

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO

Niana Franciscatto Pereira

**FERRAMENTA PARA ATENDIMENTO NO PROJETO
ARQUITETÔNICO DOS REQUISITOS DA NBR 15575/4: 2013 –
DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS**

Santa Maria, RS, Brasil
2021

Niana Franciscatto Pereira

**FERRAMENTA PARA ATENDIMENTO NO PROJETO
ARQUITETÔNICO DOS REQUISITOS DA NBR 15575/4: 2013 –
DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo**.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Cattelan Antochaves de Lima
Coorientador: Prof. Dr. André Lübeck

Santa Maria, RS, Brasil
2021

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Pereira, Niana Franciscatto

Ferramenta para atendimento no projeto arquitetônico dos requisitos da NBR 15575/4: 2013 - Desempenho de edificações habitacionais / Niana Franciscatto Pereira.- 2021.

160 p.; 30 cm

Orientador: Rogério Cattelan Antocheves de Lima

Coorientador: André Lübeck

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, RS, 2021

1. Construção Civil 2. ABNT NBR 15575 3. Sistemas de Vedação Vertical I. Cattelan Antocheves de Lima, Rogério II. Lübeck, André III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, NIANA FRANCISCATTO PEREIRA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Niana Franciscatto Pereira

**FERRAMENTA PARA ATENDIMENTO NO PROJETO
ARQUITETÔNICO DOS REQUISITOS DA NBR 15575/4: 2013 –
DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo**.

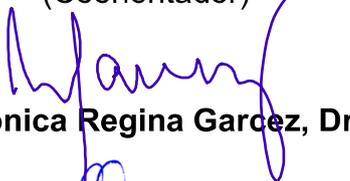
Aprovado em 12 de Janeiro de 2021.



Prof. Rogério Cattelán Antochaves de Lima, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Prof. André Lübeck, Dr. (UFSM)
(Coorientador)



Profª. Mônica Regina Garcez, Dra. (UFRGS)



Profª. Fabiane Vieira Romano, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS, Brasil
2021

A minha mãe Amália
Por todo amor e encorajamento.

Ao meu pai Mauro
Por todo amor e segurança.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço imensamente aos professores Rogério de Lima e André Lübeck pelas orientações, inúmeros ensinamentos, pela confiança e dedicação, que engrandeceram o trabalho desenvolvido.

Gostaria de estender meus sinceros agradecimentos aos meus pais Amália e Mauro, pelo apoio, amor, carinho e atenção em todos os momentos.

Durante o desenvolvimento desta dissertação contei com o auxílio, compreensão e contribuições de muitas pessoas, a quem também expresso a minha gratidão:

- aos engenheiros Eduardo, Bianca e Matheus por cederem seu tempo e conhecimentos, disponibilizando informações que enriqueceram este estudo;*
- às professoras Fabiane Romano, Luciani Lorenzi e Mônica Garcez pelas contribuições valiosas prestadas no exame de qualificação;*
- ao meu irmão Giórgio, pelas longas conversas e caros conselhos;*
- ao Níkolás, pelo companheirismo, por acreditar em mim e me encorajar a seguir essa jornada.*
- às amigas Cássia e Paola, sempre dispostas a ajudar, por tornarem esse período mais leve.*

Enfim, agradeço à minha família e aos amigos queridos que partilham a vida comigo, incentivando e torcendo pelas minhas conquistas.

Se as coisas são inatingíveis... ora!
não é motivo para não querê-las...
Que tristes os caminhos, se não fora
a mágica presença das estrelas!

(Mário Quintana)

RESUMO

FERRAMENTA PARA ATENDIMENTO NO PROJETO ARQUITETÔNICO DOS REQUISITOS DA NBR 15575/4: 2013 – DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

