise fatorial são as normalidades da distribuição, o teste KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) e o teste de esfericidade de Bartlett. Em relação

à normalidade a amostra pode ser considerada normal pelo teorema do limite central ($n > 30$) (Triola, 1999).

O teste KMO é calculado pela matriz Measure of Sampling Adequacy (MSA) que avalia a adequacidade da análise fatorial, conforme Equação 2:

$$MSA = \frac{\sum_{j \neq k} \sum r_{jk}^2}{\sum_{j \neq k} \sum r_{jk}^2 + \sum_{j \neq k} \sum q_{jk}^2} \quad (2)$$

Onde:

r_{jk}^2 = é o quadrado dos elementos da matriz de correlação original (fora da diagonal), ou seja, r_{jk} representa o coeficiente de correlação linear simples entre as variáveis X_j e X_k ;

q_{jk}^2 = é o quadrado dos elementos fora da diagonal da matriz anti-imagem da correlação, onde q_{jk} representa o coeficiente de correlação linear parcial entre as variáveis X_j e X_k .

Valores de MSA altos (entre 0,5 e 1,0) indicam que a análise fatorial é apropriada, enquanto que valores baixos, abaixo de 0,5, indicam que a análise fatorial pode ser inadequada. Khair et al., (2015) em sua pesquisa de análise de desempenho, recomendaram o uso de valores acima de 0,5.

O teste de esfericidade de Bartlett testa a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas na população. A hipótese básica diz que a matriz de correlação da população é uma matriz identidade a qual indica que o método fatorial é inapropriado. A estatística do teste é dada pela Equação 3:

$$\chi^2 = - \left[(n-1) - \frac{2p+5}{6} \right] \ln |R| \quad (3)$$

Que tem uma distribuição qui-quadrado com graus de liberdade, conforme Equação 4:

$$v = \frac{p(p-1)}{2} \quad (4)$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

p = número de variáveis;

$|R|$ = determinante da matriz de correlação.

Para os dois testes realizados, utilizou-se o software *Statística*. No total, seis fatores foram reagrupados conforme a base da rotação Varimax, que tem objetivo de otimizar a organização dos fatores.

Em seguida, o próximo passo foi observar as cargas fatoriais e as comunalidades, que é a variância total da variável explicada por fatores comuns. O valor das cargas fatoriais também pode ser um determinante para validação do critério. Nesta pesquisa foram considerados validados critérios que apresentaram carga fatorial acima de 0,3, como a pesquisa de Candido et al. (2016), que fez uma análise fatorial para seleção de critérios para análise de desempenho de edificações.

b) Validar os subcritérios

Na terceira etapa, a técnica Delphi foi aplicada com seis especialistas representantes do LWF no Brasil. A amostra do grupo adotada é não probabilística por conveniência, ou seja, foram selecionados especialistas em que a pesquisadora tinha contato prévio e que os mesmos tinham interesse em participar da pesquisa. Estes são gestores que atuam diretamente com construções em madeira no Brasil. Segundo o Portal de Inovação do MCT (Ministério de Ciência e Tecnologia) existem cerca de 128 gestores cadastrados no Brasil que atuam nesta área.

Nesta etapa o objetivo era fazer com que os especialistas selecionassem e entrassem em um consenso sobre os subcritérios necessários para avaliação do desempenho de uma edificação em LWF. No Apêndice 6 a condução da atividade Delphi ao longo das 4 rodadas.

A técnica Delphi é um instrumento utilizado para auxiliar a tomada de decisão de forma coletiva. Ela permite, por meio de um processo sistemático, gerar o consenso entre especialistas de forma rápida e organizada e pode, segundo Coelho (2003), ser realizada de forma *online* quando não há possibilidade do grupo presencial. Para operacionalização da atividade é

necessário à seleção de especialistas da área de estudo. Listone e Turoff (2002), destacam a necessidade de formar um bom grupo de respondentes, capaz de apresentar honestidade nas respostas de forma responsável e comprometida.

Com os subcritérios validados uma segunda análise fatorial foi realizada com objetivo de reagrupar agora os critérios e subcritérios autenticados.

c) Gerar pesos

Uma vez que cada subcritério tem um grau de importância diferente para a avaliação de desempenho, a respectiva importância pode ser medida por meio da atribuição de pesos, que expressam a importância de cada subcritério em relação aos demais. Desta forma, a quarta etapa foi gerar pesos para cada um dos subcritérios. Para esta etapa, o grupo composto de 23 representantes, responsável pela elaboração da norma de construção do LWF oficial no Brasil, que está em fase de construção foi consultado. Por meio da escala Likert cada agente pode pontuar o subcritério com valores entre 1 e 5, onde 1 é considerado o fator menos importante e o 5 o fator com mais importância.

A fim de validar a confiabilidade desse questionário novamente foi realizado o cálculo do coeficiente alfa de Cronbach. A partir da atribuição de pesos tanto os critérios como os subcritérios, seguiram-se as estruturas de Nazeer e De Silva (2016) que fazem referência também a Hong (2008).

Com os pesos estabelecidos, uma escala foi elaborada, conforme a média ponderada realizada, ou seja, o subcritério mais importante, com maior média, é na escala o primeiro, e o menos importante é na escala o quadragésimo primeiro, considerando que existem 41 subcritérios, onde o w_j é o peso atribuído ao atributo j , e $\sum w_j = 1$. Essa escala foi baseada em Hong (2008). A média ponderada foi calculada utilizando a Equação 5:

$$M = \frac{\sum (V_i \times F_i)}{n} \quad (5)$$

Onde:

M é Média ponderada;

V_i é o valor dado pelo respondente a cada subcritério;

F_i é a frequência de respostas e n é o número total de respondentes.

No caso de subcritérios empatados no ranking a média da sua classificação será utilizada. Por exemplo, se dois atributos estiverem disputando o segundo e terceiro lugar o número 2,5 será atribuído a ambos.

O peso de cada subcritério foi obtido a partir da seguinte equação, baseado em Nazeer e De Silva (2016), Equação 6:

$$w_j = \frac{\frac{1}{r_j}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{r_k}} \quad (6)$$

Onde:

w_j é o peso de cada subcritério, ($j=1,2,3,\dots,41$);

r_j é o posição no ranking estabelecido de cada subcritério;

r_k é somatório do r_j .

O objetivo desse procedimento é chegar a um número de pontos distribuídos por subcritério, de acordo com suas importâncias. Com essa finalidade, a partir do cálculo de w_j , segundo Hong (2008) e Nazeer e De Silva (2016), é calculada uma constante para que o critério com menor w_j receba 1 ponto. Sabendo que o último subcritério recebeu o valor de $w_{41}=0,005672$, seguindo a lógica descrita, foi encontrada uma constante igual a 173. Dessa forma, 173 pontos representam o total de pontos a serem distribuídos na avaliação de desempenho da edificação, sendo que cada critério tem seu número máximo de pontos disponíveis de acordo com a importância dada nas etapas anteriores da pesquisa.

A partir desse total, é possível estabelecer para cada subcritério um peso, criando um escore de pesos (s_j), que pode ser calculado pela Equação 7:

$$s_j = 173 \times w_j \quad (7)$$

Onde:

s_j é o escore peso de cada critério;

w_j é o peso de cada critério.

Com esse *escore*, retornou-se a literatura para verificar como foram estabelecidas as margens de medida padrão das certificações ambientais, a fim de elaborar uma específica para o Madtec-LWF.

d) Elaborar o protocolo de coleta

Novamente retornou-se à literatura e aos documentos que regem o sistema construtivo no Brasil além consulta a NBR 15.575 partes 1 a 6 (ABNT, 2013), com objetivo de verificar os possíveis instrumentos avaliação de desempenho, tais como questionários, entrevistas, observação direta, mensuração, entre outros, conforme já detalhado na seção 2.7.

Utilizando a revisão sistemática realizada com BPE foram mapeados a forma de coleta estabelecida em cada pesquisa identificada. A NBR 15.575 (ABNT, 2013) foi consultada de forma que foi possível verificar como a norma recomenda que seja feita a análise. Nos casos em que a norma não estabelece a forma de mensurar o desempenho utilizou-se como base os artigos da literatura.

3.2.4 4ª Estágio: Estudo Piloto- dimensão 2

O objetivo desta etapa foi testar o protocolo de coleta para verificar sua compatibilidade com uma situação real. Para isto optou-se por utilizar a construção de prédios em LWF que estão sendo construídos por partes desde início do ano 2018 na região Sul do Brasil. Esse projeto está sendo financiado pelo programa “Minha Casa Minha Vida” e está sendo construído por uma construtora especializada em LWF no Brasil. O prédio é Faixa 2 do programa Minha Casa Minha Vida, ou seja, são construções destinadas para famílias com renda entre R\$1.600,00 e R\$3.100,00.

O empreendimento estudado bem como suas considerações serão detalhados no próximo tópico 3.2.5.

Para o teste piloto uma das cinco dimensões foi à escolhida. Neste caso, optou-se pela dimensão 2, composta pelos critérios: conforto térmico, acústico, visual e qualidade do ar.

Esta foi escolhida porque possui critérios que podem ser quantificados utilizando instrumentos de mensuração. Sua aplicação foi baseada no protocolo estabelecido e este teste foi realizado na semana do dia 05/06/2018.

O teste seguiu as seguintes etapas:

- Reconhecimento da edificação;
- Seleção do apartamento para teste;
- Ligação dos instrumentos e ajustes adequados;
- Mensuração dos seguintes critérios: Temperatura interna, variação térmica, ruídos internos e externos, iluminação natural, circulação do ar e umidade.
- Preenchimento da planilha com os valores mensurados e os devidos tempos.
- Avaliação da forma de aplicação e do protocolo elaborado.

Os seguintes instrumentos foram utilizados durante a elaboração do teste piloto. (Quadro 3).

QUADRO 3 - INSTRUMENTOS DE MENSURAÇÃO IN LOCO UTILIZADOS NO TESTE PILOTO

SUBCRITÉRIO	INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS	IMAGEM
Temperatura interna do ar	Termo higrômetro Datalogger de temperatura (Norma NBR 15575)	0°C ~ 50°C 10%~ 90% Resolução: 0,1°C -30°C a 70°C Resolução: 0,1°C
Variação térmica	Termo higrômetro Datalogger de temperatura (Norma NBR 15575)	0°C ~ 50°C 10%~ 90% Resolução: 0,1°C -30°C a 70°C Resolução: 0,1°C	

Continua.

Critério mensurado	Instrumentos	Características	Imagem
Ruídos internos e externos	Decibelímetro (Norma NBR 10151)	$\pm 3,5$ Db (94Db/1KHz) 0°C - 40°C 10%~ 90%
Iluminação natural	Luxímetro digital (Norma NBR 15575)	0°C ~ 40°C Umidade menor que 80% sem condensação Display: 3-3/4dig

Continua.

Critério mensurado	Instrumentos	Características	Imagem
Circulação do ar	Anemômetro (Norma NBR 15575)	< 90% UR (Sem condensação) - 20°C a + 60° C
Umidade do ar	Termo higrômetro (Norma NBR 15575)	0°C ~ 50°C 10%~ 90% Resolução: 0,1°C

Fonte: A autora (2019).

Esses instrumentos foram emprestados de departamentos dos programas de Engenharia de Produção e da Engenharia Ambiental, da Universidade Federal do Paraná e não precisavam de calibragem prévia, pois ainda estavam lacrados, sendo utilizados pela primeira vez para a realização desta pesquisa. As informações apresentadas nas embalagens destacavam que os instrumentos vêm calibrados de fábrica.

3.2.5 5ª Estágio: Implantação do caso real

Nesta pesquisa a proposta é verificar o desempenho apresentado durante a fase de pré-ocupação de uma edificação. Estudos que envolvem a análise de desempenho em sistemas construtivos inovadores são necessários para apresentar os resultados ao meio corporativo, contribuindo para disseminação do sistema, e também para obter licença ou contratos de construção, como é caso das edificações do programa “Minha Casa Minha Vida” que financiam edificações de interesse social, mas que precisam respeitar as normas vigentes de desempenho e qualidade.

Nesta pesquisa, a edificação selecionada foi a mesma que o teste piloto foi realizado, no conjunto habitacional em LWF construído na região sul do Brasil. A escolha da unidade de análise se deu em função da disponibilidade da obra e localização. Além disso, a escolha foi feita de forma a identificar um empreendimento no qual poderia ser investigado a fase de pré-ocupação a fim de responder a problemática levantada na presente tese.

O empreendimento em questão é composto por quatro prédios, cada um com três pavimentos (térreo, primeiro e segundo pavimento), construídos em série, executando uma fase de cada prédio por vez. (Figura 12). Cada pavimento possui quatro apartamentos que possuem a mesma metragem e disposição, com exceção dos dois localizados ao lado da entrada principal de cada torre no pavimento térreo. Nessas unidades, um dos quartos é menor para comportar a entrada da edificação. (Figura 14).

Uma unidade habitacional padrão é composta por dois dormitórios, um banheiro, sala, cozinha e área de serviço, além de um espaço de circulação entre os dormitórios, totalizando cerca de 40 metros quadrados. Os prédios possuem o mesmo projeto. As obras iniciaram no mês de janeiro de 2018 e foram finalizadas em setembro do mesmo ano. Uma visão geral do empreendimento pode ser visualizada na Figura 12, com suas quatro torres e divisas.

FIGURA 12- CROQUI SIMPLIFICADO DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

Fonte: Adaptado de Leitner (2019).

Na Figura 13 pode-se observar uma das torres do empreendimento em questão, a Torre 1, edifício no qual está situado o apartamento que representa a unidade de análise da pesquisa. Tal torre está localizada logo na entrada do empreendimento tendo sua face frontal para a rua. Ainda foram identificadas a entrada do edifício e a localização do apartamento unidade de análise.

FIGURA 13-UNIDADE DE ANÁLISE (TORRE 1)

Fonte: Adaptado de Leitner (2019).

A planta baixa do empreendimento pode ser vista na Figura 14, que mostra que a unidade de análise possui uma parede de divisa entre apartamentos do tipo cozinha-cozinha e outra do tipo dormitório-dormitório

FIGURA 14- PLANTA BAIXA DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO (TORRE1) E DA UNIDADE DE ANÁLISE

Fonte: A empresa Anônima (2018).

Para aplicar o Madtec-LWF desenvolvido é necessário estabelecer as estratégias do estudo do BPE. Com base no método de Guerra-Santin e Tweed (2015), os seguintes elementos devem ser selecionados: objetivo da pesquisa, público alvo da pesquisa e natureza do estudo (Quadro 4).

QUADRO 4-ESTRATÉGIA DA AVALIAÇÃO DO BPE

Estratégia da avaliação do BPE		
Objetivo	Público alvo	Natureza
Verificar desempenho	Usuário final	Indicativa
Melhorar desempenho	Equipe técnica	Investigativa
Lições aprendidas	Contratantes	Diagnóstica

FONTE: A autora (2019).

O objetivo da avaliação efetuada, ou seja, do BPE foi verificar o desempenho da edificação em LWF e buscar nos locais identificados como críticos propor ações de melhorias, que poderão ser utilizadas como mecanismos de aperfeiçoamento para outras edificações. Este *feedback* é útil para construtora e também serve como um documento para disseminação sistema construtivo no Brasil. Os resultados deste estudo não podem ser generalizados, porém eles permitem fornecer informações mais detalhadas da edificação em análise.

Como a aplicação do Madtec-LWF tem como meta fazer uma análise de desempenho da fase de pré-ocupação da edificação em estudo, o público alvo mais importante para o *feedback* é a equipe técnica.

Com relação a natureza desta avaliação de BPE, definiu-se que nesta pesquisa a análise seria investigativa, ou seja, pretendesse indicar o desempenho apresentado a edificação, mostrar os locais onde apresentaram alguma anomalia e apresentar possíveis ações para que os responsáveis possam fazer o gerenciamento adequado.

Para uma análise investigativa recomenda-se seguir o fluxograma de qualidade criado por Juran e Godfrey (1998) apresentado na Figura 15. Onde a análise de desempenho de uma edificação começa sendo medida e ao ser comparada as normas e boas práticas estabelecidas pela literatura, criam-se

procedimentos para correção nos pontos considerados críticos, com objetivo de melhorar o desempenho e de gerar aprendizado para construções futuras.

FIGURA 15- FLUXOGRAMA DE APOIO DURANTE A ANÁLISE FINAL DA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UMA EDIFICAÇÃO

FONTE: Adaptado de Juran e Godfrey (1998).

A análise crítica dos resultados da análise de desempenho foi contabilizada e apresentada à empresa responsável pela obra, que pode utilizar para divulgação e/ou para aperfeiçoamento das suas atividades futuras.

3.2.6 6ª Estágio: Análise crítica e considerações

Por meio dos resultados identificados com elaboração do Madtec-LWF e com a coleta de dados, um documento pode ser divulgado e apresentado ao mercado como um produto desta tese de doutorado. Nesta pesquisa apenas a etapa de pré-ocupação foi analisada, mas os documentos para formalizar o

processo de avaliação são apresentados para as 3 fases do ciclo de vida da edificação: pré-ocupação, ocupação e pós-ocupação (capítulo 5).

Além dos resultados coletados, esta etapa também visa avaliar o Madtec-LWF, ou seja, conforme Dresch, Lacerda e Antunes Junior (2015) estabelecem, na sexta etapa do DSR são efetuados (i) espaço do design, relativo ao método, (ii) camadas do artefato em construção e (iii) uso e implantação do artefato.

- (i) Com relação a camada de espaço do design foram apresentados os métodos existentes na literatura e foi comprovada que elaborar um método para avaliar o LWF seria viável considerando o contexto apresentado nos capítulos 1 e 2.
- (ii) Três constructos foram definidos para se validar esta pesquisa: utilidade, aplicabilidade e facilidade de uso do constructo elaborado.
- (iii) Uso e Implantação: esta etapa permitiu verificar o comportamento do método durante sua aplicação, primeiro com um piloto, e depois dentro de um estudo de caso onde todas as dimensões são analisadas. Os resultados desta etapa bem como a análise são apresentadas no capítulo 4.

E por fim, as considerações finais a respeito da pesquisa, do método elaborado, da revisão bibliográfica efetuada e do estudo de caso aplicado são apresentadas, bem como propostas de trabalhos futuros sugeridos.

4. MÉTODO ELABORADO: MADTEC-LWF E SUA FORMA DE APLICAÇÃO

As etapas apresentadas no capítulo 3 desta tese são neste capítulo detalhadas. O primeiro estágio apresentado, não faz referência ao desenvolvimento do Madtec-LWF, mas apresenta como se chegou a criação do método, por isso, ele é apresentado neste capítulo. Neste capítulo Madtec-LWF será apresentado bem como sua condução para aplicação.

4.1 1ª Estágio- Levantamento e análise do objeto de estudo

Durante esta etapa duas ações foram efetuadas: a primeira foi a realização de uma RSL do sistema LWF no Brasil, o estudo completo pode ser visualizado no Apêndice 1. A segunda ação foi desenvolver um estudo prospectivo, o estudo completo pode ser visualizado no Apêndice 3. Os resultados destas pesquisas permitiram a compreensão do contexto atual do sistema LWF no país, destacando seus desafios e principalmente suas características no setor de construção civil. O Quadro 5 mostra um resumo das vantagens e dos desafios identificados na literatura com relação ao sistema LWF no Brasil.

QUADRO 5-VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA LWF NO BRASIL

Vantagens do LWF	Referências
Processo industrial: alta produtividade, melhor qualidade de trabalho aos colaboradores, racionalização dos recursos, melhor qualidade do produto final, redução do tempo de construção	Cardoso 2015/ Molina e Calil Júnior 2010/ Oliveira 2014/ Tecverde 2016
Madeira material renovável e sustentável/ A madeira utilizada é proveniente de reflorestamento	Cardoso 2015/ Molina e Calil Júnior 2010/ Oliveira 2014/ Tecverde 2016/ Pereira e Vieira 2015
Flexibilidade de mudanças da construção depois de pronta	Cardoso 2015, Thallon 2008
Excelente conforto térmico, acústico bem como versatilidade arquitetônica	Molina et. al. 2010/ Oliveira 2014/ Fantoni et. al. 2016/ Thallon, 2008
Madeira é matéria prima disponível em praticamente todo o país, podendo utilizar recursos regionais, diminuindo custos de transporte e tempo de produção.	Cardoso 2015

Continua.

Vantagens do LWF	Referência
Menor consumo energético/Maior eficiência energética. Segundo Fantoni et. al. 2016 redução de emissão de CO ₂ em 80% em toda a cadeia produtiva.	Oliveira 2014/ Meirelles (2008)/ Pereira e Vieira 2015/ Fantoni et al. 2016
Durabilidade: a vida útil de uma casa construída no sistema <i>wood frame</i> é de cerca de 50 anos	(Wood for Good, 2008).
Dentre os sistemas estudados, o que possui menor geração de resíduos é o <i>wood frame</i> .	Werner (2007), Duran (2004)
Quanto ao consumo de água, o <i>wood frame</i> é classificado como uma tecnologia de construção seca vantagem significativa em relação a outras técnicas, considerando a escassez de água nos centros urbanos	Duran (2004)
Menor consumo energético/Maior eficiência energética. Segundo Fantoni et. al. 2016 redução de emissão de CO ₂ em 80% em toda a cadeia produtiva.	Oliveira 2014/ Meirelles (2008)/ Pereira e Vieira 2015/ Fantoni et al. 2016
Desafios do LWF	Referência
Necessidade de mão de obra qualificada	Kokubun (2014)
A Madeira precisa ser tratada e apresentar características específicas de qualidade para ser utilizada para fins construtivos	DATEC Nº 020-C 020-A (2015),
Falta de credibilidade com material madeira (preconceito)	Molina e Calil Júnior (2010) e Oliveira (2014)
Poucos profissionais (engenheiros, arquitetos) atuam como especialistas na área de construção em madeira	Oliveira (2014)
Cadeia de suprimentos ainda limitada, com poucos fornecedores	Araújo et al. (2014)

FONTE: A autora (2019).

O Quadro 5 reforça as contribuições do LWF para sua aplicação no país, mas também salienta os aspectos complexos que devem ser considerados e explorados pelo setor como forma de mitigar a consolidação da técnica no Brasil. Além disso, o estudo prospectivo mostrou que a expansão do LWF no Brasil depende das seguintes condições:

- Incentivos governamentais;
- Aumento da integração dos agentes tanto da cadeia de valor da construção civil como do setor madeireiro;
- Necessidade de formar profissionais capacitados para atuar de forma direta com a construção em madeira;

- Necessidade de disseminar mais informação aos usuários finais como forma de combater falta de credibilidade do sistema em toda cadeia de suprimentos e dos usuários finais;

Considerando o último tópico ressaltado no estudo prospectivo, a falta de credibilidade do sistema, investigações com relação à avaliação destas edificações foram realizadas na literatura nacional. Além da literatura, alguns membros do projeto “Casa Inteligente” foram consultados de forma informal, com objetivo de obter a opinião de especialistas da área.

Dentro da literatura nacional não foram evidenciadas pesquisas que mapeassem em específico o desempenho das edificações construídas em LWF, visto que essas construções ainda são muito recentes. Desta forma, o tema **avaliação do desempenho de edificações em LWF foi apontado como objeto de estudo**, gerando ponderações que direcionavam para a ideia de elaborar um método sistemático para monitoramento destas edificações.

4.2 2ª Estágio: Levantamento dos critérios da literatura para avaliação de desempenho de edificações

Com o foco na análise de desempenho de edificações, no primeiro momento foram analisados os trabalhos internacionais que fazem relação com o tema avaliação desempenho de construções em LWF, porém não foram identificados trabalhos relacionados. Os trabalhos identificados com o LWF na sua grande maioria estudam o sistema construtivo como solução viável após catástrofes ambientais como: abalos sísmicos, furacões, terremotos, entre outros, problemas comuns dos países da América do Norte e da Europa. Outras pesquisas exploram o desempenho dos insumos do LWF, fazendo testes a fim de mensurar sua resistência acústica, térmica e mecânica. E ainda há uma grande parcela de trabalhos que salienta o uso LWF como objeto de investigação para construções mais sustentáveis comparando-as com outros sistemas construtivos.

Em seguida, a fim de ampliar a pesquisa uma RSL mais abrangente foi elaborada, com objetivo de conhecer os métodos existentes para avaliar

edificações e os principais critérios utilizados para mensurar seu desempenho em edificações diversas. (Apêndice 2).

Nesta pesquisa, foi reunido um total de 15 estudos publicados em revistas internacionais que indicavam métodos para avaliar o desempenho de edificações a partir de critérios pré-estabelecidos. Adotou-se uma abordagem de revisão sistemática baseada em Kitchenham et al. (2009), com buscas estruturadas realizadas em quatro bases de dados, seguindo os critérios: artigos publicados somente em *journals*, artigos publicados entre o período de 2010 a 2018, e ainda, os trabalhos selecionados deveriam apresentar a condução da elaboração de um método de avaliação para edificações e os critérios selecionados para estudo.

Os resultados foram divididos em duas subseções, revisão bibliométrica e revisão do conteúdo. Nos próximos parágrafos, discute-se a parte de conteúdo com foco nos instrumentos utilizados para elaborar o método e nos critérios estabelecidos para BPE.

Dos 15 trabalhos selecionados 12 são pesquisas realizadas no oriente, tendo como destaque a Malásia com 6 pesquisas. Segundo os trabalhos, a Malásia vem recebendo apoio governamental para construção de edificações populares nos últimos anos, por isso a preocupação com a BPE. Nenhum trabalho apresentou estudos de BPE na América do Sul, apenas na América do Norte.

Com essa pesquisa, também foi possível verificar que métodos de avaliação de desempenho específicos moradias em LWF não foram objeto de estudo, e que países tropicais da América do Sul, por exemplo, são pouco explorados em estudos de avaliação de desempenho. Neste momento é que uniu-se a necessidade de disseminar o LWF no Brasil por meio do desenvolvimento de um método de avaliação e monitoramento do desempenho para este tipo de construção.

Portanto, para a elaboração do método de avaliação, consultou-se a RSL elaborada pela autora, e identificou-se o principal instrumento utilizado para elaboração do método foi à consulta à literatura (referências: trabalhos acadêmicos, normas e certificações). Todos os trabalhos identificados utilizaram esse instrumento, como pode ser visualizado no Quadro 6.

Também foi evidenciado na RSL que a literatura foi à base para listar os critérios, em seguida, para validação dos mesmos foram utilizados questionários aplicados com especialistas da área, profissionais e/ou com usuários finais. Mais adiante outros instrumentos foram implantados para complementar na estruturação do método BPE, tais como: a visita técnica as edificações e entrevistas com profissionais e usuários. (Quadro 6).

QUADRO 6-INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA ELABORAÇÃO DO MÉTODO BPE

Nº	Autores	Literatura	Especialistas	Questionário	Escala Likert	Visita técnica/observação	Entrevista	Método AHP
1	Gopikrishnan e Topkar (2015)	x	x	x	x			
2	Ibem et al., (2013)	x		x	x	x		
3	Khalil et al., (2016)	x	x					X
4	Khan e Kotharkar (2012)	x		x		x	x	
5	Steinke, Webster e Fontaine , (2010)	x	x					
6	Nazeer e Silva 2016	x	x	x	x			
7	Talib et al., (2013)	x		x				
8	Støre-Valen et al., (2016)	x						
9	Mohit e Azim (2012)	x		x	x			
10	Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt., (2011)	x		x		x	x	
11	Hashim et al., (2012)	x		x		x	x	
12	Lavy et al., (2010)	x	x	x				
13	Mohit e Nazzyddah (2011)	x		x	x			
14	Lai e Man (2017)	x						
15	Elyna Myeda et al., (2011)	x				x	x	

FONTE: A autora (2019).

Cada trabalho consultado fornece uma gama de critérios que devem ser analisados para avaliar o desempenho de uma construção. Em alguns casos, os autores criaram dimensões para organizar seus critérios, em outros os autores apresentaram os critérios sem apresentar um grupo específico. Desta forma, nesta tese foram organizados os critérios identificados em 9 dimensões estabelecidas a partir da leitura dos trabalhos. (Quadro 7).

Percebe-se pelo Quadro 7 que 20% dos trabalhos identificados estão preocupados em criar critérios que avaliam as construções de modo geral. Entretanto, os outros 80% mostram que é importante estabelecer critérios específicos para cada tipo de uso da edificação, no caso: moradia, educação, saúde e comércio.

QUADRO 7- DIMENSÕES DE DESEMPENHO UTILIZADAS PARA BPE

Nº	Autores	Funcional	Técnico	Ambiente (espaços/localização)	Financeiro/Econômico	Ambiental	Imagem/Aparência estética	Relação vizinhança	Processo	Liderança	Tipos de construção
1	Gopikrishnan e Topkar (2015)	x	x	x							n/s
2	Ibem et al., (2013)	x	x	x	x		X				Moradia
3	Khalil et al., (2016)	x	x	x							Educação
4	Khan e Kotharkar (2012)	x	x	x				x			Educação
5	Steinke, Webster e Fontaine , (2010)	x	x	x	x						Saúde
6	Nazeer e Silva 2016	x	x	x	x	X			x	x	Educação
7	Talib et al., (2013)	x	x	x							Saúde
8	Store- Valen e Lohne 2016	x	x	x		X					n/s
9	Mohit e Azim (2012)		x	x			X	x			Moradia
10	Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt (2011)	x	x				X				Moradia
11	Hashim et al (2012)	x	x	x	x		X				Moradia
12	Lavy et al (2010)	x	x	x	x						n/s
13	Mohit e Nazyddah (2011)	x		x		X		x			Moradia
14	Lai e Man (2017)	x	x		x	X					Comercial
15	Elyna Myeda et al (2011)	x	x	x			X				Comercial

FONTE: A autora (2019).

Em cada estudo, observou-se que os pesquisadores incluem os critérios por eles considerados a partir da elaboração do método BPE. Há critérios que podem ser considerados em algumas pesquisas e em outras não. Isso depende da abordagem da pesquisa e do tipo de construção que contempla o estudo. Considerando o Quadro 7, para fins didáticos nesta tese os critérios estão agrupados em 9 dimensões, que envolvem os seguintes aspectos:

- a) Funcional: relacionados às condições de qualidade do ambiente, tais como: conforto térmico, acústico, iluminação, ruídos, qualidade do ar, entre outros;
- b) Técnico: relacionado com as condições de infraestrutura do ambiente, tais como serviços elétricos, hidráulicos, telecomunicações, estruturais, entre outros;
- c) Ambiente: faz referência aos espaços da edificação (tamanho dos cômodos, acessibilidade, entre outros) e a localização;
- d) Financeira/econômica: relacionada com os custos gastos com edificação ao longo do seu ciclo de vida;
- e) Ambiental: está vinculada a gestão ambiental da edificação, pode envolver gestão de resíduos, de energia, de água, entre outros;
- f) Imagem/Aparência: relaciona os aspectos de estética e aparência da edificação;
- g) Relação vizinhança: indica a situação ao redor da edificação, envolvendo os acessos e conveniências;
- h) Processos: envolvem o controle e gestão dos serviços prestados dentro de um empreendimento;
- i) Liderança: faz referência as instruções estabelecidas para os proprietários e funcionários da edificação.

Nesta tese, além da consulta da RSL do BPE (Apêndice 2), uma segunda RSL foi realizada, essa relacionada mais em específico aos critérios utilizados durante a avaliação da pós-ocupação. (Apêndice 4). Em seguida, mais 3 fontes foram pesquisadas a fim de selecionar os critérios para avaliação de desempenho. As normas de desempenho internacionais e na nacional, certificações ambientais e normas relacionadas com o sistema LWF e a madeira pelo mundo. Os critérios foram levantados de cada documento e são apresentados nos Apêndices 14 a 18.

4.3 3ª Estágio: Elaboração do método: Madtec-LWF

O método de avaliação de desempenho foi elaborado seguindo a estrutura de métodos já identificados na literatura. Estes estudos utilizaram os recursos que podem ser visualizados no Quadro 6. A seleção desses recursos aconteceu em função da disponibilidade dos mesmos para o estudo. O método seguiu as 5 etapas já apresentadas na Figura 14 do capítulo 3, são elas:

a) Identificar os critérios de desempenho

Utilizando as quatro fontes de pesquisa, 22 critérios e 79 subcritérios foram identificados na literatura, conforme é apresentado no Quadro 8.

QUADRO 8-COMPILAÇÃO DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS NA LITERATURA

Critérios	Nº	Subcritérios	RSL APO	SINAT 005	DATEC 020C	NBR 15575	RSL BPE	Certificações ambientais	Normas internacionais
Conforto térmico	1	Temperatura interna do ambiente	X			X			
	2	Variação térmica da temperatura (4 estações/inverno-verão)	X	X	X	X	X	X	X
	3	Controle pessoal de aquecimento	X						
	4	Controle pessoal de refrigeração	X						
	5	Controle pessoal de ventilação	X						
Conforto acústico	6	Nível de ruído interno		X	X	X			
	7	Nível de ruído externo (vizinhos, bairro, rua, etc.)	X	X	X	X	X	X	X
	8	Controle pessoal dos ruídos	X						
Conforto visual	9	Iluminação natural	X			X	X		X
	10	Iluminação artificial	X			X	X		X
	11	Controle pessoal de iluminação	X						
Qualidade do ar interno	12	Qualidade do ar interno	X			X	X	X	X
	13	Circulação do ar (ventilação)	X	X	X	X	X	X	
	14	Percepção de odores	X					X	
	15	Concentração de CO ₂	X			X		X	
	16	Umidade do ar	X	X		X	X		X (pureza do ar)
	17	Frescor do ar	X						
Proteção e segurança	18	Segurança contra incêndios	X	X	X	X	X		X
	19	Proteção contra microrganismos, insetos e animais perigosos.	X	X	X	X	X		
	20	Proteção contra descargas atmosféricas				X	X		X
	21	Segurança quanto a resistência estrutural (paredes)		X		X		X	X
	22	Ocorrência de acidentes no ambiente		X			X		X

Continua.

Crítérios	Nº	Subcritérios	RSL APO	SINAT 005	DATEC 020C	NBR 15575	RSL BPE	Certificações ambientais	Normas internacionais
Controle espacial	23	Conexão e sinalização do ambiente interno e externo	X				X		X
	24	Layout e tamanho dos cômodos	X			X	X	X	
	25	Tamanho e acessibilidade ao estacionamento	X				X		
	26	Localização do empreendimento (acesso de hospital, escolas, etc.)	X				X		
	27	Acessibilidade a pessoas especiais	X				X	X	X
	28	Acessibilidade do ambiente interno e externo (escadas, elevadores, etc.)	X				X	X	
	29	Acesso a transporte público	X					X	
	30	Acesso a transporte alternativo	X					X	
	31	Áreas de lazer					X	X	X
Satisfação dos moradores	32	Condição de saúde	X			X	X		X
	33	Privacidade dos moradores	X				X		
	34	Sensação de « pertencimento ao ambiente »					X		
	35	Sensação de « bem estar »	X				X		X
	36	Vista externa	X					X	
	37	Envolvimento dos moradores com a vizinhança					X	X	X
	38	Produtividade e desempenho	X				X		
	39	Segurança da vida e dos bens imobiliários	X			X	X		X
Durabilidade estrutural	40	Superfícies internas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)		X	X	X	X		
	41	Superfícies externas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)					X		
Manutenção	42	Preventiva das superfícies internas do empreendimento		X	X	X	X	X	
	43	Preventiva das superfícies externas do empreendimento					X		
Instalações elétricas	44	Consumo e abastecimento de energia	X			X	X		X
	45	Facilidade a acesso dos componentes elétricos (tomadas e conectores)		X	X	X			
	46	Limpeza e segurança dos componentes das instalações elétricas (tomadas e conectores)				X	X		
Instalações sanitárias	47	Consumo e abastecimento de água	X			X	X		X
	48	Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos		X	X	X			
	49	Qualidade da água				X	X		
	50	Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas				X	X		
Instalações de telecomunicações	51	Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, etc.)						X	X
Organização do ambiente	52	Limpeza dos espaços internos e externos	X	X		X	X		
	53	Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas - se houver, etc.)		X	X	X	X		
	54	Flexibilidade e adaptabilidade					X	X	X
Vedações	55	Isolamento (proteção da entrada do ar)				X	X		X
	56	Estanqueidade à água		X	X	X	X		
Gestão de resíduos	57	Coleta e instalações de resíduos	X				X		X
	58	Separação do lixo reciclado e orgânico					X	X	

Continua.

Conclusão									
Critérios	Nº	Subcritérios	RSL APO	SINAT 005	DATEC 020C	NBR 15575	RSL BPE	Certificações ambientais	Normas internacionais
Eficiência energética	59	Gestão da captação da água da chuva					X		Eficiência energética
	60	Gestão de energia renovável (captação solar)						X	
	61	Controle e busca pela redução dos resíduos					X	X	
	62	Tratamento adequado do esgoto					X		
	63	Gestão de gases poluentes					X	X	
Custos	64	Investimentos	X						X
	65	Custos de manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)	X			X	X	X	X
	66	Custo previsto X real (água, luz, gás, etc.)					X	X	
Aparência física	67	Estética da edificação	X				X	X	
	68	Aparência física do projeto X real					X	X	
	69	Qualidade dos materiais utilizados na edificação	X	X	X	X	X		
	70	Manutenção da aparência física da edificação				X		X	
Paisagismo	71	Plano de manutenção preventiva e contínua do paisagismo		X	X		X		
Documentação da edificação	72	Projetos elétricos, hidráulicos, mecânicos e térmicos		X	X	X			
	73	Plano de segurança					X	X	
	74	Plano ambiental (sustentabilidade)				X	X		X
	75	Plano de manutenção		X	X	X	X	X	
Treinamento dos moradores	76	Guia aos moradores		X	X	X	X	X	
Gerenciamento das instalações pelos moradores	77	Manutenção contínua feita pelos moradores (3,6,9, 12 meses)		X	X	X	X		
	78	Programas de conscientização					X		X
	79	Relação construtora X moradores					X		

FONTE: A autora (2019).

Ao fazer a análise desses documentos percebeu-se que não existe um padrão para organizar os critérios e subcritérios, desta forma, elaborou-se uma estrutura própria buscando organizá-los em grupos que tem relação entre si, por exemplo, análise de conforto térmico, inserindo subcritérios relacionados à temperatura e variação térmica.

b) Validar critérios específicos para LWF

A fim de verificar quais destes critérios identificados deveriam ser utilizados para análise de uma edificação em LWF no Brasil um questionário foi elaborado e aplicado dentro do IV Simpósio de Madeira & Construção que aconteceu nos dias 20 e 21 de setembro de 2017 na Universidade Federal do

Paraná. O questionário pode ser visualizado no Apêndice 5. Com a aplicação do questionário obteve-se 43 respostas. Estes respondentes são formados de professores e alunos da área de engenharia industrial madeireira, florestal, construção civil, e arquitetos

Estes apresentaram sua opinião respondendo a seguinte pergunta:

Para avaliação do desempenho de uma edificação em *light wood frame*, quais critérios são importantes e devem ser considerados para análise? Atribua pesos para cada um dos critérios.

Use a escala Likert atribuindo, 0 para o critério que não se aplica, 1 para o critério pouco importante, 2 para o menos importante, 3 para importante, 4 mais importante e 5 muito importante.

Quanto à confiabilidade, nesta pesquisa o resultado identificado foi 0,8837, segundo o teste alfa de Cronbach. Segundo Pallant (2011), valores de alfa maior que 0,7 são considerados suficientes, o que confere confiabilidade satisfatória ao questionário aplicado.

Com as 43 respostas a média ponderada e a variância de cada um dos 22 critérios foi calculada, como pode ser visualizada na Tabela 1. Os critérios com média acima de 3 foram validados nesta etapa da pesquisa. Considerou-se a média 3 como limite estipulado seguindo a determinação de outros trabalhos na literatura semelhantes a essa pesquisa (Hong, 2008; Elyna et al., 2011). Portanto, o critério “Paisagismo” foi excluído, de modo que 21 critérios foram validados.

Os critérios com maior pontuação foram: durabilidade estrutural (4,55), conforto térmico (4,44), vedações e conforto acústico, empatados (4,23). Os critérios menos importantes considerados pelos respondentes foram: paisagismo (2,42), instalações de telecomunicações (3,05) e conforto espacial (3,08).

Ademais, o KMO obtido nesta pesquisa foi de 0,6243, o que confere sua adequacidade. O teste de Bartlett apresentou nível de significância de 0,000, mostrando que existe correlação entre os critérios.

TABELA 1- CRITÉRIOS VALIDADOS POR MEIO DO QUESTIONÁRIO USADO NO IV SIMPÓSIO DE MADEIRA & CONSTRUÇÃO

Critérios	Número de respondentes						Média	Desvio padrão
	0	1	2	3	4	5		
Conforto térmico	0	0	0	11	2	30	4,44	0,88
Conforto acústico	0	1	0	11	7	24	4,23	1,00
Conforto visual	0	1	2	21	9	9	3,55	0,97
Qualidade do ar interno	0	0	2	17	6	18	3,93	1,01
Proteção e segurança	0	2	1	12	4	22	3,93	1,33
Controle espacial	0	5	5	17	5	7	3,08	1,24
Satisfação dos moradores	0	3	0	11	8	21	4,02	1,18
Durabilidade estrutural	0	1	0	7	3	32	4,51	0,94
Manutenção	0	0	1	12	10	20	4,14	0,91
Instalações elétricas	0	2	5	15	9	12	3,56	1,16
Instalações sanitárias	0	0	6	16	8	13	3,65	1,07
Instalações de telecomunicações	0	6	7	17	3	9	3,05	1,31
Organização do ambiente	0	4	7	16	2	12	3,31	1,33
Vedações	0	1	3	8	4	27	4,23	1,13
Gestão de resíduos	0	2	3	18	6	14	3,63	1,16
Eficiência Energética	0	0	3	9	7	23	4,19	1,02
Custos	0	0	5	7	7	24	4,14	1,15
Aparência física	0	5	8	12	8	10	3,23	1,32
Paisagismo	0	13	10	8	3	7	2,42	1,52
Documentação da edificação	0	5	2	16	6	11	3,37	1,30
Treinamento dos moradores	0	3	5	11	11	12	3,60	1,24
Gerenciamento das instalações pelos moradores	0	4	3	15	10	11	3,49	1,22

FONTE: A autora (2019).

Em seguida, na Tabela 2, é exposto o resultado da análise fatorial, com as seis dimensões estabelecidos para agrupamento dos critérios, as cargas fatoriais respectivas, os valores da variância e da comunalidade. Nesta pesquisa, considerou válidas todas as cargas acima de 0,3, como a pesquisa de Candido et al. (2016), que fez uma análise fatorial para seleção de critérios.

TABELA 2-RESULTADO DA ANÁLISE FATORIAL PARA OS 21 CRITÉRIOS VALIDADOS

Critérios	Dimensões	Carga fatorial	Autovalor	Variância	Cumulativa
Dimensão 1					
1	Proteção e Segurança	0,607923	6,553010	4,285449	0,20407
2	Instalações elétricas	0,920481			
3	Instalações sanitárias	0,939564			
4	Instalações de telecomunicações	0,759634			
5	Organização do ambiente	0,626311			
Dimensão 2					
6	Conforto térmico	0,827885	2,862175	3,186510	0,151739
7	Conforto acústico	0,939111			
8	Qualidade do ar interno	0,571867			
9	Satisfação dos moradores	0,503936			
10	Durabilidade estrutural	0,548474			
Dimensão 3					
11	Treinamento dos moradores	0,796953	2,178461	1,995758	0,095036
12	Gerenciamento das instalações pelos moradores	0,762447			
Dimensão 4					
13	Vedações	0,511748	1,639464	1,634712	0,077843
14	Controle espacial	0,561340			
15	Documentação da edificação	0,659183			
Dimensão 5					
16	Gerenciamento de resíduos	0,797196	1,306865	3,049924	0,145234
17	Gestão de resíduos	0,861436			
18	Custos	0,548246			
19	Aparência física	0,596541			
Dimensão 6					
20	Conforto visual	0,732927	1,084516	1,472140	0,070102
21	Manutenção	-0,550431			

FONTE: A autora (2019) (2018).

c) Validar os subcritérios

Com objetivo de validar agora os subcritérios identificados (Quadro 8), uma Delphi foi realizada com o grupo de especialistas. (Apêndice 6). Portanto, foram selecionados seis especialistas considerando dois critérios: experiência de trabalho na área de interesse e disponibilidade em participar da pesquisa. No Quadro 9 o perfil dos especialistas pode ser visualizado.

QUADRO 9-PERFIL DOS ESPECIALISTAS QUE PARTICIPARAM DA DELPHI

Identificação	Ramo de pesquisa	Tempo de trabalho LWF	Formação
A	Empresa construtora	Desde 2010	Mestre em Engenharia Ambiental
B	Sindicado da construção civil	Desde 2008	Economista e Engenheiro Civil
C	Associação de empresas a base florestal	Desde 2009	Doutor em Engenharia Civil
D	Pesquisadora Acadêmica	Desde 2010	Doutor em Engenharia Civil
E	Empresa de acessórios para cada em LWF	Desde 2013	Engenheiro Industrial Madeireiro
F	Pesquisador acadêmico	Desde 2008	Pós-doutor em edificações sustentáveis

FONTE: A autora (2019).

Nesta etapa o objetivo foi fazer com que os especialistas selecionassem e entrassem em um consenso sobre os subcritérios necessários para avaliação de uma edificação popular em LWF. A atividade começou com seis especialistas, mas ao longo da segunda rodada um dos especialistas deixou a pesquisa. Dessa forma, as rodadas seguintes aconteceram com os outros cinco participantes. O participante que deixou a pesquisa foi o identificado como F. A técnica foi aplicada da seguinte maneira: de forma *online* os especialistas receberam os subcritérios e deveriam selecionar aqueles considerados por eles relevantes para a avaliação de desempenho das edificações em LWF. Adiante, as respostas foram recolhidas e os dados contabilizados. Os subcritérios que já obtiveram consenso foram retirados da pesquisa e separados, e os outros mantidos e reenviados. Esta atividade aconteceu durante quatro rodadas até que o consenso entre os especialistas acontecesse. Durante esta atividade os especialistas puderam verificar as respostas uns dos outros, sem serem identificados. Além disto, os especialistas tiveram oportunidade de receber informações da literatura em algumas questões pontuais onde surgiram dúvidas. Eles também tiveram oportunidade de fazer sugestões e comentários sobre a pesquisa em desenvolvimento. As rodadas aconteceram de outubro a dezembro de 2017.

Como resultado, 41 subcritérios foram validados, ou seja, dos 79 subcritérios iniciais foram identificados 41 que devem ser utilizados para a

avaliação do desempenho de edificações em LWF. Ademais, a seleção dos 41 subcritérios resultou em 19 critérios, ao invés de 22 critérios originais. O resultado pode ser observado no Quadro 10.

QUADRO 10- CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS VALIDADOS APÓS DELPHI

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS
Conforto térmico	Temperatura interna do ambiente
	Variação térmica da temperatura (4 estações/inverno-verão)
Conforto acústico	Nível de ruído interno
	Nível de ruído externo (vizinhos, bairro, rua, etc.)
Conforto visual	Iluminação natural
Qualidade do ar interno	Circulação do ar (ventilação)
	Umidade do ar
Proteção e segurança	Segurança contra incêndios
	Proteção contra microrganismos, insetos e animais perigosos
	Segurança quanto a resistência estrutural (paredes)
Satisfação dos moradores	Segurança da vida e dos bens imobiliários
	Sensação de « pertencimento ao ambiente »
	Sensação de « bem estar »
	Produtividade e desempenho
Durabilidade estrutural	Superfícies internas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)
	Superfícies externas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)
Manutenção	Preventiva das superfícies internas do empreendimento
	Preventiva das superfícies externas do empreendimento
Instalações elétricas	Facilidade a acesso dos componentes elétricos (tomadas e conectores)
	Limpeza e segurança dos componentes das instalações elétricas (tomadas e conectores)
Instalações sanitárias	Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos
	Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas
Instalações de telecomunicação	Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, etc.)
Organização do ambiente	Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas - se houver, etc.)
	Flexibilidade e adaptabilidade
Vedações	Isolamento (proteção da entrada do ar)
	Estanqueidade à água
Eficiência energética	Gestão da captação da água da chuva
	Gestão de energia renovável (captação solar)
	Gestão de gases poluentes
Custos	Custos de manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)
	Custo previsto X real (água, luz, gás, etc.)
Aparência física	Qualidade dos materiais utilizados na edificação
	Manutenção da aparência física da edificação
Documentação da obra	Projetos elétricos, hidráulicos, mecânicos e térmicos
	Plano ambiental (sustentabilidade)
	Plano de manutenção
Treinamento dos moradores	Guia aos moradores

Continua.

		Conclusão.
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	
Gerenciamento das instalações pelos moradores	Manutenção contínua feita dos moradores (3,6,9, 12 meses)	
	Programas de conscientização	
	Relação construtora X moradores	

FONTE: A autora (2019).

Além disso, até o momento haviam 21 critérios validados, porém com a validação dos subcritérios, 2 critérios (“conforto espacial” e “gestão de resíduos”) tiveram todos seus subcritérios eliminados, sendo então eliminados. Desta forma, a análise fatorial foi realizada uma segunda vez, agora com os 19 critérios a fim de reagrupá-los. Para essa segunda análise fatorial, o KMO obtido foi de 0.6664, o que confere a adequacidade, e o teste de Barlett apresentou nível de significância de 0,000, mostrando que existe correlação entre os critérios. Além disso, a rotação Varimax foi novamente realizada a fim de otimizar a organização dos critérios. O resultado final da análise fatorial pode ser visualizado na Tabela 3.

TABELA 3-RESULTADO DA ANÁLISE FATORIAL PARA OS 19 CRITÉRIOS VALIDADOS

Critérios	Dimensões	Carga fatorial	Autovalor	Variância	Cumulativa
Dimensão 1					
1	Proteção e Segurança	0,541168			
2	Instalações elétricas	0,914800			
3	Instalações sanitárias	0,905160	6,004166	3,870442	0,203707
4	Instalações de telecom.	0,834891			
5	Organização do ambiente	0,665321			
Dimensão 2					
6	Conforto térmico	0,849136			
7	Conforto acústico	0,884205	2,715659	2,894462	0,152340
8	Conforto visual	0,556911			
9	Qualidade do ar interno	0,572823			
Dimensão 3					
10	Documentação da edificação	0,645733			
11	Treinamento dos moradores	0,788477	1,915175	2,627321	0,138280
12	Gerenciamento das instalações pelos moradores	0,815794			
Dimensão 4					
13	Durabilidade estrutural	0,722970	1,507778	2,116244	0,111381
14	Manutenção	0,777515			
15	Vedações	0,558175			
Dimensão 5					
16	Satisfação dos moradores	0,561868			
17	Eficiência energética	0,673816	1,313057	1,947365	0,102493
18	Custos	0,730542			
19	Aparência física	0,532778			

Fonte: A autora (2019).

d) Gerar pesos

A última etapa do Madtec-LWF elaborado foi estipular pesos para os subcritérios validados, o que foi feito utilizando um questionário, aplicado com os representantes que estão desenvolvendo a norma de LWF. Solicitou-se para os 23 respondentes atribuir notas (1-5) para cada subcritério. (Apêndice 7). A fim de validar novamente a confiabilidade do questionário foi realizado o cálculo do coeficiente alfa de Cronbach. O resultado identificado encontrou-se o valor de 0,9232, o que confere confiabilidade satisfatória. A Tabela 4 apresenta a média ponderada de cada subcritério validado, o ranqueamento (1º a 41º), o w_j (peso de cada subcritério) e o Escore (escore de peso para cada subcritério), conforme apresentado no capítulo 3.

TABELA 4-PONTUAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE UMA EDIFICAÇÃO EM LWF NO BRASIL

COMPILAÇÃO DE DADOS									
Critérios para análise de desempenho de edificações de edificações (LWF)	PESOS					Média ponderada	Ranking	Wj	Escore (sj)
	RESPONDENTES								
1. DIMENSÃO 1	1	2	3	4	5				
1.1 PROTEÇÃO E SEGURANÇA									
1.1.1 Segurança contra incêndios		1	6	8	5	3,85	22	0,010571	2
1.1.2 Proteção contra microrganismos, insetos e animais perigosos		1	8	6	8	3,91	17,5	0,013289	2
1.1.3 Segurança quanto à resistência estrutural (paredes)		1	6	4	12	4,17	7,5	0,031007	5
1.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1	2	3	4	5				
1.2.1 Facilidade a acesso dos componentes elétricos (tomadas e conectores)		4	7	4	8	3,70	26,5	0,008776	2
1.2.2 Limpeza e segurança dos componentes das instalações elétricas (tomadas e conectores)		5	4	8	6	3,65	28,5	0,00816	1
1.3 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	1	2	3	4	5				
1.3.1 Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos		3	7	6	7	3,74	24,5	0,009492	2
1.3.2 Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas	1	4	3	9	6	3,65	28,5	0,00816	1
1.4 INSTALAÇÕES TELECOMUNICAÇÕES	1	2	3	4	5				
1.4.1 Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, entre outros)		3	10	3	7	3,61	31	0,007502	1

Continua.

COMPILAÇÃO DE DADOS									
Critérios para análise de desempenho de edificações de edificações (LWF)	PESOS					Média ponderada	Ranking	Wj	Escore (sj)
1. DIMENSÃO 1	RESPONDENTES								
1.5 ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE	1	2	3	4	5	4,04	12	0,019379	3
1.5.1 Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas- se houver, entre outras)			5	12	6	3,48	35	0,006644	1
1.5.2 Flexibilidade e adaptabilidade		6	4	6	5	4,04	12	0,019379	3
2. DIMENSÃO 2	RESPONDENTES								
2.1 CONFORTO TÉRMICO	1	2	3	4	5				
2.1.1 Temperatura interna do ambiente			3	7	13	4,43	2	0,116277	20
2.1.2 Variação térmica (4 estações/inverno-verão)		1	3	7	12	4,30	4	0,058138	10
2.2 CONFORTO ACÚSTICO	1	2	3	4	5				
2.2.1 Nível de ruídos interno		1	7	6	9	4,00	14,5	0,016038	3
2.2.2 Nível de ruídos externos (vizinhos, bairro, rua entre outros)	1	1	5	6	10	4,00	14,5	0,016038	3
2.3 CONFORTO VISUAL	1	2	3	4	5				
2.3.1 Iluminação natural	2		10	9	2	3,39	39,5	0,005887	1
2.4 QUALIDADE DO AR	1	2	3	4	5				
2.4.1 Circulação do ar		1	7	5	10	4,04	12	0,019379	3
2.4.2 Umidade do ar			8	9	6	3,91	17,5	0,013289	2
3. DIMENSÃO 3	RESPONDENTES								
3.1 DOCUMENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	1	2	3	4	5				
3.1.1 Instalações elétricas, hidráulicas, telecomunicações, estrutural, térmicas (se houver)		1	5	9	8	4,04	12	0,019379	3
3.1.2 Plano ambiental (sustentabilidade)		3	9	7	4	3,52	34	0,00684	1
3.1.3 Plano de manutenção		1	9	8	5	3,74	24,5	0,009492	2
3.2 TREINAMENTO	1	2	3	4	5				
3.2.1 Guia dos moradores		1	12	9	1	3,43	36,5	0,006371	1
3.3 GERENCIAMENTO	1	2	3	4	5				
3.3.1 Manutenção contínua feita pelos moradores	1		10	8	4	3,61	31	0,007502	1
3.3.2 Programa de conscientização	1	1	11	7	3	3,43	36,5	0,006371	1
3.3.3 Relação construtora x moradores	2		11	7	3	3,39	39,5	0,005887	1
4. DIMENSÃO 4	RESPONDENTES								
4.1 DURABILIDADE ESTRUTURAL	1	2	3	4	5				
4.1.1 Superfícies internas do empreendimento (Rachaduras, fissuras, buracos, etc.)			4	10	9	4,22	6	0,038759	7
4.1.2 Superfícies externas do empreendimento (Rachaduras, fissuras, buracos, etc.)			5	10	8	4,13	9	0,025839	4
4.2 MANUTENÇÃO	1	2	3	4	5				
4.2.1 Preventiva das superfícies internas do empreendimento		4	4	12	3	3,61	31	0,007502	1
4.2.2 Preventiva das superfícies externas do empreendimento			7	12	3	3,82	23	0,010111	2

Continua.