AUTOR: Niana Franciscatto Pereira

ORIENTADOR: Rogério Cattelan Antochaves de Lima

Diante do crescimento no setor da construção civil no Brasil, as discussões a respeito de desempenho de edificações que já ocorriam internacionalmente passaram a ganhar espaço no país. Dessa forma, a norma “ABNT NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho” entrou em vigor em 2013 após algumas reformulações. A mesma permite o uso de novas tecnologias com abordagem que exige um determinado comportamento em uso das habitações, segundo requisitos mínimos de acordo com a demanda dos usuários, frente a condições de exposição e independentemente da técnica construtiva adotada. A ABNT NBR 15575:2013 é dividida em seis partes referentes aos elementos que compõem uma edificação, sendo a quarta delas relativa aos Sistemas de Vedações Verticais, a qual este trabalho se delimita. Porém, depois de sete anos de sua publicação, arquitetos e engenheiros ainda encontram dificuldades em atender esta norma em seus projetos. Então, com o propósito de facilitar a aplicação da parte quatro dessa normativa nos projetos habitacionais, a presente pesquisa adota uma metodologia qualitativa dividida em três partes. A primeira delas consiste em compilar o conteúdo de manuais e guias já publicados na intenção de subsidiar as decisões dos projetistas para que os critérios e requisitos da ABNT NBR 15575/4:2013 sejam respeitados. A segunda etapa apresenta um estudo de caso de uma edificação com nível superior de desempenho, sendo utilizado como ferramenta para que seja identificado o tipo de informação necessária para comprovar o atendimento das exigências relativas aos sistemas de vedações verticais. Por fim, na última etapa é desenvolvido um checklist reunindo os elementos que devem estar presentes no projeto gráfico, memorial descritivo e documentos anexos para garantir a aplicação dessa normativa. Assim contribuiu-se com uma ferramenta prática para ser utilizada no dia a dia dos escritórios durante a projeção, focada na documentação comprobatória relativa aos requisitos da ABNT NBR 15575/4:2013.

Palavras-chaves: Construção Civil. ABNT NBR 15575. Sistemas de Vedação Vertical.

ABSTRACT

TOOL FOR SERVICE IN THE ARCHITECTURAL PROJECT OF THE REQUIREMENTS OF NBR 15575/4: 2013 - PERFORMANCE OF HOUSING BUILDINGS

Author: Niana Franciscatto Pereira

Supervisor: Rogério Cattelan Antochaves de Lima

Faced with the growth of the construction industry in Brazil, discussions that were already happening internationally on the performance of buildings began to gain space in the country. The standard "ABNT NBR 15575 – Housing Buildings – Performance" came into force in 2013 after some reformulations. It presents an approach that requires certain behavior for housing constructions, with minimum requirements according to the demand of the users, in relation to the exposure conditions and not regarding the constructive technique adopted, allowing the use of new technologies. ABNT NBR 15575:2013 is divided into six parts referring to the elements that compose a building, the fourth being related to Vertical Sealing Systems, which this work is delimited. However, even six years of its publication, architects and engineers still find it difficult to apply the standard in their projects. So, in order to ease the use of part four of this regulation in housing projects, the present research adopts a qualitative methodology divided into three parts. The first part aims to compile the contents of already published manuals and guides in order to support the decisions of the designers so that the criteria and requirements of ABNT NBR 15575/4: 2013 are respected. The second part presents a case study of a building with a higher level of performance, being used as a tool to evaluate the type of information needed to verify compliance with the requirements for vertical sealing systems. Finally, in the last part a checklist is developed, gathering all the elements that must be present in the graphic design, descriptive memorial and attached documents to guarantee the application of the norm. Thus, this checklist contributed as a practical tool to be used in the day-to-day of the offices during the project development, focused on supporting documentation regarding the requirements of ABNT NBR 15575/4: 2013.

Key-words: Construction. ABNT NBR 15575. Vertical Sealing Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cronologia de publicação de Manuais e Guias	43
Figura 2 – Diagrama de metodologia	57
Figura 3 – Esquema de conteúdo dos quadros resumo.....	58
Figura 4 – Construção das diretrizes para comprovação de aplicação da ABNT NBR 15575/4:2013 em projeto.....	60
Figura 5 – Formato do checklist.....	61
Figura 6 – Divisão do Brasil em regiões devido as condições de exposição ao vento.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas do projeto de arquitetura	46
Quadro 2 – Critério estado limite último	69
Quadro 3 – Critério de estado limite de serviço.....	70
Quadro 4 – Critério de resistência a peças suspensas.	71
Quadro 5 – Critério de resistência a impactos de corpo mole.	73
Quadro 6 – Critério de resistência a ações transmitidas por portas.	74
Quadro 7 – Critério de resistência a impactos de corpo duro.....	76
Quadro 8 – Critério de resistência a ações em guarda-corpos e parapeitos.....	77
Quadro 9 – Critério de reação ao fogo em faces internas e miolos de vedação vertical.	80
Quadro 10 – Critério de reação ao fogo em fachadas.....	81
Quadro 11 – Critério de resistência ao fogo.	83
Quadro 12 – Critério de estanqueidade a água em fachadas.	84
Quadro 13 – Critério de Estanqueidade em VVIE com incidência direta de água.....	86
Quadro 14 – Critério de estanqueidade em VVIE em contato com áreas molháveis.....	87
Quadro 15 – Critério de transmitância térmica.	89
Quadro 16 – Critério de capacidade térmica.	90
Quadro 17 – Critério de área de ventilação mínima.	91
Quadro 18 – Critério de isolamento sonoro em fachadas.	93
Quadro 19 – Critério de isolamento sonoro em paredes internas.	95
Quadro 20 – Critério de resistência à ação de calor e choque térmico.	97
Quadro 21 – Critério de vida útil de projeto.	98
Quadro 22 – Critério de manutenibilidade.	101
Quadro 23 – Sistemas de vedações verticais especificados.....	105
Quadro 24 – Esquadrias internas e externas especificadas.	106
Quadro 25 – Documentos disponibilizados e respectivas descrições dos SVV.	106
Quadro 26 – Descrição de relatório de ensaios referentes ao desempenho estrutural de SVV.....	109
Quadro 27 – Descrição de relatório de ensaio referente a ações transmitidas por portas.	111