COMPILAÇÃO DE DADOS									
Critérios para análise de desempenho de edificações de edificações (LWF)	PESOS					Média ponderada	Ranking	Wj	Escore (sj)
4.3 VEDAÇÕES	1	2	3	4	5				
4.3.1 Isolamento (proteção da entrada do ar)			3	9	11	4,35	3	0,077518	13
4.3.2 Estanqueidade à água			1	6	16	4,65	1	0,232554	40
5. DIMENSÃO 5	RESPONDENTES								
5.1 SATISFAÇÃO DOS MORADORES	1	2	3	4	5				
5.1.1 Segurança da vida e dos bens imobiliários			5	7	11	4,26	5	0,046511	8
5.1.2 Sensação de « pertencimento ao ambiente »	1	1	7	9	5	3,70	26,5	0,008776	2
5.1.3 Sensação « bem-estar »			4	11	8	4,17	7,5	0,031007	5
5.1.4 Produtividade e Desempenho		2	5	10	6	3,87	19,5	0,011926	2
5.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	1	2	3	4	5				
5.2.1 Gestão da captação da água da chuva	1	2	10	6	3	3,36	41	0,005672	1
5.2.2 Gestão de energia renovável (captação solar)	1	2	8	9	2	3,41	38	0,00612	1
5.2.3 Gestão de gases poluentes		2	11	5	5	3,57	33	0,007047	1
5.3 CUSTOS	1	2	3	4	5				
5.3.1 Custos de manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)		3	2	12	5	3,86	21	0,011074	2
5.3.2 Custo previsto X real (água, luz, gás, etc.)		4	2	10	7	3,87	19,5	0,011926	2
5.4 APARÊNCIA FÍSICA	1	2	3	4	5				
5.4.1 Qualidade dos materiais utilizados na edificação		2	4	7	9	4,05	10	0,023255	4
5.4.2 Manutenção da aparência física da edificação		1	6	8	7	3,95	16	0,014535	3

Fonte: A autora (2019).

O subcritério considerado mais importante para análise de desempenho de uma edificação em LWF foi a estanqueidade à água, primeiro lugar no *ranqueie*, com escore de 40 pontos. A importância do subcritério é condizente com a realidade nacional, visto que, Brasil por ser um país tropical possui altas taxas de temperatura e umidade, características favoráveis para a degradação do principal material empregado em construções de *light wood frame*.

A compilação mostrou também as dimensões que possuem maior pontuação (Tabela 5), ou seja, aquelas que têm uma relevância maior durante a avaliação de desempenho de uma edificação em LWF. A dimensão com maior pontuação é a 4, com 68 pontos, ela faz referência aos critérios relacionados com

durabilidade estrutural, manutenção e vedação. Esses critérios sinalizam novamente a necessidade preservar a madeira, principal componente das edificações em *light wood frame*. Esses cuidados com o material devem ser considerados tanto durante a construção, como durante toda sua vida útil.

Vale ressaltar ainda, que como a madeira está ganhando mais destaque no setor de construção brasileira é essencial à conscientização e o ensino dos usuários para preservação do material a fim de manter o desempenho da edificação.

Essa preservação do material possibilita a edificação um impacto positivo no desempenho econômico dado que, com manutenção preventiva e contínua correta da madeira, sua estrutura poderá se manter por anos.

Além disso, há impacto positivo no desempenho ambiental, dado que esta preservação garante maior durabilidade a edificação, reduzindo consequentemente a extração de recursos naturais para construção de novas edificações visando substituição.

A segunda maior pontuação foi dada a dimensão 2, com 42 pontos, que é aquela que mensura o conforto da edificação e faz referência a preocupação com aspecto ambiental da edificação e também social, visto a ela faz referência ao bem estar dos moradores.

Esse resultado é condizente com a literatura. Diversos trabalhos sinalizam (Lai e Man, 2017; Nazeer e Silva 2016; Khalil et al 2016; Ibem et al 2013) a análise de conforto térmico, acústico, visual e qualidade do ar, nas edificações como principais fatores a serem estudados em pesquisas relacionadas com avaliação do desempenho de construções.

TABELA 5-PONTUAÇÃO DAS DIMENSÕES E CRITÉRIOS ESTABELECIDOS PARA O Madtec-LWF

Crítérios para análise de desempenho de edificações de edificações em Light Wood Frame (LWF)	Pontos	Percentual (%)
1. DIMENSÃO 1	21	12
1.1 PROTEÇÃO E SEGURANÇA	9	5
1.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	3	2
1.3 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	3	2
1.4 INSTALAÇÕES TELECOMUNICAÇÕES	1	1
1.5 ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE	4	2
2. DIMENSÃO 2	42	25
2.1 CONFORTO TÉRMICO	30	17
2.2 CONFORTO ACÚSTICO	6	3
2.3 CONFORTO VISUAL	1	1
2.4 QUALIDADE DO AR	5	3
3. DIMENSÃO 3	11	6
3.1 DOCUMENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	6	3
3.2 TREINAMENTO DOS MORADORES	1	1
3.3 GERENCIAMENTO DAS INSTALAÇÕES PELOS MORADORES	3	2
4. DIMENSÃO 4	68	39
4.1 DURABILIDADE ESTRUTURAL	11	6
4.2 MANUTENÇÃO	3	2
4.3 VEDAÇÕES	53	31
5. DIMENSÃO 5	31	18
5.1 SATISFAÇÃO DOS MORADORES	17	10
5.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	3	2
5.3 CUSTOS	4	2
5.4 APARÊNCIA FÍSICA	7	4
TOTAL	173	100

FONTE: A autora (2019).

A pontuação estabelecida nesse estudo mostra os critérios mais críticos durante uma análise de desempenho de uma edificação em *light wood frame* em países tropicais. Sinaliza ainda cuidados a mais com a madeira, que possui composição diferente dos países nórdicos e tem uma degradação maior em função das condições climáticas. Vale ressaltar que o sistema LWF ainda é muito recente no Brasil, portanto, iniciativas de ensino e conscientização dos usuários devem ser levadas em consideração para manter a qualidade e desempenho dessas edificações. Trabalho esse que as construtoras devem incluir em suas atividades. Essa consideração foi destacada na dimensão 3 deste trabalho, onde salientou-se a importância do treinamento, da documentação adequada e o gerenciamento das instalações pelos usuários para manter as edificações.

Em seguida, com uma pontuação total de 173 pontos, estabeleceu-se um *escore* que pudesse ser utilizado como mecanismo de avaliação dessas edificações durante a análise de desempenho, ou seja, por meio dos subcritérios avaliados, as edificações poderão apresentar um valor de desempenho para cada uma das 5 dimensões estabelecidas.

Esse *escore* foi elaborado considerando a porcentagem da edificação atendida, assim como o trabalho de Hong (2008) e a certificação *Green Globes* estipulam. A edificação que atender 50% dos critérios será considerada uma edificação com desempenho mínimo; 51- 75% desempenho médio e acima de 76% desempenho elevado. (Tabela 6).

TABELA 6-ESCORE ELABORADO PARA AVALIAÇÃO DO BPE DE LWF

Escore	Desempenho alcançado
Até 50%	Desempenho mínimo
51-75%	Desempenho médio
76% para cima	Desempenho elevado

Fonte: A autora (2019).

A proposta neste trabalho não é criar uma certificação, mas sim apresentar uma proposta estrutural de como mapear esse desempenho, para servir de base para auxiliar as organizações a buscarem melhorar a qualidade das edificações.

Por meio do Madtec-LWF é possível chegar as seguintes considerações com relação a uma edificação em LWF:

- Verificar o desempenho da edificação durante aquela fase do seu ciclo de vida;
- Comparar o desempenho ao longo do seu ciclo de vida permitindo gerar um diagnóstico da qualidade e manutenção dos insumos e do gerenciamento dos moradores;
- Identificar problemas no projeto e assim melhorar projetos futuros e por consequência melhorar o desempenho das próximas edificações.

e) Criar protocolo de coleta

O protocolo de coleta foi desenvolvido por meio da consulta a literatura, ou seja, cada critério e subcritério selecionado foi novamente acessado para verificar a forma como o mesmo foi mensurado.

Nos trabalhos acessados verificou-se que os autores usaram instrumentos diversos, tais como: questionário, usando uma escala, como a Likert ou escala (concordo e discordo); entrevistas estruturadas e/ou semiestruturadas; sensores para monitoramento *in loco*; observação do projeto *in loco* e também, em alguns poucos casos, foram elaborados grupos focais com moradores.

As análises identificadas na literatura foram feitas em alguns casos durante a fase pós-ocupação (APO) e em outros casos durante a fase de pré-ocupação, fazendo questionamento a equipe técnica.

Do Apêndice 19 a 23 essa varredura pode ser visualizada. Essa varredura faz referência a cada uma das cinco dimensões estudadas. Esta etapa foi efetuada com objetivo de verificar quais instrumentos poderiam ser utilizados durante a aplicação do Madtec-LWF dentro de uma edificação.

Como esta pesquisa tem como objetivo criar o método e também o processo de aplicação, uma análise detalhada foi elaborada utilizando os documentos das RSL realizada.

Percebe-se que o questionário foi o instrumento mais empregado durante as pesquisas de avaliação de desempenho de edificações, sendo a escala Likert (1-5) a forma mais comum entre elas. Em seguida, a entrevista semiestruturada foi a mais aplicada, isso para as dimensões 1, 3, 4 e 5. Em alguns casos os dois instrumentos foram combinados. Para a dimensão 2, além dos questionários os instrumentos para mensurar o desempenho *in loco* também foram utilizados. Além da literatura os seguintes documentos nacionais foram consultados: NBR 15575 partes 1 a 6 (ABNT, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f), o SINAT nº 005 (BRASIL, 2017b) e o DATec nº020C (BRASIL, 2017a).

Desta forma, com base nestas informações o protocolo de coleta foi elaborado para aplicação do Madtec-LWF durante uma avaliação de pré-

ocupação. Foi estabelecido que seria importante para uma análise completa dentro de uma edificação ainda não habitada elaborar um questionário para ser aplicado com a equipe técnica e responsável pela obra; uma inspeção *in loco* para conhecer melhor a edificação e seus documentos e a mensuração *in loco* de alguns subcritérios. Nesta pesquisa optou-se por mensurar os subcritérios qualitativos por meio de instrumentos *in loco*. A simulação também é recomendada pelas normas consultadas, porém não foi objeto de estudo desta pesquisa, para mais informações sobre este tópico ver Leitner (2019).

Os documentos que deverão ser consultados durante a inspeção são de acordo com a ANTAC (2015):

- Plantas e cortes de todos os projetos executivos, inclusive os complementares;
- Plantas e cortes do projeto aprovado pelo Corpo de Bombeiros;
- Plantas e cortes do projeto aprovado na Prefeitura;
- Memorial descritivo do projeto;
- Certificados de avaliação de desempenho dos componentes construtivos, tais como o comportamento ao fogo dos materiais especificados para acabamento de piso, parede e forro; resistência ao fogo dos componentes do sistema construtivo (piso/parede/cobertura);
- Características técnicas dos materiais e componentes construtivos, como transmitância térmica, índice de redução sonora ponderado e capacidade térmica, calor específico, densidade superficial de massa, dentre outros;
- Documentação de aprovação do SINAT e DATEC;
- Planilhas de custos do empreendimento.

O Quadro 11 traz de forma resumida como cada subcritério será mensurado. Percebe-se que em alguns casos o subcritério poderá ser analisado de duas formas, sendo inspecionado e também por meio de um questionário. Entende-se que em alguns casos a combinação dos instrumentos poderá enriquecer a pesquisa.

QUADRO 11- INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA APLICAÇÃO DO MADTEC-LWF DURANTE A FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	ANÁLISE DA PRÉ-OCUPAÇÃO		
			Medir	Inspecionar	Questionar
1	Segurança e proteção	Segurança contra incêndios		X	X
		Proteção contra microrganismos, insetos e animais perigosos			X
		Segurança quanto a resistência estrutural (paredes)			X
	Instalações elétricas	Facilidade a acesso dos componentes elétricos (tomadas e conectores)		X	
		Limpeza e segurança dos componentes das instalações elétricas (tomadas e conectores)		X	
	Instalações hidráulicas	Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos		X	X
		Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas		X	
	Instalações de telecomunicação	Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, etc.)			X
	Organização do ambiente	Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas - se houver, etc.)		X	
		Flexibilidade e adaptabilidade		X	
2	Conforto térmico	Temperatura interna do ambiente	Termo higrômetro e datalogger de temperatura		
		Varição térmica da temperatura (4 estações/inverno-verão)	Datalogger de temperatura		
	Conforto acústico	Nível de ruído interno	Medidor de nível sonoro (decibelímetro)		
		Nível de ruído externo (vizinhos, bairro, rua, etc.)	Medidor de nível sonoro (decibelímetro)		
	Conforto visual	Iluminação natural	Luxímetro portátil		
	Qualidade do ar interno	Circulação do ar (ventilação)	Anemômetro		
		Umidade do ar	Termo higrômetro		
3	Documentação da edificação	Projetos elétricos, hidráulicos, mecânicos e térmicos		X	
		Plano ambiental (sustentabilidade)		X	
		Plano de manutenção		X	
	Treinamento	Guia aos moradores			X
	Gerenciamento	Manutenção contínua feita dos moradores (3, 6, 9, 12 meses)			X
		Programas de conscientização			X
		Relação construtora x moradores			X

Continua.

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	ANÁLISE DA PRÉ-OCUPAÇÃO		
			Medir	Inspecionar	Questionar
4	Durabilidade estrutural	Superfícies internas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)			X
		Superfícies externas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)			X
	Manutenção	Preventiva das superfícies internas do empreendimento (vedações internas)			X
		Preventiva das superfícies externas do empreendimento (Vedações externas)			X
	Vedações	Isolamento (proteção da entrada do ar)		X	
		Estanqueidade à água		X	
5	Satisfação dos moradores	Segurança da vida e dos bens imobiliários			X
		Sensação de "pertencimento ao ambiente"			X
		Sensação de "bem estar"			X
		Produtividade e desempenho			X
	Eficiência energética	Gestão da captação da água da chuva		X	
		Gestão de energia renovável (captação solar)		X	
		Gestão de gases poluentes		X	
	Custos	Custos de manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)		X	
		Custo previsto X real (água, luz, etc.)		X	
	Aparência física	Qualidade dos materiais utilizados na edificação		X	
		Manutenção da aparência física da edificação			X

Fonte: A autora (2019)

Para elaborar os questionários e verificar como a inspeção deveria ser realizada, novamente a literatura e os documentos nacionais tais como a NBR 15575 partes 1 a 6 (ABNT, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f), o SINAT nº 005 (BRASIL, 2017b), o DATec nº020C (BRASIL, 2017a) e o ANTAC (2015) foram consultados. No Apêndice 8 o questionário detalhado pode ser visualizado e no Apêndice 9 o roteiro da inspeção. Tanto no questionário como na inspeção ao fim da análise do subcritério o pesquisador deverá finalizar concluindo da seguinte maneira :

- O subcritério foi atendido, portanto, ele ganha o escore a ele atribuído, apresentado na Tabela 4.

- O subcritério não foi atendido, ou foi atendido parcialmente, portanto ele não ganha o escore a ele atribuído.

A dimensão 2 é a única que utilizará o modo de coleta “medir” então neste caso um roteiro para medir *in loco* foi elaborado. Este roteiro usou novamente NBR 15.575 partes 1 a 6 (ABNT, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f), o SINAT nº 005 (BRASIL, 2017b), o DATec nº020C (BRASIL, 2017a) como base para analisar os subcritérios. Porém, percebeu-se que nem todos os subcritérios elencados apresentavam regras específicas para serem mensurados, portanto, em alguns momentos utilizou-se de outros trabalhos acadêmicos para criar um roteiro de conduta para análise *in loco* desses critérios.

Tanto os subcritérios variação térmica quanto a circulação e umidade do ar não apresentam especificações de posicionamento dos instrumentos, altura e forma de leitura nas normas, então, estes foram baseados nos subcritérios mais próximos, a “variação térmica” do subcritério temperatura e a “circulação e umidade” do subcritério “iluminação natural”. O Quadro 12 mostra o roteiro que deverá ser seguido durante a aplicação desta dimensão em obra.

Ao término da aplicação do roteiro apresentado no Quadro 12 o pesquisador deverá consultar os valores limites estabelecidos pela norma de desempenho brasileira. Se o valor do subcritério estiver dentro do limite imposto pela norma, então o pesquisador atribuirá ao subcritério o escore que foi a ele dado, conforme Tabela 4. Se o valor do subcritério estiver fora do limite imposto a ele, pela norma de desempenho, então o pesquisador dá ao critério escore zero.

QUADRO 12-ROTEIRO DE COLETA DE DADOS DA DIMENSÃO 2

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	CÔMODO			EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÃO	POSICIONAMENTO	ALTURA	LEITURA	OBSERVAÇÃO	NORMA
Conforto térmico	Temperatura interna do ambiente	Dormitório 1	Dormitório 2	Sala	Termo higrômetro	ICEL Manaus HT-209	Centro do cômodo	1,20 m	3 ciclos de 1,5 hora com leituras a cada 10 min		Base de consulta NBR 15.575
	Varição térmica	Exterior*			<i>Datalogger</i> de temperatura	INSTRUTERM HT-810 (precisão ±0.5 °C)			Contínua		
Conforto acústico	Nível de ruído interno	Dormitório 1	Dormitório 2	Sala	<i>Datalogger</i> de temperatura	INSTRUTERM HT-810 (precisão ±0.5 °C)	3,00 m fora da edificação	1,20 m	Contínua		
		Dormitório 1	Dormitório 2	Sala	Medidor de nível sonoro (decibelímetro)	ICEL DL -1000 (precisão ±-3,5 dB)	Centro do cômodo a 1,50 m da janela e 1,00 m das paredes laterais	1,20 m	A cada 10 seg (30 leituras) - 3 ciclos	Essas medições são realizadas com o equipamento voltado para a parede onde estão as janelas.	Base e consultada NBR 10151 e documento CETESB
	Nível de ruído externo (vizinhos, bairro, rua, etc.)	Dormitório 1	Dormitório 2	Sala	Medidor de nível sonoro (decibelímetro)	ICEL DL -1000 (precisão ±-3,5 dB)	0,5 metro de janela aberta (externo a edificação)	1,20 m	A cada 10 seg (30 leituras) - 3 ciclos	Utilizar o protetor de vento	Base e consultada NBR 10151 e documento CETESB
Conforto visual	Iluminação natural	Dormitório 1	Dormitório 2	Sala	Luxímetro portátil	ICEL Manaus LD-555	Centro do cômodo	0,75m	3 ciclos de 1,5 hora com leituras a cada 10 min		
Qualidade do ar	Circulação do ar (ventilação)	Dormitório 1	Dormitório 2	Copa/ cozinha	Anemômetro	Incoterm TAN-100	Centro do cômodo	1,20 m	3 ciclos de 1,5 hora com leituras a cada 10 min		
	Umidade	Dormitório 1	Dormitório 2	Sala	Termo higrômetro	ICEL Manaus HT-209	Centro do cômodo	1,20 m	3 ciclos de 1,5 hora com leituras a cada 10 min		NBR 15575

FONTE: A autora (2019). *A variação térmica no estudo aplicado será a variação entre a parte interna e a parte externa da edificação.

Portanto, o Madtec-LWF proposto nesta pesquisa foi estabelecido por meio de critérios e subcritérios de avaliação de uma edificação identificados na literatura que envolvem aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos.

Com a identificação dos critérios e subcritérios os mesmos foram selecionados e validados, sendo organizados em 5 dimensões, 19 critérios e 41 subcritérios. Para aplicação do Madtec-LWF dentro de uma edificação foi elaborado um protocolo de coleta de dados que permite avaliar o desempenho técnico-construtivo.

Este protocolo é composto de um questionário, um roteiro de inspeção e um roteiro para mensurar *in loco* os subcritérios. A Figura 16 resume esta estrutura elaborada, onde por meio deste protocolo de coleta, efetuado específico para a fase de pré-ocupação, é possível chegar a um escore de desempenho para edificação estudada.

FIGURA 16- LÓGICA DO MÉTODO ELABORADO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES EM LWF NO BRASIL PARA EDIFICAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (MADTEC-LWF)

FONTE: A autora (2019) (2019).

O protocolo de coleta para aplicação do Madtec-LWF para as fases de ocupação e pós-ocupação serão apresentados no capítulo 7 desta tese.

Além do método elaborado foi criada uma estrutura para auxiliar na aplicação do Madtec-LWF. Esta será apresentada na seção seguinte.

4.4. 4ªEstágio- Estudo Piloto: Teste da dimensão 2

A realização do piloto mostrou que protocolo de coleta da dimensão 2 se apresentou adequado para ser aplicado durante a avaliação de desempenho de uma edificação, mas alguns pontos foram ressaltados e foram ajustados para a aplicação do estudo de caso real, são eles:

- Como as normas, e até mesmo trabalhos acadêmicos, não especificam a quantidade de vezes que um critério deve ser mensurado, para o teste real pretende-se fazer coletas nos três períodos (manhã, tarde e noite) para se obter mais dados e em períodos diferentes ao longo do dia;
- Para atender as exigências das normas com relação a posicionamento e altura dos equipamentos durante a mensuração a escada utilizada no teste piloto se apresentou adequada, mas foram necessários uso de caixas de papelão para se chegar à altura esperada. Para o teste real, pretende-se utilizar uma escada ou um banco que já possuía a altura adequada. Além disso, o ideal é ter uma escada ou banco para cada cômodo mensurado, evitando assim movimentação;
- Percebeu-se que apenas 3 pessoas para coleta de dados torna a atividade bastante agitada, pois a equipe teve que se mover entre os cômodos. Para o teste real será necessária uma equipe maior, 1 pessoa para cada cômodo e 1 pessoa para dar apoio com a organização do material;
- Para preenchimento dos dados o ideal é cada pessoa no seu cômodo já tenha seu material individual, então pretende-se obter mais instrumentos de mensuração e pranchetas, para se realizar o teste real;
- Durante o piloto o instrumento “decibelímetro” parou de funcionar em função da bateria. Então não foi possível realizar a coleta de dados com as

janelas abertas, somente fechadas. Para o teste real além de mais instrumentos de coleta, é essencial levar mais baterias, visto que, pretende-se fazer mais coletas ao longo do dia.

4.55ª Estágio: Implantação do caso real

Esta etapa será apresenta de form detalhada no capítulo 5 desta tese.

4.6 Condução da aplicação do Madtec- LWF em uma edificação

A condução proposta para aplicação do Madtec-LWF compreende quatro etapas: (1) definição do escopo do estudo, (2) coleta de informações, (3) verificação do desempenho e (4) análise final da edificação. A Figura 17 é possível observar o fluxograma da aplicação passo a passo (p.99).

4.6.1 Definição do escopo do estudo

Na etapa 1, duas atividades devem ser realizadas. A definição da unidade de análise e a definição da estratégia de pesquisa. A definição da unidade consiste em selecionar a edificação de LWF que será estudada. Recomenda-se verificar com os responsáveis técnicos a possibilidade de estudar aquela edificação e o interesse e disponibilidade dos moradores. Sem este aval a pesquisa fica impossibilitada.

A estratégia da pesquisa visa definir qual é o objetivo da análise, se este é verificar o desempenho atual da edificação, apresentando um indicativo do desempenho; se é melhorar o desempenho da edificação, por meio de uma investigação, relatando soluções apropriadas aos problemas identificados ou, se a proposta é buscar por melhorias para projetos futuros, gerando um diagnóstico detalhado da edificação para gerar um relatório com lições aprendidas. A estratégia deve ser definida e comunicada aos responsáveis da edificação, pois dependendo de qual for a estratégia adotada está poderá levar alguns meses.

FIGURA 17-CONDUÇÃO DA APLICAÇÃO DO MADTEC-LWF EM UM EMPREENDIMENTO

Fonte: A autora (2019).

4.6.2 Coleta de informações

Na etapa 2 duas atividades são realizadas. A primeira é o levantamento de informações a respeito da edificação, ou seja, verificar em qual fase do ciclo de vida a edificação se encontra (pré-ocupação, ocupação ou pós ocupação) e buscasse a documentação da edificação, tais como: projeto da obra, manual do usuário, documentos técnicos, memorial descritivo, plantas do projeto, certificações dos componentes construtivos utilizados, entre outros. Essas informações são necessárias para conhecer a edificação.

Na segunda atividade o pesquisador precisa verificar os instrumentos que serão utilizados para avaliar cada critério. Nesta pesquisa foi definido o modo de coleta, este é composto de um questionário, de um roteiro de inspeção e de um roteiro de mensuração por meio de instrumentos. Para conhecer o modo de avaliar cada subcritério ver Quadro 11 (Página 92).

4.6.3 Verificação do desempenho

Na etapa 3 o Madtec-LWF proposto com as 5 dimensões é aplicado, ou seja, os critérios são averiguados um a um conforme o modo de coleta estabelecido no Quadro 11. A verificação consciente em mostrar se o critério atendeu ou não atendeu o requisito solicitado a ele. Em forma de *check –list* o pesquisador efetua esta atividade até finalizar as 5 dimensões e obter o valor do escore daquela edificação. O Quadro 13 mostra como este *check-list* pode ser efetuado.

QUADRO 13- EXEMPLO DE CHECK-LIST UTILIZADO DURANTE A VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO ESTUDADA

1. Dimensão XX	Escore teórico	Prática		Escore Identificado
1.1 Critério		Atende	Não atende	
1.1.1 Subcritério	Valor		x	Valor
1.1.2 Subcritério	Valor	x		Valor
1.1.3 Subcritério	Valor	x		Valor

Fonte: A autora (2019).

4.6.4 Análise final

Na última etapa, dependendo da estratégia abordada algumas ações são realizadas. A primeira é apresentar o escore identificado no empreendimento, conforme o *check-list* efetuado. Se a estratégia for apenas de identificar, a pesquisa encerra por aqui. O pesquisador aferi o desempenho e indica aos responsáveis pela obra. Esta estratégia de pesquisa é mais simples e efetuada em poucos dias.

Se a estratégia for de investigação então é importante mostrar o escore e também os pontos falhos averiguados durante a análise, ou seja, os critérios que não foram atendidos devem ser revistos, discutidos e busca-se soluções para aperfeiçoá-los, se possível ainda neste empreendimento. Esta pesquisa pode levar algumas semanas ou meses para ser realizada.

E por fim, se a análise for diagnóstica é importante buscar ações para melhorar a condição nesta edificação e em outras futuras. Nesta estratégia é interessante fazer comparativos com outras edificações e fazer análises do desempenho ao longo das estações do ano. Portanto, esta é uma estratégia mais profunda e pode levar alguns meses ou até anos para ser efetuada. Recomenda-se ainda que ao finalizar a pesquisa um relatório de descobertas seja criado para servir de base para outras construções.

5 RESULTADO E ANÁLISE DA APLICAÇÃO NO MADTEC NA FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO EM UMA EDIFICAÇÃO EM LWF

O Capítulo 5 tem por objetivo expor os resultados encontrados durante aplicação do Madtec em um empreendimento que possui pisos e paredes estruturadas conforme os documentos que regem o LWF no Brasil o DATec nº020C e o SINAT 005-2. O *check-list* da aplicação de cada dimensão será apresentado bem como uma discussão a respeito dos resultados encontrados.

Este capítulo seguiu a condução criada para a aplicação do Madtec-LWF apresentada na Figura 17 do capítulo 4. As etapas 1 e 2 já foram detalhadas no capítulo de Estratégia de Pesquisa (capítulo 3), portanto, apenas as etapas 3 e 4 são apresentadas neste capítulo.

5.5 Verificar desempenho

A aplicação do Madtec- LWF, no caso o *check-list* das 5 dimensões propostas, foi realizada durante o mês de setembro de 2018 na estação da primavera. Para mensuração da dimensão 2 um dia do mês de setembro foi escolhido, o dia em questão estava nublado, sendo as condições meteorológicas adequadas para a medição da iluminação natural e do nível de ruído, subcritérios que possuem exigências específicas apresentadas pela norma NBR 15.575. (ABNT,2013). Para mensuração dos subcritérios que fazem parte da dimensão 2 o roteiro elaborado no Quadro 12 foi aplicado.

Neste dia também foi realizada a rotina de inspeção estabelecida no Apêndice 9. Esta foi realizada com um técnico responsável pelo empreendimento que acompanhou as coletas durante todo o dia.

O questionário foi enviado ao engenheiro responsável pelo empreendimento que preencheu as informações. Mais tarde, uma visita a construtora foi realizada pela pesquisadora para obter informações mais detalhadas a respeito do empreendimento. A construtora não permitiu a visualização de nenhum documento técnico sobre o empreendimento, mas deu

acesso ao manual do usuário que possui diversas informações que foram importantes para análise desta pesquisa.

A avaliação da pré-ocupação foi iniciada as 8 horas da manhã com a chegada no local do empreendimento, e então montagem das estações de trabalhos conforme roteiro pré-estabelecido no Quadro 12 para a dimensão 2. As medições seguiram os três ciclos de coleta definido, nos períodos da manhã, tarde e início da noite. Os dados coletados foram comparados com requisitos de desempenho mínimo apresentados na NBR 15.575. (ABNT, 2013). A seguir é apresentado o resultado da análise de cada dimensão. O apêndice 10 e 11 mostra o questionário preenchido e a inspeção realizada, respectivamente.

5.5.1 Resultado da Dimensão 1

A dimensão 1 foi analisada por meio de dois instrumentos, o roteiro de inspeção e o questionário. A aplicação dos instrumentos conferiu a dimensão 1, o escore de 17 pontos, como pode ser visualizado no Quadro 14.

QUADRO 14-AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 1

1. DIMENSÃO 1	Escore teórico	Prática		Escore Identificado
		Atende	Não atende	
1.1 PROTEÇÃO E SEGURANÇA				
1.1.1 Segurança contra incêndios	2		x	0
1.1.2 Proteção contra microrganismos, insetos e animais perigosos	2	x		2
1.1.3 Segurança quanto à resistência estrutural (paredes)	5	x		5
1.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
1.2.1 Facilidade a acesso dos componentes elétricos (tomadas e conectores)	2	x		2
1.2.2 Limpeza e segurança dos componentes das instalações elétricas (tomadas e conectores)	1	x		1
1.3 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				
1.3.1 Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos	2	x		2
1.3.2 Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas	1	x		1
1.4 INSTALAÇÕES TELECOMUNICAÇÕES				
1.4.1 Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, entre outros)	1	x		1
1.5 ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE				
1.5.1 Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas- se houver, entre outras)	3	x		3
1.5.2 Flexibilidade e adaptabilidade	1		x	0
TOTAL	20			17

Fonte: A autora (2019).

No Apêndice 10 as questões 1-15 e 21 e 22 fazem parte desta dimensão. E no Apêndice 11 as questões 1-41 fazem parte desta dimensão. Percebe-se que dois subcritérios não foram atendidos de forma integral: Segurança contra incêndio e Flexibilidade e adaptabilidade.

O subcritério “Segurança contra incêndios” atendeu parcialmente o estabelecido na norma, pois o item “portas ou selos corta-fogo” não foram instalados. A questão referente a este item foi:

Questão (10) – O sistema construtivo usa portas ou selos corta-fogo possibilitando que o edifício seja considerado uma unidade independente? Conforme recomendação da NBR 15.575 (ABNT,2013).

Segundo o respondente da pesquisa esta obra não possui este pré-requisito estabelecido no Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PPCI), o que permite que o empreendimento não apresente este tipo de porta.

Nesta pesquisa este item foi considerado como “não atendido”, mesmo que todos os outros itens referentes a Segurança Contra incêndio tenham sido atendidos, pois segue instruções da norma de desempenho brasileira. Recomendou-se, portanto, a equipe técnica que este item fosse revisado e discutido para averiguar de fato sua necessidade.

O subcritério “flexibilidade e adaptabilidade” também não atendeu o apresentado na norma de desempenho. Segundo a NBR 15.575 (ABNT,2013) um sistema flexível e adaptável deve fornecer informações e detalhes técnicos sobre:

- Interfaces entre o sistema construtivo inovador e sistemas construtivos tradicionais ou regionais;
- Deve fornecer informações sobre infraestrutura técnica e de materiais, necessária, tanto inovadora quanto convencional compatível com o sistema construtivo inovador.

As questões referentes a este subcritério podem ser visualizadas no Apêndice 11 nos tópicos 34,35,38 e 39.

Neste caso, analisando o manual do usuário, percebe-se que não há nenhuma alusão a interface do LWF com outros sistemas construtivos. O manual apresenta detalhes ricos a respeito do sistema LWF e sua utilização, mas não

mostra como o mesmo pode ser utilizado com outro sistema construtivo. Recomenda-se, portanto, que estas informações sejam apresentadas no manual do usuário, pois os usuários precisam enxergar para o sistema e vê-lo como uma opção no mercado. Trazer informações de como o sistema pode ser utilizado com outros já existentes poderá torná-lo mais acessível ao mercado de construção civil.

5.5.2 Resultado da Dimensão 2

A Dimensão 2 foi analisada utilizando instrumentos de mensuração e seguindo o roteiro estabelecido no Quadro 12. Todos os critérios foram atendidos, conforme Quadro 15 apresenta.

QUADRO 15-AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 2

2. DIMENSÃO 2	Escore teórico	Prática		Escore Identificado
		Atende	Não atende	
2.1 CONFORTO TÉRMICO				
2.1.1 Temperatura interna do ambiente	20	x		20
2.1.2 Variação térmica (4 estações/inverno-verão)	10	x		10
2.2 CONFORTO ACÚSTICO				
2.2.1 Nível de ruídos interno	3	x		3
2.2.2 Nível de ruídos externos (vizinhos, bairro, rua entre outros)	3			3
2.3 CONFORTO VISUAL				
2.3.1 Iluminação natural	1	x		1
2.4 QUALIDADE DO AR				
2.4.1 Circulação do ar	3	x		3
2.4.2 Umidade do ar	2	x		2
TOTAL	42			42

Fonte: A autora (2019).

A dimensão 2 do Madtec-LWF foi objeto de estudo de uma dissertação apresentada em 2019 no PPGECC. Os resultados apresentados aqui são um

resumo desta pesquisa que foi feita em parceria com a autora desta tese. Mais informações ver trabalho de Leitner (2019).

Para o critério conforto térmico três cômodos do apartamento foram avaliados atendendo as exigências da norma de desempenho NBR 15.575 (ABNT 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f), ou seja, a temperatura interna ficou inferior a externa no verão e pelo menos 3°C mais elevada do que a externa no inverno. A temperatura interna foi coletada durante 3 ciclos utilizando o termo higrômetro e a temperatura externa utilizou um datalogger, estes instrumentos foram os mesmos utilizados durante o teste piloto.

A variação térmica da edificação foi analisada durante os três ciclos de coleta e entre as temperaturas internas e externas, gerando resultado que atendeu as exigências solicitadas pela norma de desempenho NBR 15.575 (ABNT 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f).

Com relação ao conforto acústico, a coleta de dados foi realizada com um decibelímetro portátil. A fim de avaliar a diferença entre os ruídos internos e externos foram feitas medições tanto com as portas e janelas abertas, como com as fechadas. Foram feitas quatro medições por ciclo em cada cômodo, sendo duas com portas e janelas fechadas e duas com portas e janelas abertas, conforme recomendações da norma NBR 150151 (ABNT, 2003).

Como resultado, os dois dormitórios e a sala atendem a norma quando avaliado as medições com aberturas fechadas e não atendem com as janelas abertas. A mesma situação se repetiu para, os dormitórios e a sala atenderam aos valores de níveis de pressão sonora máximo com as janelas fechadas e não atenderam com as janelas abertas.

Apesar dos resultados com as janelas abertas não terem atendido os valores propostos em norma, comparando esses valores com os valores medidos nos ambientes externos (sem a proteção acústica da edificação) percebe-se que, mesmo com as janelas abertas, a edificação absorve consideravelmente os ruídos externos, principalmente em relação aos dormitórios, ambientes esses que devem ser os mais silenciosos. Além disso, o morador com o simples fechamento de suas janelas é capaz de adequar o desempenho acústico da edificação de forma a

respeitar os valores impostos por norma. Entende-se portanto, que o resultado não é tomado como uma crítica ao método construtivo uma vez que com o ajuste das janelas seja possível corrigir essa situação. Portanto, este critério foi considerado como sendo aprovado.

Com relação a iluminação natural, os resultados obtidos mostraram que todos os cômodos analisados conforme a norma NBR 15575 (ABNT, 2013a), sala de estar, a copa/cozinha, a área de serviço e dormitórios, atenderam a norma em todas as leituras feitas.

E por fim, para o critério “qualidade do ar” foram aferidos a ventilação natural e umidade do ar. A ventilação natural foi avaliada por meio da análise do projeto, como previsto na NBR 15575-4 (ABNT, 2013d) no requisito aberturas para ventilação, onde as áreas de aberturas (calculadas, conforme a norma) devem ser superior a 7% da área do piso. Com relação a umidade na edificação, a coleta de dados foi feita em dois ciclos (manhã e tarde) utilizando como instrumento o termo higrômetro e este também aferiu valor adequado.

5.5.3 Resultado da Dimensão 3

A Dimensão 3 foi analisada utilizando o questionário e a inspeção. No Apêndice 10 essa dimensão faz referência as questões 23-26 e no Apêndice 11, as questões 42-45. Apenas o subcritério “plano ambiental” não foi atendido na sua integralidade, conforme Quadro 16 apresenta.

QUADRO 16- AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 3

3. DIMENSÃO 3	Escore teórico	Prática		Escore Identificado
		Atende	Não atende	
3.1 DOCUMENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO				
3.1.1 Instalações elétricas, hidráulicas, telecomunicações, estrutural, térmicas (se houver)	3	x		3
3.1.2 Plano ambiental (sustentabilidade)	1		x	0
3.1.3 Plano de manutenção	2	x		2
3.2 TREINAMENTO				
3.2.1 Guia dos moradores	1	x		1
3.3 GERENCIAMENTO				
3.3.1 Manutenção contínua feita pelos moradores	1	x		1
3.3.2 Programa de conscientização	1	x		1
3.3.3 Relação construtora x moradores	1	x		1
TOTAL	10	0		9

Fonte: A autora (2019).

Não foi identificado no manual do usuário deste empreendimento uma documentação que proponha um plano ambiental, ou seja, não foram previstas diretrizes que detalhassem a utilização dos recursos naturais de forma sustentável, tais como coleta seletiva de resíduos, captação e reuso de água da chuva, utilização de energia renovável entre outras. A única diretriz identificada faz referência ao descarte e manutenção adequada com relação ao esgoto sanitário. Essa diretriz é apresentada no manual do usuário com todas as características e forma de manutenção que devem ser feitas ao longo da vida útil da edificação.

Considerando que o sistema LWF é visto como inovador destaca-se a importância do sistema trazer elementos que tenham como premissas a racionalização de recursos.

Outro ponto a ser destacado nesta dimensão é a questão da documentação do empreendimento. Como o LWF é pouco conhecido, e a mão de obra e os materiais devem ser específicos para reparo, é importante que o manual do usuário apresente os detalhes se efetivar essa manutenção. Ele precisa trazer

informações que são necessárias para que o usuário consiga comprar os materiais estabelecidos e informações sobre a forma como essa manutenção deve ser realizada. Nesta edificação o manual do usuário bem como os documentos que fazem referência ao sistema foram disponibilizados aos usuários.

O manual traz informações e utiliza recursos didáticos como quadros e imagens para auxiliar no entendimento das ações. Também estão previstos monitoramentos pela construtora ao longo de 6, 18, 36, 72 e 100 meses pós entrega da edificação a fim de vistoria e orientar os usuários.

5.5.4 Resultado da Dimensão 4

Na dimensão 4, todos os critérios foram atendidos. Essa dimensão é composta pelos seguintes elementos: durabilidade estrutural, manutenção e vedações. Sua coleta de dados foi realizada por meio de uma inspeção (itens 46 a 48 -Apêndice 10) e de um questionário (itens 27 a 30-Apêndice 11).

QUADRO 17- AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 4

4. DIMENSÃO 4	Escore teórico	Prática		Escore Identificado
		Atende	Não atende	
4.1 DURABILIDADE ESTRUTURAL				
4.1.1 Superfícies internas do empreendimento (Rachaduras, fissuras, buracos, etc.)	7	x		7
4.1.2 Superfícies externas do empreendimento (Rachaduras, fissuras, buracos, etc.)	4	x		4
4.2 MANUTENÇÃO				
4.2.1 Preventiva das superfícies internas do empreendimento	1	x		1
4.2.2 Preventiva das superfícies externas do empreendimento	2	x		2
4.3 VEDAÇÕES				
4.3.1 Isolamento (proteção da entrada do ar)	13	x		13
4.3.2 Estanqueidade à água	40	x		40
TOTAL	67	0	0	67

Fonte: A autora (2019).

Uma análise mais robusta destes critérios só será feita em uma análise do tipo ocupação ou pós-ocupação, ou seja, quando os usuários estiverem vivendo e utilizando o empreendimento em sua totalidade. Sem residentes, esses critérios sofreram pouca ou nenhuma mudança. Portanto, recomenda-se que essa dimensão seja verificada com frequência pela construtora, e mais tarde aplicada com os moradores.

5.5.5 Resultado Dimensão 5

A dimensão 5 apresentou um escore de 24 de 31, ou seja, alguns critérios não foram atendidos, conforme a Quadro18 mostra. A dimensão foi analisada por meio de uma inspeção (Apêndice 10, itens 49-59) e por meio do questionário (Apêndice 11, itens 31-35).

QUADRO 18- AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO 5

5. DIMENSÃO 5	Escore teórico	Prática		Escore Identificado
		Atende	Não atende	
5.1 SATISFAÇÃO DOS MORADORES				
5.1.1 Segurança da vida e dos bens imobiliários	8	x		8
5.1.2 Sensação de « pertencimento ao ambiente »	2	x		2
5.1.3 Sensação « bem-estar »	5	x		5
5.1.4 Produtividade e Desempenho	2	x		2
5.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA				
5.2.1 Gestão da captação da água da chuva	1		x	0
5.2.2 Gestão de energia renovável (captação solar)	1		x	0
5.2.3 Gestão de gases poluentes	1		x	0
5.3 CUSTOS				
5.3.1 Custos de manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)	2		x	0
5.3.2 Custo previsto X real (água, luz, gás, etc.)	2		x	0
5.4 APARÊNCIA FÍSICA				
5.4.1 Qualidade dos materiais utilizados na edificação	4	x		4
5.4.2 Manutenção da aparência física da edificação	3	x		3
TOTAL	31			24

Fonte: A autora (2019).

O critério “eficiência energética” é um requisito que este empreendimento não possui. Em seu projeto, não foram identificadas ações para o gerenciamento de recursos naturais, tais como: uso da água da chuva, a captação de energia solar e a proteção contra a liberação de gases poluentes pelos materiais utilizados, entre outros. Como já apresentado na seção 5.1.3 é importante que ações voltadas a preocupação com os recursos naturais façam parte do escopo de sistema construtivo considerando inovadores no Brasil. Ações como essas poderão contribuir para mudança de comportamento e cultura popular.

A implantação, por exemplo, de painéis fotovoltaicos que realizam a captação solar é uma ação que pode ser incorporada em projetos que utilizam o sistema LWF. A integração de sistemas solares é uma tendência mundial e, desde a criação dos painéis fotovoltaicos em 1954, a maioria dos empreendimentos inovadores já utiliza esses sistemas. (Yu et al., 2019).

A adaptação de ladrilhos, calhas e caixas de água para a coleta de água da chuva é uma alternativa ao uso desse recurso na limpeza de áreas externas. O Brasil por ser um país tropical tem forte potencial de armazenamento de água da chuva, um recurso que pode ajudar não só com a questão ambiental, mas também contribuir com o aspecto econômico e financeiro destas moradias.

O estudo Leong et al., (2018) mostrou que os sistemas de águas pluviais domésticas podem fornecer mais de 90% da água não potável, que pode ser utilizada para diversas atividades domésticas, tais como: descarga de banheiros, na lavagem de roupas e calçadas e até mesmo para irrigação.

Neste empreendimento em específico estas ações não foram identificadas, por isso, a recomendação. Salienta-se aqui que elas não fazem referência a uma problemática do sistema construtivo, mas fazem parte do escopo relacionado com o desempenho energético desta edificação.

Além deste critério, não foram previstas para este empreendimento os custos relacionados à manutenção da infraestrutura e os custos relacionados aos recursos de luz e água. Esse critério é um fator importante para ser mensurado. Ele pode ajudar os empreiteiros a verificarem se o projeto teórico e o projeto real são compatíveis.

Gupta e Kapsali, (2016) em sua pesquisa indicam a importância de ter uma previsão de despesas de construção em termos de manutenção e recursos (luz e água) para poder fazer uma comparação e, assim, atestar a eficácia do projeto e diagnosticar possíveis falhas durante o processo construtivo.

De acordo com o Manual Brasileiro de Avaliação de Desempenho das Tecnologias Inovadoras de Edifícios (ANTAC, 2015), um dos fatores mais críticos para edifícios inovadores e que pode ser o fator inibidor de sua expansão é a questão dos custos de manutenção. Em geral, os materiais específicos para manutenção são mais altos, pois a maioria dos insumos não são produzidos no país e, portanto, precisam ser exportados e/ou são encontrados com alguns poucos fornecedores.

Além disso, a mão de obra precisa ser qualificada, portanto, há um número menor de profissionais e por consequência o custo também se eleva. Para o usuário que também possui um conhecimento mínimo sobre o sistema, esses são fatores que afetam negativamente o interesse pelo sistema de construção. Portanto, esse subcritério é importante e deve ser considerado como um fator durante a elaboração dessas construções.

5.6 Análise final da aplicação do Madtec-LWF na edificação estudada durante a fase de Pré-ocupação

Somando os valores identificados de cada dimensão do Método **Madtec-LWF**, o empreendimento estudado apresentou uma pontuação de 159 pontos, do total de 173, o que confere ao empreendimento um **desempenho elevado (92%)**.

Nesta pesquisa o mais importante não foi o valor numérico identificado, mas sim as descobertas efetuadas com a aplicação do método, pois estas permitiram investigar o empreendimento e propor ações que podem contribuir para aperfeiçoar outras construções usando como base o sistema LWF.

Nesta edificação em específico, destacam-se que os itens: Proteção e Segurança contra incêndio, Flexibilidade e Adaptabilidade do sistema construtivo Plano Ambiental, Eficiência Energética e Custos. No Quadro 19 um documento

resume o resultado da avaliação investigativa realizada no empreendimento durante a fase de pré-ocupação.

Considerando que este empreendimento foi realizado pelo programa Minha Casa Minha Vida e que visa atender uma população menos favorecida recomenda-se que estas sugestões de propostas possam ser implantadas, se não nesta, em novas edificações com este mesmo perfil, pois acredita que questões como a do custo relacionado com a manutenção de uma edificação em LWF podem impactar diretamente na tomada de decisão do indivíduo menos favorecido.

QUADRO 19- RESUMO DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA NA FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO

Critério e Subcritério	Principais conclusões	Recomendações	Grau de dificuldade para resolver	Ação
Proteção e segurança- contra incêndios	Este item foi atendido de forma parcial. A porta selo corta-fogo que é um item considerado pela NBR 15.575 (ABNT, 3013a) não foi previsto para este empreendimento.	Instalação da porta corta-fogo ao menos na entrada do empreendimento	Fácil	Pode ser imediata
Organização do ambiente- flexibilidade e adaptabilidade	Este subcritério faz referência a necessidade do sistema construtivo ser flexível no sentido de poder ser utilizado em combinação com outros sistemas construtivos. Ou ao menos de existirem instruções que apresentem o que pode ou não ser combinado em termos de forma de uso e de materiais.	Criar um item dentro do manual do usuário que apresente informações sobre infraestrutura material e técnica, que não a do LWF, que podem ou não podem ser utilizadas em empreendimentos em LWF.	Moderado- pesquisa e pode precisar de ajustes no projeto	Projetos futuros
	Ser adaptável no sentido de poder ser utilizado com outros sistemas construtivos.	Criar um item no manual do usuário que explique se isso é possível de ser efetuado. Mostrar como pode ser efetuado em forma de passo a passo.		
Documentação da edificação- plano ambiental previsto	O manual do usuário não traz diretrizes no seu escopo que incentivem uma cultura racional do uso dos recursos, tais como energia, água, separação de resíduos, entre outros.	Criar um item no manual do usuário que mostre como estes mecanismos podem ser utilizados. Exemplo, captação da água da chuva.	Moderado- pesquisa e ajustes no projeto	Projetos futuros
Eficiência energética- gestão de recursos	Não foram previstos na edificação mecanismos para incentivar uma cultura racional da utilização de recursos naturais, tais como: água da chuva, energia e separação de resíduos, entre outros.	Rever escopo do projeto para buscar criar mecanismos que ajudem na racionalização ao menos três recursos: água da chuva, energia solar e resíduos.		
Custos- prever custos de manutenção com a edificação e com os recursos tais como: água e energia	O empreendimento não apresenta gastos previstos com a manutenção ao longo dos anos e nem gastos com os recursos de água e energia.	Incluir no escopo do projeto do cálculo referente ao custo de manutenção do empreendimento e com os recursos como água e energia	Moderado- pesquisa	Projetos futuros

Fonte: A autora (2019).

6 PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS PARA APLICAÇÃO DO MADTEC-LW NAS FASES DE OCUPAÇÃO E PÓS-OCUPAÇÃO

O questionário e o roteiro de inspeção apresentados no Apêndice 8 e 9 respectivamente foram elaborados para avaliar uma edificação na fase da pré-ocupação. Para aplicação do Madtec- LWF durante as fases de ocupação e pós-ocupação foram estabelecidos um novo questionário e um novo roteiro de inspeção. A forma de coleta de dados prevista para cada subcritério nestas duas fases pode ser visualizada no Quadro 20.

QUADRO 20-INSTRUMENTOS A SEREM UTILIZADOS PARA APLICAÇÃO DO MADTEC-LWF DURANTE A FASE DE OCUPAÇÃO E PÓS-OCUPAÇÃO

Dimensões	Critérios	Subcritérios	Análise de POE			
			Inspecionar in loco + Documentos	Questionar morador	Questionar funcionários	Mensurar com equipamento
1	Segurança e proteção	Segurança contra incêndios	x		x	
		Proteção contra microrganismos, insetos e animais perigosos		x	x	
		Segurança quanto a resistência estrutural (paredes)	x			
	Instalações elétricas	Facilidade a acesso dos componentes elétricos (tomadas e conectores)		x	x	
		Limpeza e segurança dos componentes das instalações elétricas (tomadas e conectores)		x	x	
	Instalações hidráulicas	Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas		x	x	
	Instalações Telecomunicações	Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, etc.)		x	x	
	Organização do ambiente	Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas - se houver, etc.)		x	x	
		Flexibilidade e adaptabilidade	x	x	x	

Continua

Dimensões	Critérios	Subcritérios	Análise de POE			
			Inspeccionar in loco + documentos	Questionar morador	Questionar funcionários	Mensurar com equipamento
1	Organização do ambiente	Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas - se houver, etc.)		x	x	
2		Flexibilidade e adaptabilidade	x	x	x	
	Conforto térmico	Temperatura interna do ambiente		x	x	Termo higrômetro e datalogger de temperatura
		Variação térmica		x	x	Datalogger de temperatura
	Conforto acústico	Nível de ruído interno		x	x	Medidor de nível sonoro (decibelímetro)
		Nível de ruído externo (vizinhos, bairro, rua, etc.)		x	x	Medidor de nível sonoro (decibelímetro)
	Conforto visual	Iluminação natural		x	x	Luxímetro portátil
	Qualidade do ar	Circulação do ar (ventilação)		x	x	Anemômetro
		Umidade do ar		x	x	Termo higrômetro
3	Documentação da edificação	Projetos elétricos, hidráulicos, mecânicos e térmicos		x	x	
		Plano ambiental/sustentabilidade		x	x	
		Plano de manutenção		x	x	
	Treinamento	Guia aos moradores		x	x	
	Gerenciamento	Manutenção contínua feita dos moradores (3, 6, 9, 12 meses)		x	x	
		Programas de conscientização		x	x	
		Relação construtora x moradores		x	x	

Continua

Dimensões	Critérios	Subcritérios	Análise de POE			
			Inspeccionar loco documentos	in + Questionar morador	Questionar funcionários	Mensurar com equipamento
4	Durabilidade	Superfícies internas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)		x	x	
		Superfícies externas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)		x	x	
	Manutenção	Preventiva das superfícies internas do empreendimento		x	x	
		Preventiva das superfícies externas do empreendimento		x	x	
	Vedação	Estanqueidade à água		x	x	
		Isolamento (proteção da entrada do ar)		x	x	
5	Satisfação dos moradores	Segurança da vida e dos bens imobiliários		x	x	
		Sensação de "pertencimento ao ambiente"		x	x	
		Sensação de "bem estar"		x	x	
		Produtividade e desempenho		x	x	
	Eficiência energética	Gestão da captação da água da chuva			x	
		Gestão de energia renovável (captação solar)			x	
		Gestão de gases poluentes			x	
	Custos	Custos de manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)		x	x	
		Custo previsto X real (água, luz, etc.)		x		
	Aparência física	Qualidade dos materiais utilizados na edificação		x	x	
		Manutenção da aparência física da edificação		x	x	

Fonte: A autora (2019).

Assim como na pré-ocupação, para alguns subcritérios foram estabelecidos dois instrumentos para coleta de dados.

Para análise da dimensão 2 recomenda-se ainda o uso do roteiro apresentando no Quadro 12. Sugere-se, que se possível a análise possa ser feita durante dois períodos do ano (inverno/verão) para se obter mais resultados significativos. E que, ao término desta análise quantitativa ela seja comparada com uma análise qualitativa, ou seja, onde os moradores e usuários do empreendimento possam dar sua opinião a respeito destes critérios. Fazer o cruzamento destes dados permitirá ter um diagnóstico mais fidedigno a respeito dos critérios avaliados.

Com relação ao questionário, foram elaborados dois tipos. Um específico para moradores e outro específico para pessoas que trabalham no empreendimento, tais como: porteiros, síndicos, zeladores, entre outros. (Apêndice 12). O roteiro foi elaborado também e pode ser visualizado no Apêndice 13.

Antes de começar a aplicação é importante lembrar de definir a estratégia de pesquisa para no fim apresentar o desempenho do empreendimento e demais documentos, tais como ações de melhorias e relatório de boas práticas para projetos futuros.

As ações estabelecidas são, portanto;

- Seguir a condução da aplicação do Madtec-LWF apresentado na Figura 17, no capítulo 4 na página 99.
- Na fase de avaliar o desempenho, aplicar o roteiro de mensuração dos critérios da Dimensão 2 e os dois tipos de questionários;
- Fazer a inspeção no empreendimento consultando os documentos também listados no capítulo 4.