Quadro 28 – Descrição de relatório de ensaios referente à resistência ao fogo.....	112
Quadro 29 – Descrição de relatório de ensaio referente à estanqueidade de SVV sem esquadria.	114
Quadro 30 – Descrição de relatório de ensaio referente à estanqueidade de SVV com esquadria.	115
Quadro 31 – Descrição de relatório de cálculo de transmitância e capacidade térmica.	116
Quadro 32 – Descrição de relatório de ensaio referente ao isolamento sonoro de SVV sem esquadria.	117
Quadro 33 – Descrição de relatório de ensaio referente ao isolamento sonoro de SVVE com esquadria.	118
Quadro 34 – Itens para caracterização de VV em alvenaria.....	124
Quadro 35 – Itens para caracterização de VV em <i>drywall</i>	125
Quadro 36 – Itens para caracterização de alguns acabamentos.	126
Quadro 37 – Itens para caracterização de portas de madeira.	127
Quadro 38 – Itens para caracterização de esquadrias externas (janelas).	128
Quadro 39 – Informações necessárias no memorial descritivo da edificação.	129
Quadro 40 – Informações necessárias no projeto gráfico arquitetônico.	133
Quadro 41 – Documentos anexos necessários.	135
Quadro 42 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho estrutural.	139
Quadro 43 – Descrição dos documentos anexos relativos à segurança contra incêndio.	143
Quadro 44 – Descrição dos documentos anexos relativos à estanqueidade à água.	144
Quadro 45 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho térmico.	146
Quadro 46 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho acústico.	146
Quadro 47 – Descrição dos documentos anexos relativos a durabilidade e manutenibilidade.	147

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	<i>American Comity for Testing and Materials</i> (Comitê Americano de Testes e Materiais)
BNH	Banco Nacional de habitação
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CIB	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i> (Conselho Internacional de Pesquisa e Inovação em Edificações e Construções)
CT	Capacidade térmica
DATec	Documentos de Avaliação Técnica
EN	Norma europeia
FADS	Fichas de Avaliação de Desempenho
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
ISO	<i>International Organization Standardization</i> (Organização Internacional para Normalização)
NBR	Norma Brasileira
PeBBu	<i>Performance Based Building</i> (Abordagem do Desempenho na Construção)
PVC	Policloreto de Vinila
SiNAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
SVVIE	Sistema de vedação vertical interno e externo
TRRF	Tempo requerido de resistência ao fogo
U	Transmitância térmica
VUP	Vida útil de projeto
VV	Vedação Vertical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA	28
1.2	OBJETIVOS	29
1.2.1	Objetivo Geral	29
1.2.2	Objetivos específicos	29
1.3	JUSTIFICATIVA	29
1.4	DELIMITAÇÃO	31
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	32
2	DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	35
2.1	HISTÓRICO	35
2.2	CONCEITO DE DESEMPENHO	37
2.2.1	Necessidades do usuário	38
2.2.2	Condições de exposição	39
2.3	ABNT NBR 15575:2013	40
2.4	MANUAIS E GUIAS PARA APLICAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO EM PROJETO	42
3	SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS	45
3.1	PROJETO ARQUITETÔNICO	45
3.1.1	Projeto gráfico	48
3.1.2	Memorial descritivo	50
3.2	SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS	50
3.3	DESEMPENHO DE VEDAÇÕES VERTICAIS	51
3.3.1	Desempenho estrutural	52
3.3.2	Segurança contra incêndio	53
3.3.3	Estanqueidade	54
3.3.4	Desempenho térmico	55
3.3.5	Desempenho acústico	55
3.3.6	Durabilidade e manutenibilidade	56
4	METODOLOGIA	57
4.1	ANÁLISE DE GUIAS A MANUAIS	57
4.2	ESTUDO DE CASO	59
4.3	CRIAÇÃO DE UM <i>CHECKLIST</i>	60
5	COMPILADO SOBRE OS REQUISITOS DE PROJETO ARQUITETÔNICO DA ABNT NBR 15575/4: 2013 A PARTIR DE GUIAS E MANUAIS	63
5.1	ASPECTOS LEGAIS E INCUMBÊNCIAS DOS INTERVENIENTES	66
5.2	DESEMPENHO ESTRUTURAL	68
5.2.1	Estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedação internos e externos (item 7.1 da ABNT NBR 15575/4:2013)	68

5.2.2	Deslocamentos, fissuração e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas (item 7.2 da ABNT NBR 15575/4:2013).....	69
5.2.3	Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas (item 7.3 da ABNT NBR 15575/4: 2013).....	71
5.2.4	Impacto de corpo mole (item 7.4 e 7.4.3 da ABNT NBR 15575/4:2013)....	72
5.2.5	Ações transmitidas por portas (item 7.5 da ABNT NBR 15575/4:2013) ...	74
5.2.6	Impacto de corpo-duro incidente nos SVVIE com ou sem função estrutural (item 7.6 da ABNT NBR 15575/4:2013)	75
5.2.7	Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas (item 7.7 da ABNT NBR 15575/4:2013)	76
5.3	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	78
5.3.1	Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada (item 8.2 da ABNT NBR 15575/4:2013)	78
5.3.2	Dificultar a propagação de incêndio (item 8.3 da ABNT NBR 15575/4:2013)	81
5.3.3	Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação (item 8.4 da ABNT NBR 15575/4:2013)	82
5.4	ESTANQUEIDADE À ÁGUA	83
5.4.1	Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas (item 10.1 da ABNT NBR 15575/4:2013).....	84
5.4.2	Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrentes da ocupação do imóvel (item 10.2 da ABNT NBR 15575/4:2013)	86
5.5	DESEMPENHO TÉRMICO	88
5.5.1	Adequação de paredes externas (item 11.2 da ABNT NBR 15575/4:2013).....	89
5.5.2	Aberturas para ventilação (item 11.3 da ABNT NBR 15575/4:2013).....	90
5.6	DESEMPENHO ACÚSTICO	91
5.6.1	Níveis de ruído admitidos na habitação (item 12.3 da ABNT NBR 15575/4:2013)	92
5.7	DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE	96
5.7.1	Limitação de deslocamentos, fissurações e falhas nas paredes externas (item 14.1 da ABNT NBR 15575/4: 2013).....	96
5.7.2	Vida útil de projeto dos sistemas de vedações verticais internas e externas (item 14.1 da ABNT NBR 15575/4: 2013).....	97
5.7.3	Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas (item 14.3 da ABNT NBR 15575/4: 2013).....	100
5.8	COMENTÁRIOS FINAIS DO CAPÍTULO	102
6	ESTUDO DE CASO	103
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	103
6.2	ATENDIMENTO DOS REQUISITOS DA ABNT NBR 15575-4:2013	104
6.2.1	Desempenho estrutural	109
6.2.2	Segurança contra incêndio	112
6.2.3	Estanqueidade.....	113
6.2.4	Desempenho térmico.....	116
6.2.5	Desempenho acústico	117
6.2.6	Durabilidade e Manutenibilidade	119

6.3	COMENTÁRIOS FINAIS DO CAPÍTULO	120
7	CHECKLIST PARA A COMPROVAÇÃO DE ATENDIMENTO	
	AOS REQUISITOS DA ABNT NBR 15575/4:2013	123
7.1	USO DO <i>CHECKLIST</i>	123
7.2	COMO CARACTERIZAR SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL CONVENCIONAIS.....	124
7.3	MEMORIAL DESCRITIVO.....	128
7.4	PROJETO GRÁFICO.....	132
7.5	DOCUMENTOS ANEXOS ao projeto	134
7.6	O QUE DEVEM CONTER OS DOCUMENTOS ANEXOS.....	138
7.7	RECOMENDAÇÕES AOS PROJETISTAS	148
7.8	COMENTÁRIOS FINAIS DO CAPÍTULO	149
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	151
	REFERÊNCIAS	153

1 INTRODUÇÃO

O tema relacionado à qualidade e desempenho de edificações ganhou destaque diante do crescimento do mercado da construção civil, em resposta ao déficit habitacional brasileiro. Na década de 60, surgiram medidas como a criação do Banco Nacional de habitação (BNH), que permitiram a aquisição de moradia própria pela população de baixa renda e alavancaram o setor no país (BORGES, 2008). Na atualidade, isso ainda pode ser observado com o desenvolvimento de programas como o Minha Casa Minha Vida, com mais de 4 milhões de moradias entregues entre 2009 e 2019 (CBIC, 2019).