Ao término da análise de ocupação ou pós ocupação o ideal, caso exista a análise da pré-ocupação, é fazer o comparativo apontados:

- A frequência com que os requisitos do Madtec-LWF estão sendo atendidos;
- Os locais de maior incidência de ocorrências de não conformidades;

- A necessidade ou não de vistoria e análise posterior de pontos específicos a serem executados por especialista;
- O estado geral das condições de uso dos itens, das unidades habitacionais e das áreas comuns das edificações como um todo;
- Eventuais ações de melhoria.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese teve como objetivo principal desenvolver um método para avaliação do desempenho de edificações em *light wood frame* para o Brasil.

Para se alcançar o objetivo principal um diagnóstico do contextual atual do sistema construtivo no Brasil foi realizado, destacando fatores relacionados a importância de disseminar informações sobre o LWF. Com essa diretriz, o próximo passo foi pensar em uma estrutura que pudesse criar um mecanismo capaz de auxiliar no monitoramento do sistema, de forma a coletar dados para disseminar informações sobre seu desempenho. Pensando a este respeito critérios e subcritérios foram identificados tanto na literatura nacional como na literatura internacional, bem como nas normas e diretrizes que gerem o sistema no Brasil hoje, NBR 15575 (ABNT, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2013f), SINAT N° 005 (BRASIL, 2017b) e o DATec N° 020-C (BRASIL, 2017a)) a fim de conhecer quais fatores deveriam ser mensurados para avaliar o desempenho técnico-construtivo de empreendimentos em LWF. Estes critérios e subcritérios foram validados por especialistas na área gerando, portanto, um método que avalia cada subcritério da edificação, englobados em critérios, em dimensões e então a edificação como um todo.

A originalidade desta pesquisa está na proposta de desenvolver um método de avaliação que considera condições e características de um país tropical. Os métodos de avaliação de desempenho identificados na literatura não fazem referências a edificações em países tropicais, além disso, essas pesquisas só consideraram as condições e normas específicas de suas regiões.

E ainda, o diferencial deste método está na varredura de critérios e subcritérios levantados, analisados e depois selecionados, específicos para uma construção em madeira.

Além do método esta tese se propôs a desenvolver dois mecanismos para tornar o método acessível e de fácil manuseio, são eles: procedimento da forma de coleta de dados e condução da aplicação em uma edificação LWF. Esses proporcionaram a aplicação do método em um empreendimento onde foi possível

examinar os resultados operacionais da edificação e elencar problemas relacionados com o seu desempenho. Portanto, os objetivos propostos foram atendidos.

7.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dois temas foram destaque durante a revisão bibliográfica desta tese e contribuíram para maior entendimento da problemática e proporcionaram a elaboração do constructo desta pesquisa. O estudo sobre o sistema construtivo LWF no Brasil fruto de uma análise prospectiva e de uma revisão sistemática da literatura, apresentaram os pontos fortes e os desafios que norteiam o sistema no país. O estudo de avaliação de desempenho de edificações feito por meio de uma revisão sistemática trouxe os principais métodos existentes, os critérios e subcritérios que são mensurados e os instrumentos que são utilizados para esta função. Por meio destas duas análises foi constatado uma lacuna na literatura tanto com relação a falta de estudos de avaliação de desempenho em países tropicais como também de análises específicas de avaliação de desempenho para construções com base no sistema LWF.

Considerando déficit habitacional brasileiro e a busca por práticas mais sustentáveis, o sistema LWF começa a ganhar destaque no Brasil. Essa prática que começou pequena vem ganhando maior importância e alcança os programas de ações sociais que visam a construção de habitações para famílias de baixa renda. Neste contexto é que o artefato é elaborado e testado como uma sugestão de mecanismo para auxiliar no monitoramento de empreendimentos em LWF, principalmente em edificações populares.

7.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MADTEC-LWF

O Madtec-LWF desenvolvido estabeleceu uma estrutura com 5 dimensões, 19 critérios e 41 subcritérios, que foram validados por especialistas e apresentam os seguintes pesos na sequência: 20 (dimensão 1), 42 (dimensão 2), 10

(dimensão 3), 67 (dimensão 4) e 31 (dimensão 5) de um total de 173 pontos. Destes, 81% fazem referência as dimensões 4 e 2 que consideram os seguintes elementos: durabilidade estrutural, manutenção e vedações para a dimensão 4. E, conforto térmico, conforto acústico, conforto visual e qualidade do ar, para dimensão 2.

Os critérios e subcritérios estabelecidos no Madtec-LWF foram elencados visando atender condições de desempenho para bem estar e qualidade de vida dos moradores, mas também que busque preservar o seu entorno, que se preocupe com a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais e que acima de tudo, valorize os recursos já implantados a fim gerenciar os recursos financeiros gastos e os que serão gastos futuramente com a edificação.

Percebe-se pelos critérios levantados e considerados no método, que eles não só abordam questões técnicas da edificação, como também questões ambientais, sociais e econômicas, abrangendo os pilares da sustentabilidade.

O método de avaliação também tem como premissa monitorar o desempenho da edificação ao longo do seu ciclo de vida como uma forma de diagnosticar os problemas e assim evitá-los em projetos futuros, com a intenção de construir edificações mais eficientes.

O Madtec- LWF foi estruturado por meio da análise da literatura e dos especialistas que puderam selecionar os critérios e subcritérios e apresentar seu ponto de vista gerando escores para cada critério que foi avaliado. No capítulo 2, seis métodos de BPE foram apresentados bem como suas características. (Quadro 1). Comparando o Madtec-LWF com estes seis métodos é possível destacar os pontos similares e os pontos diferenciados e que fazem o Madtec-LWF um método único. Os pontos similares, são:

- O Madtec-LWF apresenta etapas para condução e aplicação dentro de uma edificação. Estas etapas foram inspiradas nos métodos Lutzkendorf et al (2005), MultiMap (Multiconsult, 2015) e Steinke et al., (2010).
- Ele foi elaborado para considerar a avaliação de BPE durante as três fases do ciclo de vida: pré-ocupação, ocupação e pós-ocupação, assim como os

métodos: Lutzkendorf et al., (2005), Leaman et al., (2010), MultiMap (Multiconsult, 2015) e Steinke et al., (2010).

- Ele apresenta os critérios a serem mensurados tais como os trabalhos de: Lutzkendorf et al., (2005), MultiMap (Multiconsult, 2015), Olivia e Christopher (2015), Steinke et al., (2010) e Gupta e Kapsali (2016).
- Ele foi construído para avaliar edificações específicas como o trabalho de Steinke et al., (2010) e de Leaman et al., (2010).

Os pontos diferenciados:

- O Madtec-LWF apresenta as etapas para a condução da aplicação e faz uma estrutura para aplicação, ou seja, estabeleceu um questionário, um roteiro de inspeção e um roteiro para mensuração de critérios por meio de instrumentos. Isso para cada uma das fases do ciclo de vida. Não foram identificados trabalhos que apresentassem com tal precisão essas informações de forma que o método pudesse ser replicado de forma integral.
- Ele engloba critérios técnicos, sociais, econômicos e ambientais, sendo composto de 19 critérios e 41 subcritérios. Os métodos analisados na literatura avaliam somente alguns destes critérios. Os critérios mais avaliados foram os ambientais.
- Ele foi elaborado especificamente para a análise de uma edificação feita em LWF no Brasil. Não foi identificado nenhum trabalho com este objetivo até o momento na literatura.

Acredita-se que esse estudo poderá ainda contribuir para difusão do sistema construtivo no país; que o mesmo, auxiliará os gestores envolvidos na manutenção dessas construções para obter uma elevada satisfação dos usuários, e que a estrutura metodológica poderá servir de base para ser aplicada em outros países que empregam o sistema *light wood frame*.

7.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO DO CONSTRUCTO SEGUNDO DO DESIGN SCIENCE RESEARCH

Por se tratar de uma pesquisa construtiva, o artefato gerado necessitou ser avaliado. A avaliação do Madtec-LWF foi feita por meio de três constructos definidos:

Utilidade: entende-se que este método pode ser considerado útil uma vez que ele contribui para melhorar o processo tanto da tomada de decisão para começar uma nova edificação, como para auxiliar a melhorar a edificação já construída, pois ele detalha os pontos críticos que não atendem os subcritérios estabelecidos. Esta melhoria pode ser advinda do aumento de comunicação e entendimento entre os gestores e empreiteiros.

Ainda, ele é útil, porque apresenta uma visão sistemática de como desenvolver a avaliação de desempenho em uma edificação. Ao apresentar os critérios, subcritérios e seus respectivos pesos e forma de coleta de dados. Não foram encontrados documentos na literatura que mostrassem como isso poderia ser viabilizado.

Aplicabilidade: entende-se que o método é aplicável uma vez que o protocolo de coleta elaborado facilita a compreensão do que será avaliado. O questionário, o roteiro de inspeção e o roteiro de mensuração sintetizam as exigências estabelecidas pelas normas vigentes de forma que o gestor não necessariamente precisa saber de todos os pontos das normas, basta ele seguir o protocolo estabelecido e por meio de um *check-list* chegar a um valor de desempenho a edificação estudada.

Facilidade de uso: entende-se que o método é fácil de ser utilizado porque o protocolo de coleta estabelecido é em forma de um *check-list*. Ao se comparar o método com outros percebe-se que o protocolo de coleta é um diferencial. Ele

auxilia o gestor na coleta de dados e na comparação destes dados com o que a norma de desempenho brasileira estabelece para aquele subcritério.

7.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO ESTUDADO

A escolha do empreendimento estudado foi baseada no sistema construtivo da edificação, no caso, em LWF, também, em função da proximidade da obra com a pesquisadora e principalmente pela fase do ciclo de vida que o empreendimento se encontrava, no caso, na fase da pré-ocupação. A seleção do estudo dependeu ainda do aceite da empresa parceira que permitiu a realização da pesquisa.

A obra selecionada tinha previsão de término em 2018, como aconteceu. Então a proposta da pesquisa foi realizar a avaliação da pré-ocupação no terceiro trimestre de 2018 e no terceiro trimestre de 2019 realizar a avaliação na fase de ocupação. Considerou este intervalo de tempo, porque desta forma teríamos o *feedback* dos moradores vivendo no empreendimento por pelo menos um ano.

Porém depois que a obra foi entregue pela construtora responsável no terceiro trimestre de 2018, o empreendimento ainda precisava de algumas ações que deveriam ser efetuadas pelos responsáveis. Essas ações se prolongaram durante todo o ano de 2019 e no terceiro trimestre deste mesmo ano os responsáveis pelo empreendimento ainda não tinham uma previsão de quando essas ações seriam realizadas.

Neste momento a pesquisadora, portanto, achou prudente não aguardar mais para realizar a pesquisa, visto que não existia uma previsão para o término do empreendimento. Desta forma, somente a etapa da pré-ocupação foi realizada.

Não considerou a aplicação do Madtec-LWF em outra edificação durante a fase da ocupação, porque o objetivo do método é avaliar e fazer o monitoramento da edificação ao longo do seu ciclo de vida.

7.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROTOCOLO DE COLETA APLICADO NA FASE DA PRÉ-OCUPAÇÃO

O protocolo de coleta de dados foi aplicado durante a fase de pré-ocupação da edificação no terceiro trimestre de 2018. Ele foi formado por três documentos, são eles: um questionário e um roteiro de inspeção, aplicado com um gestor da edificação; e um roteiro de mensuração aplicado *in loco* para dimensão 2, sendo aferido por meio de instrumentos. Para a condução do protocolo de coleta *in loco* uma equipe foi montada por alunos voluntários da Universidade Federal do Paraná. O questionário foi enviado para um gestor da obra responder. Enquanto que o roteiro de inspeção foi realizado com a pesquisadora responsável pelo projeto e por um gestor que acompanhou o trajeto da construção.

Para a elaboração destes três documentos a revisão sistemática da literatura foi consultada, bem como a norma de desempenho brasileira, a fim estabelecer como cada subcritério seria mensurado.

Conclui-se portanto que, a aplicação destes três documentos em conjunto viabilizou o processo de avaliação do desempenho proposto, uma vez que as informações necessárias foram coletadas de forma ordenada e simplificada.

Recomenda-se que este protocolo seja utilizado em conjunto para avaliação das 5 dimensões de desempenho de uma edificação, pois desta forma é possível gerar um valor numérico para cada edificação estudada, podendo ser objeto de estudo para outras pesquisas futuras a comparação do desempenho entre edificações em LWF.

7.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO DA PRÉ-OCUPAÇÃO NO EMPREENDIMENTO ESTUDADO

A avaliação da pré-ocupação aconteceu *in loco*, por meio do roteiro de mensuração e inspeção, e também por meio do questionário que foi enviado ao gestor responsável. Mais tarde, uma reunião foi marcada para se obter mais informações sobre o empreendimento e principalmente para se ter acesso o manual do usuário o qual foi muito esclarecedor para algumas dúvidas que foram identificadas durante o roteiro de inspeção.

Durante o roteiro de inspeção o responsável que acompanhou o trajeto não soube informar com exatidão algumas questões, portanto, na reunião realizada na construtora e com o manual do usuário essas informações foram esclarecidas.

A avaliação, portanto, atingiu seu objetivo proposto, gerando um valor numérico a edificação, aferindo um conceito de desempenho elevado ao empreendimento estudado.

Percebeu-se que é essencial obter o máximo de documentos sobre a edificação. Eles ajudam a entender o processo de construção e permitem aferir de fato se aquele subcritério atende ou não as especificações. Com poucos documentos ou sem uma equipe técnica responsável a pesquisa fica inviável.

Nesta pesquisa foi possível contar com o apoio da equipe técnica e com a consulta ao manual do usuário. Não foi possível consultar outros documentos, tais como o projeto da edificação e certificações de insumos.

7.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS NAS FASES DE OCUPAÇÃO E PÓS OCUPAÇÃO

O protocolo de coleta não foi aplicado, como já apresentado na seção 7.3, mas como o objetivo da pesquisa era elaborar o método Madtec-LWF, sua condução, o seu protocolo de coleta e sua aplicação, a pesquisadora portanto desenvolveu estes protocolos para se aplicar nas fases de ocupação e pós-ocupação.

Os dois protocolos foram desenvolvidos por meio da revisão sistemática da literatura e da consulta a norma de desempenho nacional, estabelecido assim a forma de coleta de dados para cada subcritério.

Os protocolos são compostos de dois questionários que devem ser aplicados com moradores e usuários dos empreendimentos, um roteiro de inspeção que deve ser aplicado na edificação e por fim um roteiro de mensuração também que deve ser aplicado *in loco* por meio de uma equipe.

Recomenda-se que esses sejam aplicados em conjunto para se obter o desempenho final do empreendimento estudado. E ainda que o material de condução da aplicação do Madtec-LWF seja seguido para auxiliar na aplicação.

7.8 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Foram identificadas ainda lacunas de pesquisa para trabalhos futuros, pois como apresentado no capítulo 1, esta tese não tem objetivo produzir uma solução definitiva para o problema da avaliação de desempenho de edificações em LWF, mas sim abrir um caminho para estudos nesta área.

Recomenda-se, portanto, a aplicação do Madtec-LWF ao longo de pelo menos duas fases do ciclo de vida de um empreendimento, da pré-ocupação e da ocupação, por exemplo, para verificar como o resultado de uma contribui para o desenvolvimento e evolução da outra. Além disso, o ideal é desenvolver a análise principalmente da dimensão 2 nas estações de inverno e verão, a fim de aferir os resultados com conforme a norma de desempenho recomenda.

Outra sugestão para trabalhos futuros é fazer a aplicação do Madtec-LWF em edificações desenvolvidas em anos diferentes, isso porque, como o sistema construtivo está em evolução, e ainda não há uma norma que rege sua forma construtiva, pode ser que existam desempenho diferentes entre edificações realizadas nos anos 2010 e as edificações que estão sendo construídas agora em 2019, por exemplo. Esta seria uma hipótese a ser discutida, até porque os materiais e técnicas aplicados para este tipo de construção também estão em estudo e em fase de desenvolvimento. Mesmo que apenas uma única fase fosse analisada do seu ciclo de vida seria pertinente aplicar o método para entender a evolução do sistema no Brasil.

E por fim, uma última ideia de trabalho futuro seria aprofundar a dimensão 4 que faz referência a aspectos técnicos da edificação, tais como a durabilidade estrutural, manutenção e vedações. Neste trabalho aspectos relacionados com a estrutura construtiva, tais como a estrutura da fundação, paredes, telhados, tipos de vedações, aspectos de manutenção entre outros não foram considerados. Em

breve com a norma de LWF em vigor acredito que este aspecto poderá ser mais explorado e embasamento de forma mais profunda. E ainda, quando a norma para LWF estiver em vigor está deverá ser considerada dentro do Madtec-LWF.

REFERÊNCIAS

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

ANDERY, M.A et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: EDU, 2004.

ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído). **Avaliação de Desempenho de Tecnologia Construtiva Inovadora- Manutenção e percepção dos usuários**. CaboVerde, 2015.

ARAÚJO, A. A. CORTEZ-BARBOSA, J. GARCIA, J.N. GAVA, M. LAROCA, C. CÉSAR, S.F. **Woodframe: light framing houses for developing countries**. *Revista de la Construcción* [online]. 2016, vol.15, n.2, pp.78-87. ISSN 0718-915X. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2016000200008>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7190:1997: **projeto de estruturas de madeira: procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10151: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2000 Versão Corrigida 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-15575 :2013. **Projeto 02:136.01.001 - desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – parte 1: requisitos gerais**. Texto em discussão. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15575-1: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **NBR 15575-2: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais**. Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **NBR 15575-3: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 3: Requisitos para sistemas de pisos**. Rio de Janeiro, 2013c.

_____. **NBR 15575-4: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE**. Rio de Janeiro, 2013d.

_____. **NBR 15575-5: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas**. Rio de Janeiro, 2013e.

_____. **NBR 15575-6: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 6: Sistemas Hidrossanitários.** Rio de Janeiro, 2013f.

BLACHERE, G. *Savoir bâtir*, Paris, Eyrolles, 1974 apud Jean-Luc CHEVALIER (a), Julien HANS (a). **Performance Based Approach French State of Art**, 2003. 343p.

BONATTO, F.S; MIRON, L, I, G; FORMOSO, C,T. **Avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social com base na hierarquia de valor percebido pelo usuário** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 67-83, jan./mar. 2011.

BORGES, Carlos A. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** São Paulo: EPUSP, 2008. 19 p.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 7 maio 2018.

_____. Ministério da Cidades. **Regimento geral do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores.** PORTARIA nº 345. Brasília, 2007b.

_____. Ministério das Cidades. **DATec Nº 020-C.** “Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo light wood framing)”. 2017a.

_____. Ministério das Cidades. **SINAT Nº 005 – Revisão 2.** Sistemas construtivos estruturados em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”). 2017b.

BSRIA (2014). **The Soft Landings Framework for better briefing, design, handover and building performance in-use.** available at: <http://usablebuildings.co.uk/UBTOverflow/SoftLandingsFramework.pdf>, ISBN 978-0-86022-730-4 (acesso 02 de janeiro 2018).

CANDIDO, Christhina et al. BOSSA: A multidimensional post-occupancy evaluation tool. **Building Research & Information**, v. 44, n. 2, p. 214-228, 2016.

CARDOSO, L. A. **Estudo do método construtivo wood framing para construção de habitações de interesse social.** 2015, 79 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 79 p, 2015.

CE100BRASIL. **Uma Economia circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial.** Janeiro 2017.

COELHO, G.M. **Prospecção Tecnológica: Metodologias e Experiências Nacionais e Internacionais**. Projeto CTPETRO Tendências Tecnológicas. Turbulência Consultoria Técnica Ltda. Estratégias de Comunicação. Janeiro, 2003

DATEC nº020ª (2015). **Sistema de vedação vertical leve em madeira**. Instituto Falcão Bauer de Qualidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/datec-020A.pdf>

DEUSTCHES INSTITUT FUR NURMING- DIN 1052- Strucutural Use of Timber- Design and construction, Berlim, 1988.

DIAS, G. L. **Estudo experimental de paredes estruturais de sistema leve em madeira (sistema plataforma) submetida a força horizontal no seu plano**. 2005. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DINO. Construção com madeira um mercado promissor no Brasil [São Paulo, 2016]. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/negocios/dino/construcao-com-madeira-um-mercado-promissor-no-brasil-dino89094767131/>>. Acesso em: 18 fevereiro 2018.

DIRETRIZ SINAT nº 005 (2016). Diretrizes para avaliação técnica de sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”). Ministério das cidades de Brasília.

DRESCH, A., LACERDA, D. P., ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. (2015), “**Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**”, (Porto Alegre, Brasil: Bookman), p.57.

DOVETAIL, Parters INC. **Modern Tall Wood Buildings: Oportunities for Innovation**. Out/2016.

DURÁN, A. F. **La construcción de viviendas en madera**. Santiago, Chile: Corporación Chilena de la Madera. 643 p. 2004.

ELYNA MYEDA, Nik; NIZAM KAMARUZZAMAN, Syahrul; PITT, Michael. Measuring the performance of office buildings maintenance management in Malaysia. **Journal of Facilities Management**, v. 9, n. 3, p. 181-199, 2011.

ESPÍNDOLA, L. da R. **O wood frame na produção de habitação social no Brasil**. Tese (doutorado- Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Urbanismo e Tecnologia). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2017, 311p.

EUROPEAN PRESTANDARD. ENV 1995-1: EUROCODE 5, Part 1: **General - Common rules and rules for buildings**. Brussels: European Committee for Standardization, 1995.

EUROPEAN PRESTANDARD. ENV 1995-2: EUROCODE 5. Design of timber structures - Part 2: **General - Structural fire design** Brussels: European Committee for Standardization, 1995.

FANTONI, B.B. MORESCO, M. COCHMANSKI, L. ROMANO, C. **Aplicação do método de Porter e análise SWOT no diagnóstico estratégico de uma empresa de construção civil**. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 29-30 de setembro, 2016.

FERREIRA, A.S. **Estudo comparativo de sistemas construtivos industrializados: paredes de concreto, steel frame e wood frame**. Santa Maria, 2014. Monografia (Trabalho de conclusão do Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria.

FINATTI, E. M. Wood Frame- **Sistema Construtivo em Madeira**. 2º SIMPÓSIO DE MADEIRA & CONSTRUÇÃO- Construções sustentáveis usando madeira de floresta plantada, Curitiba/PR, 2014.

FINCH, E. (Ed.). Facilities change management. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2012.

FIBRA- Federação das Indústrias do distrito federal.
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/estatisticas/>

GIBBONS, M.; LIMOGES, C.; NOWOTNY, H. et al. **The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies**. Great Britain: Sage Publications Ltd, 1994.

GIBBSON, E.J., Coord., **Working with the performance approach in building**. Rotterdam. CIB W060. 1982. (CIB State of the Art Report n. 64).

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ed. São Paulo. Atlas, 2002.

GOPIKRISHNAN, S.; TOPKAR, V. M. Attributes and descriptors for building performance evaluation. **HBRC journal**, 2015.

GUPTA, R.; KAPSALI, M. Evaluating the 'as-built' performance of an eco-housing development in the UK. **Building Services Engineering Research and Technology**, v. 37, n. 2, p. 220-242, 2016.

HABITAÇÃO – Brasil – 2015. 2. Habitação – estatística. I. Fundação João Pinheiro. Diretoria de Estatística e Informações. II. Série.

HASHIM, Ahmad Ezanee; AKSAH, Hasnizan; SAID, Shahrul Yani. Functional assessment through post occupancy review on refurbished historical public building in Kuala Lumpur. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 68, p. 330-340, 2012. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.231

HONG, YAN. **Environmental assessment criteria and protocols for residential developments**. 2008. Tese de Doutorado.

HU, Shusha, CORRY, Edward; HERRIGAN, Matthew; HOARE, Cathal; DOS REIS, Mathilde; O'DONNELL, James. **Building performance evaluation using OpenMath and Liked Data**. *Energy & Buildings* 174 (2018) 484–494.

HUMEKOSKI, Elias; PYKALAINNE, Jouni; HETEMAKI, Lauri. **Long-term targets for green building: Explorative Delphi backcasting study on wood-frame multi-story construction in Finland**. *Journal of Cleaner Production*, 172. (2018). 3644-3654.

IBEM, Eziyi Offia et al. Performance evaluation of residential buildings in public housing estates in Ogun State, Nigeria: Users' satisfaction perspective. **Frontiers of Architectural Research**, v. 2, n. 2, p. 178-190, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2013.02.001>.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia- <https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>, acesso em janeiro de 2018.

INTERACT COMUNICAÇÃO- Assessoria de Comunicação Abimci. **Madeira serrada terá norma técnica**. [Curitiba, 2018] <<http://www.abimci.com.br/madeira-serrada-tera-norma-tecnica/>>. **Acesso em 20 fevereiro 2018**.

IPEA- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Habitação. In: IPEA. **Políticas Sociais**: acompanhamento e análise, v. 14, p. 279-302, fev. 2007.

JADID M.; BADRAH M. **Decision Support System Approach for Construction Materials Selection**. *Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design*, Orlando, FL USA, pp: 13-19. 2012.

JURAN, Joseph Moses; GODFREY, Albert Blanton. The quality control process. In: JURAN, Joseph Moses (coord.). **Juran's quality control handbook**. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1998, p. 94-122.

KHAN, Smita; KOTHARKAR, Rajashree. Performance evaluation of school environs: Evolving an appropriate methodology building. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 50, p. 479-491, 2012.

KHALIL, Natasha; KAMARUZZAMAN, SYAHRUL, Nizam; BAHARUM, Mohamad Rizal. Ranking the indicators of building performance and the users' risk via Analytical Hierarchy Process (AHP): Case of Malaysia. **Ecological indicators**, v. 71, p. 567-576, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.07.032>.

KITCHENHAM, Barbara et al. Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. **Information and software technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

KOKUBUN, Y. E. **O processo de produção de um sistema construtivo em painéis estruturais pré-fabricados em madeira**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 171 f, 2014.

LAI, Joseph HK; MAN, Chun Sing. Developing a performance evaluation scheme for engineering facilities in commercial buildings: state-of-the-art review. **International Journal of Strategic Property Management**, v. 21, n. 1, p. 41-57, 2017. <http://dx.doi.org/10.3846/1648715X.2016.1247304>

LAVY, Sarel; GARCIA, John A.; DIXIT, Manish K. Establishment of KPIs for facility performance measurement: review of literature. **Facilities**, v. 28, n. 9/10, p. 440-464, 2010. <https://doi.org/10.1108/02632771011057189>

LEAMAN, A; STEVENSON, F; BORDASS, B. (2010), **Building evaluation: practice and principles**, *Building Research & Information*, Vol. 38 No. 5, pp. 564-577.

LEITNER, S. Drielle. **Avaliação de desempenho de edificações de interesse social em light wood frame: estudo de caso na região metropolitana de Curitiba com avaliação pré-ocupação do desempenho térmico, acústico, lumínico e da qualidade do ar**. Dissertação apresentada ao curso de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

LEONG, J. Y. C. et al. (2018). **Quantification of mains water savings from decentralised rainwater, greywater, and hybrid rainwater-greywater systems in tropical climatic conditions**. *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 176, pp. 946–958. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.020.

LI, Junjie et al. Impact evaluation of the indoor environmental performance of animate spaces in buildings. **Building and environment**, v. 94, p. 353-370, 2015.

LISTONE, H.A ; TUROFF, M. **The Delphi Method: Technique and Application**. University of Southern California, 2002.

LUKKA, K. (2003). **The constructive Research approach**. In: OJALA, L.; HILMOLA, O.-P (ed.) Case study Research in logistics. Turku: Turku School of Economics and Business Administration, 2003. Series B1. p. 83-101.

LÜTZKENDORF, Thomas et al. A comparison of international classifications for performance requirements and building performance categories used in evaluation methods. **Performance based building**, p. 61-80, 2005.

MAHAPATRA, K. **Diffusion of Innovative Domestic Heating Systems and Multi-Storey Wood-Framed Buildings in Sweden**. PhD Thesis 33, Mid Sweden University, Östersund, 2007.

MAHAPATRA, K., GUSTAVSSON, L., HEMSTROM, K., 2012. **Multi-storey wood-frame buildings in Germany, Sweden and the UK**. Constr. Innov. Inf. Process. Manag. V. 12, n. 1, p. 62–85. 2012.

MEACHAM, B.J. **Performance-based building design concepts**. A companion document to the ICC performance code for buildings and Facilities, 1996.

MENDES, Mena Cristina Marcolino. **A percepção dos moradores sobre o uso dos sistemas construtivos inovadores: uma contribuição de avaliação pós-ocupação**. Tese de doutorado- Programa de Pós- Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2018.

MEIR, I.A., GARB, Y., JIAO, D., CICELSKY, A. **Post-occupancy evaluation: an inevitable step toward sustainability**. Advances In Building Energy Research 3, 189–220, 2009.

MEIRELLES, Celia Regina M et al. **A Viabilidade das Construções Leves em Madeira no Brasil**. In: VIII Seminário Internacional de LARES – Mercados emergentes de Real Estate:novos desafios e oportunidades. 2008. Disponível em <http://www.lares.org.br/2008/img/Artigo008-Meirelles.pdf>. Acesso em 17 de março de 2017.

MOHIT, Mohammad Abdul; NAZYDDAH, Nurul. Social housing programme of Selangor Zakat Board of Malaysia and housing satisfaction. **Journal of Housing and the Built environment**, v. 26, n. 2, p. 143-164, 2011.

MOHIT, Mohammad Abdul; AZIM, Mohamed. Assessment of residential satisfaction with public housing in Hulhumale', Maldives. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 50, p. 756-770, 2012..

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, 2010. Online. Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/4017/6906>>.
Acesso em: 08 mar. 2017.

MULTICONSLT (2015), "Multimap –Strategic building analysis", available at: www.multiMap.no (acesso, 06 de janeiro de 2018).

NAKAMURA, Juliana. **Tendências da Construção Civil**. Buildin (Construção & Informação). Out/2019, disponível em:
< <https://www.buildin.com.br/tendencias-da-construcao-civil-2/>> acesso em 09 de novembro de 2019.

NAZEER, Sabrina Fathima; DE SILVA, Nayanthara. TBPE scoring framework for tropical buildings. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 6, n. 2, p. 174-186, 2016.

NIK-MAT, N. E. M.; KAMARUZZAMAN, S. N.; PITT, M. Assessing the maintenance aspect of facilities management through a performance measurement system: A Malaysian case study. **Procedia Engineering**, v. 20, p. 329-338, 2011.

NORMA CHILENA OFICIAL- **NCH 1198.Of91**. Madera construcciones en madera-cálculo.

NORIE (Núcleo Orientando para a Inovação da Edificação). **Área de gerenciamento de construções**. [Brasília, 2018]
<<http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/norie>>. Acesso 24 janeiro 2018.

NUB- Nation United brazil- Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>

NUNAMAKER JR, Jay F.; CHEN, Minder; PURDIN, Titus DM. Systems development in information systems research. **Journal of management information systems**, v. 7, n. 3, p. 89-106, 1990.

NURIZAN, Y.; HASHIM, A. H. Perumahan dan Kediaman. **Malaysia: Universiti Putra Malaysia**, 2001.

OKOLIE, K. C.; SHAKANTU, W. M. Educational building performance evaluation practices and perceptions: a case of federal universities in South East Nigeria. **Journal of Construction Project Management and Innovation**, v. 2, n. 2, p. 314-330, 2012.

OLIVEIRA, L, A. **Avaliação da aceitabilidade do sistema construtivo “wood frame”**. 2014. 61 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis). Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2014.

OLIVEIRA, Luciana Alves; MITIDIERI FILHO, Claudio Vicente. **O projeto de edifícios habitacionais considerando a norma brasileira de desempenho: análise aplicada para as vedações verticais.** Gestão e Tecnologia de Projetos [ISSN: 19811543] DOI: 10.4237/gtp.v6.i2.208 . Volume 7, Número 1 | Maio, 2012.

GUERRA-SANTIN, Olivia; TWEED, Aidan Crhistopher. In-use monitoring of buildings: An overview and classification of evaluation methods. **Energy and Buildings**, v. 86, p. 176-189, 2015.

OUF, Mohamed, M; O'BRIEN, William; GUNAY, Burak. **On quantifying building performance adaptability to variable occupancy.** Building and Environment, 155. (2019). 257-267.

PALLANT, J. (2011). **SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis Using SPSS.** 4th ed., Allen & Unwin, Crows Nest, NSW.

PESTANA, M.H; GAGEIRO, J.N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementariedade do SPSS.** 4ed.Lisboa, Editora Silabo, 2005.

PEREIRA, N. N. VIEIRA, R. B. **“Wood Frame”: Tecnologia de Construção Sustentável.** Revista *Perquirere*, 12(1): 194–213, jul. 2015.

PREISER. W. **Post-occupancy evaluation: how to make buildings work better.** Facilities 13 (1995) 19–28, <http://dx.doi.org/10.1108/02632779510097787>

PREISER, W., & VISCHER, J. (2005). Assessing building performance. Burlington, MA: Elsevier.

RATTRAY, J; JONES, M.C. **Essential elements of questionnaire design and development.** J. Clin. Nurs. 16 (2007) 234–243.

RIRATANAPHONG, C; VAN DER VOORDT, T. **Measuring the added value of workplace change: performance measurement in theory and practice.** Facilities , Vol. 33 Iss 11/12 p, 2015. <http://dx.doi.org/10.1108/F-12-2014-0095>

ROLNIK, Raquel et al. O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos Metrópole.**, v. 17, n. 33, p. 127-154, 2015.

SANTOS, H.H.V. **O uso de wood frame na construção de edificações públicas escolares sustentáveis no estado do Paraná.** Dissertação (Especialização em Construção de Obras Públicas – Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2012.

SEDREZ, M. M. (2004). **Sustentabilidade do ambiente construído: contribuição para a avaliação de empreendimentos habitacionais de**

interesse social. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SHEHATA, A.M.A; ELZAWAHRY, A.M.Z. **Post-occupancy evaluation of pilgrims' accommodation : a case study of Mina in Makkah city.** WIT Transactions on Ecology and The Environment, Vol 204, © 2016 Press, doi:10.2495/WIT SC160541)

SNIF (Sistema Nacional de Informações Florestais). **Boletim SNIF 2017.** [Brasília, 2017]. <<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/3230-boletim-snif-2017-ed1-final/file>>. Acesso 20 maio 2018.

STEINKE, Claudia; WEBSTER, Lynn; FONTAINE, Marie. Evaluating building performance in healthcare facilities: an organizational perspective. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, v. 3, n. 2, p. 63-83, 2010.

STØRE-VALEN, Marit; LOHNE, Jardar. Analysis of assessment methodologies suitable for building performance. **Facilities**, v. 34, n. 13/14, p. 726-747, 2016. <https://doi.org/10.1108/F-12-2014-0103>

TALIB, Yuhainis; YANG, Rebecca Jing; RAJAGOPALAN, Priyadarsini. Evaluation of building performance for strategic facilities management in healthcare: a case study of a public hospital in Australia. **Facilities**, v. 31, n. 13/14, p. 681-701, 2013, <https://doi.org/10.1108/f-06-2012-0042>.

TECVERDE. **Panorama do Sistema Construtivo.** Tecverde. Curitiba, 2016.

TEICHOLZ, E. **Rationale and challenge.** In: Teicholz, E. (Ed.), Facility design and management handbook, The McGraw-Hill Companies, Inc, 2003.

TEREZO, Rodrigo Figueiredo. Tecnologia e Qualidade para Produtos em Pinus voltadas ao Mercado da Construção Civil. Palestra realizada no 3º Congresso Internacional do Pinus. 17 – 18 de novembro, Lages. 2011.

THALLON, R. **Graphic guide to frame construction.** Newtown (CT): Taunton Press. 2008.

TRIOLA, M. F. (1999) **Introdução à estatística.** Trad. Alfredo Alves de Farias. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC

UBT (2015), “The useable building trust”, available at: www.usablebuildings.co.uk/Pages/Unprotected/UBTWhatDoWeDo.pdf (acesso dia 22 janeiro de 2018).

VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ, Alejandro; ÁLVAREZ, Mario Fernando RESTREPO. Evaluation of buildings in real conditions of use: Current situation. **Journal of Building Engineering**, v. 12, p. 26-36, 2017.

VISCHER, Jacqueline C. Towards a user-centred theory of the built environment. **Building research & information**, v. 36, n. 3, p. 231-240, 2008.

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. (Orgs.). *Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013

WACKER, J. P. **Use of wood in buildings and bridges**. In F. P. Laboratory (Ed.), *Wood as an Engineering Material* (Centennial, pp. 1–13). Madison (WI): Forest Products Laboratory. 2010.

WANG, L., TOPPINEN, A. e JUSLIN, H. (2014). **Use of wood in green building: A study of expert perspectives from the UK**. *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 65, pp. 350–361. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.08.023.

WBCSD. **Transforming the Market: Energy Efficiency in Buildings**. World Business Council for Sustainable Development, Geneva (2009)

WEINSCHENCK, J.H. **Estudo da flexibilidade como mecanismo para a personalização de casas pré-fabricadas : uma abordagem voltada para a industrialização de casas de madeira**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, SC, 2012.

WERNER, F. RICHTER, K. **Wooden building products in comparative LCA: A literature review**. *International Journal of Life Cycle Assessment*. 2007.

WFCM- Wood frame construction manual. Workbook- Design of wood frame buildings for high wind, snow and seismic loadings. American forest & paper association American Wood Council, 2001.

WOOD FOR GOOD. **Case studies**. Reino Unido, 2008. Disponível em <www.woodforgood.com/>

YU, Z. *et al.* (2019). **Towards an optimized zero energy solar house: A critical analysis of passive and active design strategies used in Solar Decathlon Europe in Madrid**. *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 236, p. 117646. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.117646.

APÊNDICE 1- ARTIGO: REVISÃO SISTEMÁTICA: O ESTUDO DA ARTE A RESPEITO DO LIGHT WOOD FRAME NO BRASIL

Nicolle C. **SOTSEK**¹; Ariadne T. F. **FLECK**²; Adriana de P. L. **SANTOS**²

¹ Departamento da Construção Civil- Universidade Federal do Paraná (UFPR)

² Departamento de Engenharia de Produção- Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Resumo: O *light wood frame* vem se mostrando um sistema construtivo promissor, considerando suas características e vantagens, como o custo-benefício, a sustentabilidade, a facilidade e a simplicidade. No Brasil este sistema construtivo ainda é pouco empregado, em função principalmente do grande preconceito com a utilização de madeira para construção e pela falta da normatização do sistema. Desta forma, é importante propagar estudos nessa área como forma de conhecimento e difusão da tecnologia. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo explorar o panorama do tema na produção científica brasileira, fazendo-se o uso da revisão sistemática da literatura nacional a fim de identificar artigos e trabalhos relativos ao sistema construtivo *light wood frame*. Para sua aplicabilidade, as bases de dados Google Acadêmico e Scielo foram utilizadas e as palavras-chave "Light wood frame" e "construção" foram exploradas. Em seguida, para ampliar a pesquisa a Biblioteca Nacional Unificada foi utilizada com o termo em português "Sistema Leve em Madeira". Após a classificação por relevância das pesquisas encontradas com uma leitura dinâmica, foram identificados 35 trabalhos nacionais. Foi constatado que os principais temas pesquisados nesta área fazem referência a suas vantagens e características construtivas, ao seu potencial energético e produtivo e principalmente a sua vantagem ambiental.

Palavras-chave: light wood frame, construção, revisão sistemática, Brasil.

SYSTEMATIC REVIEW: THE STUDY OF THE ART REGARDING THE LIGHT WOOD FRAME IN BRAZIL

Abstract: Light wood frame is proving to be a promising building system, considering its characteristics and advantages, such as cost-benefit, sustainability, ease and simplicity. In Brazil this construction system is still little used, mainly due to the great prejudice with the use of wood for construction and the lack of standardization of the system. In this way, it is important to propagate studies in this area as a form of knowledge and diffusion of technology. In this context, the present work aims to explore the panorama of the subject in the Brazilian scientific production, making use of the systematic review of the national literature in order to identify articles and works related to the construction system Light wood frame. For its applicability, the Google Scholar and Scielo databases were used, and the keywords "Light wood frame" and "construction" were explored. Then, to expand the research, the Unified National Library was used with the Portuguese term "Sistema Leve em Madeira". After the classification by relevance of the searches found with a dynamic reading, 35 national works were identified. It was noted that the main themes researched in this area refer to its advantages and constructive characteristics, its energy and productive potential and mainly its environmental advantage.

Keywords: light wood frame, construction, systematic review, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Poucos materiais de construção conseguem ter os mesmos benefícios ambientais da madeira. (Falk, 2010). Dentre todos os materiais convencionais, a madeira tem boa relação entre massa e resistência, além de apresentar maior facilidade na confecção de materiais manufaturados e eficiente isolamento térmico (Pfeil e Pfeil, 2003).

De acordo com a *Canadá Mortgage and Housing Corporation* (CMHC, 2014), o sistema de uso de madeira nas construções foi se aperfeiçoando ao passar dos anos, evoluindo até o atual *Light Wood Framing* (LWF), que é a combinação de elementos estruturais em sequência, como perfis, tesouras treliçadas e painéis de madeira que, em conjunto, têm a rigidez necessária para resistir a cargas verticais e horizontais.

O LWF é um sistema construtivo sustentável que utiliza perfis em madeira, placas e painéis em sua tecnologia. No Brasil o sistema ainda é recente, mas fora do país ele é fácil de ser encontrado, inclusive é o método mais utilizado para moradias e, atualmente, para empreendimentos comerciais e industriais nos Estados Unidos. Segundo a *American Forest & Paper Association* o LWF é aclamado pela sua facilidade de montagem, sustentabilidade, leveza, custo reduzido, entre outras vantagens (Cardoso, 2015).

Pelos registros da sua aplicação, as edificações construídas com o método são mais econômicas, confortáveis, além de dar conforto térmico aos usuários e se adaptar facilmente aos estilos de arquitetura mais quistos. Seu comportamento estrutural é superior em resistência e comodidade térmica e acústica em comparação à alvenaria (Molina e Calil Junior, 2010).

Espíndola (2010), mostra que os sistemas construtivos leves têm a possibilidade de construção no local das obras, parcialmente na fábrica e no canteiro, ou apenas na fábrica, sendo a montagem no local de entrega. Isso possibilita que a construção em LWF seja feita apenas com carpintaria; ou com algumas estruturas pré-fabricadas industrialmente; ou com industrialização total, sendo as estruturas completas transportadas até o local da obra e a edificação construída com encaixe das peças. Thallon (2008), defende que introduzir elementos pré-fabricados reduz significativamente o tempo de conclusão da obra, posto isto, em 2004, o maior construtor residencial dos Estados Unidos da América produzia, em certo ponto, mais de 105 residências por dia.

Além destas vantagens do sistema, o Brasil possui uma enorme disponibilidade de áreas de reflorestamento, portanto essa tecnologia tem sido vista como um sistema promissor. Entretanto, percebe-se este sistema é pouco empregado no país, principalmente pelo preconceito com a utilização de madeira para construção e pela falta de pesquisa ou até falta de normatização no território nacional (Molina e Calil Junior, 2010).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura utilizando como referência artigos encontrados em bases de dados nacionais e que fundamentam o sistema construtivo leve em madeira, mais conhecido como *light wood frame*. A proposta desse levantamento bibliográfico é explorar o conhecimento que ainda é recente, dando um panorama do que vem sendo pesquisado no Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo faz a revisão sistemática sobre a arte do LWF no Brasil e visa obter resultados que apontem a quantidade de artigos sobre o assunto e a contribuição científica de cada. Para tanto, foi utilizado o processo de busca *Systematic Mapping Study* (SMS).

O SMS é uma forma de pesquisa em literaturas que possibilita a determinação dos estudos já desenvolvidos e trabalhos existentes (Fernandez et al, 2009; Brereton et al, 2009), objetivando extrair uma visão geral do tema pesquisado e auxiliando a sanar dúvidas e aprimorar a questão em estudo. O SMS faz a coleta e revisão de texto para responder a questão da pesquisa proposta.

Esse sistema de pesquisa abrange todas as informações a fim de escolher apenas aquelas importantes ao pesquisador. Quando encontradas literaturas de interesse, deve-se revisá-las para melhor seleção e, então, resumi-las e descrever sua metodologia, além de classificá-las de acordo com a área abordada, estudos feitos, e outras categorias necessárias para a revisão sistemática.

As etapas utilizadas para a aplicação do SMS seguiram o método de Kitchenham et al (2009) conforme Figura 1.

Figura 1. Processo de aplicação de um SMS.
Fonte: Kitchenham et al (2009)

Na primeira etapa, buscou-se selecionar as fontes de pesquisa e as palavras-chave de acordo com o tema. As bases de dados utilizadas para pesquisa foram o Google Acadêmico e o Scielo. As palavras-chave aplicadas foram “light wood frame” e “Construção”. A pesquisa foi realizada no mês de janeiro a junho 2017 e identificou 294 trabalhos nacionais no Google Acadêmico, e no Scielo não foram identificados trabalhos nacionais. Na segunda etapa, foi possível definir o que é relevante ao tema em questão, selecionando os trabalhos com o direcionamento geral proposto neste estudo, englobando a definição do Wood Frame, características, vantagens e desvantagens e as variáveis críticas que influenciam sua difusão no Brasil.

Dos 294 trabalhos identificados a maioria fazia menção do *light wood frame*, mas não exploravam o assunto na íntegra. Portanto, na terceira etapa, extraiu-se os principais resultados dos artigos a fim de validar a pesquisa e após uma leitura dinâmica destes trabalhos, foram selecionados 24 trabalhos. Em seguida, as referências destes trabalhos foram exploradas e mais 2 trabalhos foram encontrados, totalizando 26 artigos analisados.

Com objetivo de ampliar a pesquisa, utilizou-se o termo em português “Sistema leve em Madeira” visto que muitos trabalhos nacionais usam esta terminologia para se referir ao sistema LWF. Esta pesquisa foi realizada na base de dados da Biblioteca Digital Unificada que possui acervo digital das principais universidades do país. Foram identificados com a leitura dinâmica e tirando as repetições mais 3 artigos relacionados com o sistema construtivo, e na base de dados Google Acadêmicos mais 6 trabalhos,

também usando o termo em português. Não foram identificados outros trabalhos na base de dados Scielo. Desta forma, a pesquisa totalizou 35 artigos selecionados para análise.

A fim de conhecer os grupos de pesquisa que atuam com LWF no Brasil, o Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil Lattes/ CNPq foi consultado, utilizando para pesquisa a palavra “light wood frame”. Com esta pesquisa apenas 2 grupos foram encontrados, o primeiro da UNESP no curso de Engenharia de Produção e o segundo da UTFPR, do curso de Engenharia Civil.

Após a análise quantitativa dos trabalhos, optou-se pela produção de resumos de modo a sintetizar as principais ideias dos autores com objetivo de conhecer o panorama do tema no Brasil. Os trabalhos foram organizados em ordem cronológica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa são apresentados sob duas perspectivas: a primeira é uma análise quantitativa, apresentando-se o período de publicação dos trabalhos identificados e em quais estados do Brasil encontram-se mais pesquisas sobre o tema estudado.

Na segunda perspectiva, realizou-se uma análise qualitativa, apresentando-se resumos acerca dos trabalhos identificados na literatura nacional.

3.1 Análise quantitativa

O objetivo desta primeira etapa do artigo é apresentar um panorama macro dos artigos identificados na literatura nacional. A seguir, pode-se observar na Figura 2 a incidência de publicações dos doze últimos anos.

Figura 2. Trabalhos publicados no Google acadêmico e na Biblioteca Digital Unificada de 2004 até junho de 2017.

Fonte: As autoras

Dos trabalhos identificados na base de dados Google Acadêmico e da Biblioteca Digital Unificada, apenas 35 tinham ligação efetiva com o assunto abordado (Figura 2). Analisou-se, então, os anos de publicação dos trabalhos e verificou-se que

houve um aumento expressivo após ao ano de 2013. Isso possivelmente se deve ao fato da LWF no Brasil estar sendo amplamente difundido no país desde 2009. Em 2013, o primeiro condomínio residencial, com 280 unidades de 45 m², foi financiado pelo governo através do programa “Minha Casa Minha vida”, o que pode ter proporcionando uma maior visibilidade do sistema no país (ARAUJO et al 2014).

Figura 3 Análise da distribuição de trabalhos relacionados ao Sistema Construtivo *light wood frame* no Brasil.

Fonte: As autoras

Realizou-se, ainda, um mapeamento de onde estão sendo desenvolvidas as pesquisas acerca da temática. Como pode observar-se na Figura 3, o estado com o maior número de pesquisas realizadas é o do Paraná e Santa Catarina, cada um com 10 trabalhos, seguido do São Paulo com 7.

3.2 Análise qualitativa

Os trabalhos identificados na literatura são resumidos e apresentados em ordem cronológica a seguir.

Os primeiros trabalhos identificados na literatura com relação ao sistema leve em madeira são de Silva (2004), Szucs et al (2004), Dias (2005) e Santos (2005), uma dissertação, um artigo e duas tese de doutorado, respectivamente. Estes trabalhos fazem referencia ao comportamento de paredes estruturais. Silva (2004), elabora um método numérico baseado no método dos elementos finitos a fim de testar em escala real protótipos de paredes compostas por painéis, pinos metálicos e peças sólidas de pequena seção transversal. Szucs et al (2004), faz um teste com o sistema leve de madeira a fim de explorar o sistema e adequar para realidade nacional.

Dias (2005), mostra a função estrutural de cada elemento construtivo, possibilitando uma visão global dos mecanismos de ação das cargas através da

edificação. A partir de um método matemático e de experimentos as paredes são testadas a fim de conhecer mais o potencial deste sistema. Santos (2005), também buscou avaliar a resistência e a rigidez das paredes do sistema leve em Madeira quando submetidos a carregamentos, ensaiando protótipos em escala real. Estas pesquisas permitiram melhor entendimento e comportamento das paredes estruturais utilizadas no Brasil usando madeira reflorestada nacional.

Em 2006, Krambeck (2006), publica uma dissertação de mestrado com objetivo de avaliar e apresentar uma proposta de sistema plataforma (parede) e piso. A proposta descreve as etapas para construção e levanta pontos que precisam ser revisados para a produção em larga escala e principalmente para habitações de interesse social.

Espindola et al (2008), buscam apresentar propostas de módulos de painéis do sistema leve em madeira com objetivo de aplicá-los em sistemas mistos de construção coordenada modularmente, como forma de difundir a tecnologia de sistemas leves de madeira no país.

Mais tarde, em 2010 os trabalhos começam a enfatizar o sistema construtivo como uma solução promissora considerando a busca por sistemas mais sustentáveis. Molina et Calil Junior (2010), enfatizam a aliança entre a resistência, rapidez, competitividade técnica e mercadológica e o comprometimento com o meio ambiente no sistema construtivo LWF. Os autores destacam a relevância do sistema por ser leve e estruturado em madeira reflorestada tratada. Os autores apontam ainda as vantagens do *light wood frame* com relação à alvenaria. Entretanto, os autores apontam que o sistema ainda é pouco conhecido e difundido no Brasil, por falta de conhecimento e maior interesse por parte dos profissionais da indústria da construção civil, pela falta de normatização e também por questões culturais.

O trabalho de Santos (2010), discorre sobre a construção de escolas públicas utilizando como base o sistema LWF. A pesquisa apresenta o custo-benefício a longo prazo da implantação do LWF comprovando por meio de análises que o LWF é um sistema menos poluente se comparado a tradicional alvenaria. A pesquisadora salienta ainda a responsabilidade do Estado em divulgar e apoiar construções mais sustentáveis e de baixo impacto ambiental, visto a escassez dos recursos tradicionais e não renováveis usados na construção civil no Brasil.

Torquato (2010), assim como Santos (2010), trata da preocupação com as mudanças climáticas e de necessidade de buscar ações mais sustentáveis. Segundo ele a indústria da construção civil é uma das mais responsáveis pela produção de resíduos e consumo de energia no mundo. O autor destaca o *light wood frame* como alternativa viável e sustentável, traçando no trabalho, um comparativo entre o sistema em madeira e o sistema de construção tradicional, fazendo uma análise entre ambos os sistemas em relação ao consumo de energia e a emissão de gás carbônico.

Velloso (2010), faz uma análise crítica sobre o LWF, objetivando contribuir com o setor de construção civil no Brasil, por meio da disponibilização das informações técnicas a respeito da assimilação do sistema e sua inserção nas construções brasileiras. A pesquisa também aponta as principais características do LWF, como a rapidez na execução, a otimização do uso de insumos, o que minimiza o desperdício no canteiro de obras e, enfatiza que a madeira é uma matéria-prima renovável, que apresenta baixo consumo de energia e que, portanto, é um insumo sustentável. Segundo o autor, o LWF tem alto potencial no Brasil, considerando sua vasta área florestal e a necessidade de atender o grande déficit habitacional.

A partir de em 2012, percebe-se que os trabalhos começam a enfatizar mais o sistema construtivo como uma solução promissora para redução do déficit habitacional. Chiaramonti (2012), retrata que o déficit habitacional no Brasil continua grande apesar dos esforços governamentais para solucionar o caso. O autor defende que, no país, há a mão-de-obra e os recursos necessários para a adoção do sistema *light wood frame*. Meirelles et al (2012), analisam o potencial construtivo dos sistemas leves, *light steel frame* (LSF) e *light wood frame*, para a produção de habitações populares, tendo em vista a grande demanda habitacional brasileira, discutindo a sustentabilidade nos sistemas de vedação e composição das paredes em tais sistemas. A pesquisa compara isolantes tradicionais com materiais renováveis, apresentando o estudo de caso em um condomínio da cidade de Bragança Paulista.

Monich (2012), dimensiona a quantidade de energia e do carbono embutidos nos materiais que compõem uma habitação de interesse social pré-fabricada de uma casa em wood frame e faz a análise da contribuição do processo de manufatura. Paese (2012), também faz uma pesquisa prática. O autor analisa o sistema de construção em *light wood frame* na região de Curitiba no Paraná, por meio de entrevistas com empresas que utilizam o sistema, aplicando um questionário com perguntas com relação ao tempo de produção, aos recursos materiais e à produção.

O trabalho de Pereira et al (2013), faz uma comparação entre o LWF e os sistemas construtivos, detalhando a construção de um sobrado e salientando as diferenças construtivas dos sistemas. Os autores concluem que o *light wood frame* é mais prático e significativamente mais rápido que a construção convencional. Eles enfatizam ainda que o LWF tem condição de ser executado em larga escala no país, levando em consideração a grande quantidade de insumos e mão-de-obra disponíveis no mercado.

Outra pesquisa comparativa foi realizada por Souza (2013), comparando o custo da construção de casas em LWF e alvenaria. Para ele é necessário buscar sistema mais sustentáveis e com menores custos. Rodrigo Souza (2013) também faz um comparativo focando na avaliação da sustentabilidade ambiental e econômica dos sistemas construtivos.

Araujo et al (2014), defendem a necessidade da pesquisa no campo do LWF nos países latino-americanos, apontando suas características, vantagens e situação em tais nações. Para eles, a cultura local geralmente impõe dificuldades na propagação das informações sobre o sistema construtivo estudado, pois a população não tem conhecimento dos benefícios do *light wood frame* em comparação com a alvenaria, embora a globalização dos últimos tempos tenha reduzido tal preconceito e ajudado no desenvolvimento das indústrias latino-americanas em direção ao LWF e seus insumos. O estudo ainda diz que a participação das pesquisas acadêmicas nas universidades tem grande importância na divulgação desse sistema construtivo entre a população e a indústria da construção.

Ecker e Martins (2014), salientam que o setor da construção civil no Brasil está em desenvolvimento grande parte devido ao incentivo financeiro governamental à construção de moradias, com objetivo de amenizar o déficit habitacional no país, por isso para eles é imprescindível identificar novos métodos construtivos mais eficazes para acelerar esse processo, considerando o custo-benefício. Desta forma, os autores apresentam o *light steel frame* e o *light wood frame*, suas etapas construtivas, características, vantagens incluindo resultados de custo e tempo de construção em comparação ao sistema convencional em alvenaria. Os sistemas propostos no trabalho podem ser parcialmente ou totalmente pré-fabricados, aumentando a qualidade e a

rapidez dos produtos, porém é ressaltado que a fabricação deles deve ser adequada e a mão-de-obra, especializada, para que se cumpram seus objetivos de projeto.

Kokubun (2014), salienta não apenas as vantagens do sistema LWF, mas também apresenta as desvantagens tais como dificuldades com relação ao manuseio e montagem dos painéis que depende de içamento, necessidade de mão-de-obra qualificada para fabricação, inconveniência da trabalhabilidade da madeira na pré-fabricação da estrutura, a necessidade de adaptação de ferramentas e desenvolvimento de procedimentos diferentes dos usuais na construção em madeira no Brasil. O autor aponta que mesmo com as desvantagens, o LWF é considerado um sistema promissor considerando sua fabricação em escala industrial, mas que para sua plena difusão é necessário mais pesquisa na área.

Ferreira (2014), comparaparedes de concreto, de *light steel frame* e *light wood frame*, analisando o desempenho entre elas. Além do desempenho, o autor apresenta as vantagens dos sistemas LWF e LSF, como padronização, melhor controle de qualidade, maior produtividade devido à produção fabril, além do aspecto sustentável presentes com o material madeira. O autor discorre que os problemas para a difusão dos sistemas apresentados estão na falta de mão-de-obra qualificada e na falta de fornecedores de matéria-prima.

Gomes e Lacerda (2014), trazem uma discussão sobre a necessidade de existir mais avaliações sustentáveis na construção civil. Eles salientam a importância de criar critérios de sustentabilidade para escolha mais adequada de insumos e sistemas construtivos.

Zaparte (2014), discorre sobre o LWF canadense e faz uma comparação com o LWF no Brasil. Ele destaca que a falta de fiscalização da madeira no país, de mão-de-obra qualificada e de conhecimento técnico do uso da madeira para construção civil são pontos negativos para o desenvolvimento do LWF no país. Para o autor é fundamento pesquisas que mostrem a viabilidade do sistema comparando aspectos sociais, econômicos financeiros e sustentáveis.

Cardoso (2015), aponta inúmeras vantagens do sistema LWF, tais como rapidez, qualidade e mais precisão do uso de insumos. Ele também salienta os pontos que freiam a difusão do LWF no Brasil, fatores como a não normatização e as questões sociais relacionadas ao preconceito e falta de informações a respeito do uso da madeira para construção civil. O autor sublinha a necessidade de mais profissionais na área e de maior incentivo à pesquisa.

Oliveira (2015), destaca a ineficiência e falta de sustentabilidade no sistema de construção tradicional no Brasil, devido aos grandes gastos de recursos e energia e a vasta geração de resíduos. O autor sugere o *light wood frame* como alternativa, pois há muitas vantagens. O trabalho busca difundir maior aceitação pelo LWF, já que a população brasileira não tem muito conhecimento sobre o sistema, não só pela falta de informações na literatura nacional, também pelo preconceito cultural.

Cesarino (2016), baseia sua pesquisa nas normas e padrões dos Estados Unidos para demonstrar que o *light wood frame* é promissor, simples e sustentável. A fabricação de peças em madeira é mais barata e fácil de ser manipulada. Mesmo assim, apesar da acessibilidade, o autor diz que falta incentivo para sua difusão. Cupers Schmid et al (2015), propõe o uso da realidade aumentada (RA) no auxílio à montagem das estruturas do *light wood frame*, com objetivo de difundir o sistema construtivo, mas principalmente de apresentar uma nova tecnologia para construção.

Espíndola et al (2016), sublinham que construções em LWF podem atender as exigências de eficiência energética estabelecidas nos projetos arquitetônicos. Os autores destacam a madeira como principal insumo para satisfazer estas exigências de conforto e energia.

Fantoni et al (2016), apresenta um estudo mercadológico com relação ao sistema LWF no país. A pesquisa aponta as fraquezas, forças, oportunidades e ameaças do mercado e estabelece um posicionamento estratégico para a empresa estudada a fim de mantê-la no mercado da construção civil.

Pereira e Vieira (2015), discorre sobre preocupação com o desenvolvimento sustentável, sobre a difusão do uso da madeira e acentua para as vantagens do sistema LWF. Os autores mostram como o Brasil se manteve ocluso com relação ao desenvolvimento de novas técnicas de construção com utilização de materiais renováveis e sustentáveis, porém isso vem mudando com o aumento de pesquisas e obtenção de informações sobre as vantagens da sustentabilidade.

Silva (2015), discorre também da crescente necessidade de construção de habitações sociais para atender a população e, junto a isso, há a necessidade de maiores avanços tecnológicos nos sistemas construtivos, a fim de aumentar a eficiência, e a pesquisa por alternativas que satisfazem a população em qualidade, conforto e agilidade. Além da preocupação com o meio ambiente, apostando na sustentabilidade. O trabalho caracteriza o *light wood frame* e diz que a utilização da madeira no mercado construtivo brasileiro é viável, da mesma forma que já é difundida em outros países, e objetiva demonstrar todas as etapas de construção, métodos e materiais em *light wood frame* de um sobrado em Arcos, MG.

Simões e Rocco (2015), explicam o *light wood frame* como um todo. Mostram sua aplicação, execução, vantagens e pontos a serem melhorados. Os autores mostram é que são necessários mais estudos sobre o *light wood frame*, pois o sistema é uma real alternativa para o déficit habitacional brasileiro.

Yokota (2015), faz uma pesquisa de custeio-meta (CM) dentro de uma habitação popular em LWF. Por meio do método CM o trabalho visa identificar as possíveis contribuições teóricas obtidas com o resultado da pesquisa, as oportunidades e dificuldades para a aplicação do método e a melhoria no atendimento da necessidade dos usuários das habitações populares, como forma de avaliar construções em LWF.

Balen et al (2016), mostram as principais características técnicas e vantagens do sistema em wood frame para casas, repassando as principais etapas do processo construtivo. A proposta dos autores é contribuir para a divulgação e implantação efetiva do sistema wood frame no Brasil, pois trata-se de um sistema competitivo, rápido e ecologicamente correto.

Wrubleski et al, (2016), fazem um comparativo entre construções em LWF na cidade de Curitiba, no Brasil e na cidade de Auckland, na Nova Zelândia, com objetivo de verificar o desempenho térmico da edificação em diferentes regiões. Em ambos os países perceberam diversas diferenças com relação o LWF, a nível técnico, de materiais, de recursos, de industrialização e de aceitação das edificações. Na cidade de Curitiba, discorrem-se que há preconceito com uma aparente falta de modernização nas casas construídas em madeira, fazendo com que a população prefira a alvenaria. Enquanto que, ocorreu o inverso em Auckland, onde a madeira foi mais aceita pelos usuários e apresentou excelentes condições térmicas.

Pizzoni e Valle (2017), fazem uma análise das ações preventivas e de manutenção necessárias para garantir a vida útil da edificação em LWF no Brasil, bem como o cumprimento de requisitos de desempenho por parte dos intervenientes. Mostrando a importância de avaliar o desempenho das construções LWF que estão sendo realizadas no país.

Percebe-se pelos resumos apresentados que há uma evolução da temática. No início os trabalhos buscam estudar o comportamento das paredes de base “*wood*” e “*frame*”. Mais tarde, em função da busca por sistemas mais sustentáveis o LWF aparece como alternativa promissora considerando suas características. Em seguida, em função do alto déficit habitacional do Brasil, os trabalhos retratam o sistema como alternativa viável para população de baixa renda, dada suas características de rapidez e qualidade. De 2014 em diante os trabalhos salientam não só as vantagens ambientais e sociais, mas também focam no processo e nas vantagens industriais. E atualmente (2016/2017), os trabalhos trazem uma discussão não focada apenas no sistema e seu processo, mas na vida útil dos empreendimentos e na pós-ocupação, visto que o mercado já possui construções em LWF a mais de um ano.

O Quadro 1 apresenta de forma resumida as características presentes nos trabalhos identificados. Os temas como: vantagens e desvantagens; difusão do sistema; características construtivas; comparativo com outros sistemas construtivos; a questão da sustentabilidade ambiental do sistema LWF e o processo produtivo para fabricação foram os temas identificados.

Foram encontrados ainda fatores críticos que afetam a difusão e implantação do sistema de forma negativa no Brasil. Dentre os fatores pode-se destacar aspectos culturais e sociais, tais como a falta de credibilidade e preconceito dos brasileiros com relação ao material madeira, temendo o risco da degradação biológica, mesmo com tratamento (Molina e Calil Junior, 2010; Oliveira, 2015) e o desmatamento das florestas.

A falta de conscientização e educação dos profissionais da área da construção civil com relação às propriedades e o potencial da utilização do sistema no Brasil (Molina e Calil Junior, 2010; Cardoso, 2015). Segundo Oliveira (2015), muitos profissionais no setor de construção civil não têm conhecimento em relação à madeira e ao sistema LWF e têm percepções negativas sobre as propriedades físicas da engenharia da madeira.

Percebe-se que ainda há falta de equipamentos específicos e poucos fornecedores para os insumos utilizados no sistema LWF. A grande maioria dos insumos é proveniente de países estrangeiros (Oliveira, 2015; Santos, 2012). Outro aspecto destacado faz referência a carência do material madeira. A madeira para fins construtivos deve apresentar requisitos estabelecidos pelo Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores (SINAT 005), referentes à qualidade, as dimensões, ao tratamento e a certificação da madeira.

Os trabalhos mostram que é necessário maior incentivo do setor de construção civil e do governo brasileiro, tanto para apoiar de forma financeira, como para apoiar divulgando informações e pesquisas de iniciação científica (Oliveira, 2015). Além disso, é essencial o estabelecimento de uma norma específica para o sistema LWF. O trabalho de Molina e Calil Junior (2010), mostram que este é um dos fatores que vem limitando a difusão no país. Desta forma, a população, por desconhecimento, ainda prefere o sistema construtivo convencional, visto que há poucas informações a seu respeito, e na literatura nacional as informações existentes possuem termos que na sua grande maioria estão línguas estrangeiras (Santos, 2012) o que pode distanciar o contato dos profissionais pela área de pesquisa.

Quadro 1- Características presentes nos trabalhos identificados na literatura.

Trabalhos	Vantagens/ Desvantagens	Difusão do sistema	Características construtiva	Habitagões sociais	Comparativo com outros sistemas construtivos	Sustentabilidade ambiental	Processo produtivo
Araujo et al 2014	x	x					
Balen et al (2016).	x	x	x			x	x
Cardoso 2015	x			x			
Cesarino 2016	x	x	x				
Chiaramonti 2012	x		x				
Cuperschmid et al 2015			x				
Dias 2005	x		x				
Eoker e Martins 2014	x		x		x		
Espíndola et al 2016	x		x	x		x	
Espíndola et al 2008			x			x	x
Fantoni et al 2016	x	x					
Ferreira 2014	x		x		x		
Gomes e Lacerda 2014	x		x		x	x	
Kokunbun 2014	x		x				x
Krambeck 2006	x		x	x			x
Meirelles et al 2012				x	x		
Molina e Calil Junior 2010	x	x	x				
Monich 2012	x		x	x		x	
Oliveira 2015	x	x				x	
Paese 2012	x	x	x				
Pereira e Viera 2015	x	x	x				
Pereira et al 2013	x		x		x		
Pizzoni e Valle 2017		x	x				x
Santos 2010			x		x	x	
Santos 2005	x		x				
Silva 2004	x		x				
Silva 2015		x				x	x
Simões e Roccio 2015	x	x	x				
Souza et al 2013	x		x		x		
Szuos et al 2004	x		x				
Torquato 2010					x	x	
Velloso 2010	x	x	x				
Wrubleski et al 2016	x	x	x		x		
Yokota 2015	x	x			x		
Zaparte 2014							

Fonte: As autoras

4. CONCLUSÕES

Com SMS proposto, buscou-se exemplificar por meio de quadros, gráficos e figuras os critérios utilizados na busca e os resultados pertinentes identificados a respeito do tema. Obteve-se 35 trabalhos referentes ao sistema construtivo light wood frame no Brasil os quais permitiram gerar um mapeamento das localidades com maior intensidade de pesquisa pelo país. Observou-se, também, que houve um aumento significativo no número de publicações do ano de 2014 em relação aos anteriores. A revisão permitiu uma melhor compreensão das áreas abordadas pelos estudos referentes LWF e gerou informações que poderão servir tanto para referencial bibliográfico de trabalhos futuros como para estimular novas pesquisas na área. Observou-se, também, que há cerca de 2 núcleos acadêmicos registrados nas bases de dados que vem buscando desenvolver pesquisas referentes neste área de pesquisa. Nota-se, portanto, com este levantamento que o mercado brasileiro começa a despertar o interesse pelo uso de novos sistemas construtivos, sistemas estes que são mais sustentáveis e que geram menos desperdícios de insumos, de materiais e tempo construtivo. Os principais trabalhos identificados fazem referencia as vantagens e desvantagens identificadas com o uso do sistema LWF, bem como suas características construtivas e produtivas. Além disso, muitos trabalhos estão focados no comparativo entre sistemas construtivos a fim de explorar o LWF como alternativa viável para o mercado nacional.

5. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pelo Programa de Pós- Graduação em Engenharia e Construção civil (PPGECC) na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

APÊNDICE 2- ARTIGO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DOS CRITÉRIOS DO BUILDING PERFORMANCE EVALUATION (BPE)

Nicolle Christine. Sotsek*¹, Drielle Sanchez .Leitner, Adriana de Paula Lacerda. Santos ¹

RESUMO

O objetivo deste artigo é fornecer, por meio de uma revisão sistemática da literatura, um banco de dados consistente para apresentar os critérios mais utilizados pelo *Building Performance Evaluation* (BPE). Mediante a esta revisão, 782 artigos foram identificados, dos quais 15 foram selecionados considerando aderência do tema a pesquisa e período de publicação. As principais informações sobre os artigos, seus autores e revistas foram debatidas. Os critérios de desempenho compilados pelos artigos analisados utilizaram como base: a literatura, questionários e entrevistas com usuários e profissionais da área, consulta a especialistas do segmento e visitas técnicas as edificações. Com tais critérios identificados foi possível definir 9 dimensões de análise que são discutidas e apresentadas neste documento.

Palavras chave: desempenho; avaliação; critérios; construção; revisão sistemática.

INTRODUÇÃO

Uma edificação é construída com objetivo de proporcionar ao ser humano um ambiente de trabalho e de vida agradável, confortável e protegido contra as intempéries climáticas (Khalil et al., 2014). Entretanto, uma edificação é fruto de um projeto e de um planejamento construído e gerenciado com base em padrões específicos estabelecidos por governos, profissionais e especialistas que devem atender não somente as exigências técnicas vigentes de cada país, mas também as expectativas e aspirações estabelecidas pelos usuários finais (Ibem et al., 2013).

Baseada nesta discussão é que salienta-se a importância de estudo nesta linha de pesquisa, considerando os altos índices populacionais é imprescindível que mais edificações sejam construídas, mas que ao mesmo continuem atendendo os requisitos estabelecidos pelas normas e pelos proprietários finais.

O desempenho de uma edificação pode ser definido como a capacidade de um edifício de operar com a máxima eficiência, cumprindo sua função ao longo do seu ciclo de vida útil (Khalil et al 2016). Para proporcionar esta máxima operação e aprimorar sua eficiência é essencial a avaliação regular e continua do desempenho de edificações, o chamado *building performance evaluation* (BPE).

O BPE é processo de comparação sistemática do desempenho real de um edifício, ou seja, ele relaciona os objetivos do cliente com os critérios de desempenho estabelecidos pelos especialistas a fim de mensurar o grau de satisfação e desempenho de uma edificação para aqueles usuários (Preiser, 1994). Este processo visa: melhorar a qualidade da gestão, do projeto e da construção proporcionando uma construção mais sustentável (Ibem et al., 2013); fornecer informações básicas sobre as necessidades, preferências e satisfação dos usuários (Vischer, 2008) e dar feedback com relação as causas e efeitos das questões ambientais relacionadas com os edifícios, informando, portanto, o planejamento e a gestão o longo prazo do ciclo de vida dos edifícios (Meir et al., 2009).

Para tanto, o BPE serve como uma ferramenta que agrega valor, auxiliando os gestores na tomada de decisão a níveis estratégicos e operacionais durante construção de uma

edificação (Khalil et al., 2014). Entretanto, para aplicação do BPE é necessário à definição dos critérios de avaliação que possam auxiliar no processo mensuração do desempenho de uma edificação. Segundo (Teicholz, 2003), não se pode medir o que você não pode medir.

Medir o desempenho de uma edificação segundo (Koleoso et al., 2012), é a maneira mais segura de melhorar o desenvolvimento econômico, físico e funcional de uma edificação, garantindo que seus objetivos sejam cumpridos.

Partindo deste pressuposto é que este artigo visa apresentar um panorama, por meio da revisão sistemática da literatura, dos principais trabalhos que estudaram e estabeleceram critérios de desempenho para avaliação de edificações, a fim de auxiliar aqueles que procuram estudar mais sobre esta temática.

1. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa adotou uma abordagem de revisão sistemática conforme por (Kitchenhamet et al., 2009) e seguiu três etapas principais: (1) Planejamento da revisão; (2) Condução da revisão; (3) Disseminação e relatório (Figura 1).

Figura 1. Processo da aplicação da revisão sistemática, adaptado de Kitchenhamet et al. (2009)

A primeira fase da pesquisa propõe alinhar o tema da pesquisa e elaborar o protocolo de coleta. O tema central estabelecido para pesquisa foi identificar quais são os critérios estabelecidos para avaliação do desempenho de edificações. Baseado nesta temática o protocolo de coleta foi elaborado, selecionado 3 bases de dados internacionais: Web of Science, Scopus e Science Direct, e uma base de dados brasileira: Capes. Em cada base de dados termos relacionados com avaliação de desempenho em construção foram testados. No *string* de busca usou-se dos modos AND, OR e as aspas para maior precisão da pesquisa, até se definir dois termos: « *building performance evaluation* » e « *building performance criteria* ».

Na segunda fase da pesquisa os artigos foram sendo selecionados em função da abrangência com o tema, ou seja, se o artigo tinha como essência a definição de critérios para avaliação de desempenho de construções; o período de publicação (2010-2017) e a busca por artigos de *Journals*, descartando artigos de congressos. Após esta seleção os artigos passaram por uma leitura dinâmica e desta, foi possível obter mais artigos por meio referencial de pesquisas aderentes. Este processo criou um loop e parou somente quando não foram mais identificados artigos aplicados à temática.

Os artigos identificados foram organizados em uma planilha Excel. Esta técnica é conhecida como Amostragem Bola de Neve (ABN) e foi relatada por (Biernarcki e Waldorf, 1981).

Por fim, na terceira fase da pesquisa foi possível elaborar a bibliometria dos artigos e a revisão do conteúdo.

Na primeira, buscou-se mensurar os principais aspectos relacionados aos artigos, os autores e as revistas. O mecanismo utilizado para identificar as citações dos artigos e a pontuação das revistas foram às plataformas “Scupos- Search for an author profile”, “Scupos- Journal Metrics” e “Scimago Journal & Country Rank”. Com base em todas as palavras chave identificadas nos artigos criou-se a “nuvem de palavras”, utilizando o software “Word it out” online. O objetivo desta etapa foi entender o panorama da pesquisa no mundo, identificando os principais autores e revistas. Na segunda etapa a proposta foi compilar as informações presentes nos artigos, organizando-as em quatro grupos: (1) métodos utilizadas para elaboração dos critérios de desempenho; (2) condução dos questionários utilizados; (3) organização dos critérios identificados em 9 dimensões e (4) elaboração de uma tabela compilando todos os critérios identificados nas dimensões estabelecidas.

2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da revisão sistemática da literatura as duas palavras chave selecionadas « *building performance evaluation* » e « *building performance criteria* » foram inseridas nas quatro bases de dados selecionadas: Web of Science, Scupos e Sience Direct e Capes. Na primeira rodada foram identificados 782 artigos.

Com esta amostra foram selecionados os artigos de 2010-2017, os artigos de *Journal* e *Journal* revisados por pares, reduzindo a amostra para 424.

Com estes, uma leitura dinâmica foi realizada e a técnica de Amostragem de Bola de Neve aplicada exaustivamente até o término da identificação de artigos aderentes ao tema. A Tabela 1 apresenta de forma detalhada o procedimento executado até o número selecionado de 15 artigos.

Tabela 1- Condução da pesquisa: seleção dos artigos

PALAVRAS-CHAVE	BASE DE DADOS	WEB OF SCIENCE	SCIENCE DIRECT	SCOPUS	PORTAL CAPES	TOTAL
	« <i>building performance evaluation</i> »	67	195	4	370	636
	« <i>building performance criteria</i> »	27	19	2	98	146
TOTAL DE PESQUISA SEM FILTRO E COM DUPLICIDADE						782
FILTROS	1º SELEÇÃO DO ANO (2010-2017)					
	2º JOURNAL E JOURNAL REVISADOS POR PARES	47	134	0	243	424
	3º LEITURA DINÂMICA	0	4*	0	9*	9
	4º BOLA DE NEVE (2010-2017)	19				

	5º LEITURA DINÂMICA	4	3
	6º BOLA DE NEVE (2010-2017)	4	
	7º LEITURA DINÂMICA	4	2
	8º BOLA DE NEVE (2010-2017)	1	
	9º LEITURA DINÂMICA	1	1
TOTAL DE PESQUISAS ADERENTES			15

*4 artigos iguais

Com os 15 artigos selecionados foi possível realizar a bibliometria e a revisão do conteúdo.

2.1 Bibliometria

Na Tabela 2 é possível identificar o nome dos autores, a base de dados onde o artigo foi identificado, o nome das revistas, seu registro “doi” e o país de origem. As revistas que mais publicaram (de 2010 até julho de 2017) com relação dos critérios de avaliação do desempenho em edificações foram: Reino Unido (60%), seguido dos Países Baixos (13,33%), China, EUA, Egito e Lituânia (6,66%), ou seja, mais de 85% das revistas de publicação são de países nórdicos.

Entretanto, percebe-se pela Figura 2, que a maior parte das pesquisas e dos autores está concentrada nos países ocidentais. A Malásia é o país com o maior número de publicações.

Figura 2- Informações sobre o país de origem da pesquisa e dos autores

Por meio da plataforma “Scupos- Search for an author profile”, foi possível verificar os artigos mais citados e as co-citações feitas entre eles (Tabela 3). O artigo de (Steinke et al 2016) foi o mais citado, seguido do artigo de (Mohit e Naydaah, 2011).

Tabela 2- Resumo das informações relativas aos 15 artigos revisados

Nº	Autores	Base de dados				Revista	DOI	País de origem da revista
		Science direct	Scopus	Web of Science	Capes	Bola de neve		
1	Gopikrishnan e Topkar (2015)	X			X		dx.doi.org/10.1016/j.hbrcj.2015.08.004	Egito
2	Ibern et al (2013)	X			X		dx.doi.org/10.1016/j.foar.2013.02.001	China
3	Khalil et al (2016)				X		doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.07.032	Países Baixos
4	Khan e Kotharkar (2012)	X					doi: 10.1016/j.sbspro.2012.08.052	Reino Unido
5	Steinke et al (2010)				X			EUA
6	Nazeer e Silva 2016				X		DOI 10.1108/BEPAM-09-2014-0049 doi.org/10.1108/f-06-2012-0042	Reino Unido
7	Talib et al 2013	X					DOI 10.1108/F-12-2014-0103	Reino Unido
8	Valen e Lohne 2016	X					doi: 10.1016/j.sbspro.2012.08.078	Reino Unido
9	Mohite Azim (2012)					X		Reino Unido
10	Nik-Mat et al (2011)					X	doi:10.1016/j.proeng.2011.11.174	Reino Unido
11	Hashim et al (2012)					X	doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.231	Reino Unido
12	Lavy et al (2010)					X	doi.org/10.1108/02632771011057189	Reino Unido
13	Mohite Naziddah (2011)					X	doi 10.1007/s10901-011-9216-y	Países Baixos
14	Lai e Man (2017)					X	doi:10.3846/1648715X.2016.1247304	Lituânia
15	Elyna Myeda et al (2011)					X	doi.org/10.1108/14725961111148090	Reino Unido

elo com a consulta de especialistas. O panorama completo dos métodos empregados pode ser visualizado na Tabela 5.

Tabela 5- Métodos utilizados para identificação dos critérios de desempenho

Nº	Métodos						
	Literatura	Consulta especialista	Questionário	Escala Likert	Visita técnica/ observação	Entrevista	Método AHP
1	x	x	x	X			
2	x		x	X	X		
3	x	x					x
4	x		x		X	x	
5	x	x					
6	x	x	x	X			
7	x		x				
8	x						
9	x		x	X			
10	x		x		X	x	
11	x		x		X	x	
12	x	x	x				
13	x		x	X			
14	x						
15	x				X	x	

O questionário foi o segundo método mais utilizado pelos autores para identificar os critérios necessários para avaliar uma construção. Destes, 80% foram aplicados, e 20% não aplicados, ou seja, no caso dos 20% os autores apresentam o questionário como referência e como instrumento para testar os critérios, mas não o utilizaram de fato. Nos questionários aplicados em suma cerca de 3.196 questionários foram enviados, somente o trabalho de (Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt., 2011) enviou 1.230 questionários. A taxa de resposta variou de 20,4% a 100% nos trabalhos aplicados.

Os trabalhos organizaram os critérios em dimensões que foram validadas. Em alguns casos, os critérios foram reorganizados e depois validados pelos autores (Tabela 6).

Tabela 6- Resumo dos questionários aplicados

Nº	Dimensões e critérios de desempenho	Tamanho da amostra	Respostas por artigo	Taxa resposta (%)	Resultado	Aplicabilidade
1	13 dimensões com n critérios (não detalhados)				13 dimensões	Não aplicado
2	5 dimensões com 27 critérios	670	452	67,5%	5 dimensões	Aplicado

Gopikrishnan e Topkar (2015)	x	x	x							n/s
Ibem et al (2013)	x	x	x	x		x				Moradia
Khalil et al (2016)	x	x	x							Educação
Khan e Kotharkar (2012)	x	x	x				X			Educação
Steinke et al (2010)	x	x	x	x						Saúde
Nazeer e Silva 2016	x	x	x	x	x			x	x	Educação
Talib et al (2013)	x	x	x							Saúde
Valen e Lohne 2016	x	x	x		x					n/s
Mohit e Azim (2012)		x	x			x	X			Moradia
Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt (2011)	x	x				x				Moradia
Hashim et al (2012)	x	x	x	x		x				Moradia
Lavy et al (2010)	x	x	x	x						n/s
Mohit e Nazyddah (2011)	x		x		x		X			Moradia
Lai e Man (2017)	x	x		x	x					Comercial
Elyna Myeda et al (2011)	x	x	x			x				Comercial

Percebe-se pela Tabela 7 que 20% dos artigos estão preocupados em criar critérios que avaliam as construções de modo geral. Entretanto, os outros 80% mostram que é importante estabelecer critérios específicos para cada tipo de construção, no caso: moradia, educação, saúde e comércio.

As nove dimensões elaboradas envolvem a análise dos aspectos relacionados com a condição funcional de uma edificação, tais como: condição do ar, do ambiente (conforto acústico e térmico), ruídos, proteção contra incêndio, a iluminação, entre outras; a condição técnica envolve a estrutura da edificação, o encanamento e serviços elétricos, por exemplo. A dimensão ambiente, faz referencia aos espaços (dos cômodos) e localização do empreendimento; a dimensão financeira envolve os gastos relacionados com a edificação (manutenção, luz, água). A dimensão ambiental faz referencia os índices de gastos com luz, água e coleta de lixo; a dimensão de imagem envolve a estética e aparência das edificações.

A dimensão “relação entre vizinhança” apresenta o contato dos moradores com os arredores. A dimensão “processos” envolve o controle e gestão dos serviços prestados dentro de um empreendimento e por fim a dimensão liderança faz referencia as instruções estabelecidas aos proprietários e funcionários na ocupação da construção. As dimensões mais empregadas durante a avaliação construtiva fazem referencia a Funcional (93%) e a Técnica (93%), seguida da Ambiente (88%).

Os critérios de avaliação identificados nos 15 artigos estudados e que foram organizados em 9 dimensões, são apresentados a seguir:

- Gopikrishnan e Topkar (2015): Conforto térmico; ventilação; conforto visual (iluminação natural); segurança contra incêndios, raios, acidentes em geral; conforto acústico; controle de água; controle da qualidade do ar; controle dos

- serviços de água potável e eletricidade; manutenção da edificação (fissuras, vazamentos, infiltração, umidade, esgoto); controle do saneamento básico; controle de acabamentos internos e externos a edificação; avaliação dos espaços tais como tamanho das áreas internas e externas, acessibilidade a conectividade da edificação (redes), a estradas ao redor, escadas e elevadores internos a edificação. Controle da coleta de lixo e da manutenção da estética da edificação.
- Ibem et al (2013): Controle visual; térmico e acústico; controle da qualidade do ar; segurança contra incêndios, insetos, animais perigosos, umidade; manutenção da edificação; controle dos serviços elétricos e sanitários; avaliação dos espaços internos, do design da edificação e da sua localização (acessibilidade para moradores); controle dos custos efetivos com a edificação; controle da aparência estética da construção e dos materiais utilizados na construção.
 - Khalil et al (2016): segurança contra incêndios; conforto térmico; conforto visual (iluminação artificial e natural); controle de resíduos; da ventilação; conforto acústico; avaliação da estabilidade estrutural; dos serviços elétricos e sanitários; controle dos materiais de acabamento; controle da limpeza da edificação; avaliação dos tamanho dos espaços e da circulação e avaliação da sinalização dos ambientes na edificação.
 - Khan e Kotharkar (2012): segurança contra incêndios; conforto visual; avaliação da estabilidade estrutural; controle dos serviços de saneamento; avaliação dos tamanhos dos espaços internos; avaliação da flexibilidade dos ambientes internos e controle da estética da edificação.
 - Steinke et al (2010): avaliação de como a edificação contribui para o desempenho da qualidade de vida dos moradores/funcionários; nível de inovação e praticidade da edificação; nível de gastos (energia e água) e nível de satisfação dos moradores/funcionários.
 - Nazeer e Silva (2016): controle visual (iluminação natural); conforto térmico; controle dos equipamentos de segurança, da higiene interna da edificação; controle olfativo dos ambientes; avaliação da sinalização interna e externa dos ambientes; controle acústico; ventilação; manutenção interna da edificação; controle estrutural; durabilidade dos materiais; avaliação da acessibilidade e flexibilidade dos espaços pelos moradores; acessibilidade que a edificação possui a portadores de deficiências físicas; avaliação da sinalização dos ambientes na edificação; avaliação dos custos relacionados com a edificação (financiamentos e manutenção da edificação); controle dos resíduos; avaliação de recursos existentes para auxiliar no gerenciamento de resíduos; controle da estética da edificação; processos existentes verificar conhecimento dos moradores com relação a manutenção, uso de recursos; gerenciamento de resíduos; segurança contra incêndio, entre outros e nível de treinamento que os usuários obtiveram para fazer manutenção adequada da edificação.
 - Talib et al (2013): avaliação de como a edificação contribui para o desempenho da qualidade de vida dos moradores/funcionários; controle da qualidade estrutural e

elétrica da edificação; acessibilidade dos espaços e avaliação da qualidade do design da edificação.

- Støre-Valen e Lohne (2016): Avaliação da funcionalidade, da usabilidade, da flexibilidade da edificação e dos recursos sustentáveis existentes na edificação.
- Mohit e Azim (2012): ventilação do ambiente; acessibilidade dos serviços de eletricidade, tais como quantidade de tomadas; controle dos serviços elétricos e de saneamento; avaliação do tamanho dos espaços; localização da edificação (acessibilidade aos moradores); áreas de lazer de estacionamento; controle de coleta de resíduos e relação da vizinha (nível de segurança, envolvimento com a vizinhança).
- Nik-Mat et al (2011): controle da qualidade do ar; controle visual; nível de segurança da edificação; controle de limpeza, da manutenção da edificação interna e externa e acessibilidade dos espaços internos e externo (estacionamento).
- Hashim et al (2012): conforto térmico, acústico, visual, ventilação; conforto de comodidade do ambiente; controle da manutenção da edificação, dos materiais utilizados na construção; da limpeza; avaliação do tamanho dos espaços internos a edificação e da sua adaptabilidade aos moradores; custos relacionados com a edificação (manutenção, energia; resíduos, entre outros) e avaliação da estética da construção.
- Lavy et al (2010): avaliação de como a edificação traz sensação de conforto aos moradores, considerando nível de segurança e higiene; conforto térmico, acústico, visual (iluminação natural), qualidade do ar; manutenção da edificação; controle dos serviços sanitários e elétricos; avaliação da acessibilidade da edificação para os moradores a nível de localização, espaço dos cômodos, estacionamento e também da acessibilidade a portadores de deficiências físicas; avaliação dos custos gastos com manutenção da edificação, energia, água); controle de coleta de resíduos; controle da estética da edificação (acabamentos) e relação de envolvimento da vizinhança com a edificação.
- Mohit e Nazyddah (2011): conforto acústico; ventilação; acessibilidade dos serviços de eletricidade, tais como quantidade de tomadas; segurança contra incêndios; avaliação dos cômodos (estrutura física); avaliação da acessibilidade da edificação, tais como presença de corredores adequados, escadas, elevadores, estacionamento; acesso da edificação as conveniências da comunidade e controle da coleta de resíduos.
- Lai e Man (2017): conforto térmico; visual; acústico; qualidade do ar; satisfação dos usuários e/ou dos profissionais; percentual de segurança da edificação; eficiência da edificação com relação a tempo de manutenção; avaliação da manutenção preventiva e corretiva; custos efetivos com a edificação (manutenção, com funcionários; seguro do local, entre outros) e controle do consumo de energia pelos usuários da edificação.
- Elyna Myeda et al (2011): Conforto visual (iluminação); qualidade do ar; segurança da edificação; controle dos acabamentos (internos e externos) da edificação; manutenção geral da edificação; controle da limpeza e dos serviços elétricos e sanitários; avaliação da acessibilidade da edificação aos moradores, tais como escadas, elevadores, sinalização dos espaços, estacionamento e controle/manutenção do paisagismo e design da edificação.

3. CONCLUSÕES

Neste artigo os autores apresentaram de uma forma detalhada os critérios estabelecidos na literatura de 2010 a 2017 para *building performance evaluation* (BPE). A abordagem da revisão sistemática, juntamente com a técnica de Amostragem de Bola de neve resultou na identificação de 15 artigos. Tanto a bibliometria como o conteúdo destes artigos foram investigados. O Reino Unido é o país responsável por publicar o maior número de trabalhos nesta área, embora a maioria das pesquisas realizadas e dos autores seja dos países do oriente como Malásia e a Índia. As citações dos artigos e a pontuação das revistas respectivas também foram verificados, percebendo-se que há um número razoável de co-citações entre os exemplares estudados.

Complementarmente a busca na literatura pelos critérios do BPE, os artigos também utilizaram métodos práticos, tais como, questionários, consulta a especialistas, entrevistas e visitas técnicas as edificações. Os artigos mostram uma preocupação na elaboração de critérios específicos para cada tipo de construção ao invés de estabelecer critérios para edificações de modo geral. Os critérios identificados foram agrupados em 9 dimensões: funcional, técnico, ambiente, financeiro, ambiental, imagem/aparência física, relação vizinhança, processo e liderança.

Os autores esperam que esta pesquisa permita auxiliar aqueles que estudam a avaliação do desempenho de construções com objetivo de facilitar na identificação e seleção mais adequada dos critérios estudados.

4. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pelo Programa de Pós- Graduação em Engenharia e Construção civil (PPGECC) na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

5. REFERÊNCIAS- RETIRADAS.

APÊNDICE 3- PANORAMA DO SISTEMA LIGHT WOOD FRAME NO BRASIL

Nicolle Christine. Sotsek*¹, Adriana de Paula Lacerda. Santos ¹

RESUMO

O *light wood frame* (LWF) representa grande inovação para o setor de construção civil no Brasil, devido às suas características de racionalização de material, flexibilidade operacional, agilidade produtiva, custos competitivos e, também, pelos níveis eficientes de limpeza e tempo de montagem. Por estes motivos, esse sistema é considerado uma alternativa construtiva promissora. O objetivo deste estudo é explorar o potencial do sistema no Brasil. Esta pesquisa trata-se de um estudo exploratório, que utiliza como instrumento de coleta um questionário de avaliação qualitativa, aplicado com representantes da construção civil envolvidos com o LWF. O estudo propõe analisar as variáveis críticas que devem ser gerenciadas dentro do setor; investiga as necessidades e os potenciais do sistema construtivo e formula estratégias competitivas para difusão do LWF no país. Os resultados da pesquisa mostram que a expansão do LWF no Brasil é fortemente dependente dos incentivos governamentais; do aumento da integração dos agentes tanto da cadeia de valor da construção civil como do setor de madeireiro; da necessidade de disseminar mais informação aos usuários finais como forma de combate ao preconceito com o uso da madeira; e por fim, da necessidade de formar profissionais para atuar de forma direta com a construção em madeira.

Palavras-Chaves: *Light wood frame*, cenários prospectivos, sistemas construtivos inovadores, construção civil.

Brazil Light Wood Frame System overview

ABSTRACT

Light wood frame (LWF) represents a great innovation for the civil construction sector in Brazil, due to its characteristics of material rationalization, operational flexibility, productive agility, competitive costs and also the efficient levels of cleaning and assembly time. For these reasons, this system is considered a promising constructive alternative. The objective of this study is to explore the potential of the system in Brazil. This research is an exploratory study, which uses as a collection tool a questionnaire of qualitative evaluation, applied with representatives of the civil construction involved with the LWF. The study proposes to analyze the critical variables that must be managed within the sector; investigates the needs and potentials of the constructive system; formulates competitive strategies for the diffusion of LWF in the country. The research results show that the expansion of LWF in Brazil is heavily dependent on government incentives; the increase in the integration of agents in both the civil construction value chain and the lumber sector; the need to disseminate more information to end users as a way to combat prejudice with the use of wood; and finally the need to train professionals to work directly with wood construction.

INTRODUÇÃO

O sistema construtivo *light wood frame* (LWF) por décadas tem sido uma tecnologia⁵ relevante e popular em países desenvolvidos da Europa, Oceania e na América do Norte. Hoje mais de 90% das novas construções americanas são feitas usando alguma versão do sistema (THALLON, 2008). Já no Brasil a realidade é outra, o principal sistema construtivo ainda é a alvenaria de blocos. Segundo Nascimento (2004), culturalmente a grande aplicabilidade deste sistema construtivo está na aceitação que a alvenaria tem a maior durabilidade, embora a afirmação seja questionada por diversos autores.

Percebe-se, entretanto, que em função das suas características promissoras, o LWF começa a ser explorado também no Brasil, por conta principalmente da necessidade de novos insumos, pela flexibilidade no processo de fabricação, pela alta velocidade de montagem, pela padronização dos processos (THALLON, 2008), e ainda devido à preocupação pela busca de sistemas construtivos mais eficientes para contribuir com a sustentabilidade ambiental (MAHAPATRA et al., 2012). Para Wang et al (2014), aumentar o uso da madeira na construção ajudaria atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável de forma mundial. Segundo Mahapatra (2007), a substituição do material de madeira por outros materiais de construção, como concreto e aço, pode reduzir as emissões líquidas de CO₂ e o uso de energia primária, visto que, de acordo com Jadid e Badrah (2012), o setor de construção civil é um dos

maiores consumidores destes insumos no mundo.

Além destas vantagens, o Brasil possui uma enorme disponibilidade de áreas de reflorestamento, as duas espécies mais utilizadas para estes fins: Pinus e Eucalipto apresentam uma elevada taxa de crescimento. A madeira, em sua maioria, tem fácil trabalhabilidade, excelente desempenho térmico (absorve 40 vezes menos calor que a alvenaria de tijolos) e acústico, além de elevada relação resistência/peso (MOLINA E CALIL, 2010), o que faz da madeira um insumo promissor para o setor de construção civil no país. Segundo Gold e Rubik (2009), a madeira como um recurso renovável pode contribuir para estabelecer padrões de consumo e de produções mais sustentáveis.

Entretanto, a difusão de uma nova tecnologia nem sempre é um caminho simples a percorrer. Segundo Mahapatra (2007), a difusão de uma inovação depende dos atores da cadeia de suprimentos (fornecedores, fabricantes, prestadores de serviço) e instituições (universidades, associações de interesse público ou privado e órgãos governamentais), por onde o conhecimento transita. Além disso, o processo de inovação é influenciado por fatores econômicos, sociais, políticos e organizacionais. Desta forma, cabe à academia, promover a difusão dessa tecnologia buscando por meio da pesquisa a disseminação do conhecimento.

Uma grande parte dos trabalhos na literatura nacional já exploram os aspectos técnicos relacionados ao *light wood frame*, enfatizando suas vantagens,

⁵ Tecnologia : « um conjunto de conhecimentos e informações organizados, provenientes de fontes diversas como descoberta científicas e invenções,

obtidas através de diferentes métodos e utilizados na produção de bens e serviços. » (CATTANI,1997).

suas características e importância para o setor (Almeida de Araújo et al 2016, Molina e Calil 2010, Leite e Lahr 2015); dando ênfase ao processo produtivo (Kokubun 2014); a sua viabilidade técnica na construção civil (Silva, 2015); sua viabilidade ambiental (Espíndola et al 2016); e social (Cardoso 2015), explorando sua aceitação pelos usuários (Oliveira, 2014); e comparando o sistema com outros mais tradicionais (Gomes e Lacerda 2014, Pereira e Vieira 2015, Souza 2013). No entanto, não foram encontrados na literatura nacional estudos prospectivos orientados para análise do futuro do *light wood frame* no mercado brasileiro.

Em pesquisas internacionais nota-se a preocupação com a discussão de estudos futurísticos e de tendências nesta área, principalmente ao que se remete a prédios em LWF, na China (Qu et al 2012), na Suécia (Hermestrom et al 2011), na Alemanha, Suécia e Reino Unido (Mahapatra et al 2012), e em toda a Europa (Humerkoski et al 2015), visto que, a análise prospectiva é uma forma de gerar vantagens competitivas para os agentes do setor de construção civil.

Desta forma, o objetivo deste artigo é explorar o potencial do sistema construtivo LWF no Brasil, usando a abordagem de cenários prospectivos. A proposta visa analisar as variáveis críticas que devem ser gerenciadas dentro do setor; investigar as necessidades e limitações do sistema construtivo e por fim; formular estratégias competitivas para a difusão do LWF no país. Por conseguinte, o estudo busca preencher a lacuna no mercado a respeito de análises prospectivas no âmbito da construção civil, mais em específico, dos novos sistemas construtivos no Brasil.

Para isso, este artigo utiliza como base o método Cenários Prospectivos e as ferramentas Swot, Delphi e Árvore Morfológica para operacionalização e condução dos cenários. Os cenários são elaborados considerando um horizonte de análise de 10 anos, sob três perspectivas, a primeira pessimista (C1), a segunda intermediária (C2) e terceira otimista (C3). Estes são descritos e analisados por especialistas do setor de construção civil de forma que estratégias são formuladas para cada cenário a fim de contribuir efetivamente para consolidação e expansão do LWF no Brasil.

A CADEIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA: O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT WOOD FRAME

Contrariamente ao movimento mundial adepto a construção à base de madeira e a processos mais modulares buscando a padronização e industrialização, já utilizado há várias décadas, no Brasil o sistema construtivo mais utilizado ainda é a alvenaria de blocos (LIGNUM, 2013). Este processo construtivo é caracterizado pela baixa produtividade na execução da obra, pelo domínio técnico centrado na mão de obra executora, e principalmente, pela desconstrução (quebra de paredes para reparos) que gera desperdício e aumento significativo dos resíduos da construção (GOMES E LACERDA, 2014).

Os primeiros protótipos em LWF no Brasil foram iniciativas de construtoras internacionais. O primeiro protótipo foi construído em 1973, por Gypsum na região Nordeste do país, com foco principalmente no uso do gesso. Mais tarde, em 2001, o segundo protótipo foi produzido pelo americano e especialista Alfred Lee Edgar, no estado do Rio

Grande do sul. Somente meses mais tarde é que as empresas do ramo madeireiro despertaram o interesse por começar a fabricação de produtos a base de madeira para construção em LWF no país (ALMEIDA DE ARAÚJO et al 2016).

Uma nova tentativa de implantação do LWF no Brasil aconteceu 2009 quando a empresa alemã Weinmann, juntamente com o ministério da economia do Estado de Baden-Württemberg e o SENAI, convidaram uma delegação de empresários e engenheiros oriundos da região sul e sudeste do Brasil para conhecer o sistema construtivo em uma viagem a Alemanha. Mais tarde, alguns membros deste mesmo grupo juntaram-se a outra viagem técnica, desta vez ao Canadá. A partir desta experiência, firmou-se o compromisso de estabelecer um projeto para implantação do sistema no Brasil. Essa comissão, chamada de “Casa Inteligente”, tinha como objetivo trabalhar em 5 frentes: normalização do sistema no Brasil; uso da matéria-prima de maneira sustentável e racional; busca de financiamentos para fomento do LWF no Brasil; capacitação da mão de obra e; visibilidade do sistema construtivo no país (*marketing*) (FIEP, 2011).

Neste mesmo período o governo brasileiro propôs uma iniciativa para expansão do setor de construção civil, a fim de combater o déficit habitacional que chegava a 15% (TEREZO, 2011). Dentre as iniciativas governamentais destacam-se os grandes investimentos na infraestrutura do setor, e a facilidade do crédito para financiamento imobiliário (CONSTRUÇÃO, 2011), além de já existentes fomentos como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que tem como principal objetivo organizar o setor de construção civil a partir da melhoria da

qualidade do habitat e à modernização produtiva (PBQP-H, 2016).

Com todos estes movimentos acontecendo no Brasil, os primeiros empreendimentos nesta área começaram a intensificar-se. Em 2013, o primeiro condomínio residencial, com 280 unidades de 45 m², foi financiado pelo governo através do programa “Minha Casa Minha vida”, o qual ainda não financiava obras em LWF. Este empreendimento foi construído pela Construtora Roberto Ferreira em parceria com uma empresa fabricante de kits em LWF, a Tecverde (ALMEIDA DE ARAÚJO et al 2016). Com estas iniciativas outros projetos começaram a aparecer por todo o país, principalmente na região sudeste e sul, onde se encontram os principais fornecedores de madeira serrada para a construção em madeira. Segundo Almeida De Araújo et al (2016), em 2016 no Brasil 22 empresas dentre elas serrarias, construtoras e escritórios atuavam no ramo LWF de forma direta.

No entanto, para que estes projetos residências pudessem obter financiamento pelo governo brasileiro, várias barreiras tiveram que ser superadas. Muitos testes foram realizados a fim de averiguar a resistência mecânica das peças, sua capacidade acústica, térmica e a resistência ao fogo. Em 2011 foi aprovada, a primeira diretriz brasileira a SINAT nº 005, elaborada para sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada. Mais tarde em 2013, a empresa Tecverde conseguiu desenvolver um documento técnico para construções habitacionais de casa térreas utilizando o sistema leve construtivo (BRASIL, 2015-DATec Nº 020-A). Este documento foi renovado em 2015 depois de ter passado por uma série de ensaios e simulações para atendimento a norma

brasileira NBR 15575 e demais normas. O processo de normatização do LWF no Brasil segue acelerado em 2017 e existe uma grande expectativa no setor, visto que a falta de normatização contribui para a insegurança por parte dos usuários finais do sistema construtivo (FINATTI, 2014).

Além destes limitantes a literatura nacional apresenta outros fatores críticos que vêm influenciando de forma negativa a difusão do LWF no país. O primeiro deles é o preconceito com o material madeira. A madeira por ser explorada há muitos anos no país e utilizada muitas vezes de forma errônea é considerada um produto de baixa qualidade. A falta de credibilidade por parte dos brasileiros com relação a este material e o receio do risco de degradação biológica, mesmo com tratamento, é uma das grandes barreiras relatada na literatura (MOLINA e CALIL, 2010). Mesmo com a produção sustentável de florestas plantadas, há ainda o receio de existir o desmatamento de florestas nativas.

Corroborando com essa barreira cultural poucos são os profissionais na área de construção civil que detêm o conhecimento com relação ao uso na madeira para edificações (OLIVEIRA, 2014). Portanto, para Molina e Calil (2010), a falta da conscientização e educação de engenheiros e arquitetos da necessidade e potencial da utilização deste sistema construtivo no Brasil ainda é muito grande, além de existir neste meio, percepções negativas em relação às propriedades da madeira.

Outra limitação identificada na literatura está relacionada com o próprio setor de construção civil. Segundo Mahapatra et al (2012), na prática o setor conduz a escolha dos seus insumos e técnica construtivas em detrimento de normas,

instituições e investimento em infraestrutura já existentes, ao conhecimento e ao grande número de agentes (proprietários, projetistas, empreiteiros e fornecedores) dentro da cadeia de suprimento do setor. Desta forma, como o setor de construção civil no Brasil, em sua grande parte é baseado na alvenaria, poucos são os fornecedores e prestadores de serviço que atuam tendo a madeira no centro do processo, e a grande maioria destes são empresas estrangeiras, resultando na elevação do custo da edificação (CARDOSO, 2015).

Ainda a respeito dos insumos do LWF, nem toda madeira produzida no Brasil pode ser utilizada para fins construtivos. Segundo a diretriz em vigor, (BRASIL, 2015-DATec Nº 020-A) a madeira usada para LWF deve ser tratada de forma adequada. E a mesma deve apresentar boa qualidade, ou seja, não apresentar defeitos que interfiram na sua resistência mecânica. Além disso, suas dimensões devem ser consideráveis para ser industrializada na concepção de painéis estruturais. Essas limitações reduzem a oferta de matéria-prima e fornecedores no Brasil. A boa notícia é que segundo SNIF (Sistema Nacional de Informações Florestais) de 2013 a 2014 o crescimento do setor de madeira serrada para fins construtivos foi de 48%.

Outro fator de destaque é a necessidade da mão de obra qualificada no sistema construtivo LWF. Segundo Kokubun (2014), é essencial para as operações de fabricação de painéis e de montagem e desmontagem da estrutura o uso da mão de obra qualificada. Na alvenaria, essa não é uma exigência. Desta forma, Ferreira (2014), salienta que a oferta de mão de obra é pequena, além de existir a necessidade de capacitar os funcionários e trazê-los do setor madeireiro.

Segundo Almeida De Araújo et al (2016), já existe a mais de 30 anos no Brasil universidades, laboratórios e centros de pesquisas que trabalham com estudos em estruturas de madeiras. Diversas iniciativas foram realizadas no meio acadêmico, inclusive um curso foi criado para suprir essa necessidade, e disseminar mais a industrialização da madeira em todo país. Mas, ainda, há pouca informação a respeito do sistema na literatura nacional. Para Oliveira (2014), ainda é preciso que o governo brasileiro se envolva mais, promova mais campanhas de marketing e gere mais incentivos financeiros para difusão do sistema em todo o país.

MÉTODO

A pesquisa de caráter qualitativo tem como objetivo explorar o potencial do sistema construtivo LWF no Brasil. Para isso buscou-se trabalhar com duas fontes de informações, a literatura nacional e a consulta a especialistas da área. Optou-se por conduzir a pesquisa desta forma em virtude do assunto possuir alto grau de incerteza, visto que o sistema construtivo ainda está sendo difundindo no país e poucas são as informações científicas quanto ao LWF no Brasil. Os próprios agentes da cadeia produtiva, que atuam de forma direta, são poucos. Além disso, a maior parte das informações nacionais é oriunda de fontes seculares como jornais, revistas e reportagens.

Desta forma, foram escolhidos para participar da atividade os representantes da cadeia de suprimentos do LWF (Quadro 1). A amostra adotada é de caráter não probabilístico realizada por conveniência. Os especialistas foram selecionados com base na sua atuação e experiência na área.

Estes são pesquisadores de universidades, profissionais que atuam em sindicatos,

associações e no meio corporativo. Os critérios para escolha dos especialistas foram três: experiência direta com sistema construtivo, tempo de pesquisa na área e disponibilidade para participar do estudo prospectivo. Vale ressaltar que um grupo com 20 especialistas da área foi consultado para participar da pesquisa, mas apenas cinco tiveram interesse e disponibilidade para participar do estudo prospectivo.

Quadro 1- Especialistas participantes do estudo prospectivo

Esp.	Ramo de pesquisa	Tempo com LWF	Formação
A	Empresa fabricante de LWF no Brasil desde 2009	Desde 2010	Mestre na área de engenharia de ambiental
B	Sindicato da indústria de Construção Civil	Desde 2008	Economista/ Engenheiro Civil
C	Pesquisadora acadêmica	Desde 2012	Doutora na área de arquitetura e urbanismo
D	Fornecedor de insumos para fabricação de LWF no Brasil desde 2008	Desde 2011	Arquiteta e urbanista
E	Associação de empresas de base florestal	Desde 2009	Doutor na área de engenharia florestal

Fonte: Os autores

Esta pesquisa buscou responder duas perguntas:

- Quais são as variáveis críticas que afetam a difusão e potencial do LWF no Brasil atualmente e nos próximos 10 anos?
- Quais são as estratégias mais pertinentes para maior difusão do LWF no Brasil?

No primeiro momento foi fornecida aos especialistas uma breve explicação do estudo, apresentando a necessidade de se conhecer mais sobre os fatores que vêm influenciando de forma direta a expansão

do LWF no Brasil. Em seguida as ferramentas prospectivas foram implantadas com a proposta de elaborar os cenários prospectivos. Os cenários elaborados são classificados como contrastantes, pois buscam através de um período no tempo investigar o contexto descrevendo diferentes situações a partir de variações de cada fator crítico identificado. As etapas seguidas para condução da pesquisa pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1- Etapas para condução do estudo prospectivo

Fonte: Os autores

Na primeira etapa (Elaboração da Swot) os especialistas identificaram as forças, as fraquezas, as ameaças e as oportunidades que norteiam o sistema LWF no Brasil. Num primeiro momento cada especialista pode dar seu ponto de vista e em seguida, as respostas foram compartilhadas. Mais adiante, com as informações da matriz Swot os especialistas foram desafiados a identificar as variáveis críticas que influenciam a difusão do LWF no Brasil. Para isso utilizou-se a técnica Delphi (segunda etapa do estudo). Após o consenso entre as variáveis críticas os autores da pesquisa coletaram as informações e por meio de uma análise foram elaboradas para cada variável as possíveis hipóteses, conduzindo o estudo

para elaboração dos cenários prospectivos.

Com as possibilidades elaboradas a terceira etapa foi aplicada, onde cada especialista pode por meio da Árvore Morfológica fazer o cruzamento das hipóteses mais plausíveis, considerando o horizonte de pesquisa de 10 anos. Para finalizar esta etapa novamente os especialistas compartilharam suas respostas e por meio de uma discussão um consenso com relação os três cenários prospectivos foi estabelecido.