Nesse cenário, com a finalidade de racionalizar e industrializar a construção, de modo a acelerar a produção, foram adotados em inúmeros empreendimentos sistemas e técnicas construtivas pouco estudadas, em substituição aos processos tradicionais. Dessa maneira, a falta de conhecimento consolidado a respeito de novas tecnologias acarretou, muitas vezes, a baixa qualidade das edificações (KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014). Tal situação reflete a dificuldade de reunir harmonicamente inovações tecnológicas, qualidade e valor agregado com prazos reduzidos em um cenário de pouca colaboração durante o desenvolvimento dos projetos (CHEUNG et al., 2003).

Dentre outros motivos, essa situação foi responsável por fomentar as discussões a respeito de desempenho das construções no Brasil (BORGES, 2008). E, a partir da possibilidade de avaliarem-se processos construtivos inovadores (BARROS; GONZALES; NASCIMENTO, 2014), junto da necessidade de se definir quais padrões técnicos mínimos devem ser atendidos pelas construtoras de habitações, foi desenvolvida a norma ABNT NBR 15575:2013 – Desempenho de Edificações Habitacionais. Então depois de algumas reformulações, a chamada norma de desempenho brasileira, em vigor desde 2013, tem ditado mudanças no setor da construção civil (CHVATAL, 2014), mais especificamente na maneira de planejar, projetar, comprar materiais e equipamentos, contratar fornecedores e realizar manutenções nas edificações (OKAMOTO; MELHADO, 2014), com o intuito de minimizar a ocorrência de transtornos após a conclusão das obras (CARNEIRO; OLIVEIRA, 2020).

A ABNT NBR 15575:2013 visa aplicar o conceito de desempenho, levando os profissionais a serem mais criteriosos durante a concepção e a produção das habitações, considerando a qualidade final das mesmas (LORENZI; SILVA FILHO, 2015). Tal abordagem estimula o desenvolvimento de tecnologias, inovações, bem como o crescimento de um setor baseado no conhecimento (OKAMOTO; MELHADO, 2014).

Essa norma também tem o intuito de regular e avaliar o edifício em relação ao seu comportamento em uso, frente às necessidades dos usuários e à finalidade para a qual foi projetada (LORENZI, 2013). Ou seja, o foco dos profissionais deve estar nos fins, através dos atributos técnicos da edificação, e não nos meios no que se refere ao seu ciclo de vida (FOLIENSTE et al., 2005).

Diante do exposto, a presente pesquisa pretende agregar conhecimentos para que seja possível colocar em prática as exigências da ABNT NBR 15575:2013. Visto que existe um cenário onde as empresas carecem de esclarecimentos que permitam o atendimento aos requisitos de desempenho (COTTA; ANDERY, 2018) cujas exigências geralmente não são reivindicadas pelos usuários, tampouco fiscalizadas pelos órgãos públicos (CARVALHO et al., 2020). Também há falta de compreensão a respeito da obrigatoriedade dessa normativa, dos seus benefícios e conseqüentemente da sua importância frente ao setor (SANTOS, 2017). Assim, espera-se colaborar com os profissionais envolvidos nos processos da construção civil e interessados em entregar o melhor produto possível ao consumidor.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Diante do cenário brasileiro de não cumprimento total da ABNT NBR 15575:2013 – Desempenho de Edificações Habitacionais – o problema de pesquisa formulado para essa dissertação é:

- **Como os projetistas podem comprovar a aplicação da norma ABNT NBR 15575/4: 2013 em seus projetos?**

1.2 OBJETIVOS

Considerando a importância do atendimento da norma ABNT NBR 15575:2013 em projeto, bem como o papel dos Sistemas de Vedações Verticais nas edificações ficam estabelecidos os objetivos, geral e específicos, a seguir apresentados.

1.2.1 Objetivo Geral

O principal objetivo da pesquisa é auxiliar projetistas na aplicação da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais – ABNT NBR 15575/4: 2013 – no projeto arquitetônico com foco em Sistemas de Vedação Vertical, por meio da criação de um *checklist* que esclareça as comprovações necessárias.

1.2.2 Objetivos específicos

- Compilar as exigências relativas a Sistemas de Vedação Vertical a partir de guias e manuais existentes que buscam facilitar o entendimento da ABNT NBR 15575:2013.
- Identificar as maneiras de comprovação e precauções necessárias na aplicação dos requisitos da ABNT NBR 15575/4:2013 no projeto arquitetônico.
- Apresentar as informações necessárias, que devem estar presentes no projeto gráfico, memorial descritivo e documentos anexos, para garantir e comprovar a aplicação da parte quatro da norma de desempenho no projeto arquitetônico.