De posse dos cenários, os especialistas passaram a quarta e última etapa: formulação das estratégias. Para cada cenário os especialistas foram desafiados a refletir, com base no seu contexto de atuação, quais ações deveriam ser estabelecidas considerando a aproximação de um cenário mais pessimista (C1), intermediário (C2) e/ou mais otimista (C3). O estudo teve uma duração de seis semanas. As informações foram recebidas via e-mail e as interações ocorreram via Web.

RESULTADOS

Primeira etapa: aplicação da SWOT

A pesquisa iniciou com a proposta de conhecer o estado atual do LWF no Brasil, para isso foram consultadas fontes diversas na literatura (artigos científicos, artigos de *journals* e seculares, notícias do mercado e do setor de construção civil) de todo o país.

Com essas informações levantadas foi possível elaborar, em conjunto com os especialistas, a matriz Swot, a qual apresenta os pontos fortes, fracos, ameaças e oportunidades do LWF no Brasil. A proposta buscou mapear a situação atual no país listando os fatores essenciais que norteiam hoje a difusão

deste sistema construtivo. O Quadro 2 mostra a matriz estabelecida

Quadro 2- Matriz SWOT

Ameaças	Oportunidades
<p><u>Soluções técnicas:</u> as soluções técnicas adotadas precisam de revisão conforme as diferentes regiões do país, para garantir o total desempenho deste sistema.</p> <p><u>Crise no setor construção civil:</u> O mercado de construção civil brasileiro é fortemente afetado pela crise política e econômica do país</p> <p><u>Resistência:</u> Há grande resistência em mudar a cultura brasileira, para que confie e queiram esse sistema em suas casas;</p> <p><u>Transformação de fornecedores em concorrentes:</u> como não existe exclusividade com os parceiros e fornecedores, estes podem colaborar com a concorrência, ou se tornarem concorrentes.</p>	<p><u>Concorrência:</u> Quanto maior a concorrência do sistema construtivo, melhor para o consumidor final (vantagem para a população), pois permite diminuir o preço e proporciona mais possibilidades de componentes/elementos disponíveis no mercado, inclusive garantindo flexibilidade;</p> <p><u>Expansão dos programas de financiamento habitacional:</u> Abertura de novas oportunidades. Desde 2014 o Governo Federal autorizou a utilização do sistema <i>wood frame</i> na construção de moradias no programa habitacional Minha Casa Minha Vida;</p> <p><u>Nicho de mercado:</u> O <i>wood frame</i> é pouco explorado localmente;</p> <p><u>Preocupação da sociedade com questões ambientais:</u> Há uma preocupação crescente com as questões ambientais, e o impacto do atual estilo de vida nas gerações futuras;</p> <p><u>Déficit habitacional:</u> Apesar do setor em crise, ainda existe no país um déficit habitacional, sobretudo nas classes C e D.</p>
Força	Fraqueza
<p><u>Tempo da obra:</u> Tempo de produção é menor se comparado com a alvenaria;</p> <p><u>A maior parte da construção é industrializada:</u> além da economia de tempo, a industrialização da construção permite controle da qualidade do serviço, padronização dos processos, bem como a redução no consumo de materiais;</p> <p><u>Sustentabilidade:</u> A utilização de uma matéria-prima renovável (madeira) tem grande apelo na questão de sustentabilidade. Além da madeira, a empresa aplica os conceitos da sustentabilidade em toda a obra, com sistemas de reaproveitamento de água, instalação de placas fotovoltaicas, entre outras tecnologias que trazem maior conforto ambiental;</p> <p><u>Integração entre equipe de projeto e execução da obra:</u> A oferta do projeto e da execução da obra pela mesma empresa é uma facilidade para o cliente;</p> <p><u>Proximidade dos fornecedores de madeira:</u> As regiões sul e sudestes têm como vantagem os fornecedores de madeira reflorestada situados principalmente nestas regiões;</p> <p><u>Contratos fechados:</u> Cliente sabe exatamente o custo da obra.</p>	<p><u>Falta de conhecimento/preconceito:</u> Devido principalmente a falta de informações quanto à vida útil, resistência dos materiais e impermeabilização, existe uma grande resistência da população em relação utilização da madeira e de novas tecnologias para a construção de moradias, o que dificulta a expansão desse sistema;</p> <p><u>Seguros de edificações em LWF:</u> Por ter como principal componente a madeira, poucas são as empresas de seguros para estes imóveis;</p> <p><u>Proximidade dos fornecedores de madeira:</u> As regiões do norte e nordeste tem como desvantagem a distância dos fornecedores de madeira;</p> <p><u>Falta de normas:</u> o sistema construtivo LWF possui até o momento apenas diretrizes e não normas que regem sua conduta. Isso vem gerando um preconceito.</p>

Fonte: Os autores

Esta análise serviu como início de reflexão do atual cenário do LWF no Brasil, haja vista que muitos pontos citados na literatura também foram identificados e salientados pelos especialistas.

Segunda etapa: Aplicação da Delphi

De posse destas informações coletadas na literatura nacional (referencial teórico) e com os especialistas do setor de construção civil a técnica Delphi foi aplicada. O objetivo desta atividade foi identificar quais variáveis críticas deveriam ser conhecidas e gerenciadas

para elaboração de cenários prospectivos para o setor de construção civil, considerando uma prospecção do setor para os próximos 10 anos.

No primeiro momento foi enviada aos participantes uma lista com as variáveis identificadas na literatura. Estas informações foram retiradas de trabalhos identificados na literatura nacional. Estes artigos apresentam o LWF no Brasil e suas principais características (Quadro 3).

Quadro 3- Variáveis identificadas na literatura

Fatores	Variáveis críticas identificadas na literatura
Fatores Culturais/Sociais	Aceitação da madeira no ambiente construído por parte dos usuários.
	Falta de conhecimento por parte dos profissionais com relação ao material madeira e com relação ao próprio sistema LWF.
	Percepções negativas dos profissionais da indústria da construção em relação às propriedades da engenharia da madeira/ Falta de conscientização e educação de engenheiros e arquitetos da necessidade e potencial da utilização deste sistema construtivo no Brasil.
Fatores Operacionais	Falta de tecnologia no Brasil.
	Falta de integração da cadeia de suprimentos do setor de construção civil.
	Alta rotatividade de funcionários/ <i>turnover</i> no setor.
	Mão de obra especializada/capacidade.
	Madeira de qualidade e/ou tratada e/ou certificada para fabricação dos <i>frames</i> .
	Falta de fornecedores de insumos no Brasil, a maior parte dos fornecedores são estrangeiros.
Fatores Organizacionais/Econômicos	Ausência de normas brasileiras.
	Falta de incentivo/interesse do setor de construção civil e do governo brasileiro em adotar o LWF (Marketing/Financiamento).
	Termos técnicos usados na grande maioria em língua inglesa.
	Poucas informações na literatura nacional.
	Concorrências com outros sistemas construtivos mais tradicionais.
Ambiental	Receio de existir desmatamento da floresta nativa.
	Necessidade de recursos e eficiência energética.

Fonte: Os autores

Em seguida, os especialistas analisaram as variáveis e tiveram a oportunidade de apresentar outras consideradas por eles importantes para serem geridas. As variáveis listadas por eles foram:

- Variação das necessidades técnicas para construção conforme as diferentes regiões brasileiras;
- Seguro das edificações em LWF no Brasil;
- Financiamento de construções em LWF

Estas variáveis foram identificadas por eles ainda na matriz Swot, mas não tinham sido identificadas na literatura nacional.

Num terceiro momento os especialistas foram convidados a selecionar dentre estas variáveis, apenas as 10 mais críticas para estudo. Os fatores culturais/sociais que continuam 3 variáveis foram reajustados visto que os especialistas consideraram-nas fatores muito próximos. Desta forma, decidiu-se organizá-las em 2 variáveis, conforme é possível ser visualizado no Quadro 4.

Os especialistas puderam através do anonimato apresentar sua opinião com relação a cada variável identificada, e por meio do envio das respostas pelos pesquisadores todos tiveram acesso as respostas estabelecidas ao longo das rodadas. Assim, os especialistas chegaram ao consenso que as variáveis que deveriam ser gerenciadas e conhecidas a fim de se estudar os cenários prospectivos foram as apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4- Variáveis críticas selecionadas pelos especialistas

Variáveis Críticas selecionadas	
1	Aceitação da madeira no ambiente construído por parte dos usuários. Falta mostrar ao público comprador todos aspectos positivos que o uso da madeira pode trazer, como por exemplo : menor quantidade de resíduos, conforto térmico maior, construção em ambiente fabril que vai resultar em melhor controle da execução da edificação, entre outras.
2	Falta de conhecimento por parte dos profissionais com relação ao material madeira e com relação ao próprio sistema LWF/ Falta de conscientização e educação de engenheiros e arquitetos da necessidade e potencial da utilização deste sistema construtivo no Brasil. Percepções negativas dos profissionais da indústria da construção em relação às propriedades da engenharia da madeira
3	Madeira de qualidade e/ou tratada e/ou certificada para fabricação dos <i>frames</i>
4	Mão de obra especializada/capacitada
5	Ausência de normas brasileiras
6	Financiamento de construções em LWF
7	Falta de incentivo/interesse do setor de construção civil e do governo brasileiro em adotar o LWF (Marketing/Financiamento)
8	Falta de integração da cadeia de suprimentos do setor de construção civil
9	Seguro das edificações em LWF no Brasil
10	Concorrências com outros sistemas construtivos mais tradicionais

Fonte: Os autores

Terceira etapa: Aplicação da Árvore Morfológica

possibilidades existentes para cada variável foram geradas a fim de que fosse

Dada as variáveis selecionadas pelos especialistas, as hipóteses com relação as

Quadro 5- Hipóteses geradas

Var.	Possibilidades pensando nos próximos 10 anos		
	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
1	Pouca aceitação da madeira/Alguns poucos incentivos		Maior aceitação da madeira/Aumento de incentivos
2		Pouca fomentação entre profissionais	Maior fomentação entre profissionais
3	Redução da oferta da madeira com qualidade/tratada/certificada para uso de frames	Estagnação da oferta madeira com qualidade/tratada/certificada para uso de frames	Aumento da oferta de madeira com qualidade/tratada/certificada para uso de frames
4	Pouca oferta de mão de obra	Estagnação da oferta de mão de obra	Aumento da oferta de mão de obra
5	Ausência de normas permanecerá	Normas serão feitas e aplicadas	
6	Aumentará o incentivo do governo como "Minha Casa Minha vida" e outros	Estagnação do incentivo do governo como "Minha Casa Minha vida" e outros	O governo encerrará o programa « Minha Casa Minha vida »
7		Pouco incentivo do governo	Aumento do incentivo do governo
8		Pouca integração	Aumento da integração
9	Poucas empresas no país oferecendo a um custo elevado	Algumas empresas oferecendo a um custo competitivo	Muitas empresas oferecendo a um custo competitivo
10	Pouca concorrência		Muita concorrência

Fonte: Os autores

selecionadas as opções mais plausíveis considerando os três cenários propostos neste trabalho: um cenário pessimista (C1), um segundo intermediário (C2) e terceiro mais otimista (C3). No Quadro 5 é possível visualizar as hipóteses geradas pelos pesquisadores. As hipóteses foram criadas pensando nas possibilidades possíveis para cada variável identificada.

É importante destacar que o mais importante nesta atividade não é acertar as previsões e sim buscar as reflexões que poderão contribuir para tomada de decisões em um futuro próximo (Godet, 2004). A proposta é gerar os cenários e tornar as reflexões mais claras com relação ao tema estudado.

Nesta atividade os especialistas foram orientados a selecionarem as hipóteses pensando no período de 10 anos. Vale ressaltar que mesmo em cenários pessimistas algumas variáveis podem ainda apresentar hipóteses extremamente otimistas, visto que há ações que estão sendo realizadas dentro do setor de construção civil para difusão do LWF e que podem ser promissoras. Com este raciocínio é que os especialistas apresentaram sua opinião. Cada integrante no primeiro momento apresentou seu ponto de vista e depois um consenso foi estabelecido para elaboração dos três cenários. Um resumo breve de cada cenário elaborado é apresentado no Quadro 6.

Quadro 6- Cenários prospectivos gerados

Cenários gerados	
Cenário 1-Pessimista	<ul style="list-style-type: none"> • Acredita-se que neste cenário haverá <u>pouca fomentação</u> dentro do setor de construção civil para incentivo do uso do sistema <i>wood frame</i> entre os profissionais e por consequência haverá pouca aceitação do uso da madeira no ambiente construído por parte dos usuários finais; • Estagnação tanto da oferta de <u>matéria-prima</u> madeira como a oferta de <u>mão de obra</u>; • Considera-se mesmo em um cenário pessimista que o sistema construtivo terá nos próximos anos <u>normas regulamentadoras</u>. O que supõe-se proporcionará uma <u>maior concorrência</u> do sistema dentro setor de construção civil; • Todavia, acredita-se que haverá o <u>encerramento</u> do programa « Minha Casa Minha vida » o que poderá afetar de forma negativa a propagação do <i>wood frame</i> no Brasil, e que incentivos como redução do IPI e o PAC* <u>serão retirados</u>. Avalia-se ainda que o governo não proporcionará incentivos para o sistema construtivo e nem mesmo o próprio setor fará um esforço para integrar a cadeia de suprimentos visando impulsionar o mesmo. • Acredita-se que com relação ao « Seguro das edificações em LWF » <u>mais empresas ofertarão o serviço a um custo mais competitivo</u>.
Cenário 2-Intermediário	<ul style="list-style-type: none"> • Considera-se que haverá uma <u>maior fomentação</u> do sistema por parte dos profissionais, o que acredita-se impulsionará a <u>maior demanda/aceite</u> do sistema por parte dos usuários; • Estagnação tanto da oferta de <u>matéria-prima</u> madeira como a oferta de <u>mão de obra</u>; • Acredita-se que nos próximos anos <u>normas regulamentadoras estarão em vigor</u>. O que supõe-se proporcionará uma <u>maior concorrência</u> do <i>wood frame</i> dentro setor de construção civil; • Todavia, considera-se que haverá pouco incentivo do governo para propagação do sistema construtivo, que os programas como « Minha casa minha vida » continuarão e que incentivos como redução do IPI e o PAC se manterão. Acredita-se ainda que o próprio setor de construção civil não impulsionará a integração para fomentação do <i>wood frame</i>; • Acredita-se que com relação ao « Seguro das edificações em LWF » <u>mais empresas ofertarão o serviço a um custo mais competitivo</u>.

Cenário 3 Otimista	<ul style="list-style-type: none"> • Considera-se que haverá <u>maior fomentação</u> do sistema por parte dos profissionais, o que acredita-se impulsionará a <u>maior demanda/aceite</u> do sistema por parte dos usuários; • Maior oferta de <u>matéria-prima</u> madeira como a <u>mão de obra</u>; • As normas regulamentadoras do sistema serão elaboradas e colocadas em prática. O que supõe-se proporcionará uma <u>maior concorrência</u> do sistema dentro setor de construção civil; • O governo aumentará o incentivo para propagação do sistema pelo país. Mantendo o programa « Minha casa Minha vida » e a redução dos IPI e o PAC. • Acredita-se ainda que o próprio setor de construção civil aumentará sua integração, buscando fomentar sistemas como o <i>wood frame</i> em todo país. • Acredita-se que com relação ao « Seguro das edificações em LWF » <u>muitas empresas ofertarão o serviço a um custo mais competitivo.</u>
--------------------	---

Fonte: Os autores

*IPI- imposto sobre produto industrializado e PAC-programa de financiamento de contrapartidas.

Percebe-se que os cenários elaborados bem como as principais variáveis críticas que influenciam a difusão LWF estão relacionados com o ambiente operacional e as características do sistema LWF. Em primeiro lugar, o sucesso da difusão LWF é fortemente dependente do ambiente regulador, especialmente em termos de remoção dos obstáculos regulamentares, ou seja, preconceito dos usuários, a falta de formação dos profissionais, a falta de normalização do sistema, o apoio do governo e da própria cadeia de suprimentos do setor de construção civil e madeireiro.

Em segundo lugar, seria necessária mais concorrência no setor da LWF para abaixar os custos e para fazer as práticas LWF mais credíveis aos olhos dos profissionais de arquitetura, engenheiros e prestadores de serviços. Por outro lado, também seria importante a integração dos agentes da cadeia de suprimentos com a proposta de diminuir a barreira empresarial.

Acredita-se que a difusão do LWF em larga escala pode resultar em mudanças na demanda por recursos de madeira, embora mais pelo caráter do que em volume. Ou seja, em vez de grandes aumentos na demanda de madeira em

tora a difusão LWF implicaria uma mudança em direção a graus mais elevados de qualidade e maiores propriedades técnicas da madeira produzida, o que também pode afetar positivamente o valor acrescentado da indústria de madeira.

Devido à complexidade do ambiente operacional, os três cenários são vinculados apenas para servir ao pensamento crítico sobre os tipos de mudanças que precisam ocorrer para a difusão do LWF. Isto é, eles

não podem ser considerados como as únicas alternativas para o desenvolvimento futuro. Mesmo assim, os cenários transmitem uma mensagem importante: O futuro potencial para LWF é dependente de interações e decisões tomadas em vários níveis no ambiente operacional. Algumas das possíveis alterações decorrem da necessidade de abordar as questões globais de sustentabilidade, a questões relacionadas com a informação e a educação, corroborando com as ideias de Humerkoski et al (2015).

Acredita-se ainda que para o LWF chegar à consolidação plena no Brasil, ele precisa atingir uma massa crítica de interesse em cada parte da cadeia de valor da construção, ou seja, entre os setores

florestais e madeireiros, os empreiteiros, arquitetos, engenheiros, e, finalmente usuários finais.

Quarta etapa: Estratégias geradas para difusão do sistema considerado horizonte de 10 anos

A partir dos cenários elaborados um resumo de cada cenário foi enviado novamente aos especialistas que tiveram como atividade elaborar estratégias específicas para cada um deles. Para isso, a seguinte questão foi apresentada: Se nos

próximos anos o cenário C1/C2/C3 for o mais próximo da realidade quais deveriam ser as estratégias que « nós » do setor da construção civil (acadêmicos, profissionais, pesquisadores, empresários) deveríamos tomar hoje para mantê-lo competitivo, buscando a fomentação e consolidação do sistema construtivo *light wood frame* no Brasil?

Sendo assim, cada especialista, no seu campo de trabalho apresentou estratégias consideradas por eles relevantes de ser aplicadas no contexto atual (Quadro 7).

Quadro 7- Estratégias geradas pelos especialistas

Estratégias geradas	
Cenário 1	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de uma política setorial de florestas plantadas em consonância com a cadeia produtiva do LWF; • Articulação setorial para a inserção do LWF em editais de obras governamentais. Mais incentivo para o Programa Minha Casa Minha vida estimular obras com novos sistemas construtivos • Articulação setorial para apresentar as vantagens competitivas do sistema (preço, prazo, controle, eficiência no uso de recursos, potencial natural do Brasil para construção com madeira plantada; • Criação e estímulos aos cursos profissionais (nível técnico e superior) relacionados à cadeia; • Acordos com governo e do setor para reduzir custos administrativos (impostos);
Cenário 2	<ul style="list-style-type: none"> • Articulação setorial para viabilizar programas de pesquisas na área de tecnologia da madeira, novos produtos, inovação, preservação da madeira, estruturas da madeira; • Pesquisa de sistemas de manejo e melhoramento genético para atendimento de nova demanda; • Elaboração de leis que estimulem o uso de construções sustentáveis. • Ações de relacionamento setorial • Com a norma em vigor, deveria existir uma unidade curricular específica nos cursos superiores de Engenharia Civil e Arquitetura para o Wood Frame • Maiores incentivos a mão de obra qualificada para o trabalho com Wood Frame.
Cenário 3	<ul style="list-style-type: none"> • Florestas manejadas para madeira estrutural ou componentes para a demanda da construção civil; • Empresas especializadas em componentes de madeira para a construção civil. • Maior fiscalização da qualidade das obras • Criação mecanismos de fiscalização mais específicos, dos que já existem, para Wood Frame

Fonte: Os autores

Em um cenário pessimista, os subsídios do governo serão minimizados para o setor habitacional, sem programas específicos. Como consequência, a execução de obras em maior escala, como vinham ocorrendo, cessarão, afetando toda a cadeia de produção. Portanto,

novas medidas públicas estatais deveriam ser tomadas para facilitar a implementação deste sistema inovador em madeira. Neste caso acredita-se que seja necessária articulação setorial para apresentar as vantagens competitivas do sistema; seria necessário o desenvolvimento do setor madeireiro

para estimular o uso da madeira para construção civil; acordos legais que diminuam a burocratização e os custos administrativos (impostos) destas execuções perpassando em todos os níveis desta cadeia produtiva, focando especialmente nas madeiras de florestas plantadas para favorecer o mercado interno. Assim, com estes facilitadores para as empresas construtoras, a mão de obra e a matéria-prima poderão ser impulsionadas. Em paralelo, deverá haver incentivo e parceria entre estado, indústrias e universidades para implementar o ensino desta técnica nos cursos profissionalizantes, tanto em nível técnico quando em níveis superiores, mesmo que ainda em unidades curriculares optativas.

Em um cenário mais intermediário, seria necessário intensificar a pesquisa e desenvolvimento de produtos e insumos para *lightwood frame*, pois neste cenário o setor já em expansão deveria buscar o aperfeiçoamento e o desenvolvimento tecnológico no país; expandir o estímulo de novos sistemas construtivos dentro da cadeia de suprimentos da construção civil, através de leis governamentais; e buscar relações mais próximas entre os agentes da cadeia de suprimentos para expansão da tecnologia.

Neste cenário a norma do *lightwood frame* estaria em vigor, desta forma acredita-se que o CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo) e CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) deveriam exigir a implantação de uma unidade curricular específica nos cursos superiores de Engenharia Civil e Arquitetura para o sistema LWF. Ou, no mínimo, sugere-se incluir este sistema na ementa das unidades curriculares de estruturas de madeira (requerendo a separação destas unidades curriculares que atualmente

predominam em conjunto com estruturas de aço).

Com relação ao aspecto de mão de obra da fábrica, salienta-se a inclusão no ensino de engenharias de produção e industrial madeireira, para avançar as técnicas de execução com a possibilidade de criação/inação de maquinários nacionais para este fim. Também, para o treinamento de operários da fábrica e do canteiro, são necessários cursos técnicos profissionalizantes com assuntos específicos e de curta duração.

Considerando um cenário mais otimista acredita-se na intensa especialização dos profissionais e no aumento da pesquisa. Com o mercado muito aquecido haveria mais concorrência, assim há tendência de diminuir os preços das construções para poder competir no mercado. Assim, para manter seus lucros, alguns poderiam baixar o nível de qualidade dos produtos tentando diminuir seus custos de produção. Portanto, neste cenário seria pertinente existir maior fiscalização para manter a qualidade das construções. Com a norma em vigência, seria pertinente ainda fiscalizar a qualidade de cada produto e da execução na fábrica e no canteiro. Criar uma associação das construções em madeira (ou específico para o *lightwood frame*) poderia ser uma solução para fazer com que essa fiscalização seja mais específica (além de CREA, CAU e agentes de financiamento e de seguro já existentes).

Comparativo com trabalhos correlacionados

Outros trabalhos na literatura vêm buscando identificar os pontos fortes e fracos da difusão do LWF em todo o mundo. No Brasil a pesquisa é recente e o objeto de estudo ainda é a difusão técnica

de forma geral. Nos quatro trabalhos identificados na literatura estrangeira o foco da difusão é mais específico para construção de prédios em LWF. Porém percebe-se uma similaridade entre os

trabalhos com relação aos pontos forte e fracos da difusão do sistema. O Quadro 8, apresenta os trabalhos.

Quadro 8- Estudos similares na área da difusão do LWF no mundo.

Pesquisas	Objetivo	Método de pesquisa	Especialistas
Estudo atual	Identificar as variáveis que influenciam a difusão do LWF no Brasil e através destas gerar cenários prospectivo	Estudo prospectivo- com especialistas e informações de fontes secundárias (Qualitativo)	Especialistas na área da construção civil e florestal
Hermestrom et al 2011	Identificar a percepção de arquitetos com relação a utilização do LWF na construção de prédios na Suécia	Uso de questionário- Qualitativo e quantitativo	Especialistas na área de construção civil, mais em específico arquitetos
Qu et al 2012	Buscou compreender melhor as percepções de especialistas chineses com relação a difusão do LWF em casas	Uso de questionário- Qualitativo e quantitativo	Especialistas construção civil e florestal
Mahapatra et al 2012	Analisar a influência de regulamentos, percepções e emergência ambientais com relação ao uso e prédios em LWF na Alemanha, Suécia e Reino Unido	Análise qualitativa da informação coletadas principalmente de fontes secundárias	-
Humerkoski et al 2015	Explorar o potencial do mercado prédios em LWF na Europa	Estudo prospectivo- análise de cenários Top-down e análise de difusão da inovação (Qualitativo)	-

Fonte: Os autores

Estes estudos apresentam os pontos fortes identificados na literatura para difusão do LWF. Os pontos similares identificados nos trabalhos foram:

- O incentivo do governo, por meio de programas de financiamento e/ou pesquisa para utilização de técnica mais sustentáveis;
- As características promissoras do LWF referentes à: flexibilidade, rapidez, redução de resíduos, entre outros, conforme (Quadro 9).

Quadro 9- Pontos fortes identificados na literatura com relação à difusão do LWF.

Variáveis	Pesquisa atual	Hermestrom et al 2011	Qu et al 2012	Mahapatra et al 2012	Humerkoski et al 2015
Madeira material de tradição para construção			X		X
Grandes área de plantações florestais	X		X		
Disponibilidade de importação de madeira de países estrangeiros			X		
O uso polivalente de recursos madeireiros é incentivado			X		
Incentivos no ensino na área de construção em madeira pelas universidades e instituições			X		
Incentivo ao ensino na área de construção em madeira (prédios) do governo, do setor florestal e do setor de construção civil		X			
Aumento da investigação, exploração e utilização madeira doméstica			X		
Divulgação e incentivo de instituições estrangeira para uso do sistema construtivo no país	X		X		
Incentivo do governo para utilização de recursos naturais renováveis /vantagem ambiental do sistema construtivo/vantagem produtiva (flexibilidade, rapidez, redução de resíduos...)	X	X	X	X	X
Sistema construtivo apresenta futuro promisso para desenvolvimento a longo prazo /bons resultados identificados até o momento com relação a sua aplicação e utilização, tais como manutenção fácil, rapidez do processo, etc..			X	X	X

Fonte: Os autores

Com relação aos pontos fracos seis fatores destacam-se fortemente (Quadro 10). O primeiro faz referencia a falta de profissionais qualificados ou que tenham interesse em atuar na área de forma direta.

O segundo fator está relacionada com a cadeia de suprimentos. Segundo os trabalhos a cadeia de suprimentos está muito fechada para novas tecnologias em função da necessidade de investir em infraestrutura para atender um novo mercado. Este segundo fator está relacionado com o terceiro que faz referência ao preconceito com relação às propriedades físicas e mecânicas da

madeira (à resistência, estabilidade, durabilidade e vida útil da madeira) por parte dos agentes da cadeia de suprimentos, o que dificulta a competição com outras técnicas construtivas. Ou seja, percebe-se que se a cadeia de suprimentos não está preparada para atender um novo sistema construtivo e se a mesma ainda não tem interesse à difusão fica mais comprometida.

O quarto fator mais identificado é a tradição do uso do concreto para construção civil em edificações em geral (Brasil) e em prédios (nos outros estudos). Como a alvenaria é uma técnica

consolidada a cadeia de suprimentos já está pronta para atendê-la, assim como seus profissionais estão capacitados. Este dois fatores impactam de forma negativa a consolidação do LWF.

O quinto fator negativo está relacionado com necessidade de normatizar o sistema construtivo, identificada não somente no Brasil, mas também do trabalho de Mahapatra et al (2012) e Humerkoski et

al (2015). E por fim o sexto fator está relacionado com a dificuldade em padronizar da técnica em todas as regiões, os códigos de construção e a sua interpretação podem variar de uma região para outra, causando dificuldades em encontrar as melhores práticas operacionais. Além disso, os aspectos técnicos podem ser influenciados pelo clima da região e o tipo de madeira utilizada.

Quadro 10- Pontos fracos identificados na literatura com relação à difusão do LWF

Variáveis	Pesquisa atual	Hermestrom et al (2011)	Qu et al (2012)	Mahapatra et al (2012)	Humerkoski et al (2015)
Falta de políticas do governamentais/conscientização.	X		X		
Falta de profissionais qualificados/conscientização de profissionais.	X	X	X		X
Falta de pesquisa na área/divulgação e uso do sistema construtivo, principalmente da madeira.	X		X		
Falta de madeira específica para construção / madeira de qualidade; plantada específica para construção de edificações.	X		X		
Falta de tecnologia avançada na área.			X		
Falta de interessa do setor da construção civil em investir na área que de investimentos para atender este sistema estrutura/Integração do setor Os agentes da cadeia de suprimentos de modo geral não estão preparados para atender a esse sistema construtivo.	X	X		X	X
Preconceito dos agentes da cadeia de suprimentos com relação às características da madeira para edificações- engenheiros, empreiteiros e arquitetos (à resistência, estabilidade, durabilidade e vida útil da madeira) o que dificulta a competição com outras técnicas construtivas.	X	X		X	X
Tradição do uso do concreto para construção civil em edifícios em geral (Brasil) e em prédios (nos outros estudos)	X	X			X
Seguro mais caro para edificações em madeira.	X			X	
Aceitação da madeira no ambiente construído por parte dos usuários.	X			X	
O desenvolvimento de normas para os produtos de construção em madeira parece ser importante para assegurar a expansão substancial das construções de madeira.	X			X	X
Variação das necessidades técnicas para construção conforme as diferentes regiões/falta de padrão.	X		X		X

Custos mais elevados de manutenção das faixadas.					X
--	--	--	--	--	---

Fonte: Os autores

Além dos pontos fortes e fracos identificados nestes trabalhos, as pesquisas trouxeram também reflexões quanto às estratégias possíveis para intensificar as atividades do LWF. O Quadro 11 mostra que estas ações são bem similares as identificadas neste estudo de caso.

De modo geral as estratégias para difusão do LWF são direcionadas para ações regulamentadoras, que dependem do incentivo do governo e principalmente do setor de construção civil e madeireiro. Em paralelo a estas ações, a academia possui um papel forte do quesito divulgação do sistema e na capacitação de profissionais para a área.

Considerações Finais

O presente trabalho propôs o uso dos cenários prospectivos como objetivo de contribuir para disseminação do sistema construtivo *light wood frame* no Brasil. O enfoque dado nesta pesquisa levou em consideração a análise de três cenários, sob a perspectiva otimista, intermediária e pessimista. Com esta pesquisa foi possível explorar o potencial do futuro do LWF no Brasil. No primeiro momento foram identificadas as variáveis críticas que influenciam de forma direta sua expansão e em seguida, foi realizada uma discussão de cunho mais exploratório com os especialistas que puderam apresentar seu ponto de vista gerando estratégias para cada cenário elaborado. A atividade prospectiva proposta neste trabalho permite fomentar o pensamento crítico sobre o mercado, o setor e a tecnologia

conduzido a uma reflexão sobre as possibilidades de mudanças estruturais no ambiente operacional.

Os resultados da pesquisa mostram que a expansão do LWF no Brasil depende fortemente dos incentivos governamentais; do aumento da integração dos agentes tanto da cadeia de valor da construção civil como do setor madeireiro; da necessidade de disseminar mais informação aos usuários finais como forma de combate ao preconceito com o uso da madeira, e por fim da necessidade de formar profissionais capacitados para atuar de forma direta com a construção em madeira. O que percebe-se de fato é que as principais barreiras de difusão LWF estão relacionadas com a credibilidade do sistema em toda a cadeia de suprimentos do setor, não somente do setor de construção civil, mas também do setor madeireiro e dos próprios usuários.

A estrutura escolhida permitiu tirar conclusões gerais sobre o potencial de mercado LWF no Brasil. Como o sistema LWF ainda é uma tecnologia em expansão acredita-se ser importante o desenvolvimento de pesquisa de caráter reflexivo. Nesse sentido, o estudo exploratório buscou por meio da investigação e análise de um grupo específico criar uma discussão sobre as variáveis críticas que influenciam o LWF no Brasil e sobre estratégias que possam ser relevantes para sua disseminação. Estes resultados são um ponto de partida válido para uma discussão mais aprofundada sobre o desenvolvimento do sistema em todo o país.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pelo Programa de Pós- Graduação em Engenharia e

Construção civil (PPGECC) na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Quadro 11- Estratégias identificadas na literatura com objetivo de difundir o LWF.

Estratégias	Pesquisa atual	Hermestrom et al 2011	Qu et al 2012	Mahapatra et al 2012	Humerkoski et al 2015
Regulamentar/Estabelecer normas e políticas adequadas para o desenvolvimento o mercado e meio ambiente.	X	X	X		
Apresentar mais exemplos do LWF de forma a incentiva a cadeia de suprimentos a se mobilizar para isso.	X	X			
Divulgar/educar (população e profissionais de modo geral) mais sobre as propriedades da madeira. Apresentar como fonte renovável e sustentável. Divulgar a durabilidade da madeira, sua resistência a terremotos, sua propriedades acústicas e térmicas, etc...	X		X	X	
Incentivar a plantação específica/setor madeireiro para uso da madeira na construção civil e desenvolvimento da indústria (plantio, colheita, operação, venda, etc..) trazendo mais tecnologia a fim de melhorar a qualidade e o processamento da madeira.	X		X	X	
Mais fomentação da pesquisa na área com objetivo desuperar os preconceitos.	X			X	X
Maior colaboração entre a indústria, o governo, pesquisadores e especialistas na área para disseminação e criação de uma rede mais sólida.	X			X	X
Implantação de impostos sobre energia e carbono para internalizar os custos externos da produção de materiais de construção, com o objetivo de melhorar a competitividade econômica da madeira como material estrutural.				X	X
Acordos com governo e do setor para reduzir custos administrativos (impostos) com objetivo de impulsionar o setor.	X				

Fonte: Os autores

REFERÊNCIAS- retiradas.

APÊNDICE 4- ARTIGO- AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO EM EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA DE SUAS CARACTERÍSTICAS

Drielle Sanchez Leitner; Nicolle Christine Sotsek Ramos; Adriana de Paula
Lacerda Santos

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma revisão sistemática de literatura a fim de identificar publicações que podem ser consideradas como base para o entendimento de como as Avaliações Pós-Ocupação (APOs) estão sendo realizadas. Em resumo, o objetivo é a identificação dos critérios que são usualmente avaliados, métodos de avaliação utilizados, tempo destinado a execução da pesquisa, tipos de edificação examinadas e também identificação dos profissionais responsáveis pela condução das avaliações. A pesquisa foi realizada em quatro bases de dados eletrônicas, buscando publicações tanto em inglês como em português, cobrindo os artigos, de revista e de conferência, publicados de 2013 a 2017. Foram identificados 55 trabalhos que preenchiam os requisitos de inclusão determinados que foram examinados segundo a lógica da ferramenta 5W1H. Como conclusão pode-se perceber que mais da metade das pesquisas desenvolveu um estudo com múltiplos métodos de avaliação, o que contribui para a qualidade dos estudos, sendo que os métodos de avaliação mais utilizados foram os questionários e as medições físicas no local. Quanto aos critérios avaliados os mais frequentes nas pesquisas foram a iluminação, a temperatura interna e conforto térmico, e o conforto acústico. Ademais, todas as pesquisas identificadas foram desenvolvidas pelos próprios autores e o tempo gasto na condução das APOs variou de acordo com os critérios avaliados e métodos utilizados. Por fim, diante de múltiplas variáveis envolvidas em uma APO, não existe solução única na avaliação de uma edificação pronta e em uso.

Palavras-Chave: avaliação pós-ocupação; desempenho de edificações.

1 Introdução

Avaliação Pós-Ocupação (APO), ou em inglês *Post-Occupancy Evaluation* (POE), é o processo de avaliação de uma edificação depois desta ter sido construída e ocupada há um certo tempo (PREISER; WHITE; RABINOWITZ, 2015). A APO faz parte do ciclo das construções e deveria estar implícita no cotidiano dos profissionais envolvidos no processo, como uma prática vigente entre os diversos agentes do mercado da construção em diferentes esferas, seja ela pública, institucional, privada ou corporativa. Apesar disso, segundo Bordass, Cohen e Field (2004) poucos profissionais envolvidos na construção também fazem o monitoramento e a avaliação do desempenho pós-

ocupação. Como resultado, boas práticas são perdidas e os mesmos erros tendem a se repetir de empreendimento para empreendimento.

As APOs surgiram na década de 1960 com o crescimento dos estudos que relacionassem as edificações com aspectos humanos (PREISER; WHITE; RABINOWITZ, 2015). Segundo Preiser, White e Rabinowitz (2015), estas avaliações focam nos ocupantes das edificações e suas necessidades. Para Leaman, Thomas e Vandenberg (2007), em uma APO é vital compreender a experiência da edificação a partir do ponto de vista de seus usuários.

Para desenvolver uma APO é preciso estabelecer critérios de desempenho sendo que esses podem ser critérios formais, como normas técnicas, ou informais, como percepções dos usuários. Dessa forma, a diferença entre o desempenho real e o proposto em projeto, ou critérios definidos anteriormente, é comparada por meio da APO (PREISER; WHITE; RABINOWITZ, 2015). Esse tipo de avaliação pode ser usado para diversos fins como:

- Avaliar a edificação a fim de corrigir problemas tanto de forma imediata quanto contínua;
- Corrigir problemas não previstos após a ocupação;
- Documentar as características positivas (sucessos) e negativas (falhas) do comportamento do edifício a fim de utilizar tais informações em construções novas e reformas;
- Estudar sobre aspectos específicos do desempenho da edificação, como por exemplo a utilização do espaço pelos ocupantes;
- Contribuir com o estado-da-arte do assunto podendo auxiliar tanto o lado acadêmico (estudantes, professores e pesquisadores) quanto o profissional (arquitetos, engenheiros, consultores, etc.) (PREISER; WHITE; RABINOWITZ, 2015).

Preiser e Vischer (2005) definem a APO como uma avaliação que visa responder como a edificação está funcionando, se a edificação deveria estar funcionando desta maneira, como melhorar o funcionamento desta edificação e como melhorar o funcionamento de outras edificações futuras a partir deste conhecimento. Dessa forma a APO pode ser entendida como um passo final lógico de um projeto cíclico, com suas lições aprendidas podendo serem usadas tanto para melhorar o espaço existente quanto no design e programação do próximo prédio (ZIMMERMAN; MARTIN, 2001).

Existem diversas técnicas que podem estar presentes no desenvolvimento de uma APO. Alguns dos métodos mais usuais no seu desenvolvimento são:

- Levantamento de dados e pesquisa de perfis: estudo preliminar feito pelo pesquisador sobre as características do edifício e também dos seus

- usuários. Pode ser feito utilizando ainda outros métodos em conjunto como entrevistas com engenheiros e questionários para os usuários;
- *Walkthroughs*: caminhadas no local de estudo a fim de averiguar visualmente a edificação. Podem ser complementadas por registros fotográficos ou de vídeo (SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN; AL-HAMMAD, 2016a);
 - Medições físicas de qualidade ambiental interna: técnica objetiva de extração de dados em que são medidos parâmetros no próprio local da construção (PREISER; VISCHER, 2005);
 - Questionários: usualmente destinados aos usuários finais da edificação sendo que para Sanni-Anibire, Hassanain e Al-Hammad (2016a) eles são a parte mais significativa de qualquer estudo de avaliação de construção. As respostas a perguntas padrão podem ser comparadas entre pesquisas (*benchmark*) e os comentários escritos nos formulários do questionário podem fornecer informações valiosas (BORDASS; LEAMAN; ELEY, 2006).
 - Entrevistas: podem ser feitas com usuários da edificação, profissionais envolvidos no empreendimento, e demais *stakeholders*, e podem preencher o plano de fundo da pesquisa (BORDASS; LEAMAN; ELEY, 2006);
 - Reuniões de grupos focais: usadas para extrair informações qualitativas, podendo serem feitas depois que problemas já foram identificados por outros métodos da APO ou como base para o desenvolvimento de outras etapas, como questionários (SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN; AL-HAMMAD, 2016a).

A adoção de múltiplos métodos, qualitativos e quantitativos, na condução de uma APO pode contribuir para um resultado mais próximo da realidade (BORDASS; LEAMAN; ELEY, 2006). Preiser (1995) distingue as APOs em três níveis diferentes de acordo com o tempo, recursos e pessoas utilizados no seu desenvolvimento:

- APO indicativa: são as que utilizam menos tempo e recursos sendo desenvolvidas por meio de entrevistas estruturadas com pessoal-chave, grupos focais com usuários finais e inspeções;

- APO investigativa: utilizam entrevistas e questionários de pesquisa, além de gravações fotográficas, ou de vídeo, e medições físicas, para adicionar mais profundidade à análise;
- APO diagnóstica: são as que utilizam mais recursos e tempo podendo demorar meses ou anos; requerem técnicas altamente sofisticadas de coleta e análise de dados focadas em uma ampla gama de aspectos de avaliação de desempenho.

O presente estudo visa identificar estudos recentes que desenvolvam algum tipo de APO examinando como a atividade é desenvolvida. Com isso será identificado se este tipo de avaliação é uma prática vigente no setor da construção, se os profissionais da construção estão presentes neste processo, além do estudo de fatores intrínsecos ao desenvolvimento de uma APO.

2 Método

O método utilizado para o desenvolvimento do presente artigo foi a revisão sistemática de literatura (RSL) que pode ser utilizada a fim de:

“(...) mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados de estudos primários relevantes acerca de uma questão ou tópico de pesquisa específico, bem como identificar lacunas a serem preenchidas, resultando em um relatório coerente ou em uma síntese.” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p.142).

Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), a primeira etapa para uma RSL é a definição dos termos de busca. No presente estudo definiu-se os termos de busca para a obtenção de resultados convenientes ao objetivo determinado. A pesquisa foi feita em quatro bases de dados eletrônicas diferentes e foi limitada a artigos em inglês e português publicados de 2013 a 2017. Além disso, a busca foi restringida a localização do termo de busca no título destes documentos. A TABELA 1 mostra as bases de dados utilizadas e os respectivos termos de busca. Pode-se observar que foi utilizado o operador booleano “OR” para assegurar a busca das palavras chaves escritas de duas formas distintas.

TABELA 1: Termos de buscas; bases de dados eletrônicas utilizadas e respectivos resultados encontrados.

TERMO DE BUSCA	FONTE	RESULTADOS
<i>"post occupancy evaluation" OR "post-occupancy evaluation"</i>	Google Acadêmico	204
	Science Direct	19
	Periódicos CAPES	33
	Scopus	77

FONTE: As autoras (2018).

A partir destes resultados, foram eliminados os documentos que não estivessem de acordo com os critérios previamente determinados assim como artigos repetidos. Além disso, foram identificados, por meio do título do documento, aqueles que o assunto não estava relacionado com o objetivo deste estudo. Estas análises resultaram na localização de 108 artigos.

Em seguida foram lidos os resumos dos artigos remanescentes avaliando se estes realmente se enquadravam na pesquisa. Nessa fase foram eliminados artigos que não desenvolveram uma APO sobre questões relacionadas com edificações e artigos escritos em outras línguas que não haviam sido identificados para a exclusão prévia. Deste processo resultaram 77 artigos a serem estudados por completo. A análise dos textos completos resultou na identificação de 52 artigos nos quais foram desenvolvidas Avaliações Pós-Ocupação em edificações e que poderiam ter seus dados extraídos para a construção da presente pesquisa.

Também foi utilizado o procedimento *backward*, no qual são consultadas as referências dos estudos já selecionados (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). Esta busca priorizou a localização de artigos com os mesmos requisitos já especificados a fim de preencher alguma lacuna da pesquisa. O procedimento *backward* contribuiu para a inclusão de mais três artigos na RSL. Além disso, uma busca não exaustiva pelas referências resultou na localização de documentos anteriores a data especificada, porém relevantes para a construção do referencial teórico.

Como resultado foram identificados 55 artigos em que foram desenvolvidas APOs em algum tipo de edificação, como pode ser observado na TABELA 2. Para a extração dos dados destes documentos foi utilizado o método 5W1H, a ferramenta de qualidade que permite a rápida identificação de elementos intrínsecos de um projeto, aonde para cada um dos estudos foram feitas perguntas, conforme mostra a TABELA 3.

TABELA 2: Artigos incluídos na RSL ordenados por ano e ordem alfabética com suas respectivas identificações.

FONTE	IDENTIFICAÇÃO	FONTE	IDENTIFICAÇÃO
Agha-hossein et al. (2013)	1	Mundo-Hernández, Valerdi-Nochebuena e Sosa-Oliver (2015)	29
Al-saffar e Taleb (2013)	2	Shannon e Sinnott (2015)	30
Altan, Refaae e Mohelnikova (2013)	3	Wheeler e Malekzadeh (2015)	31
Brown e Gorgolewski (2013)	4	Abdou e Dghaimat (2016)	32
Dalton, Kuliga e Hölscher (2013)	5	Agyekum, Ayarkwa e Amoah (2016)	33
Emuze, Mashili e Botha (2013)	6	Ahmadi, Saiki e Ellis (2016)	34
Gou e Lau (2013)	7	Brown (2016)	35
Guerin et al. (2013)	8	Candido et al. (2016)	36
Hassett (2013)	9	Carlos, Martins e Vieira (2016)	37
Hirning et al. (2013)	10	Hassanain, Mathar e Aker (2016)	38
Ibem et al. (2013)	11	Iqbal, Afshari e Bergsøe (2016)	39
Khamidi, Ismail e Zahari (2013)	12	Jones, Goodhew e De Wilde (2016)	40
Kinnane e Dyer (2013)	13	Lawrence e Keime (2016)	41
Lai (2013)	14	Manahasa e Özsoy (2016)	42

Ng e Akasah (2013)	15	Ning e Chen (2016)	43
Oladiran (2013)	16	Olagunju e Zubairu (2016)	44
Olatunji (2013)	17	Pretlove e Kade (2016)	45
Chiu et al. (2014)	18	Sanni-Anibire e Hassanain (2016)	46
Deuble e De Dear (2014)	19	Sanni-Anibire, Hassanain e Al-Hammad (2016b)	47
Kishnani et al. (2014)	20	Shehata e Elzawahry (2016)	48
Nwankwo, Diogu e Nwankwo (2014)	21	Strelets et al. (2016)	49
Woo (2014)	22	Tierney e Tennant (2016)	50
Alborz e Berardi (2015)	23	Wongbumru e Dewancker (2016)	51
Almeida et al. (2015)	24	Besen, Leardini e Boarin (2017)	52
Bonde e Ramirez (2015)	25	Moreira e Silva (2017)	53
Filippín, Larsen e Marek (2015)	26	Silva et al. (2017)	54
Ibem, Aduwo e Ayo-Vaughan (2015)	27	Woo (2017)	55
Khair et al. (2015)	28		

FONTE: As autoras (2018).

TABELA 3: Análise 5W1H em uma APO.

WHO	Quem desenvolveu a APO?	Responsável
WHERE	Aonde foi feita a APO?	Local
WHEN	Qual foi o tempo gasto no desenvolvimento da APO?	Duração
WHAT	O que está sendo avaliado na APO?	Critérios
WHY	Porque este critério está sendo avaliado?	Objetivo
HOW	Como o critério está sendo avaliado?	Método

FONTE: As autoras (2018).

Dessa forma, o objetivo deste estudo é desenvolver uma revisão sistemática a fim de: identificar os responsáveis pela condução de uma APO; os tipos de edificações avaliados; o tempo utilizado no desenvolvimento de uma APO; os critérios avaliados; os objetivos finais das APO; além dos métodos escolhidos para avaliarem as construções prontas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa serão discutidos os dados extraídos dos documentos selecionados segundo a lógica 5W1H.

3.1 *WHO*: identificação do responsável por conduzir a APO

Durante a etapa de extração de dados foi feita a identificação do responsável pela condução da Avaliação Pós-Ocupação. Esse quesito foi o único que obteve uma resposta única com 100% das avaliações tendo sido desenvolvidas pelos pesquisadores autores dos estudos em questão. Essa resposta pode indicar um interesse por parte da academia no estudo da fase pós-ocupação das edificações. Outras hipóteses podem ser levantadas:

- A Avaliação Pós-Ocupação não está consolidada como uma parte do ciclo das edificações, não existindo a preocupação, ou tradição, por parte do mercado no seu desenvolvimento. Essa hipótese está de acordo com Bordass, Cohen e Field (2004) quando os autores relatam que poucos profissionais envolvidos na construção também fazem o monitoramento e a avaliação da performance pós-ocupação;
- Existe uma falta de interação entre o mercado e a academia constatado pela escassez de trabalhos que relatem APOs desenvolvidas por outros responsáveis.

3.2 *WHEN*: período utilizado para o desenvolvimento das APOs

Seguindo a extração de dados segundo o método 5W1H foram identificadas informações referentes ao tempo despendido na condução das avaliações. Essas informações não foram localizadas em todos os estudos. Além disso, os artigos que indicaram o período de tempo destinado a APO o fizeram de diferentes maneiras, sendo que vários autores informaram apenas o tempo gasto em uma de suas etapas, como em Gou e Lau (2013) que apesar de utilizar questionários e medições físicas, informa apenas o tempo dedicado ao segundo método. A TABELA 4 mostra o tempo gasto nas pesquisas que forneceram esse tipo de informação.

As informações encontradas referem-se principalmente ao tempo gasto para a etapa de aplicação de questionários e para a realização de medições em campo e leituras. O tempo despendido com os questionários variou de menos vinte dias a seis meses, sendo que também foram registradas durações de três meses e um mês.

As medições *in-loco* tiveram registros de tempo mais longos, posto que um grupo de estudos registrou durações de um ano, como Deuble e De Dear (2014), Pretlove e Kade (2015) e Filippín, Larsen e Marek (2015) que mediram temperaturas e umidade relativa. Já Agha-hosseini et al. (2013), Lawrence e Keime (2016), Tierney e Tennant (2016), Hassett (2013) coletaram ou tiveram acesso a um ano de dados de consumo de eletricidade e em alguns casos também gás. Outros autores destinaram um período de 2 a 3 meses na obtenção de dados físicos.

TABELA 4: Métodos utilizados e seus respectivos tempos e identificações.

MÉTODO	WHEN	
	TEMPO	IDENTIFICAÇÃO
Dados físicos: medições físicas (<i>in situ</i>), monitoramento, leitura de consumo	2 - 3 meses	3; 7; 13; 22; 40
	1ano	1; 19; 26; 41; 45; 50
Questionário	5 dias	29
	10 - 20 dias	1; 25

	1 mês	41; 43
	2 - 3 meses	11; 13; 27; 39; 54
	6 meses	35
Entrevista	6 meses	18

FONTE: As autoras (2018).

No geral, as pesquisas não apresentam claramente o tempo utilizado para a realização das APOs. Apesar das informações não estarem presentes em todos os estudos pode-se afirmar que:

- O tempo necessário para a execução de uma APO depende dos métodos que serão utilizados na avaliação;
- O tempo necessário para a execução de uma APO pode depender do objetivo do estudo, com a avaliação de uma condição específica, como a temperatura em uma determinada estação, por exemplo.

3.3 *WHERE*: identificação do local aonde foram feitas as APOs

O desenvolvimento de uma Avaliação Pós-Ocupação pode ser feito em qualquer edificação, independentemente do objetivo para qual a construção foi proposta. No presente estudo foram identificados seis tipos de edificação diferentes que foram objeto das APOs, são elas: edificações residenciais, edificações universitárias, escritórios, escolas, edifícios públicos e edificação hospitalar.

As edificações universitárias foram as que apresentaram um maior volume de estudos encontrados, representando mais de 36% do total das pesquisas. Dentro deste grupo 45% investigavam prédios dormitórios, moradias e acomodações nas universidades.

Logo em seguida, com mais de 34% do total das pesquisas, vieram as APOs desenvolvidas em edificações residenciais. O terceiro posto foi ocupado pelas avaliações de escritórios, tipo de edificação que foi investigado em 20% dos casos. Outros 9% englobam as APOs em escolas, edifícios públicos e hospitalar.

Dentre estas edificações ainda foram identificadas aquelas que possuíam algum selo de sustentabilidade ou faziam parte de algum programa que visa a sustentabilidade nas edificações, como por exemplo: *Retrofit for the Future (RftF) programme* (CHIU et al., 2014); *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)* (AL-SAFFAR; TALEB, 2013; BROWN; GORGOLEWSKI, 2013; GUERIN et al., 2013; ALBORZ; BERARDI, 2015; BONDE; RAMIREZ, 2015; BROWN, 2016); *Code for Sustainable Homes* (PRETLOVE; KADE, 2015; JONES; GOODHEW; DE WILDE, 2016); *Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)* (TIERNEY; TENNANT, 2016); *Green Star* (HIRNING et al., 2013); *Green Mark-Rated* (KISHNANI et al., 2014); *Malaysian Green Building Index (GBI)* (NG; AKASAH, 2013); *Korean Green Building Certification System (GBCS)* (WOO, 2014).

No geral 29% das APOs foram feitas em edifícios sustentáveis divididas entre os edifícios residenciais, universitários e escritórios. Cerca de 55% dos escritórios avaliados

possuíam algum tipo de certificação de sustentabilidade. A TABELA 5 mostra as categorias das edificações e as respectivas pesquisas que integraram cada grupo, além dos artigos que faziam alguma APO em edificações sustentáveis.

TABELA 5: Tipos de edificação com as respectivas identificações dos artigos.

TIPO DE EDIFICAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO	SUSTENTÁVEIS
Edificações residências	4; 11; 18; 21; 24; 27; 28; 30; 35; 37; 39; 40; 45; 48; 51; 52; 53; 54; 55.	4; 18; 30; 35; 40; 45.
Edificações universitárias (acomodações*)	3*; 12; 14*; 16*; 17; 19; 23*; 25*; 29; 33*; 34; 38; 41; 42; 43*; 44*; 46*; 47*; 49; 50.	3; 23; 25; 50.
Escritório	1; 2; 6; 7; 8; 10; 15; 20; 22; 26; 36.	2; 8; 10; 15; 20; 22.
Escola	31; 32.	-
Edifício público	5;13.	-
Hospitais	9.	-

FONTE: As autoras (2018).

3.4 *WHAT* e *WHY*: identificação dos critérios avaliados nas pesquisas e seus respectivos objetivos.

Uma Avaliação Pós-Ocupação pode ser desenvolvida a fim de avaliar diversas características de uma edificação pronta. A escolha destas características, ou critérios, pode variar de acordo com o tipo de edificação e objetivo da pesquisa proposta. Uma mesma edificação pode ser investigada sob vários aspectos, como quanto ao seu comportamento térmico, qualidade dos materiais empregados e satisfação dos usuários. No presente item foram identificados os critérios utilizados nos estudos incluídos nesta RSL a fim de explorar quais são as características de uma edificação usualmente investigadas em uma APO. Com isso objetiva-se também explorar quais foram as motivações dos pesquisadores ao escolher um determinado item para avaliar a edificação. Cada critério pode ter sido avaliado tanto qualitativamente, com a aplicação de métodos qualitativos (questionários, entrevistas) que mensurem a percepção e satisfação do usuário quanto ao assunto, como quantitativamente com medições em campo aonde possível.