1.3 JUSTIFICATIVA

Diferente de outros produtos de consumo usuais como eletrodomésticos, ao adquirir-se um imóvel é mais difícil avaliar o que é aceitável ou não no comportamento de uma moradia. Isso pode ocorrer por falta de informações fornecidas pelas empresas e também pelo fato de que o consumidor, muitas vezes, adquire apenas um imóvel ao longo de sua vida, não conseguindo assim comparar dois produtos. Além disso, é comum a falta de conhecimento e cultura para distinguir se aquele desempenho é bom ou ruim (BORGES, 2008). Logo, avaliar uma edificação em relação ao seu desempenho apresenta grande importância, pois assim é possível

conhecer previamente o seu comportamento, informação essa que deve chegar aos consumidores (LORENZI; SILVA FILHO, 2014).

Nesse sentido, um dimensionamento adequado, por exemplo, do invólucro da construção (parede e cobertura) traz grandes benefícios para o usuário, como redução do consumo de energia e aumento do conforto térmico (SORGATO, 2015). A partir dos resultados do Balanço Energético Nacional 2020 (relativo ao ano base de 2019) percebe-se a relevância desse tipo de esforço ao revelar que, no Brasil, o setor residencial é responsável por 26,1% do consumo de eletricidade, superado apenas pelo setor industrial (35,8%) (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020).

Acaba-se, então, atingindo as questões de sustentabilidade e escassez de recursos, motivos pelos quais a Europa tem sido impulsionada a praticar a questão de desempenho de edificações (LORENZI, 2013). Nesse sentido, a maior durabilidade e menor ocorrência de manifestações patológicas, resultantes do emprego da norma ABNT NBR 15575:2013, impactam ambientalmente de forma positiva, pois reduzem a necessidade de reparos e demolições (KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014), além de garantirem qualidade de vida e segurança aos moradores. A relação entre desempenho e sustentabilidade fica ainda mais evidente, considerando que a indústria da construção civil apresenta grande impacto ao meio ambiente pelo alto consumo de recursos naturais, modificações na paisagem e geração de resíduos, (AGOPYAN; JOHN, 2011).

No entanto, seis anos após a publicação da Norma de Desempenho, as empresas continuam apresentando dificuldade para colocá-la em prática (COTTA; ANDERY, 2018) em decorrência da abrangência e subjetividade de alguns de seus itens (RUBIM et al., 2019) e muito ainda precisa ser feito para que os seus requisitos sejam atendidos (SANTANA et al., 2017). Ainda que tenham sido publicados guias e manuais por órgãos reconhecidos, com a finalidade de esclarecer dúvidas e facilitar o entendimento dessa norma, esses ainda não esgotam o assunto. Por isso a necessidade de reunir conhecimentos de modo que a ABNT NBR 15575:2013 possa ser mais facilmente aplicada, aumentando a qualidade das edificações habitacionais.

1.4 DELIMITAÇÃO

Esta pesquisa é delimitada ao estudo de aplicação da parte quatro da norma de desempenho de edificações habitacionais ABNT NBR 15575:2013 no projeto arquitetônico. Tal direcionamento justifica-se pela importância dos Sistemas de Vedações Verticais nas edificações, os quais podem representar mais de 20% do custo total de uma edificação (BARROS, 1989). Junto aos outros elementos construtivos são responsáveis por garantir, por exemplo, o desempenho térmico, acústico e de segurança contra incêndio.

Além disso, considerando as restrições no desenvolvimento desta dissertação em relação a tempo e custo, as seguintes limitações são necessárias para que a presente pesquisa seja realizada:

- a) são selecionadas as publicações de maior relevância para serem utilizadas na metodologia, ou seja, guias e manuais mais citados durante a revisão bibliográfica, publicados por entidades reconhecidas, mais facilmente encontrados em buscas na Internet ou publicações específicas para as áreas de abrangência da norma;
- b) não é avaliado se o projeto, utilizado na metodologia, atende aos requisitos da norma de desempenho e sim a forma que as informações necessárias foram apresentadas;
- c) não são abordadas as questões de custos, nem os motivos que impossibilitam o atendimento da norma por completo no Brasil;
- d) são considerados os principais aspectos da parte 4 da ABNT NBR 15575:2013: desempenho estrutural, segurança contra incêndio, estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico e durabilidade e manutenibilidade;
- e) as vedações verticais com função estrutural não são tratadas nesse trabalho, pois dizem respeito à parte 2 da ABNT NBR 15575:2013;
- f) é considerado, apenas o atendimento de requisitos referentes aos sistemas de vedação vertical isolados.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é estruturada em oito capítulos expostos a seguir.

O capítulo um (presente capítulo) representa a parte introdutória do trabalho onde é apresentado o tema da pesquisa e a justificativa para sua escolha, de forma contextualizada. O problema de pesquisa, as hipóteses levantadas pelo autor, os objetivos, as delimitações e estrutura do trabalho também são destacadas.