Em resumo, pretende-se responder as seguintes perguntas:

- Quais foram os itens avaliados nas APOs?
- Por que estes itens foram avaliados?

a) Conforto térmico

O primeiro grupo identificado foi o de critérios que objetivaram estudar o conforto térmico das edificações. Esse grupo é composto por quatro critérios sendo eles: avaliação da temperatura interna e do conforto térmico, item que englobou o estudo da percepção

dos ocupantes quanto a temperatura interna da edificação e também sua medição; avaliação da temperatura no verão; avaliação da temperatura no inverno; e circulação do ar (ventilação).

A TABELA 6 mostra quais artigos estudaram os critérios relacionados com o conforto térmico das edificações e também o percentual de publicações que incluíram aquele critério no estudo em questão. Como pode ser visto na tabela, o item indoor temperatura interna e conforto térmico foi o mais avaliado do grupo, tendo aparecido em 69,09% das pesquisas.

TABELA 6: Conforto térmico

MÉTODO	Questionário	Medições, monitoramento, leitura	Vistoria, observação, <i>walkthrough</i>	Entrevista	Grupo focal	Outros	%
CRITÉRIO	CONFORTO TÉRMICO						
Temperatura interna e conforto térmico	6; 8; 11; 12; 13; 15; 16; 19; 20; 22; 24; 25; 27; 28; 34; 38; 39; 41; 42; 43; 46; 47; 49; 54; 55.	3; 7; 12; 13; 18; 19; 20; 22; 23; 26; 30; 36; 40; 41; 45; 47; 49; 52; 54.	9; 38; 42.	9; 16; 17; 18; 30; 42; 45; 52.	16; 29; 38.	-	69,09
Temperatura no verão	1; 2; 6; 7; 9; 19; 36; 37; 39; 41; 47; 55.	19; 26; 36; 40; 45; 52.	-	18; 52.	-	-	30,91
Temperatura no inverno	1; 2; 6; 7; 9; 19; 36; 37; 39; 41; 47; 55.	19; 26; 36; 45; 52.	-	18; 52.	-	-	29,09
Circulação do ar (ventilação)	2; 6; 8; 12; 15; 16; 17; 19; 27; 28; 29; 33; 34; 36; 38; 39; 42; 47; 49; 51; 54.	12; 19; 22; 36.	31; 42.	9; 16; 31; 42; 45.	16; 29	-	47,27

FONTE: As autoras (2018).

b) Controle pessoal térmico

Ainda sobre questões térmicas da edificação, outros três critérios pretendiam avaliar a capacidade do usuário em controlar a temperatura ao seu redor. Este grupo incluiu o controle pessoal de aquecimento, de resfriamento e de ventilação, como pode ser observado na TABELA 7. Destaca-se que mais de 50% das pesquisas compreendeu o controle pessoal de ventilação.

TABELA 7: Controle pessoal térmico

MÉTODO	Questionário	Medições, monitoramento, leitura	Vistoria, observação, <i>walkthrough</i>	Entrevista	Grupo focal	Outros	%
CRITÉRIO	CONTROLE PESSOAL - TÉRMICO						
Controle pessoal de aquecimento	1; 4; 8; 9; 15; 17; 23; 25; 35; 36; 37; 41; 42; 46; 47; 48; 55.	-	29; 31; 42.	18; 31; 42; 45.	-	32	40,00
Controle pessoal de resfriamento	1; 4; 8; 9; 12; 15; 23; 25; 35; 36; 37; 41; 46; 48; 55.	-	29; 31.	31	-	32	32,73
Controle pessoal de ventilação	1; 2; 4; 6; 8; 9; 12; 15; 23; 25; 35; 36; 37; 39; 41; 43; 44; 46; 48; 54; 55.	-	22; 29; 31; 44.	9; 18; 31.	-	32	50,91

FONTE: As autoras (2018).

c) Qualidade do ar interno

As avaliações também examinaram a qualidade do ar no ambiente interno das edificações (TABELA 8). Dos critérios identificados, os que possuem essa finalidade são: avaliação do frescor do ar; umidade do ar; percepção da qualidade do ar; concentração de CO₂; e percepção de odores. O item mais frequente nas publicações foi a umidade, presente em mais de 45% destas.

TABELA 8: Qualidade do ar interno

MÉTODO	Questionário	Medições, monitoramento, leitura	Vistoria, observação, <i>walkthrough</i>	Entrevista	Grupo focal	Outros	%
CRITÉRIO	QUALIDADE DO AR INTERNA (IAQ)						
Umidade	6; 8; 12; 21; 22; 24; 25; 28; 36; 37; 39; 47; 49; 54; 55.	3; 7; 12; 19; 22; 23; 26; 36; 41; 45; 47; 52; 54.	-	30; 52.	-	-	45,45
Frescor do ar	6; 12; 22; 28; 36; 47.	36	-	-	-	-	10,91
Qualidade do ar	1; 2; 4; 6; 8; 9; 11; 17; 25; 26; 28; 30; 38; 40; 44; 46; 47; 49; 51; 54.	19; 36.	-	30	38	32	41,82
Concentração de CO ₂	22; 54.	1; 12; 22; 36; 50; 52; 54.	31	31	-	-	14,55

Conforto acústico	1; 2; 4; 6; 8; 9; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 19; 21; 22; 24; 28; 34; 35; 36; 38; 41; 42; 43; 46; 47; 49; 51; 54; 55.	12; 22; 36.	42	16; 17; 18; 23; 30; 42.	16; 29; 38.	5; 32.	65,45
Controle pessoal acústico	1; 8; 9; 35; 47; 55.	-	-	-	-	-	10,91

FONTE: As autoras (2018).

e) Conforto espacial

Já os itens conforto espacial, *layout*, conforto de mobiliário, satisfação com o tamanho dos cômodos, estética da edificação e privacidade estiveram presentes em pesquisas que objetivaram avaliar a satisfação do usuário com o ambiente físico (TABELA 10). Neste grupo ainda estão os itens limpeza e manutenção, características que podem contribuir para o conforto espacial da construção. Dentro da avaliação do conforto espacial a estética da edificação foi a característica mais avaliada nas APOs tendo sido analisada em cerca de 38% de todos os estudos.

TABELA 10: Conforto espacial

MÉTODO	Questionário	Medições, monitoramento, leitura	Vistoria, observação, <i>walkthrough</i>	Entrevista	Grupo focal	Outros	%
CRITÉRIO	CONFORTO ESPACIAL						
Conforto espacial	1; 6; 8; 11; 16; 17; 34; 38; 43; 44.	-	9; 32.	16; 9.	16; 47.	-	23,64
<i>Layout</i>	1; 33; 34; 35; 38; 43; 46; 47; 48; 53; 55.	-	28; 32.	34	29; 38.	5; 53.	25,45
Conforto de mobiliário	8; 15; 16; 17; 33; 36; 38; 43; 44; 46; 47; 48; 49; 53.	-	-	16; 17.	16; 29.	53	27,27
Tamanho dos cômodos	9; 11; 28; 42; 43; 45; 46; 47; 48; 51; 53.	-	32; 42.	9; 34; 42.	47	53	23,64
Limpeza	14; 16; 17; 28; 33; 34; 36; 42; 43; 48; 51; 54.	-	24; 42.	16; 17; 42.	16	-	23,64
Manutenção	28; 33; 36; 42; 43; 44; 47; 49; 51.	-	24; 32; 42; 44.	16; 23; 42.	16; 29.	-	25,45
Estética da edificação	8; 9; 11; 21; 28; 33; 34; 35; 36; 38; 42; 43; 46; 47; 49; 51; 55.	-	31; 32; 38; 42.	31; 34; 42.	29; 38.	5	38,18
Privacidade	1; 2; 8; 11; 25; 27; 28; 33; 36; 43; 44; 46; 47; 48.	-	-	-	47	-	25,45

FONTE: As autoras (2018).

f) Conexão com o ambiente externo

Um grupo de critérios pretendeu avaliar a conexão da edificação com o ambiente externo o qual abrangeu os critérios que relacionam o ambiente externo com o ser humano e a edificação, sendo eles: avaliação da vista externa, acesso a luz solar, conexão com o exterior, localização da construção e acesso a modais de transporte (TABELA 11). Com isso avaliou-se a satisfação territorial da edificação. Destaca-se que o acesso a luz solar foi avaliado em mais de 45% dos artigos analisados, critério que pode estar ligado também com o conforto visual de iluminação da edificação. Quanto ao acesso aos modais de transporte, a maioria das publicações avaliou o acesso ao transporte público. Apesar disso, Moreira e Silva (2017) avaliaram o acesso tanto ao transporte público como privado e Bonde e Ramirez (2015) avaliaram o uso de bicicletas.

TABELA 11: Conexão com o ambiente externo

MÉTODO	Questionário	Medições, monitoramento, leitura	Vistoria, observação, <i>walkthrough</i>	Entrevista	Grupo focal	Outros	%
CRITÉRIO	CONEXÃO COM O AMBIENTE EXTERNO						
Vista externa	1; 8; 10; 36; 43.	-	-	-	-	-	9,09
Acesso a luz solar	1; 6; 8; 10; 11; 12; 15; 16; 17; 22; 24; 25; 27; 28; 35; 36; 37; 38; 41; 42; 47; 49; 51; 55.	-	31; 42.	16; 31; 42.	16	-	45,5
Conexão com o exterior	16; 22; 25; 27; 28; 36; 38; 43; 46; 47; 48; 53.	-	31; 53.	16; 31.	16; 29; 38.	-	25,5
Localização	11; 22; 24; 28; 38 42; 43; 46; 47; 51; 53; 55.	-	42; 53.	42		-	21,8
Acesso a modais de transporte	6; 28; 43; 46; 53; 55.	-	53	-		-	10,9

FONTE: As autoras (2018).

g) Satisfação geral do ocupante

As pesquisas também incluíram critérios de avaliação quanto a satisfação geral do ocupante (TABELA 12). Esse grupo é composto pelos critérios: conforto geral e bem estar do ocupante; produtividade e desempenho do usuário na edificação e impactos na saúde do usuário causados pela edificação. O critério conforto geral e bem-estar esteve presente em cerca de 25% das pesquisas e foi o critério mais frequente deste grupo.

TABELA 12: Satisfação geral do ocupante

MÉTODO	Questionário	Medições, monitoramento, leitura	Vistoria, observação, <i>walkthrough</i>	Entrevista	Grupo focal	Outros	%
--------	--------------	--	--	------------	----------------	--------	---

CRITÉRIO	SATISFAÇÃO DO OCUPANTE				
Bem-estar	1; 6; 16; 17; 19; 21; 34; 36; 43; 44; 55.	9; 16.	16; 38.	5	25,45
Produtividade e desempenho	1; 2; 6; 12; 19; 20; 34; 36; 41; 43.	17			20,00
Saúde	1; 9; 20; 22; 36; 47; 54.	12; 52.			16,36

FONTE: As autoras (2018).

h) Outros

Outros critérios foram avaliados dos quais destacam-se o consumo de energia, sendo elétrica ou gás, avaliado em cerca de 35% das pesquisas, e a segurança, critério que avaliou a percepção e satisfação com a segurança e foi localizado em mais de 27% das pesquisas (TABELA 13).

TABELA 13: Outros

MÉTODO	Questionário	Medições, monitoramento, leitura	Vistoria, observação, <i>walkthrough</i>	Entrevista	Grupo focal	Outros	%
CRITÉRIO	OUTROS						
Consumo de energia (elétrica ou gás)	11; 33; 35; 44; 46; 49; 55.	1; 9; 13; 18; 20; 23; 26; 30; 31; 41; 45; 49; 50; 52.	44	30; 45.			34,55
Consumo de água	11; 16; 28; 33; 43; 44; 46; 55.	20; 23; 45.	22; 24; 31.	16; 31; 45.	16		23,64
Qualidade dos materiais	11; 28; 29; 30; 42; 51.		24; 42.	42			12,73
Segurança	11; 17; 21; 24; 28; 33; 34; 35; 42; 43; 47; 51.		24; 42; 53.	16; 17; 42.	16	35	27,27
Acessibilidade	21; 25; 33; 46; 51.		24; 31.	31	29	5	16,36
Lixo	1; 25; 28; 33; 51.						9,09
Proteção contra o fogo	16; 21; 28; 30; 44; 47.		24; 38.	16	16; 38.		12,73

FONTE: As autoras (2018).

Alguns critérios estiveram presentes em menor escala nas publicações: a proteção contra insetos e animais perigosos foi avaliada tanto em Ibem et al. (2013) como em Sanni-Anibire, Hassanain e Al-Hammad (2016b); a acessibilidade do ambiente (interno e externo) por meio de escadas e elevadores esteve presente em algumas pesquisas como Khair et al. (2015), Agyekum, Ayarkwa e Amoah (2016) e Bonde e Ramirez (2015); o tamanho e acessibilidade ao estacionamento também apareceu em algumas publicações

(EMUZE; MASHILI; BOTHA, 2013; OLATUNJI, 2013; AGYEKUM; AYARKWA; AMOAH, 2016; SANNNI-ANIBIRE; HASSANAIN; AL-HAMMAD, 2016b; WONGBUMRU; DEWANCKER, 2016).

Outro critério que foi identificado em menor escala fazia referência aos custos da edificação. Nesse contexto, Ibem et al. (2013) avaliaram a rentabilidade da construção, o que englobou o custo inicial e os custos de manutenção do edifício; Ibem, Aduwo e Ayo-Vaughan (2015) avaliaram a acessibilidade dos custos de aquisição e / ou aluguel de suas unidades de habitação; já Wongbumru e Dewancker (2016) questionaram sobre a satisfação quanto ao custo de manutenção do edifício.

3.5 HOW: identificação dos métodos utilizados nas APO

O presente estudo ainda identificou quais foram os métodos utilizados nas APOs. As técnicas utilizadas podem ser observadas na TABELA 14, que apresenta também o percentual de estudos que adotou essa técnica na avaliação dos critérios da edificação.

TABELA 14: Métodos de avaliação identificados e respectivas porcentagens (valores percentuais com relação ao total das pesquisas).

		HOW	
FERRAMENTA	IDENTIFICAÇÃO	PORCENTAGEM	
		PARCIAL	TOTAL
Questionário	Geral	1; 2; 6; 8; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 27; 28; 29; 33; 34; 37; 38; 39; 41; 42; 43; 44; 46; 47; 48; 51; 53; 54.	65,45%
	BUS	4; 7; 9; 19; 35; 55.	10,91%
	Aqui-e-agora	19; 36; 41.	5,45%
	OLS	49	1,82%
	Medições, monitoramento e leituras.	1; 3; 7; 9; 10; 12; 13; 18; 19; 20; 22; 23; 26; 30; 31; 36; 40; 41; 45; 47; 49; 50; 52; 54.	-
Entrevista	Geral	9; 12; 17; 23; 31; 42; 45.	12,73%
	Estruturada	52	1,82%
	Semi-estruturada	9; 16; 18; 30.	7,27%
	Informal	9; 23; 34.	5,45%
Walkthrough, vistorias e observação		9; 22; 24; 29; 31; 32; 38; 42; 44; 53.	-
Grupo focal		16; 29; 38; 47.	-

FONTE: As autoras (2018).

A aplicação de questionários foi a ferramenta de avaliação mais utilizada nas APOs, tendo auxiliado nas Avaliações Pós-Ocupação de 80% das edificações investigadas. Dos questionários aplicados cerca de 80% foram questionários desenvolvidos pelos próprios pesquisadores; cerca de 11% das pesquisas utilizaram o questionário do tipo *Building Use Studies* (BUS), questionário desenvolvido no Reino-Unido que permite comparar os resultados entre avaliações que seguem a metodologia; e mais de 5% aplicaram questionários do tipo aqui-e-agora, que mede as percepções na hora do preenchimento do questionário. Também foi identificada uma pesquisa que utilizou o questionário *Overall Liking Score* (OLS), que estuda sobre o ambiente de trabalho (GOÇER; HUA; GOÇER, 2015). Algumas pesquisas fizeram uso de mais de um formato de questionário.

As medições físicas, monitoramento e leituras estiveram presentes em mais de 43% das pesquisas, sendo a segunda técnica mais frequente. Perto de 22% das APOs incluíram em seu desenvolvimento algum tipo de entrevista podendo essas terem sido feitas tanto com os residentes ou usuários da edificação quanto com engenheiros, arquitetos, etc., envolvidos na construção. As entrevistas estruturadas e semiestruturadas também contam com algum tipo de questionário, porém a condução do método é feita por intermédio do pesquisador. Foram utilizados também as vistorias, observações em campo e *walkthroughs* em 18% das APOs. Em menor representatividade foi identificado o uso da técnica do grupo focal, em um pouco mais de 7% das pesquisas.

Outras técnicas, como correlações matemáticas entre critérios (KINNANE; DYER, 2013) e uso de *reviews* em sites da internet (DALTON; KULIGA; HÖLSCHER, 2013) foram identificadas em casos isolados. Alguns estudos ainda optaram por analisar documentos da edificação, como seus projetos e manuais (ABDOU; AL DGHAIMAT, 2016; MOREIRA; SILVA, 2017). Por fim, mais de 54% das pesquisas optaram por utilizar mais de um método em suas APOs. Cerca de 31% e 20% dos artigos utilizaram duas e três ferramentas, respectivamente.

4 CONCLUSÃO

Foi identificado um número considerável de Avaliações Pós-Ocupação registradas por meio de artigos publicados de 2013 até 2017. As avaliações foram desenvolvidas principalmente em edifícios universitários, residenciais e escritórios. Isso pode mostrar que a APO está presente no ciclo de diferentes tipos de edifícios. Apesar disso, foram encontradas apenas duas pesquisas que indicavam avaliar construções públicas.

Todas as APOs foram desenvolvidas por pesquisadores do meio acadêmico, o que pode não estar refletindo a real situação do entendimento do mercado da construção quanto a este tipo de avaliação. Nesse contexto, a constatação feita por Zimmerman e Martin (2001) de que é provável que muitos clientes, membros da equipe de design e usuários de construção não tenham ouvido falar da APO, pode continuar sendo válida.

Ademais, foi observado que 29% das edificações estudadas possuíam algum selo de sustentabilidade. Isto pode ser justificado pois: a condução de uma APO pode contribuir para uma maior sustentabilidade das edificações quando evita que erros sejam repetidos, além de que a APO pode ser desenvolvida a fim de examinar se uma edificação dita sustentável está realmente apresentando algum diferencial em características como redução de consumo de água e energia.

Quanto aos critérios avaliados, verificou-se que os itens mais avaliados foram: a iluminação, presente em quase 73% das pesquisas; a avaliação da temperatura interna e do conforto térmico, presente em 69% dos estudos; conforto acústico, presente em mais de 65% dos estudos. Dividindo os critérios pelos três principais tipos de edificações avaliados (universitárias, residenciais e escritórios) foi possível perceber que os três critérios mais frequentes globalmente continuam sendo os três critérios mais avaliados independentemente do tipo de edificação. No caso das edificações residenciais e escritórios os critérios iluminação e temperatura interna e conforto térmico apareceram

no mesmo número de pesquisas. Destaca-se que as edificações que avaliaram o conforto espacial eram principalmente universitárias.

Quanto aos métodos utilizados para avaliar os critérios, destaca-se que 80% das pesquisas optou pela aplicação de questionários e que algum tipo de medição física foi feito em quase 44% dos estudos. A diferença entre a frequência do uso de questionários e medições físicas pode ser justificada pelas próprias características dos critérios, uma vez que alguns itens fossem mais quantitativos, já outros pudessem ser tanto avaliados por sua percepção quanto mensurados qualitativamente.

Além disso, em mais de metade das pesquisas foram utilizados múltiplos métodos no desenvolvimento das APOs. Essas informações mostram que os pesquisadores buscam desenvolver estudos confiáveis e que examinem tanto a parte humana e qualitativa das edificações, como as características reais e quantitativas, resultando em uma APO sócio técnica. Para Bordass, Leaman e Eley (2006), a adoção de múltiplos métodos, qualitativos e quantitativos, na condução de uma APO pode contribuir para um resultado mais próximo da realidade. Ademais, foi observado que o tempo necessário para a execução de uma APO depende dos métodos usados na avaliação e pode depender também do objetivo do estudo.

Apesar de mais de metade das pesquisas terem utilizados múltiplos métodos no desenvolvimento das APOs globalmente, analisando esses dados quanto ao tipo de edificação encontra-se um cenário um pouco diferente: pode ser observado que 65% das pesquisas desenvolvidas em edifícios universitários utilizaram mais de um método de avaliação; já nas edificações residenciais, cerca de 63% das edificações utilizaram apenas uma forma de avaliação, sendo na quase totalidade dos casos questionários.

Referente a data das publicações, o ano de 2016 se sobressaiu tendo o maior número de artigos publicados, mais de 36% do total. O tipo de edificação mais estudada nesse ano foram os escritórios. O número de publicações por ano não indicou uma relação de aumento contínuo. O segundo ano no qual mais publicações foram feitas foi o de 2013 com cerca de 31% do total. Nesse ano o tipo de edificação mais estudada foram as universitárias.

Por fim, foram detectados múltiplos critérios a serem avaliados em uma edificação pronta e métodos de como conduzir a pesquisa, entre outras características. Pode-se chegar à conclusão de que na elaboração de APOs não existe resposta única ou solução ótima, ou seja, uma APO do tipo *one-size-fits-all* pode não ser adequada ou possível (LEAMAN; BORDASS, 2007).

REFERÊNCIAS- retiradas.

APÊNDICE 5- QUESTIONÁRIO UTILIZADO NO IV SIMPÓSIO DE MADEIRA E CONSTRUÇÃO

Esta pesquisa faz parte de um projeto doutorado e de mestrado que está sendo desenvolvida no programa de Pós Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Os dados serão utilizados exclusivamente para pesquisa acadêmica. Agradecemos desde já sua participação.

PERFIL DO ENTREVISTADO

Responda as questões a seguir de acordo com sua experiência acadêmica e profissional

1.

Nível escolar (marcar apenas uma opção)

- ☐ Técnico
- ☐ Graduação incompleta
- ☐ Graduação completa
- ☐ Especialização incompleta
- ☐ Especialização completa
- ☐ Mestrado incompleto
- ☐ Mestrado completo
- ☐ Doutorado incompleto
- ☐ Doutorado completo
- ☐ Outros : (Especificar)_____
- ☐ Nenhuma
- ☐ Pesquisador menos de um ano
- ☐ Pesquisador menos de três anos
- ☐ Pesquisador mais de três anos
- ☐ Profissional de empresa menos de um ano
- ☐ Profissional de empresa menos de três anos
- ☐ Profissional de empresa mais de três anos
- ☐ Outros : (Especificar)_____

2. **Atuação profissional (pode marcar mais de uma opção)**

- ☐ Construção em madeira
- ☐ Painéis em madeira
- ☐ Papel e celulose
- ☐ Pisos e laminados
- ☐ Móveis
- ☐ Outros : (Especificar)_____

3. **Você conhece o sistema construtivo leve em madeira ou também chamado de wood frame?**

- ☐ Sim
- ☐ Não

3.1 **Se sim, qual é seu conhecimento com o sistema construtivo?**

- ☐ Superficial, apenas de ouvir falar e ler algumas informações nos meios de comunicação.
- ☐ Intermediário, me interesse pelo tema e já tive contato com o sistema por meio de artigos, imagens e vídeos.
- ☐ Elevado, gosto do tema e trabalho como pesquisador ou dentro de uma empresa.

3.2 **Ainda se sim, qual é sua atuação com o sistema construtivo?**

QUESTIONÁRIO

4. A partir do seu conhecimento na área de sistemas construtivos utilizando como base estruturas leves em madeira, atribua de acordo com sua opinião, pesos para cada uma dos critérios. Busque responder: Para avaliação do desempenho de uma edificação em wood frame, quais critérios são importantes e devem ser considerados para análise? Nas páginas 3 e 4 os critérios com os respectivos subcritérios.

Critérios	Escala					
	Não se aplica	Pouco Importante		Importante		Muito importante
	0	1	2	3	4	5
Conforto térmico						
Conforto acústico						
Conforto visual						
Qualidade do ar interno						
Proteção e segurança						
Controle espacial						
Satisfação dos ocupantes						
Controle estrutural/durabilidade						
Manutenção						
Instalações elétricas						
Instalações hidráulicas/sanitárias						
Instalações de telecomunicações						
Organização dos ambientes						
Vedações						
Gestão de resíduos						
Eficiência Energética						
Custos						
Aparência física						
Paisagismo						
Mapeamento das ações por meio de processos						
Treinamento usuários						
Gerenciamento das instalações pelos usuários						
Outros critérios? Se sim, por favor liste e atribua pesos						

Obs: Todos os critérios devem ser pontuados APENAS uma vez. Os pesos podem ser repetidos.

APÊNDICE 6-RODADAS DELPHI

1ª Rodada Delphi

Boa tarde,

Gostaria primeiramente de agradecer a todos por aceitarem participar da pesquisa. Saliento que a pesquisa é de cunho acadêmico, e que tanto a identidade dos especialistas como a das instituições que cada um de vocês trabalha será preservada. A proposta é unicamente para o desenvolvimento de um método de avaliação de edificações em wood frame, trabalho que está sendo realizado por duas pesquisadoras da UFPR (Nicolle e Drielle).

Nesta primeira rodada vocês precisam validar os critérios identificados na literatura, marcando com o X a sua opção, conforme é apresentado na anexo (1ª rodada delphi). Em seguida, devem me reenviar a resposta em word até 27/10 (sexta-feira). É muito importante que vocês possam nos enviar as respostas até o dia combinado para conseguirmos dar sequência as atividades.

Qualquer dúvida ao longo desta atividade pode ser retirada via e-mail, ou se preferirem podem me telefonar (41) 9 9958-8665.

Mais uma vez agradeço a atenção de todos.

1ª Rodada Delphi

Esta pesquisa tem como objetivo gerar um método para avaliação do desempenho de edificações em Light wood Frame. Por este motivo é necessário estabelecer critérios que devem ser analisados e mensurados durante avaliação pós-ocupacional. Por meio de uma pesquisa na literatura foram identificados 77 sub-critérios para avaliar o desempenho de edificações de forma geral. Baseado nestas informações e na sua experiência, responda a seguinte pergunta:

Quais destes critérios o (a) senhor (a) consideram relevantes e que devem ser utilizados para avaliar o desempenho de uma edificação específica em Light Wood Frame? Marque com um X a sua preferência.

Critérios	Subcritérios	Devem ser utilizados	Não devem ser utilizados
Conforto térmico	Temperatura interna do ambiente		
	Variação térmica da temperatura (4 estações/inverno-verão)		
Conforto acústico	Ruído entre os ambientes internos		
	Ruído externo (bairro, vizinhos)		
	Controle pessoal dos ruídos		
Conforto visual	Iluminação natural		
	Iluminação artificial		
Qualidade do ar interno	Qualidade do ar interno na edificação		
	"Ambiente arejado"/Circulação do ar		
	Percepção e eliminação de odores		
	Concentração de CO2		
	Temperatura do ar		
	Umidade do ar		
	Frescor do ar		
Proteção e segurança	Fogo		
	Animais perigosos/insetos		
	Raios		
	Segurança dos moradores		
	Acidentes em geral		
Controle espacial	Sinalização do ambiente interno e externo		

	Layout e Tamanho dos cômodos (espaço interno)		
	Tamanho e acessibilidade ao estacionamento		
	Localização do empreendimento (Acesso de hospital, escolas, etc...)		
	Acessibilidade a pessoas especiais		
	Acessibilidade do ambiente (interno e externo)- escadas, elevadores		
	Acesso a transporte público		
	Acesso a transporte alternativo		
Satisfação dos moradores	Espaço ao ar livre (descanso)/ Ambiente de lazer (crianças)		
	Condição de saúde		
	Privacidade dos moradores		
	Sensação de "pertencimento ao ambiente" / satisfação do ambiente		
	Conforto, sensação de "bem estar"		
	Satisfação da vista externa		
	Envolvimento dos moradores com a vizinhança "comunidade ao redor"		
Controle estrutural/durabilidade	Produtividade e performance		
	Nível de segurança dos moradores		
Controle estrutural/durabilidade	Superfícies internas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)		
	Superfícies externas do empreendimento(rachaduras, fissuras, buracos, etc.)		
Manutenção	Preventiva das superfícies internas do empreendimento		
	Preventiva das superfícies externas do empreendimento		
Instalações elétricas	Consumo interno e externo de luz		
	Facilidade a acesso de tomadas e conectores		
	Limpeza e segurança das instalações elétricas internas e externas (monitoramento)		
Instalações sanitárias	Consumo interno e externo de água		
	Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos		
	Qualidade da água		
	Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas (monitoramento)		
Instalações de telecomunicações	Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações/Acesso a conectividade (telefone, internet- meios de comunicação)		
Organização do ambiente	Limpeza dos espaços internos e externos		
	Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas e térmicas- se houver)		
	Usabilidade/flexibilidade das instalações aos moradores		
Vedações	Estanqueidade de ar (vento)		
	Estanqueidade de umidade/água		
Gestão de resíduos	Coleta de lixo		
	Separação do lixo reciclado e orgânico		
Eficiência energética	Água- capacitação de chuva/controle, monitoramento, etc		
	Energia- capacitação (painéis solares, etc)		
	Lixo- controle e busca pela redução		
	Esgoto- tratamento adequado		
	Gases-Geração de CO2		
Custos	Investimentos		
	Manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)		
	Água, luz e gaz		
Aparência física	Satisfação dos moradores com o design da edificação		
	Projeto x real		
	Tipo de material usado na construção (qualidade)		
	Manutenção da aparência física da edificação		
Mapeamento das ações por meio de processos	Instalações elétricas, hidráulicas, mecânicas e térmicas		
	Plano de segurança		
	Plano ambiental (sustentabilidade)		
	Plano de manutenção		
Treinamento	Guia aos moradores		
Gerenciamento	Manutenção contínua feita dos moradores (3,6,9, 12 meses)		
	Programas de conscientização		
	Relação construtora x moradores		
Outros? Se sim descreva, por gentileza, ou se quiser inserir algum comentário.			

2ª Rodada Delphi

Bom dia,

Obrigada pelo retorno da primeira rodada Delphi.

Segue a segunda rodada com a resposta de cada especialista. Nesta etapa o objetivo é que todos conheçam a resposta apresentada por cada participante, e que mantenham ou modifiquem suas respostas.

Lembrem-se que o objetivo da atividade é gerar um consenso entre as respostas selecionando os critérios relevantes para AVALIAR O DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES EM LIGHT WOOD FRAME.

Data de entrega final da segunda rodada : 06/11 (segunda-feira)

Mais uma vez agradeço a atenção de todos.

2ª Rodada Delphi

Segue a resposta apresentada pelos 6 especialistas que fazem parte da pesquisa. Verifique se o (a) senhor (a) concorda ou discorda da resposta da maioria, marcando com um X. Se o (a) senhor (a) discorda, por favor, apresente um argumento/justificativa.

Subcritérios	Concordam que devem ser utilizados	Discordam que devem ser utilizados	Concordo com maioria	Discordo da maioria.
Ruído entre os ambientes internos	5	1		
Controle pessoal dos ruídos	2	4		
Iluminação natural	5	1		
Iluminação artificial	2	4		
"Ambiente arejado"/Circulação do ar	5	1		
Percepção e eliminação de odores	1	5		
Concentração de CO2	2	4		
Temperatura do ar	5	1		
Umidade do ar	4	2		
Fogo	5	1		
Animais perigosos/insetos	2	4		
Raios	2	4		
Segurança dos moradores	4	2		
Acidentes em geral	2	4		
Acessibilidade a pessoas especiais	4	2		
Condição de saúde	2	4		
Sensação de "pertencimento ao ambiente"/ satisfação do ambiente	5	1		
Conforto, sensação de "bem estar"	5	1		
Satisfação da vista externa	1	5		
Nível de segurança dos moradores	4	2		
Superfícies externas do empreendimento(rachaduras, fissuras, buracos, etc.)	5	1		
Preventiva das superfícies internas do empreendimento	5	1		
Facilidade a acesso de tomadas e conectores	5	1		
Limpeza e segurança das instalações elétricas internas e externas (monitoramento)	4	2		
Consumo interno e externo de água	1	5		
Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos	4	2		
Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas (monitoramento)	4	2		

Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações/Acesso a conectividade (telefone, internet- meios de comunicação)	4	2		
Limpeza dos espaços internos e externos	2	4		
Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas e térmicas- se houver)	4	2		
Usabilidade/flexibilidade das instalações aos moradores	4	2		
Estanqueidade de umidade/água	5	1		
Coleta de lixo	1	5		
Separação do lixo reciclado e orgânico	1	5		
Água- capacitação de chuva/controle, monitoramento, etc	4	2		
Energia- capacitação (painéis solares, etc)	4	2		
Lixo- controle e busca pela redução	1	5		
Esgoto- tratamento adequado	2	4		
Gases-Geração de CO2	5	1		
Manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)	4	2		
Água e luz	5	1		
Plano de segurança	2	4		
Plano ambiental (sustentabilidade)	4	2		
Guia aos moradores	5	1		
Manutenção contínua feita dos moradores (3,6,9, 12 meses)	5	1		
Programas de conscientização	4	2		

Nas questões empatadas o (a) senhor (a) deve escolher se o subcritério deve ser mantido ou não, em ambos os casos, por favor, justifique seu argumento. Lembre-se que a proposta é avaliar o sistema construtivo.

Subcritérios	Empate	Deve ser mantido porque...	Não deve ser mantido porque...
Relação construtora x moradores	3 x 3		
Plano de manutenção	3 x 3		
Manutenção da aparência física da edificação	3 x 3		
Instalações elétricas, hidráulicas, mecânicas e térmicas	3 x 3		
Satisfação dos moradores com o design da edificação	3 x 3		
Projeto x real	3 x 3		
Investimentos	3 x 3		
Consumo interno e externo de luz	3 x 3		
Produtividade e performance	3 x 3		
Privacidade dos moradores	3 x 3		
Espaço ao ar livre (descanso)/ Ambiente de lazer (crianças)	3 x 3		
Tamanho dos cômodos (espaço interno)	3 x 3		
Frescor do ar	3 x 3		
Qualidade do ar interno na edificação	3 x 3		
Acessibilidade do ambiente (interno e externo)- escadas, elevadores	3 x 3		

3ª Rodada Delphi

Bom dia,

Agradecemos pelo retorno das últimas duas rodadas. Segue a 3ª rodada Delphi. Data limite de entrega: 21 de novembro.

Mais uma vez agradecemos a atenção de todos.

Critério	Discussão identificada na literatura, em normas e certificações, além de argumentos dos especialistas da presente pesquisa Delphi	Sua resposta até o momento é: ____MANTER O CRITÉRIO		Sua resposta final: ____MANTER O CRITÉRIO	
		Sim	Não	Sim	Não
1."Ambiente arejado"/ Circulação do ar	<ul style="list-style-type: none"> A NBR 15.575-4 estabelece critérios para ventilação de edificações habitacionais (11.3- Requisito – Aberturas para ventilação); DaTec nº20, faz referência a ventilação e circulação do ar para atender requisitos de desempenho térmico; Algumas certificações internacionais (Verde, Casbee e Green Star) consideram este critério para analisar o desempenho de edificações. No Brasil, o Selo Azul, certificação ambiental, também considera a análise deste critério; Segundo Sanni-Anibire et al. (2016) a circulação do ar foi o critério que apresentou o terceiro maior índice de importância relativa no grupo dos parâmetros de “conforto térmico”. 				
2. Animais perigosos/insetos	<ul style="list-style-type: none"> Tanto o SINAT 005 como o DaTec nº20 fazem alusão ao controle de insetos na madeira; Sanni-Anibire et al. (2016) apresenta como um critério que deve ser investigado durante análise de edificação a proteção contra insetos e animais perigosos. Este critério apresentou o quarto maior índice de importância relativa no grupo dos parâmetros de “segurança e segurança ao fogo”. 				
3.Sensação de "pertencimento ao ambiente"/ satisfação do ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Huang et al. (2015) incluem a sensação de pertencimento ao ambiente na sua pesquisa de desempenho de edificações. Em Ning e Chen (2016), é avaliada a satisfação quanto a sensação de pertencimento ao ambiente, item que ocupou o quinto lugar no ranking de relevância dentre dez critérios. Segundo os autores o sentimento de pertencimento é importante para a satisfação geral. 				
4.Facilidade a acesso de tomadas e conectores	<ul style="list-style-type: none"> Está prevista no DaTec nº20, que a ...” localização das instalações tanto hidráulicas quanto elétricas devem ser apresentadas aos moradores no manual técnico do usuário...” (p.40); Na NBR 15.575-1 a tabela C.6 mostra que as instalações devem ser aparentes ou em espaço de fácil acesso. 				
5.Limpeza e segurança das instalações elétricas internas e externas (monitoramento)	<ul style="list-style-type: none"> A NBR 15.575 cita que as edificações devem atender as especificações estabelecidas na NBR 5410 (norma responsável pelas instalações elétricas no país) que salienta a importância da limpeza de componentes de modo geral; <ul style="list-style-type: none"> Existem duas normas internacionais europeias na área de desempenho de edificações a ISO 6241 e a ISO 19208 que também salientam a importância do monitoramento e limpeza das instalações elétricas; A limpeza e segurança das instalações elétricas é um critério apresentado diversos autores que fazem análise de desempenho de edificações e análise de pós ocupação: Nazeer e Silva (2016); Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt (2011); Hashim et al 2012, Elyna Myeda et al (2011). 				

3ª Rodada Delphi

O objetivo desta parte da pesquisa não é induzir a resposta, mas sim apresentar trabalhos, normas e justificativas de alguns colegas especialistas com relação aos critérios que ainda não foram possíveis de se chegar a um consenso.

6.Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos	<ul style="list-style-type: none"> Na NBR 15.575-1 a tabela C.6 mostra que as instalações (tubulações e demais componentes) devem ser aparentes ou em espaço de fácil acesso. 				
7.Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas (monitoramento)	<ul style="list-style-type: none"> Lavy et al 2010, salienta que seja previsto manutenção e limpeza eficiente das instalações hidráulicas. 				
8.Usabilidade/flexibilidade das instalações aos moradores	<ul style="list-style-type: none"> Vários autores salientam que o ambiente deve proporcionar flexibilidade aos usuários: Talib et al 2013 mostram a flexibilidade como sendo a possibilidade de existi modificações em ambientes de saúde; Khan e Kotharkar, 2012 mostram a flexibilidade em termos de modificação nos tamanhos das instalações de educação; Nazzer e Silva 2016 mostra facilidade em termos de uso das instalações de educação; A flexibilidade e adaptabilidade das instalações também são identificas nas normas: ISO 6241 (1984-Europa); ISO 19208 (2014- Europa); DBH (Nova Zelândia) e ASMT (EUA). 				
9.Água- capacitação de chuva/controle, monitoramento, etc.	<ul style="list-style-type: none"> A SINAT 005 apresenta recomendações para capacitação da chuva e controle de umidade para evitar infiltrações; Algumas normas internacionais estabelecem ações para melhorar eficiência energética recomendando captação de chuva, tais como: ISO 19208 (2014) Europa; CTE (Espanha); DBH (Nova Zelândia); ASMT (EUA) e NBC (Índia). 				
10.Energia- capacitação (painéis solares, controle, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> NBR 15.575 traz recomendações para uso consciente de energia usando máximo de iluminação e ventilação natural; Algumas normas internacionais estabelecem ações para melhorar eficiência energética, recomendando uso de energias renováveis, estas normas são: ISO 19208 (2014) Europa; CTE (Espanha); DBH (Nova Zelândia); ASMT (EUA) e NBC (Índia). 				
11. Qualidade do ar interno na edificação	<ul style="list-style-type: none"> Segundo alguns especialistas: “Deve ser mantido uma vez que a qualidade do ar interno, se boa, ajudará na saúde e bem-estar de seus moradores. Além disso, se houver ventilação e aberturas adequadas, automaticamente a qualidade do ar no interior da edificação estará presente” . “É um parâmetro para avaliar a ventilação da construção”; Segundo outro especialista, “não deve ser mantido, pois não tem relação com o desempenho do sistema e sim com a arquitetura”; Segundo a NBR 15.575-1 uma das exigências do usuário relativas à habitabilidade é a qualidade interna do ar. A NBR 15.575-1 estabelece critérios para saúde, higiene e qualidade do ar na seção 15. 				
12.Frescor do ar	<ul style="list-style-type: none"> Segundo um especialista: “Deve ser mantido uma vez que a é fundamental para a saúde dos moradores da edificação”; Outros especialistas salientam: “Não deve ser mantido, pois não tem relação com o desempenho do sistema e sim com a arquitetura. Além disso, a ventilação e aberturas adequadas devem ser suficientes 				

[illegible]

	<ul style="list-style-type: none"> Outros especialistas salientam: “Não deve ser mantido, pois não tem relação com o desempenho do sistema e sim com a arquitetura (importante: luz e não aquecimento). O consumo também está associado aos hábitos dos moradores, logo não é parâmetro imparcial para avaliar o sistema”. 				
18. Investimentos	<ul style="list-style-type: none"> Segundo alguns especialistas: “Deve ser mantido, pois o investimento tem que ser condizente com o tipo da edificação em comparação a edificações do mesmo nível. Os investimentos relacionados ao padrão de acabamento podem refletir a racionalidade na construção, que é um dos parâmetros de avaliação da edificação”; Outros especialistas salientam: “Não deve ser mantido por estar relacionado com o gosto do cliente, disponibilidade de recursos do cliente, independe do sistema”. 				
19. Satisfação dos moradores com o design da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Segundo alguns especialistas: “Deve ser mantido uma vez que o morador se sente satisfeito se o design é mais bonito.” “A satisfação do morador é parâmetro de avaliação do projeto e execução da edificação”. Outros especialistas salientam: “Não deve ser mantido, pois não tem relação com o desempenho do sistema e sim com a arquitetura. Além disso, Não vejo relação direta com o sistema construtivo, depende muito mais do gosto do cliente.” 				
20. Projeto x real	<ul style="list-style-type: none"> Segundo alguns especialistas: “Deve ser mantido uma vez que o real tem que corresponder ao projeto. O bom projeto está associado a um bom planejamento e gestão da execução. Alterações durante a execução podem refletir imprevistos, quanto mais o real difere do projeto, significa que muitos imprevistos ocorreram durante a obra”; Outros especialistas salientam: “Não deve ser mantido, pois não tem relação com o desempenho do sistema. A modificação pode ocorrer em qualquer tipo de obra, no <i>wood frame</i> é mais difícil essa modificação, mas acredito que em qualquer sistema você consegue chegar no que realmente foi projetado.” 				
21. Relação construtora x moradores	<ul style="list-style-type: none"> Segundo alguns especialistas: “Deve ser mantido uma vez que não tem como separar. A construtora é a responsável pela elaboração e fornecimento do manual da construção ao usuário. A abertura e proximidade entre eles auxiliam na boa manutenção e intervenções adequadas na construção”; Outros especialistas salientam: “Não deve ser mantido, pois não tem relação com o desempenho do sistema.” “A relação do morador com a construtora independe do sistema construtivo empregado.” 				

Como a atividade está sendo feita de forma online a proposta é fazer com que vocês possam fazer uma espécie de discussão, por isto, argumentos são apresentados a fim de ajudar aqueles que não tenham um posicionamento claro sobre o critério, ou apenas para gerar uma reflexão. Lembre-se que esta atividade tem objetivo buscar critérios de análise do desempenho **puramente** para edificações em **light wood frame**.

Na terceira coluna se encontra a **SUA** resposta até o momento. Marque com um X na quarta coluna seu parecer final com relação a cada critério.

Obs: 1 critério foi ajustados conforme sugestão: o critério “Tamanho dos cômodos” para “Layout e tamanho dos cômodos”. E, 3 critérios foram acrescentados conforme sugestão: “controle pessoal de iluminação”; “controle pessoal de refrigeração/aquecimento/ventilação e “consumo de gás”.

1. Controle pessoal de iluminação () concordo em acrescentar como sendo um critério importante para avaliação do desempenho () não concordo.
2. Controle pessoal de refrigeração/aquecimento/vent. () concordo em acrescentar como sendo um critério importante para avaliação do desempenho () não concordo
3. Consumo de gás () concordo em acrescentar como sendo um critério importante para avaliação do () não concordo.

Referências utilizadas

- NBR 15.575-2013 Edificações Habitacionais
- ☐ Parte 1: Requisitos gerais;
 - ☐ Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
 - ☐ Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;
 - ☐ Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
 - ☐ Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
 - ☐ Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.
- SINAT 005- nº02- Diretriz para avaliação técnica de produtos. Sistemas construtivos estruturados em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”).
- DaTec nº20-Sistema de vedação vertical leve em madeira.
- ISO 19208 (2014) Europa
- CTE (Espanha)- Código Técnico de la Edificación
- DBH (Nova Zelândia)- Building for the 21st Century Report on the Review of the Building Code
- ASMT (EUA)-Instituição de normas internacionais
- NBC (India)-National Building Code of India 2005.
- Lavy, S., Garcia, J. A., & Dixit, M. K. (2010). Establishment of KPIs for facility performance measurement: review of literature. *Facilities*, 28(9/10), 440-464. <https://doi.org/10.1108/02632771011057189>
- Khan, S., & Kotharkar, R. (2012). Performance evaluation of school environs: Evolving an appropriate methodology building. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 50, 479-491. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.08.052.
- SANNI-ANIBIRE, M. O.; HASSANAIN, M. A.; ABDUL-MOHSEN AL-HAMMAD. Post-Occupancy Evaluation of Housing Facilities : Overview and Summary of Methods. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, v. 30, n. 5, p. 1–9, 2016.

HUANG, Zhonghua; DU, Xuejun; YU, Xiaofen. Home ownership and residential satisfaction: Evidence from Hangzhou, China. *Habitat International*, v. 49, p. 74-83, 2015.

NING, Y.; CHEN, J. Improving residential satisfaction of university dormitories through post-occupancy evaluation in China: A socio-technical system approach. *Sustainability (Switzerland)*, v. 8, n. 10, p. 1–17, 2016

Talib, Y; Yang, R.J. Priyadarsini Rajagopalan, (2013). Evaluation of building performance for strategic facilities management in healthcare: A case study of a public hospital in Australia. *Facilities*, Vol. 31 Issue: 13/14, pp.681-701, <https://doi.org/10.1108/f-06-2012-0042>.

Nazeer, S.F; De Silva, N. (2016).TBPE scoring framework for tropical buildings. *Built Environment Project and Asset Management*, Vol. 6 Issue: 2, pp.174-186, <https://doi.org/10.1108/BEPAM-09-2014-0049>.

Nik-Mat, N. E. M., Kamaruzzaman, S. N., & Pitt, M. (2011). Assessing the maintenance aspect of facilities management through a performance measurement system: A Malaysian case study. *Procedia Engineering*, 20, 329-338. doi:10.1016/j.proeng.2011.11.174

Hashim, A. E., Aksah, H., & Said, S. Y. (2012). Functional assessment through post occupancy review on refurbished historical public building in Kuala Lumpur. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 68, 330-340. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.231.

Elyna Myeda, N., Nizam Kamaruzzaman, S., & Pitt, M. (2011). Measuring the performance of office buildings maintenance management in Malaysia. *Journal of Facilities Management*, 9(3), 181-199

4ª Rodada Delphi

Boa tarde,

Os subcritérios estabelecidos para serem analisados durante avaliação de desempenho de uma edificação em Light Wood Frame após as rodadas Delphi foram os apresentados em anexo (Resultado Delphi).

Com estes subcritérios selecionados a pesquisa dará sequência estabelecendo pesos para cada subcritério utilizando agora uma amostra maior de pesquisadores. Agradecemos a participação de todos vocês, e aqueles que tiverem interesse no resultado final da pesquisa por favor nos escrevam para que possamos apresentá-los em breve.

Att

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS
CONFORTO TÉRMICO	Temperatura interna do ambiente
	Variação térmica da temperatura (4 estações/inverno-verão)
CONFORTO ACÚSTICO	Ruído entre os ambientes internos
	Ruído externo (bairro, vizinhos)
CONFORTO VISUAL	Iluminação natural
QUALIDADE DO AR INTERNO	"Ambiente arejado"/Circulação do ar
	Temperatura do ar
	Umidade do ar
SEGURANÇA E PROTEÇÃO	Fogo
	Animais perigosos/insetos
	Segurança dos moradores, faz referência a estrutura da edificação
SATISFAÇÃO DOS MORADORES	Nível de segurança dos moradores/ Faz referência a se sentir seguro no ambiente
	Sensação de "pertencimento ao ambiente"/ satisfação do ambiente
	Conforto, sensação de "bem estar"
	Produtividade e performance
DURABILIDADE ESTRUTURAL/CONTROLE ESTRUTURAL	Superfícies internas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)
	Superfícies externas do empreendimento(rachaduras, fissuras, buracos, etc.)
MANUTENÇÃO	Preventiva das superfícies internas do empreendimento
	Preventiva das superfícies externas do empreendimento
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Facilidade a acesso de tomadas e conectores
	Limpeza e segurança das instalações elétricas internas e externas (monitoramento)
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos
	Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas (monitoramento)
INSTALAÇÕES DE TELECOMUNICAÇÕES	Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações/Acesso a conectividade (telefone, internet-meios de comunicação)
	Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas e térmicas- se houver)
ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE	Usabilidade/flexibilidade das instalações aos moradores
VEDAÇÕES	Estanqueidade de ar (vento)
	Estanqueidade de umidade/água
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	Água- capacitação de chuva/controle, monitoramento, etc
	Energia- capacitação (painéis solares, controle, etc)
	Gases-Geração de CO2
CUSTOS	Manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)
	Água e luz
APARÊNCIA FÍSICA	Tipo de material usado na construção (qualidade)
	Manutenção da aparência física da edificação
MAPEAMENTO DAS AÇÕES POR MEIO DE PROCESSOS	Instalações elétricas, hidráulicas, mecânicas e térmicas
	Plano de manutenção (moradores)
	Plano ambiental (sustentabilidade)
TREINAMENTO	Guia aos moradores
GERENCIAMENTO	Manutenção contínua feita dos moradores (3,6,9, 12 meses)
	Programas de conscientização
	Relação construtora x moradores

APÊNDICE 7- QUESTIONÁRIO APLICADO COM REPRESENTANTES DA ELABORAÇÃO DA NORMA DE LWF ABNT/CE-002:126.011

Por favor, estabeleça pesos de 1 a 5 para cada critério apresentado a seguir. Considere os pesos: 1 = nada importante, 2 = pouco importante, 3 = importante, 4 = significativamente importante e 5 = muito importante.

Critérios para análise de desempenho de edificações em <i>Light Wood Frame</i> (LWF)	PESOS				
1. DIMENSÃO 1					
1.1 SEGURANÇA E PROTEÇÃO	1	2	3	4	5
1.1.1 Segurança contra incêndios					
1.1.2 Proteção contra insetos e animais perigosos Esse critério faz referência à entrada de insetos e animais que podem infestar a edificação.	1	2	3	4	5
1.1.3 Segurança dos moradores Esse critério faz referência a sensação de segurança do morador quanto a estrutura física da edificação (paredes).	1	2	3	4	5
1.2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1	2	3	4	5
1.2.1 Facilidade a acesso dos componentes elétricos (tomadas e conectores) Esse critério faz referência à localização e ao acesso das tomadas e conectores dentro de uma edificação.					
1.2.2 Limpeza e segurança dos componentes das instalações elétricas (tomadas e conectores) Esse critério faz referência à limpeza dos componentes de modo geral pelos moradores.	1	2	3	4	5
1.3 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	1	2	3	4	5
1.3.1 Facilidade a acesso aos mecanismos hidráulicos Esse critério faz referência à localização e ao acesso das instalações hidráulicas dentro de uma edificação.					
1.3.2 Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas Esse critério faz referência à limpeza dos componentes de modo geral pelos moradores.					
1.4 INSTALAÇÕES TELECOMUNICAÇÕES	1	2	3	4	5
1.4.1 Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, entre outros) Esse critério faz referência à disponibilidade de rede e serviços de instalações de telecomunicações.					
1.5 ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE/MANUTENÇÃO	1	2	3	4	5
1.5.1 Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas- se houver, entre outras) Esse critério faz referência ao controle da manutenção de uma edificação.					
1.5.2 Adaptabilidade da edificação pelos moradores Esse critério faz referência à flexibilidade do ambiente a mudanças, para poder, por exemplo, aumentar ou diminuir um cômodo.	1	2	3	4	5
2. DIMENSÃO 2					
2.1 CONFORTO TÉRMICO	1	2	3	4	5
2.1.1 Temperatura interna do ambiente					
2.1.2 Variação térmica (4 estações/inverno-verão)	1	2	3	4	5
2.2 CONFORTO ACÚSTICO	1	2	3	4	5
2.2.1 Ruídos entre os ambientes internos					

2.2.2 Ruídos externos (vizinhos, bairro, rua entre outros)	1	2	3	4	5
2.3 CONFORTO VISUAL	1	2	3	4	5
2.3.1 Iluminação natural					
2.4 QUALIDADE DO AR	1	2	3	4	5
2.4.1 Circulação do ar					
2.4.2 Temperatura do ar interno	1	2	3	4	5
2.4.3 Umidade do ar interno	1	2	3	4	5
3. DIMENSÃO 3					
3.1 DOCUMENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	1	2	3	4	5
3.1.1 Instalações elétricas, hidráulicas, telecomunicações, estrutural, térmicas (se houver) Esse critério faz referência ao projeto/manual da edificação, que precisa apresentar os detalhes das instalações.					
3.1.2 Plano ambiental (se houver) Esse critério faz referência as ações de impacto ambiental para melhorar eficiência da edificação, tais como: captação de água da chuva, captação da luz solar para aquecimento e iluminação, entre outras.	1	2	3	4	5
3.1.3 Plano de manutenção (moradores) Esse critério faz referência ao plano de manutenção que pode ser previsto no manual de uso para que os moradores executem.	1	2	3	4	5
3.2 TREINAMENTO					
3.2.1 Guia dos moradores Esse critério faz referência à existência de um guia de uso, operação e manutenção para os moradores.	1	2	3	4	5
3.3 GERENCIAMENTO					
3.3.1 Manutenção contínua feita pelos moradores Esse critério faz referência ao gerenciamento da edificação pelos moradores para manter a qualidade da edificação.	1	2	3	4	5
3.3.2 Programa de conscientização Esse critério faz referência à conscientização dos moradores para manter as instalações adequadas e conservadas.	1	2	3	4	5
3.3.3 Relação construtora x moradores Esse critério também faz referência ao relacionamento entre moradores e a equipe construtora para que o desempenho almejado seja atendido.	1	2	3	4	5
4. DIMENSÃO 4					
4.1 DURABILIDADE ESTRUTURAL					
4.1.1 Superfícies internas do empreendimento (Rachaduras, fissuras, buracos, etc.) Esse critério faz referência tanto a durabilidade dos materiais utilizados como do acabamento da edificação.	1	2	3	4	5
4.1.2 Superfícies externas do empreendimento (Rachaduras, fissuras, buracos, etc.) Esse critério faz referência tanto a durabilidade dos materiais utilizados como do acabamento da edificação.	1	2	3	4	5
4.2 MANUTENÇÃO					
4.2.1 Preventiva das superfícies internas do empreendimento	1	2	3	4	5

Esse critério faz referência a um plano de prevenção da manutenibilidade, principalmente para construções inovadoras, que o caso do LWF no Brasil.					
4.2.2 Preventiva das superfícies externas do empreendimento	1	2	3	4	5
Esse critério faz referência a um plano de prevenção da manutenibilidade, principalmente para construções inovadoras, que o caso do LWF no Brasil.					
4.3 VEDAÇÕES	1	2	3	4	5
4.3.1 Estanqueidade ao ar (vento)/isolamento					
4.3.2 Estanqueidade à água (umidade)					
5. DIMENSÃO 5					
5.1 SATISFAÇÃO DOS MORADORES					
5.1.1 Percepção do nível geral de segurança pelos usuários	1	2	3	4	5
Esse critério faz referência à segurança geral que o usuário tem em habitar nessa edificação, considerando que esse morador já morou em outras edificações tais como alvenaria, madeira, entre outras.					
5.1.2 Sensação de « pertencimento ao ambiente »	1	2	3	4	5
5.1.3 Conforto, sensação de « bem-estar »	1	2	3	4	5
5.1.4 Produtividade e Desempenho	1	2	3	4	5
Esse critério faz referência à influência da edificação na produtividade e desempenho do morador.					
5.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA					
5.2.1 Água (capacitação de chuva) (se houver)	1	2	3	4	5
5.2.2 Energia-capacitação (painéis solares, controle de energia, etc.) (se houver)	1	2	3	4	5
Esse critério faz referência à edificação que prevê em sua construção uma eficiência para produção e/ou controle de energia (ex: solar).					
5.2.3 Gases- geração de CO2	1	2	3	4	5
Esse critério faz referência à preocupação com a eficiência energética durante todo o ciclo de vida da edificação.					
5.3 CUSTOS					
5.3.1 Manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)	1	2	3	4	5
Esse critério faz referência aos gastos relacionados com a manutenção da edificação. Pode ser feito um comparativo do que foi planejado x executado.					
5.3.2 Água e luz	1	2	3	4	5
Esse critério faz referência aos custos previstos x custos reais. Algumas pesquisas fazem esse comparativo como forma de verificar o planejamento x executado.					
5.4 APARÊNCIA FÍSICA					
5.4.1 Tipo de material usado na construção (qualidade do material)	1	2	3	4	5
5.4.2 Manutenção da aparência física da edificação	1	2	3	4	5
Esse critério faz referência à estética da edificação, ou seja, como a aparência física da edificação está sendo mantida.					