No capítulo dois, é iniciada a fundamentação teórica da dissertação, apresentando o desenvolvimento do conceito de desempenho e sua aplicação no setor da construção civil no Brasil. São realizadas discussões a respeito de terminologias e sobre a evolução desse tema no cenário internacional e brasileiro, até a publicação da ABNT NBR 15575:2013. Ainda é apresentada a própria norma de desempenho, além de guias e manuais que facilitam seu entendimento.

Na sequência da fundamentação teórica, no capítulo três, é abordado o tema de Sistemas de Vedação Vertical como parte do projeto arquitetônico e sua importância para garantir o desempenho das edificações. Além disso, são apresentadas, de forma geral, as exigências da parte quatro da norma de desempenho.

Faz parte do capítulo quatro a metodologia adotada para a pesquisa e sua divisão em etapas. Neste é apresentado o delineamento do trabalho e a descrição de suas fases.

No capítulo cinco consta a primeira etapa do desenvolvimento do estudo, onde é apresentado o compilado produzido a partir dos guias e manuais para atendimento à norma ABNT NBR 15575/4:2013 em projetos.

É demonstrada, no capítulo seis, a avaliação da aplicação dessa normativa em um projeto, gerando discussões a respeito das informações que foram apresentadas para garantir seu atendimento.

No capítulo sete, são expostos os resultados obtidos durante a pesquisa. Nessa etapa estão reunidas as contribuições desenvolvidas a partir de interpretações realizadas pela autora. É apresentado o conteúdo de uma ferramenta desenvolvida, de forma sistemática, com base no conhecimento obtido nas etapas de metodologia. Seu formato compreende quadros de *checklist*.

No capítulo oito expressam-se as considerações finais da pesquisa referentes ao desenvolvimento de uma nova ferramenta e sua contribuição para auxiliar os projetistas na aplicação da norma ABNT NBR 15575:2013 em projetos. Também é apresentada uma avaliação do conhecimento adquirido, limitações de uso, além de sugestões para trabalhos futuros.

2 DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Este capítulo compreende a evolução do conceito de desempenho e de sua aplicação na construção civil. Inicialmente é apresentado o histórico dos estudos sobre o tema no Brasil e internacionalmente e a aplicação em edificações habitacionais até a publicação da ABNT NBR 15575:2013. Também é realizada uma discussão a respeito da definição desse termo ao longo do tempo, e de outros conceitos importantes para o seu entendimento (exigências do usuário e condições de exposição). Ainda, a própria norma de desempenho brasileira é abordada, seu formato e objetivo. Por fim, são expostos guias e manuais publicados na intenção de facilitar o seu atendimento, utilizados posteriormente no desenvolvimento da pesquisa.

2.1 HISTÓRICO

As questões de desempenho são discutidas desde a década de 60, surgindo as primeiras formulações desse tema a partir do 2º Congresso (1962) do *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB), importante organização internacional dedicada ao avanço tecnológico da construção. Em 1967, ocorreu a publicação do livro “*SavoirBatir: Habitabilite, Durabilite, Economiedes Batiments*”, (Saber Construir: Habitabilidade, Durabilidade, Economia dos Edifícios) de Gerard Blachere, trazendo o conceito de desempenho de edificação como o comportamento em uso, ao longo de sua vida útil (KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014).

Em 1970, o CIB criou uma comissão de trabalho chamada W60 – *The Performance Concept in Building* (O Conceito de Desempenho na Edificação), que contribuiu com diversas publicações de abordagem conceitual e tecnológica sobre o desempenho de edificações (CIB, 1982) para que pudesse ser adotada internacionalmente. Para isso, contou com trocas de experiências e estudos de várias organizações do mundo (KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014).

Na década de 80, os trabalhos do CIB resultaram nas primeiras normas internacionais a respeito de desempenho de edificações: ISO 6240 (1980) e ISO 6241 (1984) (SANTOS; SILVA; CARVALHO, 2017). Ambas estabeleceram conceitos e

metodologias com o intuito de colaborar com os países signatários da ISO, no desenvolvimento de normas de desempenho (BORGES, 2008). Posteriormente, no ano de 1992, foi criada uma norma britânica que tratava da durabilidade das edificações e seus elementos, relacionada ao desempenho (MIRANDA, 2014).

E em 2000, com a finalidade de consolidar os estudos anteriores e permitir a utilização de sistemas construtivos novos e flexibilidade nas soluções de projeto, foi criada a Rede Temática PeBBu – *Performance Based Building* (Abordagem do Desempenho na Construção) (BORGES, 2008). Esse projeto, liderado também pelo CIB, visava explorar e aplicar no setor da construção civil o conceito de desempenho. Com atividades entre 2001 e 2005, reuniu representantes de diversas partes do mundo (SZIGETI; DAVIS, 2005).