**APÊNDICE 8- QUESTIONÁRIO ELABORAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DURANTE
FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO**

QUESTIONÁRIO	
FASE :	NOME DA OBRA :
DATA :	CIDADE DA OBRA :
RESPONDENTE: -	FAIXA EDIFICAÇÃO : () FAIXA 1,5 () FAIXA 2 () FAIXA 3
CARGO RESPONDENTE :	TIPO DA OBRA () Prédio () Casa () Casa germinada
<p align="center">RESPONDER AS QUESTÕES ABAIXO COM BASE NA OBRA EM QUESTÃO</p>	
<p align="center">Segurança contra incêndios</p>	
1. A edificação possibilita a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança? (NBR 15.575)	() Sim, quais saídas : () Não
2. A edificação garante condições razoáveis para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção)? (NBR 15.575)	() Sim, quais condições : () Não
3. A edificação evita ou minimiza danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infraestrutura pública e ao meio ambiente? (NBR 15.575)	() Sim, quais recursos ela possui para isso: () Não
4. A edificação dificulta a ocorrência de princípio de incêndio por meio de premissas adotadas no projeto e na construção da edificação?(NBR 15.575-NBR 14432)	() Sim, quais premissas ela possui para isso: () Não
5. As instalações elétricas da edificação possuem algum mecanismo para prevenir o risco de ignição dos materiais em função de curto-circuito e sobre tensões (NBR 15.575-NBR 5410)?	() Sim, quais: () Não
6. As instalações elétricas da edificação possuem algum mecanismo para prevenir o risco de explosão ou vazamento? (NBR 15.575- 13523 e ABNT NBR 15526)	() Sim, quais: () Não
7. A edificação possui mecanismos para dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem de eventual incêndio? (NBR 15.575)	() Sim, quais. () Não
8. Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo acústico empregados na face	() Sim, quais:

interna dos sistemas ou elementos que compõem a edificação atendem as características de propagação de chamas controladas? (NBR 15.575) Conforme teste feito no protótipo?	() Não
9. A edificação possui algum mecanismo para dificultar a propagação de incêndio para unidades contíguas? (NBR 15.575)	() Sim, quais: () Não
10. O sistema construtivo usa portas ou selos corta-fogo possibilitando que o edifício seja considerado uma unidade independente? (NBR 15.575)	() Sim () Não
11. A edificação assegura estanqueidade e isolamento entre os apartamentos/residências para evitar propagação do incêndio? (NBR 15.575)	() Sim, oferecendo quais mecanismos : () Não
12. O teste de resistência ao fogo de <u>paredes estruturais e de paredes</u> de compartimentação foi realizado? É exigida resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos, considerando os critérios de avaliação relativos à estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica (SINAT 005)	() Sim, atende a norma () Sim, mas não atendeu a norma () Não.
13. O teste de resistência ao fogo de elementos de compartimentação <u>entre pavimentos</u> e elementos estruturais associados (sistema de pisos) foi realizado? É exigido pela SINAT 005 que os entrepisos de unidades habitacionais assobradadas, isoladas ou geminadas, e de edifícios multi-familiares devem atender aos critérios de resistência ao fogo de 30 minutos, considerando os critérios de avaliação de isolamento térmico, estanqueidade e estabilidade.	() Sim, atende a norma () Sim, mas não atendeu a norma () Não.
14. O teste de resistência ao fogo de elementos do sistema <u>de cobertura</u> foi realizado? É exigida pela SINAT 005 que a resistência ao fogo do SC de edifícios de até 04 pavimentos, multi-familiares, deve atender aos requisitos da NBR 14432, considerando um valor mínimo de 30 minutos.	() Sim, atende a norma () Sim, mas não atendeu a norma () Não.
15. O teste de resistência ao fogo de <u>dispositivos de fixação</u> foi realizado? Proteção dos dispositivos de fixação das paredes e dos entrepisos contra a ação do fogo, por exemplo, posicionando-os sob as chapas de gesso, ou com aplicação de	() Sim, atende a norma () Sim, mas não atendeu a norma

pintura intumescente. A proteção adotada deve garantir resistência ao fogo igual à requerida para a parede estrutural, ou seja, de 30 minutos (SINAT 005).	() Não.
Proteção contra microrganismos, insetos e animais perigosos	
16. A fim de evitar a proliferação de microrganismos a edificação apresenta condições adequadas de salubridade, considerando condições de umidade, temperatura e a o tipo de sistema construtivo? Métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente (NBR 15.575)	() Sim, foram feitos ensaios em protótipos, quais e os mesmos atenderam as exigências. () Sim, mas não atenderam as exigências, motivo _____ () Não
17. A edificação apresenta proteção contra microrganismos, insetos e animais perigoso?	() Sim, apresente detalhes : () Não
18. As peças estruturais de madeira utilizadas na edificação atendem as exigências estabelecidas pela SINAT 005 que fazem referência a relação de medidas preventivas e curativas adotadas para eliminação e controle de agentes biológicos (fungos, insetos xilófagos e perfuradores marinhos), físicos e químicos (biocidas) da madeira? ⁶	() Sim, apresente detalhes :. () Não
Segurança quanto à resistência estrutural (paredes)	
19. A edificação foi projetada, construída e montada de forma a atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 15575-2 ⁷ ? Item : Estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função estrutural (Questionar se houve ensaio ou análise do projeto atendendo cálculos estruturais conforme norma)	() Sim, resultados: () Não
20. A SINAT 005 detalha no anexo C as exigências estabelecidas para cada um dos componentes relacionados com a estrutura das paredes.	() Sim, atende todos os requisitos () Sim, atende requisitos parciais, quais?

⁶ Peça estrutural de madeira: peça de madeira maciça, serrada, de conífera, classes C20 a C30, tratada em autoclave com preservativo CCA, CCB, CA-B ou outro que venha a comprovar eficiência contra ataques de organismos xilófagos registrado para tal uso. Para telhados admite-se também o uso de peças de madeira de folhosa, classes C20 a C60, com alta resistência natural ao ataque de organismos xilófagos.

⁷ (NBR 15575-2) Atender durante a sua vida útil de projeto, sob as diversas condições de exposição (ação do peso próprio, sobrecargas de utilização, atuações do vento e outros), aos seguintes requisitos gerais: a) não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes; b) prover segurança aos usuários sob ação de impactos, choques, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal da edificação, previsíveis na época do projeto; c) não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos da edificação, admitindo-se tal exigência atendida caso as deformações se mantenham dentro dos limites estabelecidos nesta Norma; d) não repercutir em estados inaceitáveis de fissuração de vedação e acabamentos; e) não prejudicar a manobra normal de partes móveis, como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento normal das instalações em face das deformações dos elementos estruturais; f) cumprir as disposições das ABNT NBR 5629, ABNT NBR 11682 e ABNT NBR 6122 relativamente às interações com o solo e com o entorno da edificação.

A edificação atende estes requisitos (umidade, densidade de massa, resistência a flexão, cisalhamento, inchamento e resistência a ataque de organismo xilófago)?	() Não
Instalações hidráulicas	
21. A construção permite um fácil acesso aos sistemas de engenharia para manutenção e substituição dos mecanismos hidráulicos?	() Sim () Não
Instalações de telecomunicação	
22. A construção permite um fácil acesso aos sistemas de engenharia para manutenção e substituição dos mecanismos de telecomunicações?	() Sim () Não
Treinamento	
23. Considerando que o sistema LWF é considerado novo no Brasil, há algum tipo de treinamento para auxiliar no entendimento do manual do usuário/visita guiada para o morador que adquire a edificação para mostrar detalhe?	() Sim () Não
Gerenciamento	
24. Antes da entrega há algum curso/palestra que destaca aos moradores a importância na manutenção contínua da edificação ?	() Sim () Não
25. Há previsão de algum programa de conscientização relacionada com as condições de infraestrutura da edificação?	() Sim. () Não
26. A construtora oferece algum meio de comunicação para o morador tirar dúvidas ao longo de um período de tempo?	() Sim, pontuar: () Não
Durabilidade	
27. Com relação à <u>superfície interna</u> da edificação: O edifício possui acabamentos adequados, ou seja, eles foram testados (fornecedores ou pela construtora) e atendem os prazos de durabilidade estabelecidos na norma 15.575-2 (Tabelas diversas)?	() Sim, todos () Sim, alguns quais : () Não.
28. Com relação à <u>superfície externa</u> da edificação: O edifício possui acabamentos adequados, ou seja, eles foram testados (fornecedores ou pela construtora) e atendem os prazos de durabilidade estabelecidos na norma 15.575-2 (Tabelas diversas)?	() Sim, todos () Sim, alguns quais : () Não.

<p>29. A edificação atende as exigências estabelecidas referentes à durabilidade (SINAT 005) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificação da existência e coerência de especificações e premissas de projeto que visem atendimento à VUP, conforme ABNT NBR 15575-1; - Verificação da existência no manual de uso, operação e manutenção de orientações que visem à facilidade e qualidade dos serviços de manutenção; - Resistência aos organismos xilófagos dos componentes de madeira; - Resistência à corrosão dos dispositivos de fixação; - Resistência à exposição aos raios ultravioletas dos componentes de acabamentos externos, quando aplicáveis; - Resistência das paredes de fachada à ação de calor e choque térmico; - Comportamento das juntas entre chapas de vedação externas e internas 	<p>() Sim, todos</p> <p>() Sim, alguns quais :</p> <p>() Não.</p>
Manutenção	
<p>30. O fabricante do produto, o construtor especificou em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais internas e externas.</p> <p>a) caixilhos, esquadrias e demais componentes;</p> <p>b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);</p> <p>c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;</p> <p>d) periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;</p> <p>e) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras e limpeza;</p> <p>f) menção às normas aplicáveis.</p>	<p>() Sim, todos</p> <p>() Sim, alguns quais :</p> <p>() Não.</p>
Satisfação dos moradores (opinião pessoal do responsável obra)	
<p>31. O edifício apresenta mecanismos para manter a segurança dos bens e moradores?</p>	<p>() Sim, quais: atendimento a 15575.</p> <p>() Não.</p>

32. A edificação traz a sensação de acolhimento para o morador?	() Sim, como: atendimento a 15575. () Não.
33. A edificação traz sensação de "bem estar" ao morador?	() Sim, como: atendimento a 15575. () Não.
34. A edificação favorece a qualidade de vida em termos de produtividade e desempenho do morador?	() Sim, como: atendimento a 15575. () Não.
Aparência física	
<p>35. O fabricante do produto, o construtor especificou em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais externas, mais em específico a aparência física</p> <p>a) caixilhos, esquadrias e demais componentes;</p> <p>b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);</p> <p>c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;</p> <p>d) periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;</p> <p>e) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras e limpeza;</p> <p>f) menção às normas aplicáveis.</p>	<p>() Sim, todos</p> <p>() Sim, alguns quais :</p> <p>() Não.</p>

APÊNDICE 9- ROTEIRO DE INSPEÇÃO ELABORAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO
DURANTE FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO

INSPECIONAR	
FASE :	NOME DA OBRA :
DATA :	CIDADE DA OBRA :
INSPETOR:	FAIXA EDIFICAÇÃO :
CARGO INSPETOR:	TIPO DA OBRA () Prédio () Casa () Casa germinada
<p align="center">RESPONDER AS QUESTÕES ABAIXO COM BASE NA INSPEÇÃO FEITA A OBRA INTERNA E EXTERNA DA EDIFICAÇÃO E NA ANÁLISE DO PROJETO</p> <p>Atende – Quando o indicador objeto da questão é atendido plenamente; Não atende – Quando o atendimento do indicador objeto da questão é parcial ou não é atendido; Não se aplica – Quando o indicador objeto da questão inexistente na unidade ou edifício avaliado, portanto, não é aplicável; Não verificado – Quando, por algum motivo, não foram aplicados os métodos necessários para verificação do atendimento, ou não, do indicador objeto da questão. AS- Atendimento satisfatório AI- Atendimento insatisfatório</p>	
Segurança contra incêndios	
<p>1. Verifica <u>in loco</u> ou no projeto: A edificação possibilita a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança (NBR 15.575)</p>	<p>() Atende, quais possibilidades :</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: () AS () AI</p>
<p>2. Verifica <u>in loco</u> ou no projeto: A edificação garante condições razoáveis para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção) (NBR 15.575)</p>	<p>() Atende, quais condições:</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: () AS () AI</p>
<p>3. Verifica no <u>projeto</u>: A edificação evita ou minimiza danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infraestrutura pública e ao meio ambiente (NBR 15.575)</p>	<p>() Atende, quais recursos ela possui para isso:</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p>

	☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
4. Verifica <u>in loco</u> ou projeto: A edificação dificulta a ocorrência de princípio de incêndio por meio de premissas adotadas no projeto e na construção da edificação (NBR 15.575-NBR 14432)	☐ Atende, quais premissas ela possui para isso: ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
5. Verifica <u>in loco</u> ou projeto: As instalações elétricas da edificação possuem algum mecanismo para prevenir o risco de ignição dos materiais em função de curto-circuito e sobre tensões (NBR 15.575-NBR 5410)	☒ Atende, quais: ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS- ☐ AI
6. Verifica <u>in loco</u> ou projeto: As rotas de saídas dos edifícios atendem ao disposto na ABNT NBR 9077	☐ Atende, quais requisitos ela atende? Todos? Parcial? ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
7. Verifica <u>in loco</u> ou <u>projeto</u> : O projeto estrutural apresenta mecanismos para minimizar o colapso estrutural da edificação em situação de incêndio, conforme Eurocode (NBR 15.575)	☐ Atende, quais mecanismos : ☐ Não atende

	☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
8. Verifica <u>in loco</u> ou <u>projeto</u> : A distância entre edifícios deve atender à condição de isolamento, considerando-se todas as interferências previstas na legislação vigente? (NBR 15.575)	☒ Atende ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
9. Verificar <u>in loco</u> ou <u>no projeto</u> : A edificação dispõe de sinalização, iluminação de emergência e equipamentos de extinção do incêndio conforme as ABNT NBR 9441, ABNT NBR 10898, ABNT NBR 12693, ABNT NBR 13434 e ABNT NBR 13714, atendendo à legislação vigente	☐ Atende, quais requisitos ela atende? Todos? Parcial? ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
10. Verificar <u>in loco</u> ou <u>no projeto</u> : Dos dispositivos de extintores- Os extintores devem ser classificados e posicionados de acordo com a ABNT NBR 12693.	☐ Atende ☐ Não atende, ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
Verificação <u>in loco</u> ou <u>no projeto</u> : O material de tubulação, que deve não propagar à chama, deve-se adotar a ISO 1182.	☐ Atende ☐ Não atende, se aplica em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2

	☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
Conclusão:	
Instalações elétricas	
11. Verificar <u>in loco</u> : Quantidade de tomadas por cômodo e altura de tomadas e conectores por cômodo. Altura de 30 centímetros do piso acabado. Tomadas MÉDIAS e Interruptores – Altura de 1.20 até 1.30 mts do piso acabado (NBR 5410).	☐ Atende ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
12. Verificar <u>in loco</u> : Os componentes das instalações elétricas estão limpos e em bom estado de conservação conforme exigência NBR 15.575	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
13. Verificar <u>in loco</u> : Não há peças defeituosas. Os dispositivos estão funcionando (liga e desliga)	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado

	Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
14. Verificar <u>in loco</u> : O quadro de distribuição com todos os disjuntores funciona e está devidamente identificado	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
15. Verificar <u>in loco</u> : Não há tomadas de piso sem tampa	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
16. Verificar <u>in loco</u> Não há uso de benjamins e régua	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica. ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
17. Verificar <u>in loco</u> Não há fiação aparente	☐ Atende.

	☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
18. Verificar <u>in loco</u> Há facilidade de acesso com segurança para manutenção e limpeza dos componentes elétricos	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
19. Verificar <u>in loco</u> Estado de conservação geral das instalações elétricas	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
Conclusão	
Instalações hidráulicas	
20. Verificar no projeto (<u>feito in loco</u>), se houve ensaios com os componentes: As peças e aparelhos sanitários devem possuir resistência mecânica aos esforços a que serão submetidos na sua utilização) e verificar por inspeção visual as partes aparentes dos componentes dos sistemas, inclusive as partes cobertas que são	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica

passíveis de contato quando da manutenção ou troca de componente: As peças de utilização e demais componentes dos sistemas hidros sanitários que são manipulados pelos usuários não devem possuir cantos vivos ou superfícies ásperas (NBR 15.575-6)	☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
21. Verifica no projeto (<u>feito in loco</u>): O sistema predial de água fria e quente deve fornecer água na pressão, vazão e volume compatíveis com o uso, associado a cada ponto de utilização, considerando a possibilidade de uso Atendeultâneo. Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 7198.	☐ Atende ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ As ☐ AI
22. Verifica <u>in loco</u> , as peças de utilização: Se o componente possuir declaração do fabricante ou embalagem que assegure o atendimento às normas vigentes sobre os componentes específicos, o sistema está isento desta verificação. Prover manobras confortáveis e seguras aos usuários. As peças de utilização, inclusive registros de manobra, devem possuir volantes ou dispositivos com formato e dimensões que proporcionem torque ou força de acionamento de acordo com as normas de especificação de cada produto, além de serem isentos de rebarbas, asperezas ou ressaltos que possam causar ferimentos (NBR 15.575-6)	☐ Atende ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
23. Verificar <u>in loco</u> : Não há peças defeituosas. Os dispositivos estão funcionando (Tais como torneiras, descargas e vasos sanitários)	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
24. Verificar <u>in loco</u> Estado de conservação geral das instalações hidráulicas	☐ Atende.

	☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
25. Verificar <u>in loco</u> Não há sinais de infiltração	☐ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
Conclusão	
Organização do ambiente	
26. Verificar com a <u>equipe</u> : A obra possui o manual de operação uso e manutenção, ou documento similar, conforme 3.18, atendendo à ABNT NBR 14037 e ABNT NBR 5674, que deve ser entregue ao proprietário da unidade quando da disponibilização da edificação para uso, cabendo também elaborar o manual das áreas comuns, que deve ser entregue ao condomínio.	☐ Atende, ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
27. Verificar se há <u>manual</u> de operação: Incorporador ou construtor deve anexar ao manual de operação, uso e manutenção (3.13) as especificações e detalhes construtivos necessários para ampliação do corpo da edificação, do piso, do telhado e das instalações prediais, considerando a coordenação dimensional e as compatibilidades físicas e químicas com os materiais disponíveis	☐ Atende ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado

regionalmente sempre que possível; a possibilidade de ampliação, especificando-se os detalhes construtivos necessários para ligação ou a continuidade de paredes, pisos, coberturas e instalações.	Qualidade da informação: () AS () AI
28. Verificar no <u>manual</u> : Premissas relacionadas com a edificação: programa de manutenção a ser adotado (SINAT 005)	() Atende () Não atende () Não se aplica () Não verificado Qualidade da informação: () AS () AI
29. Verificar no <u>manual</u> : Se o projeto mostra a quantidade e tipo de fixação a ser empregada na fixação de peças suspensas, como armários, pias e barras de apoio, bem como as eventuais barras de reforços. Caso haja locais predefinidos para a instalação das fixações, tais locais devem estar explicitados no Manual de Uso e Manutenção e no DATec, bem como as demais informações acima descritas (SINAT 005).	() Atende. () Não atende () Não se aplica () Não verificado Qualidade da informação: () AS () AI
30. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é flexível, pois permite ou prevê a realização de reformas e modificações.	() Atende. () Não atende () Não se aplica () Não verificado Qualidade da informação: () AS () AI
31. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é flexível, pois permite ou prevê a realização de ampliações.	() Atende. () Não atende () Não se aplica

	☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
32. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é flexível, pois oferece informações de segurança para a realização de atividades de operação, uso e manutenção em caso de reformas, modificações e ampliações.	☐ Atende. ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
33. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é flexível, pois fornece informações sobre infraestrutura material, tanto inovador quanto convencional que seja compatível com o sistema construtivo inovador.	☐ Atende. ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
34. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é flexível, pois fornece informações sobre infraestrutura técnica necessária, tanto inovadora quanto convencional compatível com o sistema construtivo inovador.	☐ Atende. ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
35. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois permite realização de manutenção recorrendo-se apenas a	☐ Atende. ☐ Não atende

materiais, equipamentos, mão de obra e tecnologias tradicionais/regionais.	☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
36. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois permite a realização de reformas, modificações e ampliações recorrendo-se apenas a recursos tradicionais/regionais.	☐ Atende. ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
37. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois permite interface com sistemas construtivos tradicionais/regionais.	☐ Atende. ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
38. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois oferece informações e detalhes técnicos sobre interfaces entre o sistema construtivo inovador e tradicionais/regionais.	☐ Atende. ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
39. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois oferece informações que viabilizem a realização de modificações, reformas e ampliações.	☐ Atende. ☐ Não atende

	☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
40. Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois indica materiais substituíveis e não substituíveis necessários à operação, uso e manutenção.	☐ Atende ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
Conclusão	
Documentação da edificação	
41. Verificar com a <u>equipe</u> : Se há um manual de operação onde estão detalhados os projetos hidráulicos, elétricos, gás, sobrecarga, vida útil dos componentes, entre outros conforme recomendado pela NBR 15.575 e SINAT 005	☐ Atende ☐ Não atende, quais elementos ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
42. Verificar no projeto e com a <u>equipe</u> : Se, de forma geral, os empreendimentos e sua infraestrutura (arruamento, drenagem, rede de água, gás, esgoto, telefonia, energia) foram projetados, construídos forma a minimizar as alterações no ambiente (1. Uso racional da água; 2. Descarte adequado do esgoto; 3. vazões que permitam tornar o mais eficiente possível o uso da água nele utilizadas, o que implica na redução do consumo de água a valores mínimos necessários e suficientes para o bom funcionamento dessas peças e para a satisfação das exigências do usuário; 4. Os sistemas prediais de esgoto sanitário devem estar	☐ Atende. ☐ Não atende, quais elementos. ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI

ligados à rede pública de esgoto ou a um sistema localizado de tratamento e disposição de efluentes)	
<p>43. Verificar com <u>equipe e no próprio manual</u>:</p> <p>Se o manual de operação, uso e manutenção das edificações, considerada as diretrizes gerais das ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037, e do manual das áreas comuns que determina um plano de manutenção. (programas de manutenção, segundo ABNT NBR 5674)</p>	<p>☐ Atende.</p> <p>☐ Não atende, quais elementos.</p> <p>☐ Não se aplica</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☐ AS</p> <p>☐ AI</p>
<p>44. Verifica com <u>equipe ou no manual</u></p> <p>Há diretrizes que orientam os moradores a utilizarem os recursos de forma mais sustentável, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descarte adequado de resíduos; - Captação da água da chuva para limpar ambientes externos; - Coleta de resíduos adequada. - Entre outras 	<p>☐ Atende.</p> <p>☐ Não atende, quais elementos.</p> <p>☐ Não se aplica</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☐ AS</p> <p>☐ AI</p>
Conclusão	
Vedações	
<p>45. Verificar com <u>equipe ou projeto</u>:</p> <p>Verificar se sistemas de vedação vertical externo (SVVE) passou por meio de procedimentos de laboratório, conforme Anexo C e D da norma NBR 15.575-4.</p>	<p>☐ Atende,</p> <p>☐ Não atende, qual valor</p> <p>☐ Não se aplica</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☐ AS</p> <p>☐ AI</p>
<p>46. Verificar com <u>equipe ou projeto</u>:</p> <p>Se o tratamento dado às juntas é capaz de suportar as movimentações das chapas da face interna da vedação e outras movimentações provenientes da estrutura, sem apresentar fissuras e descolamentos que comprometam a estanqueidade das vedações</p>	<p>☐ Atende</p> <p>☐ Não atende, detalhar</p> <p>☐ Não se aplica</p> <p>☐ Não verificado</p>

de áreas molháveis e o aspecto psicológico do usuário (SINAT 005)	Qualidade da informação: () AS () AI
47. Verificar com <u>equipe ou projeto</u> : Foram realizados testes de estanqueidade à água conforme recomendação da SINAT 005 (3.3)	() Atende, atendeu o valor mínimo estabelecido pela norma () Não atende, qual valor () Não se aplica () Não verificado Qualidade da informação: () AS () AI
Conclusão	
Eficiência energética	
48. Verificar <u>no projeto (neste caso, manual)</u> : As calhas e condutores devem suportar a vazão de projeto, calculada a partir da intensidade de chuva adotada para a localidade e para um certo período de retorno (ABNT NBR 10844- nível específico)	() Atende, atendeu o valor mínimo estabelecido pela () Não atende, qual valor () Não se aplica () Não verificado Qualidade da informação: () AS () AI
49. Verificar com <u>equipe técnica</u> : Os materiais, equipamentos e sistemas empregados na edificação não podem liberar produtos que poluam o ar em ambientes confinados, originando níveis de poluição acima daqueles verificados no entorno. Enquadram-se nesta situação os aerodispersóides, gás carbônico e outros. (Verificação pelos métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente) NBR 15.575	() Atende, atendeu o valor mínimo estabelecido pela norma () Não atende, qual valor () Não se aplica () Não verificado Qualidade da informação: () AS () AI
50. Verificar com <u>equipe técnica</u> :	() Atende

<p>Gases de escapamento de veículos e equipamentos não podem invadir áreas internas da habitação. O sistema de exaustão o ventilação de garagens internas deve permitir a saída dos gases poluentes gerados por veículos e equipamentos (Verificação pelos métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente) NBR 15.575</p>	<p>☐ Não atende, qual valor</p> <p>☐ Não se aplica.</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☐ AS</p> <p>☐ AI</p>
<p>51. Verificar com <u>equipe ou no manual</u> A edificação possui algum mecanismo para geração de energia renovável, por exemplo, captação da luz solar?</p>	<p>☐ Atende</p> <p>☐ Não atende.</p> <p>☐ Não se aplica.</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☒ AS</p> <p>☐ AI</p>
<p>52. Verificar com <u>equipe ou no manual</u> A edificação possui algum mecanismo para evitar gases poluentes?</p>	<p>☐ Atende</p> <p>☐ Não atende.</p> <p>☐ Não se aplica.</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☐ AS</p> <p>☐ AI-</p>
<p>53. Verificar com <u>equipe ou no manual</u> A edificação possui algum mecanismo que prevê a captação da água da chuva?</p>	<p>☐ Atende</p> <p>☐ Não atende.</p> <p>☐ Não se aplica.</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☐ AS</p> <p>☐ AI-</p>
<p>Conclusão</p>	

Custos	
<p>54. Verificar <u>com equipe</u>:</p> <p>A edificação atende o VUP conforme norma 15.575 estabelece (VUP período de 50 anos). Isto considerando custos mínimos que devem ser gastos para manutenção.</p>	<p>() Atende.</p> <p>() Não atende.</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>() AI</p>
<p>55. Verifica <u>no manual</u></p> <p>Se há valores de custos da manutenção com os equipamentos, materiais, etc..</p>	<p>() Atende</p> <p>() Não atende.</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>() AI</p>
<p>56. Verificar <u>com equipe</u>:</p> <p>Se o projeto estima custos de luz e água em média por família</p>	<p>() Atende</p> <p>() Não atende.</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>() AI</p>
Conclusão	
Aparência física	
<p>57. Verificar <u>com a equipe e no manual</u>:</p> <p>A construtora prevê o atendimento aos prazos constantes no Anexo C da ABNT NBR 15575-1, e verificação da realização das intervenções constantes no manual de operação, uso e manutenção bem como evidências das correções? Ela estabelece os prazos corretamente</p>	<p>() Atende</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p>

	Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
58. Verificar <u>com a equipe</u> : As atividades de controle de qualidade da obra, durante a se de produção, detalhadas na Tabela 25 do SINAT 005 foram realizadas? - Controle no recebimento de materiais - Controle da qualidade da execução e inspeção do produto - Conformidade do produto	☐ Atende ☐ Não atende, quais elementos. ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
Conclusão	

APÊNDICE 10- QUESTIONÁRIO RESPONDIDO DURANTE FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO

QUESTIONÁRIO	
FASE : Pré- ocupação	NOME DA OBRA : Obra X
DATA : 2018	CIDADE DA OBRA : Região metropolitana de Curitiba
RESPONDENTE: -	FAIXA EDIFICAÇÃO : (x) FAIXA 1,5 () FAIXA 2 () FAIXA 3
CARGO RESPONDENTE : Gestor do projeto	TIPO DA OBRA (x) Prédio () Casa () Casa germinada
RESPONDER AS QUESTÕES ABAIXO COM BASE NA OBRA EM QUESTÃO	
Segurança contra incêndios	
36. A edificação possibilita a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança? (NBR 15.575)	(x) Sim, quais saídas : saída principal no térreo, devidamente dimensionada e com abertura no sentido do fluxo de saída. () Não
37. A edificação garante condições razoáveis para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção)? (NBR 15.575)	(x) Sim, quais condições : vias pavimentadas e com dimensões adequadas para o acesso de viaturas no interior do condomínio. () Não
38. A edificação evita ou minimiza danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infraestrutura pública e ao meio ambiente? (NBR 15.575)	(x) Sim, quais recursos ela possui para isso: compartimentação vertical e horizontal por meio de garantia do TRRF mínimo e distanciamento entre blocos edificadas. () Não
39. A edificação dificulta a ocorrência de princípio de incêndio por meio de premissas adotadas no projeto e na construção da edificação?(NBR 15.575-NBR 14432)	(x) Sim, quais premissas ela possui para isso: Garantia do TRRF mínimo na edificação nas áreas comuns e privativas. Instalações de gás encanado conforme exigências do DaTEC N° 20C e NBR 15526. () Não
40. As instalações elétricas da edificação possuem algum mecanismo para prevenir o risco de ignição dos materiais em função de curto-circuito e sobre tensões (NBR 15.575-NBR 5410)?	(x) Sim, quais: disjuntores do tipo DIN e DR, utilização de materiais normatizados, dimensionamento dos circuitos de acordo com NBR 5410 () Não

41. As instalações elétricas da edificação possuem algum mecanismo para prevenir o risco de explosão ou vazamento? (NBR 15.575- 13523 e ABNT NBR 15526)	(☒) Sim, quais: Instalações de gás confinadas em argamassa e independentes da estrutura da edificação. (☐) Não
42. A edificação possui mecanismos para dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem de eventual incêndio? (NBR 15.575)	(☒) Sim, quais: Garantia do TRRF mínimo na edificação nas áreas comuns e privativas, por meio da utilização de gesso duplo em todas as paredes em ambas as faces. (☐) Não
43. Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo acústico empregados na face interna dos sistemas ou elementos que compõem a edificação atendem as características de propagação de chamas controladas? (NBR 15.575) Conforme teste feito no protótipo?	(☒) Sim, quais: Dupla camada de gesso em ambas as faces da parede, além de conferir aumento no desempenho termo acústico do painel, garantem características de baixa combustibilidade ao painel. (☐) Não
44. A edificação possui algo mecanismo para dificultar a propagação de incêndio para unidades contíguas? (NBR 15.575)	(☒) Sim, quais: Garantia do TRRF mínimo na edificação nas áreas comuns e privativas, por meio da utilização de gesso duplo em todas as paredes em ambas as faces. (☐) Não
45. O sistema construtivo usa portas ou selos corta-fogo possibilitando que o edifício seja considerado uma unidade independente? (NBR 15.575)	(☐) Sim (☒) Não
46. A edificação assegura estanqueidade e isolamento entre os apartamentos/residências para evitar propagação do incêndio? (NBR 15.575)	(☒) Sim, oferecendo quais mecanismos : Garantia do TRRF mínimo na edificação nas áreas comuns e privativas, por meio da utilização de gesso duplo em todas as paredes em ambas as faces. (☐) Não
47. O teste de resistência ao fogo de <u>paredes estruturais e de paredes</u> de compartimentação foi realizado? É exigida resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos, considerando os critérios de avaliação relativos à estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica (SINAT 005)	(☒) Sim, atende a norma (☐) Sim, mas não atendeu a norma (☐) Não.

<p>48. O teste de resistência ao fogo de elementos de compartimentação <u>entre pavimentos</u> e elementos estruturais associados (sistema de pisos) foi realizado?</p> <p>É exigido pela SINAT 005 que os entrepisos de unidades habitacionais assobradadas, isoladas ou geminadas, e de edifícios multi-familiares devem atender aos critérios de resistência ao fogo de 30 minutos, considerando os critérios de avaliação de isolamento térmico, estanqueidade e estabilidade.</p>	<p>(☒) Sim, atende a norma</p> <p>(☐) Sim, mas não atendeu a norma</p> <p>(☐) Não.</p>
<p>49. O teste de resistência ao fogo de elementos do sistema <u>de cobertura</u> foi realizado?</p> <p>É exigida pela SINAT 005 que a resistência ao fogo do SC de edifícios de até 04 pavimentos, multi-familiares, deve atender aos requisitos da NBR 14432, considerando um valor mínimo de 30 minutos.</p>	<p>(☒) Sim, atende a norma</p> <p>(☐) Sim, mas não atendeu a norma</p> <p>(☐) Não.</p>
<p>50. O teste de resistência ao fogo de <u>dispositivos de fixação</u> foi realizado?</p> <p>Proteção dos dispositivos de fixação das paredes e dos entrepisos contra a ação do fogo, por exemplo, posicionando-os sob as chapas de gesso, ou com aplicação de pintura intumescente. A proteção adotada deve garantir resistência ao fogo igual à requerida para a parede estrutural, ou seja, de 30 minutos (SINAT 005).</p>	<p>(☒) Sim, atende a norma</p> <p>(☐) Sim, mas não atendeu a norma</p> <p>(☐) Não.</p>
<p align="center">Proteção contra microorganismos, insetos e animais perigosos</p>	
<p>51. A fim de evitar a proliferação de microorganismos a edificação apresenta condições adequadas de salubridade, considerando condições de umidade, temperatura e a o tipo de sistema construtivo? Métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente (NBR 15.575)</p>	<p>(☒) Sim, foram feitos ensaios em protótipos, quais e os mesmos atenderam as exigências.</p> <p>(☐) Sim, mas não atenderam as exigências, motivo_____</p> <p>(☐) Não</p>
<p>52. A edificação apresenta proteção contra microorganismos, insetos e animais perigoso?</p>	<p>(☒) Sim, apresente detalhes : Confinamento desses materiais na estrutura por meio de soluções de projeto. Para painéis de parede: membrana hidrófuga e chapa cimentícia (externo) e gesso e pintura (interno) - em áreas molhadas/molháveis, gesso resistente a umidade, impermeabilização e revestimento cerâmico. Para piso, membrana impermeável, contrapiso e revestimento – em áreas molhadas, utilização de chapa de compensado tratado e impermeabilização.</p>

	() Não
53. As peças estruturais de madeira utilizadas na edificação atendem as exigências estabelecidas pela SINAT 005 que fazem referência a relação de medidas preventivas e curativas adotadas para eliminação e controle de agentes biológicos (fungos, insetos xilófagos e perfuradores marinhos), físicos e químicos (biocidas) da madeira? ⁸	(x) Sim, apresente detalhes : tratamento do pinus em autoclave com retenção de 6,5 kg de CCA por metro cúbico. () Não
Segurança quanto à resistência estrutural (paredes)	
54. A edificação foi projetada, construída e montada de forma a atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 15575-2 ⁹ ? Item : Estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função estrutural (Questionar se houve ensaio ou análise do projeto atendendo cálculos estruturais conforme norma)	(x) Sim, resultados: projeto estrutural realizado em software de análise estrutural 3D com o método dos elementos finitos, que permite dimensionar ações e reações, tensões e deformações em cada elemento estrutural e garantir o atendimento da estabilidade e resistência do sistema estrutural. Ensaios em protótipos de painéis e por rompimentos de corpos de prova foram realizados e tiveram resultados superiores a 30 MPa de resistência a compressão paralela as fibras da madeira. () Não
55. A SINAT 005 detalha no anexo C as exigências estabelecidas para cada um dos componentes relacionados com a estrutura das paredes. A edificação atende estes requisitos (umidade, densidade de massa, resistência a flexão, cisalhamento,	(x) Sim, atende todos os requisitos () Sim, atende requisitos parciais, quais? () Não

⁸ Peça estrutural de madeira: peça de madeira maciça, serrada, de conífera, classes C20 a C30, tratada em autoclave com preservativo CCA, CCB, CA-B ou outro que venha a comprovar eficiência contra ataques de organismos xilófagos registrado para tal uso. Para telhados admite-se também o uso de peças de madeira de folhosa, classes C20 a C60, com alta resistência natural ao ataque de organismos xilófagos.

⁹ (NBR 15575-2) Atender durante a sua vida útil de projeto, sob as diversas condições de exposição (ação do peso próprio, sobrecargas de utilização, atuações do vento e outros), aos seguintes requisitos gerais: a) não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes; b) prover segurança aos usuários sob ação de impactos, choques, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal da edificação, previsíveis na época do projeto; c) não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos da edificação, admitindo-se tal exigência atendida caso as deformações se mantenham dentro dos limites estabelecidos nesta Norma; d) não repercutir em estados inaceitáveis de fissuração de vedação e acabamentos; e) não prejudicar a manobra normal de partes móveis, como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento normal das instalações em face das deformações dos elementos estruturais; f) cumprir as disposições das ABNT NBR 5629, ABNT NBR 11682 e ABNT NBR 6122 relativamente às interações com o solo e com o entorno da edificação.

inchamento e resistência a ataque de organismo xilófago)?	
Instalações hidráulicas	
56. A construção permite um fácil acesso aos sistemas de engenharia para manutenção e substituição dos mecanismos hidráulicos?	(☒) Sim (☐) Não
Instalações de telecomunicação	
57. A construção permite um fácil acesso aos sistemas de engenharia para manutenção e substituição dos mecanismos de telecomunicações?	(☒) Sim (☐) Não
Treinamento	
58. Considerando que o sistema LWF é considerado novo no Brasil, há algum tipo de treinamento para auxiliar no entendimento do manual do usuário/visita guiada para o morador que adquire a edificação para mostrar detalhe?	(☒) Sim (☐) Não
Gerenciamento	
59. Antes da entrega há algum curso/palestra que destaca aos moradores a importância na manutenção contínua da edificação ?	(☒) Sim (☐) Não
60. Há previsão de algum programa de conscientização relacionada com as condições de infraestrutura da edificação?	(☒) Sim. (☐) Não
61. A construtora oferece algum meio de comunicação para o morador tirar dúvidas ao longo de um período de tempo?	(☒) Sim, pontuar: Pesquisa pós-ocupacional realizada semestralmente durante o período de garantia. Disponibilização de contato via telefone/email para tirada dúvidas/reclamações. (☐) Não
Durabilidade	
62. Com relação à <u>superfície interna</u> da edificação: O edifício possui acabamentos adequados, ou seja, eles foram testados (fornecedores ou pela construtora) e atendem os prazos de durabilidade estabelecidos na norma 15.575-2 (Tabelas diversas)?	(☒) Sim, todos (☐) Sim, alguns quais : (☐) Não.
63. Com relação à <u>superfície externa</u> da edificação: O edifício possui acabamentos adequados, ou seja, eles foram testados (fornecedores ou pela construtora) e atendem os prazos de durabilidade	(☒) Sim, todos (☐) Sim, alguns quais : (☐) Não.

estabelecidos na norma 15.575-2 (Tabelas diversas)?	
<p>64. A edificação atende as exigências estabelecidas referentes à durabilidade (SINAT 005) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificação da existência e coerência de especificações e premissas de projeto que visem atendimento à VUP, conforme ABNT NBR 15575-1; - Verificação da existência no manual de uso, operação e manutenção de orientações que visem à facilidade e qualidade dos serviços de manutenção; - Resistência aos organismos xilófagos dos componentes de madeira; - Resistência à corrosão dos dispositivos de fixação; - Resistência à exposição aos raios ultravioletas dos componentes de acabamentos externos, quando aplicáveis; - Resistência das paredes de fachada à ação de calor e choque térmico; - Comportamento das juntas entre chapas de vedação externas e internas 	<p>(☒) Sim, todos</p> <p>(☐) Sim, alguns quais :</p> <p>(☐) Não.</p>
Manutenção	
<p>65. O fabricante do produto, o construtor especificou em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais internas e externas.</p> <p>a) caixilhos, esquadrias e demais componentes;</p> <p>b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);</p> <p>c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;</p> <p>d) periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;</p> <p>e) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras e limpeza;</p>	<p>(☒) Sim, todos</p> <p>(☐) Sim, alguns quais :</p> <p>(☐) Não.</p>

f) menção às normas aplicáveis.	
Satisfação dos moradores (opinião pessoal do responsável obra)	
66. O edifício apresenta mecanismos para manter a segurança dos bens e moradores?	(☒) Sim, quais: atendimento a 15575. (☐) Não.
67. A edificação traz a sensação de acolhimento para o morador?	(☒) Sim, como: atendimento a 15575. (☐) Não.
68. A edificação traz sensação de "bem estar" ao morador?	(☒) Sim, como: atendimento a 15575. (☐) Não.
69. A edificação favorece a qualidade de vida em termos de produtividade e desempenho do morador?	(☒) Sim, como: atendimento a 15575. (☐) Não.
Aparência física	
<p>70. O fabricante do produto, o construtor especificou em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais externas, mais em específico a aparência física</p> <p>a) caixilhos, esquadrias e demais componentes;</p> <p>b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);</p> <p>c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;</p> <p>d) periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;</p> <p>e) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras e limpeza;</p> <p>f) menção às normas aplicáveis.</p>	<p>(☒) Sim, todos</p> <p>(☐) Sim, alguns quais :</p> <p>(☐) Não.</p>
71. A edificação traz sensação de "bem estar" ao morador?	(☒) Sim, como: atendimento a 15575. (☐) Não.

72. A edificação favorece a qualidade de vida em termos de produtividade e desempenho do morador?	☒ Sim, como: atendimento a 15575. ☐ Não.
Aparência física	
<p>73. O fabricante do produto, o construtor especificou em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais externas, mais em específico a aparência física</p> <p>a) caixilhos, esquadrias e demais componentes;</p> <p>b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);</p> <p>c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;</p> <p>d) periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;</p> <p>e) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras e limpeza;</p> <p>f) menção às normas aplicáveis.</p>	☒ Sim, todos ☐ Sim, alguns quais : ☐ Não.

APÊNDICE 11- ROTEIRO DE INSPEÇÃO RESPONDIDO DURANTE FASE DE PRÉ-OCUPAÇÃO

INSPECIONAR	
FASE : Pré- ocupação	NOME DA OBRA : Obra X
DATA : 29/09/2018	CIDADE DA OBRA : Edificação no sul do Brasil
INSPETOR: Aluna do doutorado+ mestre de obras	FAIXA EDIFICAÇÃO : (x) 1, 5
CARGO INSPETOR: mestre de obras	TIPO DA OBRA (x) Prédio () Casa () Casa germinada
<p align="center">RESPONDER AS QUESTÕES ABAIXO COM BASE NA INSPEÇÃO FEITA A OBRA INTERNA E EXTERNA DA EDIFICAÇÃO E NA ANÁLISE DO PROJETO</p> <p>Atende – Quando o indicador objeto da questão é atendido plenamente; Não atende – Quando o atendimento do indicador objeto da questão é parcial ou não é atendido; Não se aplica – Quando o indicador objeto da questão inexistente na unidade ou edifício avaliado, portanto, não é aplicável; Não verificado – Quando, por algum motivo, não foram aplicados os métodos necessários para verificação do atendimento, ou não, do indicador objeto da questão. AS- Atendimento satisfatório AI- Atendimento insatisfatório</p>	
Segurança contra incêndios	
<p>74. Verifica <u>in loco</u> ou no projeto : A edificação possibilita a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança (NBR 15.575)</p>	<p>(x) Atende, quais possibilidades : A edificação tem uma saída por bloco. O prédio não tem elevador, então todas as saídas são feitas via escada. Estacionamento amplo e de fácil acesso para saída de emergência.</p> <p>() Não atende () Não se aplica () Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: (X) AS () AI</p>
<p>75. Verifica <u>in loco</u> ou no projeto : A edificação garante condições razoáveis para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção) (NBR 15.575)</p>	<p>(x) Atende, quais condições : A edificação tem estacionamento amplo e muito espaço ao redor para socorro. O estacionamento não gera bloqueios caso seja necessário a entrada de ambulância, viaturas ou socorro em geral.</p> <p>() Não atende () Não se aplica () Não verificado</p>

	Qualidade da informação: (X) AS () AI
76. Verifica no <u>projeto</u> : A edificação evita ou minimiza danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infraestrutura pública e ao meio ambiente (NBR 15.575)	(x) Atende, quais recursos ela possui para isso: Segundo análise in loco a fundação é rasa, o que gera uma menor movimentação de terra. A distância entre o prédio vizinho e o prédio analisado é de 2,5 m. E a distância entre as torres da edificação é de 8 m. () Não atende () Não se aplica () Não verificado Qualidade da informação: () AS (x) AI- Não foi possível ter acesso ao projeto, apenas as informações repassadas ao estre de obras.
77. Verifica <u>in loco</u> ou projeto : A edificação dificulta a ocorrência de princípio de incêndio por meio de premissas adotadas no projeto e na construção da edificação (NBR 15.575-NBR 14432)	(x) Atende, quais premissas ela possui para isso: O próprio sistema wood frame apresenta na sua composição uma estrutura para evitar este tipo de acidente. Essa edificação em específica utiliza gesso duplo que foi testado e verificou-se o tempo para queima é de 60 mim, mais do que a norma recomenda para este tipo de edificação. () Não atende () Não se aplica () Não verificado Qualidade da informação: () AS (X) AI- Não Tivemos acesso ao projeto que comprovasse essa informação e nem ao documento que mostrasse o teste e o seu resultado.

<p>78. Verifica <u>in loco</u> ou projeto :</p> <p>As instalações elétricas da edificação possuem algum mecanismo para prevenir o risco de ignição dos materiais em função de curto-circuito e sobre tensões (NBR 15.575-NBR 5410)</p>	<p>(x) Atende, quais: Todos os componentes elétricos passam por condutores de plásticos flexível rígido entre os montantes e os painéis tipo OSB, o que permite uma boa proteção evitando riscos de ignição de outros materiais como a madeira e o painel tipo OSB.</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(X) AS- No manual do usuário foi possível verificar este detalhe.</p> <p>() AI</p>
<p>79. Verifica <u>in loco</u> ou projeto :</p> <p>As rotas de saídas dos edifícios atendem ao disposto na ABNT NBR 9077</p>	<p>(x) Atende, quais requisitos ela atende? Todos? Parcial?</p> <p>Todos. Foi realizada inspeção com bombeiros. A edificação pontuada como A2 (prédio)</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>(x) AI- Não foi possível ter acesso ao documento de inspeção do bombeiro.</p>
<p>80. Verifica in loco ou <u>projeto</u> :</p> <p>O projeto estrutural apresenta mecanismos para minimizar o colapso estrutural da edificação em situação de incêndio, conforme Eurocode (NBR 15.575)</p>	<p>(x) Atende, quais mecanismos : Em discussão durante a inspeção o responsável destacou elementos utilizados para evitar o colapso. Como a estrutura é a base de madeira serrada do tipo Pinus, oriunda de florestas plantadas. Segundo o responsável a empresa utiliza Pinus AUTO CLAVADO cortando em média de 20 anos. O que é uma recomendação da própria SINAT.</p> <p>() Não atende</p>

	☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☒ AI- Não foi possível ter acesso ao projeto estrutural
81. Verifica in loco ou <u>projeto</u> : A distância entre edifícios deve atender à condição de isolamento, considerando-se todas as interferências previstas na legislação vigente? (NBR 15.575)	☒ Atende ☐ Não atende Atende conforme responsável nos informou. ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☒ AI- Não foi possível ter acesso ao projeto
82. Verificar <u>in loco ou no projeto</u> : A edificação dispõe de sinalização, iluminação de emergência e equipamentos de extinção do incêndio conforme as ABNT NBR 9441, ABNT NBR 10898, ABNT NBR 12693, ABNT NBR 13434 e ABNT NBR 13714, atendendo à legislação vigente	☒ Atende, quais requisitos ela atende? Todos? Parcial? Inspeção realizada pelos bombeiros. ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
83. Verificar <u>in loco ou no projeto</u> : Dos dispositivos de extintores- Os extintores devem ser classificados e posicionados de acordo com a ABNT NBR 12693.	☒ Atende Inspeção realizada pelos bombeiros. ☐ Não atende, ☐ Não se aplica ☐ Não verificado

	Qualidade da informação: () AS () AI
84. Verificação <u>in loco ou no projeto</u> : O material de tubulação, que deve não propagar à chama, deve-se adotar a ISO 1182.	(x) Atende Inspeção realizada pelos bombeiros. () Não atende, se aplica em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 () Não verificado Qualidade da informação: (x) AS () AI
Conclusão: <ul style="list-style-type: none"> Atende os requisitos completos da inspeção feita in loco. Nem o projeto e o alvará dos Bombeiros pode ser analisado, apenas informações obtidas pelo responsável da obra durante a inspeção no dia. O manual do usuário foi disponibilizado para consulta. 	
Instalações elétricas	
85. Verificar <u>in loco</u> : Quantidade de tomadas por cômodo e altura de tomadas e conectores por cômodo. Altura de 30 centímetros do piso acabado. Tomadas MÉDIAS e Interruptores – Altura de 1.20 até 1.30 mts do piso acabado (NBR 5410).	(x) Atende Cozinha/sala/lavanderia : 3 tomadas de 30 cm 5 tomadas de 1,20 cm 1 tomada de 2,10 cm 2 tomadas de 1,80 cm 2 interruptores Dorm 2 : 5 tomadas 4 tomadas de 30 cm 1 tomada de 1,20 cm 2 interruptores Dorm 1 : 3 tomada 3 tomadas de 30 cm 1 interruptor Banheiro : 1 interruptor 1 tomada de 1,20 cm 1 tomada de mais de 2,50 cm (220v)

	<p>() Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>
<p>86. Verificar <u>in loco</u>:</p> <p>Os componentes das instalações elétricas estão limpos e em bom estado de conservação conforme exigência NBR 15.575</p>	<p>(x) Atende . Conforme a inspeção realizada todos os componentes estavam em estado de conservação e limpeza bom.</p> <p>() Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>
<p>87. Verificar <u>in loco</u>:</p> <p>Não há peças defeituosas. Os dispositivos estão funcionando (liga e desliga)</p>	<p>(x) Atende. O apartamento analisado não apresentou defeito nos interruptores e tomadas.</p> <p>() Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>

<p>88. Verificar <u>in loco</u>: O quadro de distribuição com todos os disjuntores funciona e está devidamente identificado</p>	<p>☒) Atende.</p> <p>☐) Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>☐) Não se aplica</p> <p>☐) Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: ☒) AS ☐) AI</p>
<p>89. Verificar <u>in loco</u>: Não há tomadas de piso sem tampa</p>	<p>☐) Atende.</p> <p>☐) Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>☒) Não se aplica</p> <p>☐) Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: ☐) AS ☐) AI</p>
<p>90. Verificar <u>in loco</u>: Não há uso de benjamins e réguas</p>	<p>☐) Atende.</p> <p>☐) Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>☒) Não se aplica.</p> <p>☐) Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: ☐) AS ☐) AI</p>
<p>91. Verificar <u>in loco</u>: Não há fiação aparente</p>	<p>☒) Atende.</p> <p>☐) Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p>

	☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
92. Verificar <u>in loco</u> Há facilidade de acesso com segurança para manutenção e limpeza dos componentes elétricos	☒ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
93. Verificar <u>in loco</u> Estado de conservação geral das instalações elétricas	☒ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
Conclusão <ul style="list-style-type: none"> • Todos os itens inspecionados atenderam as exigências. • As informações são oriundas da inspeção visual “in loco” realizada com a pesquisadora e o mestre de obras. 	
Instalações hidráulicas	
94. Verificar no projeto (<u>feito in loco</u>), se houve ensaios com os componentes:	☒ Atende. Os componentes hidráulicos são testados em fábrica antes de serem trazidos para a

<p>As peças e aparelhos sanitários devem possuir resistência mecânica aos esforços a que serão submetidos na sua utilização) e verificar por inspeção visual as partes aparentes dos componentes dos sistemas, inclusive as partes cobertas que são passíveis de contato quando da manutenção ou troca de componente: As peças de utilização e demais componentes dos sistemas hidros sanitários que são manipulados pelos usuários não devem possuir cantos vivos ou superfícies ásperas (NBR 15.575-6)</p>	<p>obra. Todos os componentes do apartamento (1ª torre, 2ª andar) foram verificados e não apresentaram cantos vivos ou superfícies ásperas durante a visita.</p> <p>() Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: (x) AS () AI</p>
<p>95. Verifica no projeto (feito in loco): O sistema predial de água fria e quente deve fornecer água na pressão, vazão e volume compatíveis com o uso, associado a cada ponto de utilização, considerando a possibilidade de uso Atendeultâneo. Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 7198.</p>	<p>(x) Atende, foram realizados ensaios hidráulicos que atenderam as exigências das normas, conforme o responsável informou.</p> <p>() Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: () As (x) AI Não foi possível ter acesso ao projeto e nem ao documento do ensaio realizado.</p>
<p>96. Verifica in loco, as peças de utilização: Se o componente possuir declaração do fabricante ou embalagem que assegure o atendimento às normas vigentes sobre os componentes específicos, o sistema está isento desta verificação. Prover manobras confortáveis e seguras aos usuários. As peças de utilização, inclusive registros de manobra, devem possuir volantes ou dispositivos com formato e dimensões que proporcionem torque ou força de acionamento de acordo com as normas de especificação de cada produto, além de serem isentos de rebarbas, asperezas ou ressaltos que possam causar ferimentos (NBR 15.575-6)</p>	<p>(x) Atende</p> <p>Este item foi detalhado no manual do usuário que mostra os fornecedores de cada componente e sua validade conforme fornecedor.</p> <p>() Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p>

	Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
97. Verificar <u>in loco</u> : Não há peças defeituosas. Os dispositivos estão funcionando (Tais como torneiras, descargas e vasos sanitários)	☒ Atende. O apartamento analisado não apresentou defeito nas torneiras, descarga e vaso sanitário. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
98. Verificar <u>in loco</u> Estado de conservação geral das instalações hidráulicas	☒ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
99. Verificar <u>in loco</u> Não há sinais de infiltração	☒ Atende. ☐ Não atende, em quais locais : sala, cozinha, quarto 1, quarto 2 ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI

Conclusão <ul style="list-style-type: none"> • Todos os itens inspecionados atenderam as exigências. • As informações são oriundas da inspeção visual “in loco” realizada com a pesquisadora e o mestre de obras. E do manual do usuário. • Não foi possível ter acesso ao projeto. 	
Organização do ambiente	
<p>100. Verificar com a <u>equipe</u>:</p> <p>A obra possui o manual de operação uso e manutenção, ou documento similar, conforme 3.18, atendendo à ABNT NBR 14037 e ABNT NBR 5674, que deve ser entregue ao proprietário da unidade quando da disponibilização da edificação para uso, cabendo também elaborar o manual das áreas comuns, que deve ser entregue ao condomínio.</p>	<p>(x) Atende, cada proprietário recebe o manual e uma apresentação do sistema é realizada. Além disso a empresa mante o contato com o cliente por 10 anos, fazendo visitas contínuas para verificar a operação do uso e manutenção pelos períodos de 6, 18, 36, 72, 100 meses</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>
<p>101. Verificar se há <u>manual</u> de operação:</p> <p>Incorporador ou construtor deve anexar ao manual de operação, uso e manutenção (3.13) as especificações e detalhes construtivos necessários para ampliação do corpo da edificação, do piso, do telhado e das instalações prediais, considerando a coordenação dimensional e as compatibilidades físicas e químicas com os materiais disponíveis regionalmente sempre que possível; a possibilidade de ampliação, especificando-se os detalhes construtivos necessários para ligação ou a continuidade de paredes, pisos, coberturas e instalações.</p>	<p>(x) Atende</p> <p>O manual bem completo detalha tanto o SI como os materiais utilizados, o que pode e não pode ser feito. Ele possui uma seção detalhada do que não deve ser feito, pois gera perda de garantia</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>

<p>102.Verificar no <u>manual</u>: Premissas relacionadas com a edificação: programa de manutenção a ser adotado (SINAT 005)</p>	<p>(x) Atende, Manual apresenta instruções de trabalho para mostrar com detalhes como fazer a manutenção de cada item.</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: (x) AS () AI</p>
<p>103.Verificar no <u>manual</u>: Se o projeto mostra a quantidade e tipo de fixação a ser empregada na fixação de peças suspensas, como armários, pias e barras de apoio, bem como as eventuais barras de reforços. Caso haja locais predefinidos para a instalação das fixações, tais locais devem estar explicitados no Manual de Uso e Manutenção e no DATec, bem como as demais informações acima descritas (SINAT 005).</p>	<p>(x) Atende. O manual detalha a manutenção tanto interna como externa do sistema. Nas paredes, carga máxima.</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: (x) AS () AI</p>
<p>104.Verificar no <u>manual</u>: O sistema construtivo é flexível, pois permite ou prevê a realização de reformas e modificações.</p>	<p>(x) Atende. Segundo o responsável toda reforma e/ou modificação deve seguir o estabelecido no manual. Ela precisa ser realizada por um profissional habilitado.</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: (x) AS () AI</p>
<p>105.Verificar no <u>manual</u>: O sistema construtivo é flexível, pois permite ou prevê a realização de ampliações.</p>	<p>() Atende.</p> <p>() Não atende</p>

	<p>☒) Não se aplica—Edificação predial.</p> <p>☐) Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☐) AS</p> <p>☐) AI</p>
<p>106.Verificar no <u>manual</u>:</p> <p>O sistema construtivo é flexível, pois oferece informações de segurança para a realização de atividades de operação, uso e manutenção em caso de reformas, modificações e ampliações.</p>	<p>☒) Atende. Manual traz informações minuciosas a respeito das atividades de operação e manutenção.</p> <p>☐) Não atende</p> <p>☐) Não se aplica</p> <p>☐) Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☒) AS</p> <p>☐) AI</p>
<p>107.Verificar no <u>manual</u>:</p> <p>O sistema construtivo é flexível, pois fornece informações sobre infraestrutura material, tanto inovador quanto convencional que seja compatível com o sistema construtivo inovador.</p>	<p>☐) Atende.</p> <p>☒) Não atende O manual traz informações de infraestrutura detalhada. Sua referência é mais a respeito do seu sistema construtivo. Não há detalhes de interface com outro sistema construtivo.</p> <p>☐) Não se aplica</p> <p>☐) Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>☒) AS</p> <p>☐) AI</p>
<p>108.Verificar no <u>manual</u>:</p> <p>O sistema construtivo é flexível, pois fornece informações sobre infraestrutura técnica necessária, tanto inovadora quanto convencional compatível com o sistema construtivo inovador.</p>	<p>☐) Atende.</p> <p>☒) Não atende O manual traz informações de infraestrutura detalhada. Sua referência é mais a respeito do seu sistema construtivo. Não há detalhes de interface com outro sistema construtivo.</p>

	☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
109.Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois permite realização de manutenção recorrendo-se apenas a materiais, equipamentos, mão de obra e tecnologias tradicionais/regionais.	☒ Atende. Conforme verificação no manual a manutenção utiliza recursos que são disponíveis na região. ☐ Não atende ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
110.Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois permite a realização de reformas, modificações e ampliações recorrendo-se apenas a recursos tradicionais/regionais.	☐ Atende. ☐ Não atende ☒ Não se aplica- Edificação predial ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☐ AS ☐ AI
111.Verificar no <u>manual</u> : O sistema construtivo é adaptável, pois permite interface com sistemas construtivos tradicionais/regionais.	☐ Atende. ☒ Não atende- No manual não foi identificado ações que detalham interface com outros sistemas construtivos. ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI

<p>112. Verificar no <u>manual</u>:</p> <p>O sistema construtivo é adaptável, pois oferece informações e detalhes técnicos sobre interfaces entre o sistema construtivo inovador e tradicionais/regionais.</p>	<p>() Atende.</p> <p>(x) Não atende- No manual não foi identificado ações que detalham interface com outros sistemas construtivos.</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>
<p>113. Verificar no <u>manual</u>:</p> <p>O sistema construtivo é adaptável, pois oferece informações que viabilizem a realização de modificações, reformas e ampliações.</p>	<p>() Atende.</p> <p>() Não atende</p> <p>(x) Não se aplica- Edificação predial</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>() AI</p>
<p>114. Verificar no <u>manual</u>:</p> <p>O sistema construtivo é adaptável, pois indica materiais substituíveis e não substituíveis necessários à operação, uso e manutenção.</p>	<p>(x) Atende. Conforme verificação no manual a manutenção utiliza recursos que são disponíveis na região.</p> <p>() Não atende</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>
<p>Conclusão</p> <ul style="list-style-type: none"> Nem todos os itens foram atendidos. As informações são oriundas manual do usuário e do mestre de obras. Não foi possível ter acesso ao projeto. Recomenda-se ações 	

Documentação da edificação	
<p>115. Verificar com a <u>equipe</u>:</p> <p>Se há um manual de operação onde estão detalhados os projetos hidráulicos, elétricos, gás, sobrecarga, vida útil dos componentes, entre outros conforme recomendado pela NBR 15.575 e SINAT 005</p>	<p>☒ Atende O projeto estrutural e arquitetônico também é entregue em conjunto com o manual do usuário.</p> <p>☐ Não atende, quais elementos</p> <p>☐ Não se aplica</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI</p>
<p>116. Verificar no projeto e com a <u>equipe</u>:</p> <p>Se, de forma geral, os empreendimentos e sua infraestrutura (arruamento, drenagem, rede de água, gás, esgoto, telefonia, energia) foram projetados, construídos forma a minimizar as alterações no ambiente (1. Uso racional da água; 2. Descarte adequado do esgoto; 3. vazões que permitam tornar o mais eficiente possível o uso da água nele utilizadas, o que implica na redução do consumo de água a valores mínimos necessários e suficientes para o bom funcionamento dessas peças e para a satisfação das exigências do usuário; 4. Os sistemas prediais de esgoto sanitário devem estar ligados à rede pública de esgoto ou a um sistema localizado de tratamento e disposição de efluentes)</p>	<p>☒ Atende. O manual do usuário detalha o descarte adequado do esgoto, bem como sua manutenção. A edificação tem uma placa externa que deixa claro o SI para evitar que terceiros realizem obras sem saber o funcionamento adequado.</p> <p>☐ Não atende, quais elementos.</p> <p>☐ Não se aplica</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI</p>
<p>117. Verificar com <u>equipe e no próprio manual</u>:</p> <p>Se o manual de operação, uso e manutenção das edificações, considerada as diretrizes gerais das ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037, e do manual das áreas comuns que determina um plano de manutenção. (programas de manutenção, segundo ABNT NBR 5674)</p>	<p>☒ Atende. O manual tem uma seção específica de manutenção</p> <p>☐ Não atende, quais elementos.</p> <p>☐ Não se aplica</p> <p>☐ Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI</p>

<p>118.Verifica com <u>equipe ou no manual</u></p> <p>Há diretrizes que orientam os moradores a utilizarem os recursos de forma mais sustentável, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descarte adequado de resíduos; - Captação da água da chuva para limpar ambientes externos; - Coleta de resíduos adequada. - Entre outras 	<p>() Atende.</p> <p>(x) Não atende, quais elementos. O manual não traz diretrizes que fazem referência a coleta de lixo, captação e reuso da água da chuva e descarte adequado de resíduos. A diretriz relaciona a questão mais sustentável identifica no manual faz referência a manutenção do esgoto sanitário.</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>
<p>Conclusão</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os itens deste critério não foram todos atendidos. • Recomenda-se ações • As informações são oriundas manual do usuário e do mestre de obras. 	
<p>Vedações</p>	
<p>119.Verificar com <u>equipe ou projeto</u>:</p> <p>Verificar se sistemas de vedação vertical externo (SVVE) passou por meio de procedimentos de laboratório, conforme Anexo C e D da norma NBR 15.575-4.</p>	<p>(X) Atende,</p> <p>Atendeu o valor mínimo estabelecido pela norma. A edificação passou por testes realizados pelo Falcão Bauer. Vedações atendem as recomendações. Não foi possível acessar os valores, apenas verificou que o requisito foi atendido.</p> <p>() Não atende, qual valor</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>(X) AI- Não foi possível ter acesso ao documento comprovando o teste realizado e o valor identificado.</p>
<p>120.Verificar com <u>equipe ou projeto</u>:</p>	<p>(x) Atende</p>

<p>Se o tratamento dado às juntas é capaz de suportar as movimentações das chapas da face interna da vedação e outras movimentações provenientes da estrutura, sem apresentar fissuras e descolamentos que comprometam a estanqueidade das vedações de áreas molháveis e o aspecto psicológico do usuário (SINAT 005)</p>	<p>O manual do usuário possui uma seção específica para vedações.</p> <p>() Não atende, detalhar</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>() AI-</p>
<p>121.Verificar com <u>equipe ou projeto</u>: Foram realizados testes de estanqueidade à água conforme recomendação da SINAT 005 (3.3)</p>	<p>(x) Atende, atendeu o valor mínimo estabelecido pela norma</p> <p>A edificação passou por testes realizados pelo Falcão Bauer. Vedações atendem as recomendações. Não foi possível acessar os valores, apenas verificou que o requisito foi atendido</p> <p>() Não atende, qual valor</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>(X) AI- Não foi possível ter acesso ao documento comprovando o teste realizado e o valor identificado.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Todos os itens inspecionados atenderam as exigências. • As informações do mestre de obras e do responsável pelo projeto. 	
<p align="center">Eficiência energética</p>	
<p>122.Verificar <u>no projeto (neste caso, manual)</u>: As calhas e condutores devem suportar a vazão de projeto, calculada a partir da intensidade de chuva adotada para a localidade e para um certo período de retorno (ABNT NBR 10844- nível específico)</p>	<p>(x) Atende, atendeu o valor mínimo estabelecido pela norma</p> <p>Projeto arquitetônico detalha os condutores, e o manual também mostra as dimensões.</p> <p>() Não atende, qual valor</p> <p>() Não se aplica</p>

	<p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: () AS (X) AI- Não foi possível ter acesso ao documento comprovando o teste realizado e o valor identificado.</p>
<p>123.Verificar com <u>equipe técnica</u>:</p> <p>Os materiais, equipamentos e sistemas empregados na edificação não podem liberar produtos que poluam o ar em ambientes confinados, originando níveis de poluição acima daqueles verificados no entorno. Enquadram-se nesta situação os aerodispersóides, gás carbônico e outros. (Verificação pelos métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente) NBR 15.575</p>	<p>(x) Atende, atendeu o valor mínimo estabelecido pela norma A edificação passou por testes realizados pelo Falcão Bauer. Vedações atendem as recomendações. Não foi possível acessar os valores, apenas verificou que o requisito foi atendido</p> <p>() Não atende, qual valor</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: () AS (X) AI- Não foi possível ter acesso ao documento comprovando o teste realizado e o valor identificado.</p>
<p>124.Verificar com <u>equipe técnica</u>:</p> <p>Gases de escapamento de veículos e equipamentos não podem invadir áreas internas da habitação. O sistema de exaustão o ventilação de garagens internas deve permitir a saída dos gases poluentes gerados por veículos e equipamentos (Verificação pelos métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente) NBR 15.575</p>	<p>() Atende</p> <p>() Não atende, qual valor</p> <p>(x) Não se aplica. Neste caso o estacionamento não é coberto.</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: () AS () AI-</p>
<p>125.Verificar com <u>equipe ou no manual</u></p>	<p>() Atende</p> <p>(x) Não atende.</p>

<p>A edificação possui algum mecanismo para geração de energia renovável, por exemplo, captação da luz solar?</p>	<p>() Não se aplica.</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: (X) AS () AI</p>
<p>126. Verificar com <u>equipe ou no manual</u></p> <p>A edificação possui algum mecanismo para evitar gases poluentes?</p>	<p>() Atende</p> <p>(X) Não atende.</p> <p>() Não se aplica.</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: () AS () AI-</p>
<p>127. Verificar com <u>equipe ou no manual</u></p> <p>A edificação possui algum mecanismo que prevê a captação da água da chuva?</p>	<p>() Atende</p> <p>(X) Não atende.</p> <p>() Não se aplica.</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação: () AS () AI-</p>
<p>Conclusão</p> <ul style="list-style-type: none"> Os itens deste critério não foram todos atendidos. Recomenda-se ações 	
<p>Custos</p>	
<p>128. Verificar <u>com equipe</u>:</p> <p>A edificação atende o VUP conforme norma 15.575 estabelece (VUP período de 50 anos). Isto considerando custos mínimos que devem ser gastos para manutenção.</p>	<p>(X) Atende. O manual mostra o VUP</p> <p>() Não atende.</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p>

	Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
129.Verifica <u>no manual</u> Se há valores de custos da manutenção com os equipamentos, materiais, etc..	☐ Atende (X) Não atende. O projeto não prevê no seu escopo uma análise de custos de manutenção da edificação. ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
130.Verificar <u>com equipe</u> : Se o projeto estima custos de luz e água em média por família	☐ Atende X) Não atende. O projeto não prevê no seu escopo uma análise de custos com recursos de luz e água ☐ Não se aplica ☐ Não verificado Qualidade da informação: ☒ AS ☐ AI
Conclusão <ul style="list-style-type: none"> Os itens deste critério não foram todos atendidos. Recomenda-se ações 	
Aparência física	
131.Verificar <u>com a equipe e no manual</u> : A construtora prevê o atendimento aos prazos constantes no Anexo C da ABNT NBR 15575-1, e verificação da realização das intervenções constantes no manual de operação, uso e manutenção bem como evidências das correções? Ela estabelece os prazos corretamente	☒ Atende Manual detalha as formas de manutenção adequada para áreas externas, como por exemplo, o tipo de tinta nas paredes externas. Além disso, inspeções são feitas durante o prazo de 10 anos pela empresa. ☐ Não atende ☐ Não se aplica

	<p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>(x) AS</p> <p>() AI</p>
<p>132. Verificar <u>com a equipe</u>:</p> <p>As atividades de controle de qualidade da obra, durante a se de produção, detalhadas na Tabela 25 do SINAT 005 foram realizadas?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controle no recebimento de materiais - Controle da qualidade da execução e inspeção do produto - Conformidade do produto 	<p>(x) Atende, cada atividade foi feita conforme nos foi apresentado.</p> <p>() Não atende, quais elementos.</p> <p>() Não se aplica</p> <p>() Não verificado</p> <p>Qualidade da informação:</p> <p>() AS</p> <p>(x) AI. Informação obtida pelo gestor de projetos. Não foi possível ter acesso a informações mais detalhadas do processo fabril. Foi solicitado o check-list que, segundo o responsável é feito em fábrica para cada item deste apresentado, mas não se obteve acesso.</p>
<p>Conclusão</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todos os itens inspecionados atenderam as exigências. • As informações são oriundas do gestor de projetos da obra. 	

APÊNDICE 12- QUESTIONÁRIO ELABORAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DURANTE AS FASES DE OCUPAÇÃO E PÓS-OCUPAÇÃO

Questionar (A)								
1. Identificação	a)	Síndico	b)	Porteiro	c)	Zelador	d)	Outra, qual
2. Período que trabalha no condomínio	a)	Menos de 1 mês	b)	1-2 meses	c)	mais de 3 meses		
Segurança conta incêndio								
1. A edificação possibilita a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado
2. A edificação tem acesso para emprego de socorro onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção).	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado
3. Não há fiações aparentes no condomínio que possam estar trazendo risco de incêndio.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado
4. Não há vazamento de gás aparente no condomínio que possam estar trazendo risco de incêndio.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado
Observações								

1. Estado de conservação geral das instalações elétricas.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. Não há fiação aparente.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Não há uso de benjamins e réguas.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Não há tomadas de piso sem tampa.	()	Atende	()	Não atende	(x)	Não se aplica	()	Não verificado	
5. O quadro de distribuição com todos os disjuntores funciona e está devidamente identificado.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
6. Não há peças defeituosas. Os dispositivos estão funcionando (liga e desliga).	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
7. Qual é a média de consumo de energia mensal do condomínio?									
Instalações hidráulicas - Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas									
1. Estado de conservação geral das instalações hidráulicas.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	Observações
2. A construção permite fácil acesso aos sistemas de engenharia para manutenção e substituição dos mecanismos hidráulicos.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Há inspeções regulares do sistema de abastecimento de água e do nível da caixa de água.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Há inspeções regulares no sistema de esgoto da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	

5. Há reparo imediato quando danos ou vazamentos acontecem nos sistemas de saneamento.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
6. Já houve algum tipo de vazamento nas lajes da edificação ou na caixa de água?	()	Sim	De que natureza?		()			Não	
7. Qual é a média de consumo de água mensal do condomínio?									
Instalações Telecomunicações - Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, etc.)									
1. A construção permite fácil acesso aos sistemas de engenharia para manutenção e substituição dos mecanismos de telecomunicação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
Organização do ambiente- Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas - se houver, etc.)									
1. O plano de manutenção para as instalações previsto no manual do usuário está sendo colocado em prática	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. Esse plano é considerado adequado e de fácil compreensão para os moradores e funcionários da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Há um acompanhamento contínuo (mensal) para substituir itens danificados	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Mantem-se o reparo com mesmo padrão de qualidade da edificação inicial	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	

5. Há uma análise (colegiado) para aprovar qualquer reparo ou reforma antes de ser executada no prédio (condomínio)	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
6. Com qual frequência a edificação necessita de reparos?	()	Muita	()	Média	()	Pouca			
Segurança quanto a resistência estrutural (paredes)									
1. Não houve empenamento e/ou movimentação das paredes externas da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. Não houve deslocamento de algum revestimento externo da parede.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Não há defeitos físicos (trincas, rachaduras) aparentes no acabamento externo da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Como você avalia a qualidade das paredes em relação à resistência?	()	Muito resistente	()	Resistente	()	Pouco resistente	()	Muito frágil	
Organização do ambiente- Flexibilidade e adaptabilidade									
1. Não houve problema para fixar peças suspensas, como armários, pias e barras de apoio, bem como eventuais barras de reforço na edificação	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. Não houve dificuldade, visto que o sistema construtivo é diferente, de fazer alguma manutenção na edificação (paredes, banheiros, etc)	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
Conforto térmico									
1. Como você avalia a sensação de conforto térmico da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	Muito ruim

2. Como você avalia a variação térmica da edificação, ou seja, a diferença de temperatura dentro e fora da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
Conforto acústico										
1. Como você avalia a acústica do interior da edificação (com relação ao barulho entre os ambientes da residência)?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
2. Como você avalia a acústica em relação ao exterior (com relação ao barulho vindo de fora)?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
Conforto visual										
1. Como é a iluminação natural da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
2. Como é a reflexão do sol na edificação? A reflexão é o retorno de energia incidente, após entrar em contato com uma superfície refletora.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
Qualidade do ar										
1. Como é a ventilação da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
2. Como é a umidade do ar dentro da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
3. Já houve problemas de umidade nas paredes?	()	Sim					()	Não	Onde?	
Documentação da edificação - instalações										
Observações										

1. Há documentação da edificação, tais como manuais, plantas baixas, memorial descritivo, entre outros, são de fácil manuseio e apresentam as orientações adequadas para se manter as instalações elétricas, hidráulicas, telecomunicação, estrutural, entre outras.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. Há diretrizes (na documentação entregue) que orientam os moradores a utilizarem os recursos de forma mais sustentável, tais como: - Descarte adequado de resíduos; - Captação da água da chuva para limpar ambientes externos; - Coleta de resíduos adequada. - Entre outras.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. O plano de manutenção apresentado no manual do usuário para cada os itens relacionados ao sistema construtivo (forro, gesso, esquadrias, entre outros) é de fácil manuseio e apresenta orientações adequadas para se manter os itens.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
Treinamento- Guia dos moradores									
1. A apresentação e as orientações repassadas referentes ao sistema construtivo da edificação foram adequadas e permitiram a compreensão.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. O manual é claro e simples de aplicado	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	

3. O manual atendeu todas as suas dúvidas até o momento a respeito do sistema construtivo.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
Gerenciamento- moradores									
1. A palestracurso apresentado na entrega da edificação destacava a importância da manutenção contínua da edificação aos moradores/funcionários.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. Programas de conscientização relacionados com as condições de infraestrutura estão previstos.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. A comunicação com a construtora do sistema construtivo tem sido eficiente e eficaz.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Já houve alguma pesquisa pós-ocupação realizada pela própria construtora?	()	Sim	()	Não					
Durabilidade- Superfícies externas e internas do empreendimento (rachaduras, fissuras buracos, etc)									
1. O acabamento das superfícies apresentado nos documentos da edificação conferem com o da obra real?	()	Sim	()	Não					
2. Não há rachaduras e fissuras visíveis nas paredes externas da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Não há rachaduras e fissuras visíveis nas paredes internas da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Você está satisfeito com a qualidade das superfícies internas e externas da edificação.	()	Sim	()	Não					
Manutenção- preventiva das superfícies									
Observações									

1. Já houve alguma ação de manutenção preventiva feita nas superfícies da edificação?	()	Sim	()	Não	Detalhar					
2. Já houve alguma manutenção que teve que ser realizada na edificação?	()	Sim	()	Não	Detalhar					
Vedações										
1. Como você avalia a junta entre as janelas e paredes externas.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
2. Como você avalia a união entre parede externa e a estrutura da edificação.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
3. Como você avalia a união da porta com as paredes externas da edificação.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
4. Como você avalia a união entre paredes internas e estrutura da edificação.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
5. Como você avalia o isolamento/revestimento das áreas molhadas da edificação.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim
6. Não há problemas de infiltração nas paredes.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado		
Satisfação dos usuários										
1. Você se sente seguro na edificação?	()	Sim	()	Não	Detalhar					
2. Você se sente segurança contra intrusão e roubo na edificação?	()	Sim	()	Não	Detalhar					
5. Você sente que dentro da edificação você consegue ser produtivo. Ela te proporciona uma qualidade de vida para poder fazer suas tarefas?	()	Sim	()	Não	Detalhar					

Custos									
1. Algum componente da edificação (parte hidráulica elétrica, ou outras) já teve que ser trocado antes da sua garantia vencer?	()	Sim	()	Não	Detalhar				
2. Você está satisfeito com o custo de mão de obra da manutenção que a edificação vem proporcionando, visto que dependo da manutenção ela deve ser uma mão de obra especializada para o sistema construtivo.	()	Sim	()	Não	Detalhar				
3. Os custos previstos de energia e água são compatíveis com a realidade da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	Observação
Aparência física									
1. Você está satisfeito com a aparência externa da edificação.	()	Sim	()	Não	Detalhar				
2. Você está satisfeito com a qualidade dos materiais na aparência externa da edificação.	()	Sim	()	Não	Detalhar				
3. Você está satisfeito com a manutenção que vem sendo dada a aparência externa a edificação.	()	Sim	()	Não	Detalhar				

Questionar (B)							
1. Identificação do morador	a)	1 andar	b)	2 andar	c)	3 andar	
	a)	Torre 1	b)	Torre 2	c)	Torre 3	Torre 4
2. Período que habita no condomínio	a)	Menos de 1 mês	b)	1-2 meses	c)	mais de 3 meses	
Proteção contra microrganismos insetos e animais perigosos							
1. Não há marcas de mofo nas imediações do apartamento	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	() Não verificado
2. Não há proliferação de microrganismos, insetos ou animais perigosos dentro do apartamento.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	() Não verificado
Instalações elétricas- Facilidade a acesso dos componentes elétricos (tomadas e conectores)							
1. Há facilidade de acesso com segurança para manutenção e limpeza dos componentes elétricos	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	() Não verificado
Instalações elétricas- Limpeza e segurança dos componentes das instalações elétricas (tomadas e conectores)							
1. Estado de conservação geral das instalações elétricas	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	() Não verificado
2. Não há fiação aparente	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	() Não verificado
3. Não há uso de benjamins e réguas	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	() Não verificado
4. Não há tomadas de piso sem tampa	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	() Não verificado
Observação							

5. O quadro de distribuição com todos os disjuntores funciona e está devidamente identificado	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
6. Não há peças defeituosas. Os dispositivos estão funcionando (liga e desliga)	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
7. Qual é a média de consumo de energia mensal do seu apartamento? Apresentar média e quantas pessoas vivem na moradia.									
Instalações hidráulicas - Limpeza e segurança das instalações sanitárias internas e externas									
1. Estado de conservação geral das instalações hidráulicas	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. A construção permite fácil acesso aos sistemas de engenharia para manutenção e substituição dos mecanismos hidráulicos?	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Já houve algum tipo de vazamento nas lajes da edificação? Ou na caixa de água?	()	Sim	De que natureza?				()	Não	
4. Há reparo imediato quando danos ou vazamentos acontecem nos sistemas de saneamento.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
5. Qual é a média de consumo de água mensal do seu apartamento? Apresentar a									

média e quantas pessoas vivem na moradia.								Observações
Instalações Telecomunicações - Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, etc.)								
1. A construção permite fácil acesso aos sistemas de engenharia para manutenção e substituição dos mecanismos de telecomunicação?	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado
Organização do ambiente- Plano de manutenção preventiva e contínua em todas as instalações (elétricas, hidráulicas, térmicas - se houver, etc.)								
1. O plano de manutenção para as instalações previsto no manual do usuário está sendo colocado em prática	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado
2. Esse plano é considerado adequado e de fácil compreensão para os moradores e funcionários da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado
3. Com qual frequência sua residência necessita de reparos?	()	Muita	()	Média	()	Pouca		
Segurança quanto a resistência estrutural ((paredes)								
1. Não houve empenamento e/ou movimentação das paredes internas da sua residência.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado

2. Não houve deslocamento de algum revestimento externo da parede da sua residência.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Não há defeitos físicos (trincas, rachaduras) aparentes no acabamento externo da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Como você avalia a qualidade das paredes em relação à resistência?	()	Muito resistente	()	Resistente	()	Pouco resistente	()	Muito frágil	
Organização do ambiente- Flexibilidade e adaptabilidade									
1. Não houve problema para fixar peças suspensas, como armários, pias e barras de apoio, bem como eventuais barras de reforço na residência.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. Não houve dificuldade, visto que o sistema construtivo é diferente, de fazer alguma manutenção na residência (instalações, paredes, banheiros, etc)	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
Conforto térmico									
1. Como você avalia a sensação de conforto térmico da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	
								()	Muito ruim
Observações									

2. Como você avalia a variação térmica da edificação, ou seja, a diferença de temperatura dentro e fora da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
Conforto acústico											
1. Como você avalia a acústica do interior da edificação (com relação ao barulho entre os ambientes da residência)?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
2. Como você avalia a acústica em relação ao exterior (com relação ao barulho vindo de fora)?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
Conforto visual											
1. Como é a iluminação natural da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
2. Como é a reflexão do sol na edificação? A reflexão é o retorno de energia incidente, após entrar em contato com uma superfície refletora.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
Qualidade do ar											
1. Como é a ventilação da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
2. Como é a umidade do ar dentro da edificação?	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	

3. Já houve problemas de umidade nas paredes?	()	Sim					()	Não	Onde?
Documentação da edificação - instalações									
1. Há documentação da edificação, tais como manuais, plantas baixas, memorial descritivo, entre outros, são de fácil manuseio e apresentam as orientações adequadas para se manter as instalações elétricas, hidráulicas, telecomunicação, estrutural, entre outras.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. Há diretrizes (na documentação entregue) que orientam os moradores a utilizarem os recursos de forma mais sustentável, tais como: - Descarte adequado de resíduos; - Captação da água da chuva para limpar ambientes externos; - Coleta de resíduos adequada. - Entre outras.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. O plano de manutenção apresentado no manual do usuário para cada os itens relacionados ao sistema construtivo (forro, gesso, esquadrias, entre outros) é de fácil manuseio e apresenta	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	

3. A comunicação com a construtora do sistema construtivo tem sido eficiente e eficaz.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Já houve alguma pesquisa pós-ocupação realizada pela própria construtora?	()	Sim	()	Não					
Durabilidade- Superfícies externas e internas do empreendimento (rachaduras, fissuras buracos, etc)									
1. O acabamento das superfícies apresentado nos documentos da edificação conferem com o da obra real?	()	Sim	()	Não					
2. Não há rachaduras e fissuras visíveis nas paredes externas da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Não há rachaduras e fissuras visíveis nas paredes internas da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Você está satisfeito com a qualidade das superfícies internas e externas da edificação.	()	Sim	()	Não					
Manutenção- preventiva das superfícies									
1. Já houve alguma ação de manutenção preventiva feita nas superfícies da edificação?	()	Sim	()	Não	Detalhar				

2. Já houve alguma manutenção que teve que ser realizada na edificação?	()	Sim	()	Não	Detalhar					Observação	
Vedações											
1. Como você avalia a junta entre as janelas e paredes externas.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
2. Como você avalia a união entre parede externa e a estrutura da edificação.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
3. Como você avalia a união da porta com as paredes externas da edificação.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
4. Como você avalia a união entre paredes internas e estrutura da edificação.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
5. Como você avalia o isolamento/revestimento das áreas molhadas da edificação.	()	Muito boa	()	Boa	()	Regular	()	Ruim	()	Muito ruim	
6. Não há problemas de infiltração nas paredes.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado			
Satisfação dos usuários											
1. Você se sente seguro na sua residência?	()	Sim	()	Não	Detalhar					Observação	
2. Você se sente segurança contra intrusão e roubo na sua residência?	()	Sim	()	Não	Detalhar						

3. Você sente que sua residência traz uma sensação de acolhimento?	()	Sim	()	Não	Detalhar		
4. Você sente que sua residência te proporciona "bem estar"?	()	Sim	()	Não	Detalhar		
5. Você sente que dentro da sua residência você consegue ser produtivo. Ela te proporciona uma qualidade de vida para poder fazer suas tarefas?	()	Sim	()	Não	Detalhar		

Eficiência Energética								Observação	
1. A gestão de captação da água da chuva atende as necessidades da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. A gestão de captação de energia solar atende as necessidades da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Os gases de escapamentos dos veículos equipamentos não invadem áreas internas da habitação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Não há odor de poluentes de materiais e equipamentos empregados no sistema construtivo da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	

Custos								Observação
--------	--	--	--	--	--	--	--	------------

1. Você está satisfeito com os custos de manutenção que a edificação vem proporcionando?	()	Sim	()	Não	Detalhar	
2. Você está satisfeito com os custos de energia e água que vem gastando na edificação?	()	Sim	()	Não	Detalhar	
3. Algum componente da edificação (parte hidráulica elétrica, ou outras) já teve que ser trocado antes da sua garantia vencer?	()	Sim	()	Não	Detalhar	
4. Você está satisfeito com o custo de mão de obra da manutenção que a edificação vem proporcionando, visto que dependo da manutenção ela deve ser uma mão de obra especializada para o sistema construtivo	()	Sim	()	Não	Detalhar	
5. Os custos previstos de energia e água são compatíveis com a realidade da edificação.	()	Atende	()	Não atende	() Não se aplica	() Não verificado
Aparência física						
1. Você está satisfeito com a aparência externa da edificação.	()	Sim	()	Não	Detalhar	
2. Você está satisfeito com a qualidade dos materiais na aparência externa da edificação.	()	Sim	()	Não	Detalhar	
						Observação

3. Você está satisfeito com a manutenção que vem sendo dada a aparência externa a edificação.	()	Sim	()	Não	Detalhar
---	-----	-----	-----	-----	----------

APÊNDICE 13- ROTEIRO DE INSPEÇÃO ELABORAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DURANTE AS FASES DE OCUPAÇÃO E PÓS-OCUPAÇÃO

INSPECIONAR									
Segurança conta incêndio									Observações
1. A edificação possibilita a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança?	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
2. A edificação tem acesso para emprego de socorro onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção)?	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
3. Não há fiações aparentes no condomínio que possam estar trazendo risco de incêndio	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
4. Não há vazamento de gás aparente no condomínio que possam estar trazendo risco de incêndio	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
5. A edificação dispõe de sinalização, iluminação de emergência e equipamentos de extinção do incêndio conforme as ABNT NBR 9441, ABNT NBR 10898, ABNT NBR 12693, ABNT NBR 13434 e ABNT NBR 13714, atendendo à legislação vigente	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	

6. O sistema construtivo usa portas ou selos corta-fogo?	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
7. As escadas (rota de saídas) estão em condições adequadas para uso (com corrimão e sem objetos que prejudiquem o uso das escadas para fuga)	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
8. Os extintores estão posicionados no local estabelecido	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
9. Os extintores estão funcionando e estão na validade estabelecida.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
Segurança quanto a resistência estrutural (paredes)									
1. Não há rachaduras aparentes que possam estar comprometendo a segurança estrutural da edificação.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
Organização do ambiente- Flexibilidade e adaptabilidade									
1. O sistema construtivo é flexível, pois permite ou prevê a realização de reformas e modificações.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	Observações
2. O sistema construtivo é flexível, pois permite ou prevê a realização de ampliações.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	

3. O sistema construtivo é flexível, pois oferece informações de segurança para a realização de atividades de operação, uso e manutenção em caso de reformas, modificações e ampliações.	☐	Atende	☐	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Não verificado	
4. O sistema construtivo é flexível, pois fornece informações sobre infraestrutura material, tanto inovador quanto convencional que seja compatível com o sistema construtivo inovador	☐	Atende	☐	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Não verificado	
5. O sistema construtivo é flexível, pois fornece informações sobre infraestrutura técnica necessária, tanto inovadora quanto convencional compatível com o sistema construtivo inovador	☐	Atende	☐	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Não verificado	
6. O sistema construtivo é adaptável, pois permite realização de manutenção recorrendo-se apenas a materiais, equipamentos, mão de obra e tecnologias tradicionais/regionais	☐	Atende	☐	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Não verificado	
7. O sistema construtivo é adaptável, pois permite a realização de reformas, modificações e ampliações recorrendo-se apenas a recursos tradicionais/ regionais.	☐	Atende	☐	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Não verificado	
8. O sistema construtivo é adaptável, pois permite interface com sistemas construtivos tradicionais/ regionais;	☐	Atende	☐	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Não verificado	

9. O sistema construtivo é adaptável, pois oferece informações e detalhes técnicos sobre interfaces entre o sistema construtivo inovador e tradicionais/regionais.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
10. O sistema construtivo é adaptável, pois oferece informações que viabilizem a realização de modificações, reformas e ampliações.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	
11. O sistema construtivo é adaptável, pois indica materiais substituíveis e não substituíveis necessários à operação, uso e manutenção; indicar equipamentos substituíveis e não substituíveis necessários à operação, ao uso e à manutenção.	()	Atende	()	Não atende	()	Não se aplica	()	Não verificado	

APÊNDICE 14- OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO QUE COINCIDEM ENTRE AS NORMAS DE DESEMPENHO CONSULTADAS

Critérios	ISO 6241 (1984- Europa)	ISO 19208 (2016) Europa	ISO 15928 (2015) Europa	NBR 15.575 (Brasil)	CTE (Espanha)	DBH (Nova Zelândia)	ASMT (EUA)	BAPF (Austrália)	NBC 2016 (Índia)
	QUE COINCIDEM ENTRE SI								
Estabilidade estrutural	X	X	X	X	X	X	X		X
Durabilidade/manutenção	X	X	X	X		X	X	X	
Segurança contra fogo	X	X	X	X	X	X			X
Segurança do usuário	X	X		X	X	X		X	
Estanqueidade (água) e/ou (ar)	X	X		X	X				
Conforto hidrotérmico	X	X		X	X	X	X		X
Pureza e qualidade do ar	X	X		X	X	X	X		X
Conforto acústico	X	X		X	X	X	X		
Conforto tátil (desc. Elétrica)	X	X		X					
Conforto visual (iluminação)	X	X		X	X	X	X		X
Conforto antropodinâmico (bem estar)	X			X	X	X	X	X	
Higiene	X	X		X	X	X	X		
Economia (custos)	X	X						X	
Impacto ambiental				X			X	X	
Eficiência energética (incluindo materiais, energia, Água e lixo).		X			X	X	X		X
Disponibilidade de dados/rede/serviços de telecomunicações							X		

FONTE: A autora (2019)

APÊNDICE 15- OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO QUE NÃO COINCIDEM ENTRE AS NORMAS DE DESEMPENHO CONSULTADAS

Critérios	ISO 6241 (1984- Europa)	ISO 19208 (2014) Europa	ISO 15928 (2015) Europa	NBR 15.575 (Brasil)	CTE (Espanha)	DBH (Nova Zelândia)	ASMT (EUA)	BAPF (Austrália)	NBC (Índia)
QUE NÃO COINCIDEM ENTRE SI									
Fornecimento de energia e água, iluminação, alarmes.	X					X	X		
Valor cultural								X	
Custos pós-obra- demolição	X				X				
Custos externos	X					X			
Resposta de falha, eficiência do pessoal de serviço de construção				X					
Flexibilidade/adaptabilidade	X	X				X	X		
Integração da construção no local e arredor									
Interações e espaços de descanso		X		X		X	X		
Custos de investimentos	X							X	
Intensidade do uso da terra							X		
Custos de manutenção				X	X		X	X	
Gestão de resíduos				X	X	X	X		X
Intensidade de iluminação natural	X			X	X		X		
Acessibilidade a pessoas com deficiência física		X		X					
Energia operacional			X						

FONTE: A autora (2019)

APÊNDICE 16- OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO QUE COINCIDEM ENTRE AS CERTIFICAÇÕES DE DESEMPENHO CONSULTADAS

Critérios	BREEAM	VERDE (Espanha)	CASBEE	GREEN STAR	iISBE	GREEN MARK	LEED	NABERS	GREEN GLOBES	WELL	SELO AZUL (Brasil)	Aguas (Brasil)
COINCIDEM												
Energia consumida	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Água consumida	X	X		X		X	X	X	X		X	X
Consumo de materiais		X	X	X			X				X	
Geração de resíduos sólidos	X	X					X	X			X	X
Geração de CO2	X	X		X			X		X			
Satisfação com design			X								X	X
Espaço ao ar livre	X									X	X	
Acesso deficientes		X								X		
Conforto térmico		X	X	X		X	X		X	X	X	X
Conforto acústico		X	X	X		X			X	X		X
Iluminação		X	X	X		X	X		X	X	X	
Qualidade ar interno/odor	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
Segurança	X											
Custo manutenção	X	X		X		X						X
Localização						X	X					
Transporte público	X			X	X	X	X				X	

FONTE: A autora (2019)

APÊNDICE 17- OS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO QUE NÃO COINCIDEM ENTRE AS CERTIFICAÇÕES DE DESEMPENHO CONSULTADAS

Critérios	BREEAM	VERDE (Espanha)	CASBEE	GREEN STAR	iiSBE	GREEN MARK	LEED	NABERS	GREEN GLOBES	WELL	SELO AZUL (Brasil)	Aquas (Brasil)
NÃO COINCIDEM												
Transporte alternativo	X	X		X	X		X			X	X	
Ventilação		X	X	X							X	
Reciclagem		X					X		X			
Guia e usuário	X	X		X			X					
Programa de manutenção	X	X										X
Avaliação POS						X				X		
Inovação na operação		X					X			X		
Impacto nos vizinhos			X	X			X					X
Qualidade da água		X								X	X	
Eficiência dos espaços		X										
Flexibilidade			X									

FONTE: A autora (2019).

APÊNDICE18- OS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS NAS NORMAS E/OU DIRETRIZES RELACIONADAS COM LWF

Países	Normas e/ou diretrizes relacionados com LWF	Critérios									DURABILIDADE
		UMIDADE	RESISTÊNCIA A ORGANISMOS	IMPERMEABILIDADE (ESTANQUEIDADE)	RESISTÊNCIA ESTRUTURAL	RESISTÊNCIA A IMPACTOS, DEFORMAÇÕES	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS	DESEMPENHO TÉRMICO	DESEMPENHO ACÚSTICO		
Brasil	SINAT N° 005	TABELA B PÁGINA 15, PÁGINA 35 E 36 (ESPECIAL- MENTE 3.3.2.2)	TABELA B PÁGINA 15, TABELA 4 PÁGINA 21	N4 PÁGINA 19	TABELA 6 PÁGINA 24, PÁGINA 23 TABELA 5, NBR 15575-4, PÁGINA 48 (4.1.1.1)	PÁGINAS 23~29	PÁGINA 29~33 (3.2.1). PÁGINA 51 (NBR 5628)	PÁGINA 36 E 37 (TABELAS 16,17,18). PÁGINA 53 (4.1.4 NBR 9574)	PÁGINA 38,39 (TABELAS 20,21,22)	PÁGINA 40 (TABELA 23)	
	DATec n° 020ª	PÁG 13 (4.2)	PÁG 15 (4.5.1)	PÁG 13 (4.2)	PÁG 12 (4.1)	PÁG 12 (4.1) TABELA 02.	PÁG 16 (4.6)	PÁG 14 TABELA 04 (4.3), PÁG 16 (4.5.4)	PÁG 15 TABELA 05 (4.4)	PÁG 15 (4.5)	
	NBR 7190- Projeto de Estruturas em Madeira	6.1.5 Umidade	10.7 Durabilidade da madeira		5.0	5.0				10.7 Durabilidade da madeira	
Chile	Manual (NCH 1198)	5.4	ANEXO I		ANEXO G	ANEXO C		ANEXO H		ANEXO H e ANEXO I e ANEXO P	
EUA	Manual WFCM (2001)				X	X					
Alema	DIN 1052 (1998)				X	X					
Europa	EUROCODE 5 (1995)	SEÇÃO 3 - PARTE 1	SEÇÃO 4- PARTE 1	SEÇÃO 3 -PARTE 1	SEÇÃO 6- PARTE 1	SEÇÃO 6- PARTE 1 E SEÇÃO 7- PARTE 1	SEÇÃO 3 -PARTE 1	SEÇÃO 3 - PARTE 1	SEÇÃO 3 - PARTE 1	SEÇÃO 4- PARTE 1	

FONTE: A autora (2019).

APÊNDICE 19- COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO

1

DIMENSÃO 1	CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	REFERÊNCIA	FASE	FORMA DE COLETA	OBSERVAÇÃO
DIMENSÃO 1	Segurança e proteção	Segurança contra incêndios	Ibem et al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Khalil et al (2016)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Nazzer e Silva (2016)	BPE	Qualitativa - questionário/ envolvidos no processo	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Mohit e Nazzyddah (2011)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Ibem et al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Khalil et al (2016)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Mohit e Nazzyddah (2011)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Elyda Myeda et al (2011)	APO	Qualitativo/questionário	Sim ou não
			Khalil et al (2016)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
DIMENSÃO 1	Instalações de telecomunicação	Facilidade a acesso aos mecanismos de telecomunicações (telefone, internet, etc.)	Khalil et al (2016)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Hashim et al (2012)	APO	Entrevista semiestruturada	Escala (Excelente-0,8-1; muito bom- 0,65-0,8; bom-0,5-0,65; pobre-0,-0,5)
			Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
DIMENSÃO 1	Organização do ambiente	Flexibilidade e adaptabilidade	Nazzer e Silva (2016)	BPE	Qualitativa - questionário/ envolvidos no processo	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Lavy et al 2010 (geral)	BPE	Qualitativo- 2 questões (concorda ou discorda) /11 representantes da indústria	(1) Você concorda ou não concorda com a categorização proposta de KPIs? Se não, Por favor, sugira uma questão. (2) Você concorda ou não concorda que as métricas de desempenho da instalação adequada.

Fonte: A autora (2019)

APÊNDICE 20- COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	REFERÊNCIA	FASE	FORMA DE COLETA	OBSERVAÇÃO
Conforto térmico	Temperatura interna do ambiente	Altan et al. (2013)	APO	Quantitativa - sensores de monitoramento	Período de monitoramento: dois anos. Perfis diários de monitoramento.
		Ibem et al (2013)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Altan et al. (2013)	APO	Quantitativa - sensores de monitoramento	Período de monitoramento: dois anos. Temperaturas do ar interior máximas, mínimas e médias durante dias de semana e fins de semana.
		Khalil et al (2016)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
	Variação térmica da temperatura (4 estações /inverno-verão)	Al-saffar e Taleb (2013)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório. Percepção da temperatura no verão e no inverno pelos ocupantes.
		Talib el al (2013)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Hashim et al (2012)	APO	Entrevista semiestruturada	Escala (Excelente-0,8-1;muito bom- 0,65-0,8; bom-0,5-0,65; pobre-0,-0,5)
		Lai e Man (2017)-geral	APO	Qualitativa questionário	Não deixa claro a forma de aplicação
		Nazeer e Silva (2016)-modo geral	BPE	Qualitativa questionário/envolvidos no processo	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Ibem et al (2013)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Gopikrishnan e Topkar (2015)- modo geral	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Nazeer e Silva (2016)-modo geral	BPE	Qualitativa questionário/envolvidos no processo	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
Conforto acústico	Nível de ruído interno	Hashim et al (2012)-conforto acústico	APO	Entrevista semiestruturada	Escala (Excelente-0,8-1;muito bom- 0,65-0,8; bom-0,5-0,65; pobre-0,-0,5)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	REFERÊNCIA	FASE	FORMA DE COLETA	OBSERVAÇÃO
Qualidade do ar interno	Circulação do ar (ventilação)	Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Khalil et al (2016)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Nazeer e Silva (2016)	BPE	Qualitativa questionário/envolvidos no processo	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Mohit e Azim (2012)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Mohit e Nazyddah (2011)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Al-saffar e Taleb (2013)	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório. Percepção da ventilação natural e artificial pelos ocupantes.
	Umidade do ar	Altan et al. (2013)	APO	Quantitativa - sensores de monitoramento	Período de monitoramento: dois anos. Perfis diários de monitoramento. Valores de umidade relativa máximos, mínimos e médios durante dias de semana e fins de semana.
		Ibem et al (2013)-modo geral	APO	Qualitativa questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Nazeer e Silva (2016)-modo geral	BPE	Qualitativa questionário/envolvidos no processo	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
		Hashim et al (2012)-do ar	APO	Entrevista estruturada	Escala (Excelente-0,8-1;muito bom- 0,65-0,8; bom-0,5-0,65; pobre-0,-0,5)
		Lai e Man (2017)-geral	APO	Qualitativa questionário	Não deixa claro a forma de aplicação
		Lavy et al 2010	BPE	Qualitativo- 2 questões (concorda ou discorda)/11 representantes da indústria	(1) Você concorda ou não concorda com a categorização proposta de KPIs? Se não, Por favor, sugira como você esta perseguirá esta questão. (2) Você concorda ou não concorda que as métricas de desempenho da instalação adequada

FONTE: A autora (2019).

APÊNDICE 21-COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO 3

DIMENSÃO	CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	REFERÊNCIA	FASE	FORMA DE COLETA	OBSERVAÇÃO
DIMENSÃO 3	Documentação da edificação	Projetos elétricos, hidráulicos, mecânicos e térmicos	Elyda Myeda et al (2011)	APO	Qualitativo/questionário	Sim ou não
		Plano ambiental (sustentabilidade)				
		Plano de manutenção				
	Treinamento	Guia aos moradores	Nazzer e Silva (2016)	BPE	Qualitativa - questionário/envolvidos no processo	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
	Gerenciamento	Manutenção contínua feita dos moradores (3, 6, 9, 12 meses)				
		Programas de conscientização				
		Relação construtora x moradores	Elyda Myeda et al (2011)	APO	Qualitativo/questionário	Sim ou não/Contato direto para ouvir reclamações

Fonte: A autora (2019).

APÊNDICE 22 -COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO

4

DIMENSÃO	CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	REFERÊNCIA	FASE	FORMA DE COLETA	OBSERVAÇÃO
DIMENSÃO 4	Durabilidade estrutural	Superfícies internas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)	Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt 2011	BPE/APO	Grupo focal/questionário (diretos/indiretos)/observação	
			Elyda Myeda et al (2011)	APO	Qualitativo/questionário	Sim ou não
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
	Manutenção	Superfícies externas do empreendimento (rachaduras, fissuras, buracos, etc.)	Elyda Myeda et al (2011)	APO	Qualitativa - questionário	Sim ou não
			Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt 2011	BPE/APO	Grupo focal/questionário (diretos/indiretos) /observação	
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Nazzer e Silva (2016)	BPE	Qualitativa questionário/envolvidos no processo	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt 2011 (manutenção geral)	BPE/APO	Grupo focal/questionário (diretos/indiretos) /observação	
Vedações	Preventiva das superfícies internas do empreendimento		Lai e Man (2017)	APO	Qualitativa - questionário	Não deixa claro a forma de aplicação/laxa de trabalho, tempo de agendamento, tempo em reparo...
			Lavy et al 2010 (geral)	BPE	Qualitativo- 2 questões (concorda ou discorda)/11 representantes da indústria	(1) Você concorda ou não concorda com a categorização proposta de KPIs? Se não, Por favor, sugira como você perseguirá esta questão. (2) Você concorda ou não concorda que as métricas de desempenho da instalação adequada.
			Lai e Man (2017)	APO	Qualitativa - questionário	Não deixa claro a forma de aplicação/laxa de trabalho, tempo de agendamento, tempo em reparo...
			Elyda Myeda et al (2011)	APO	Qualitativo/questionário	Sim ou não
			Hashim et al (2012)	APO	Entrevista semiestruturada	Escala (Excelente-0,8-1; muito bom- 0,65-0,8; bom-0,5-0,65; pobre-0,-0,5)
	Isolamento (proteção da entrada do ar)		Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
			Ibem et al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.

Fonte: A autora (2019).

APÊNDICE 23- COMPILAÇÃO DA LITERATURA: FORMA DE COLETA DE DADOS DOS CRITÉRIOS IDENTIFICADOS PARA A DIMENSÃO

5

DIMENSÃO	CRITÉRIOS dos moradores	SUBCRITÉRIOS	REFERÊNCIA	FASE	FORMA DE COLETA	OBSERVAÇÃO												
DIMENSÃO 5	Satisfação dos moradores	Segurança da vida e dos bens imobiliários	Lavy et al 2010	BPE	Qualitativo- 2 questões (concorda ou discorda)/ 11 representantes da indústria	(1) Você concorda ou não concorda com a categorização proposta de KPIs? Se não, Por favor, sugira uma questão. (2) Você concorda ou não concorda que as métricas de desempenho da instalação adequada Sim ou não												
				APO	Qualitativo/questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.												
		Sensação de "pertencimento ao ambiente"	Ibem et al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.												
			Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.												
			Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.												
	Produtividade e desempenho	Lavy et al 2010	BPE	Qualitativo- 2 questões (concorda ou discorda)/ 11 representantes da indústria	Qualitativo- 2 questões (concorda ou discorda)/ 11 representantes da indústria	(1) Você concorda ou não concorda com a categorização proposta de KPIs? Se não, Por favor, sugira uma questão.. (2) Você concorda ou não concorda que as métricas de desempenho da instalação adequada												
							Gestão da captação da água da chuva	Gopikrishnan e Topkar (2015)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.							
												Gestão de energia renovável (captação solar)	Lai e Man (2017)	APO	Qualitativa - questionário	Não deixa claro a forma de aplicação		
	Gestão de gases poluentes	Nazzer e Silva (2016)	BPE	Qualitativa questionário/envolvidos no processo	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.													
						Custos	Custos de manutenção (materiais, equipamentos, pessoas)	Hashim et al (2012)	APO	Entrevista semiestruturada	Escala (Excelente-0,8-1;muito bom- 0,65-0,8; bom-0,5-0,65; pobre-0,-0,5)							
	Lavy et al 2010	BPE	Qualitativo- 2 questões (concorda ou discorda)/11 representantes da indústria	(1) Você concorda ou não concorda com a categorização proposta de KPIs? Se não, Por favor, sugira uma questão.. (2) Você concorda ou não concorda que as métricas de desempenho da instalação adequada														
					Lai e Man (2017)							APO	Qualitativa - questionário	Não deixa claro a forma de aplicação				
															Ibem et al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
	Aparência física	Custo previsto X real (água, luz, etc.)	Lavy et al 2010	BPE	Qualitativo- 2 questões (concorda ou discorda) / 11 representantes da indústria	(1) Você concorda ou não concorda com a categorização proposta de KPIs? Se não, Por favor, sugira uma questão. (2) Você concorda ou não concorda que as métricas de desempenho da instalação adequada												
							Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5); 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.								
											Khalil et al (2016)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.				
															Talib el al (2013)	APO	Qualitativa - questionário	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.
Ibem et al (2013)																		
	Manutenção da aparência física da edificação	Nazzer e Silva (2016)	BPE	Qualitativa questionário/envolvidos no processo	Escala likert (5): 0 = muito insatisfatório; 5 = muito satisfatório.													
Elyda Myeda et al (2011)						APO	Qualitativo/questionário	Sim ou não										
									Nik-Mat, Kamaruzzaman e Pitt 2011	BPE/APO	Qualitativo/questionário (diretos/índiretos)/observação							