No Brasil, foi na década de 80 que o assunto se estruturou com a publicação de diversos trabalhos, como as teses de Roberto de Souza (1983), Wanderley Dias Flauzino (1983) e Vanderley John (1987), e, principalmente, pelo trabalho realizado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo). Essa entidade de pesquisa foi contratada em 1981 pelo Banco Nacional da Habitação (maior órgão financiador de habitações populares do Brasil na época) na intenção de desenvolver critérios de avaliação de soluções construtivas inovadoras (BORGES, 2008). Porém somente a partir da década de 90, passou-se a praticar as premissas de desempenho nas etapas projetuais e de execução de edificações. Isso foi possível por meio das contribuições do IPT, Incentivado pelas questões de sustentabilidade (MIRANDA, 2014).

Então, em 2000, através de uma iniciativa da Caixa Econômica Federal, a norma de desempenho brasileira começou a ser elaborada com o projeto de pesquisa: “Normas Técnicas para Avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitações” (SANTOS, 2017). Nessa fase, teve como base a ISO 6240 (1980) – *Performance standards in building – Contents and presentation* (normas de desempenho em edificações – conteúdo e apresentação) – e os requisitos apresentados na ISO 6241 (1984) – *Performance standards in building – Principles for their preparation and factors to be considered* (Padrões de desempenho na construção – Princípios para sua preparação e fatores a serem considerados) – na tentativa de traduzir as necessidades dos usuários (BORGES, 2008).

A metodologia adotada na elaboração desse projeto consistiu em revisão bibliográfica nacional e internacional relativa ao tema, servindo de base para o desenvolvimento das normas. Levou em conta, entre outros aspectos, a existência de diferentes classes de edifícios (residenciais, escolares, industriais, etc.), a possibilidade de avaliar a edificação como um sistema único e isoladamente seus subsistemas, e a compatibilidade com as normativas brasileiras já existentes (BORGES, 2008).

Pensada inicialmente para edificações habitacionais de até cinco pavimentos, a primeira versão da ABNT NBR 15575 foi publicada em 2008, mas só entrou em vigência em 2010 (LORENZI, 2013). No entanto, a necessidade de correções e aperfeiçoamentos fez com que a publicação de sua versão final fosse adiada, ocorrendo finalmente em julho de 2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2015).

2.2 CONCEITO DE DESEMPENHO

O conceito de desempenho na construção civil, conhecido hoje, veio se transformando ao longo do tempo de acordo com as mudanças de comportamento do homem, porém sempre se manteve ligado à utilização das edificações. Esse termo foi escolhido pela comissão de trabalho W60 criada pelo CIB, para caracterizar a necessidade de certas propriedades a fim de que os produtos pudessem funcionar adequadamente quando expostos a tensões (CIB, 1975).

Em 1980, a importante norma internacional referente ao tema – ISO 6240 definiu desempenho como: “comportamento de um produto relacionado ao uso” (INOKUMA, 2002, p. 31). E em seguida, a comissão W60 desenvolveu o conceito consolidado no meio acadêmico (BORGES, 2008):

A abordagem de desempenho é, primeiramente e acima de tudo, a prática de pensar e trabalhar em termos de fins e não de meios. A preocupação é com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como esta deve ser construída (CIB, 1982, p. 4).

A aplicação do conceito de desempenho implica em definir-se a que a edificação deve atender e como isso deve ser avaliado. Assim deixa-se de lado a tendência de julgar um novo produto ou técnica construtiva tomando-se o tradicional

como referência para, então, determinar o que é aceitável ou não (SOUZA, 2015). Passa-se a comparar o nível de desempenho desejado pelos usuários com o real desempenho do produto entregue (ROQUE, 2009).

Inokuma (2002, p. 32) explica o projeto baseado em desempenho como “aquilo que define o nível para o objeto atingir o objetivo de seu uso e, ao mesmo tempo, mantém um grau de liberdade no que diz respeito à determinação dos atributos do objeto e métodos de trabalho para as execuções”.

Já o conceito de qualidade está diretamente relacionado com o atendimento dos requisitos de desempenho, qualificando-se preliminarmente todos os produtos e processos contidos nos projetos (PICCHI; AGOPYAN, 1993). Esse se refere às especificações técnicas de um empreendimento, que irão definir o padrão de qualidade dos materiais que serão empregados. Ou seja, a qualidade está relacionada aos materiais antes de serem aplicados na obra, enquanto o desempenho diz respeito ao comportamento diante das condições de exposição e uso, as quais os produtos são submetidos (MITIDIÉRI FILHO, 2007).

Atualmente, o conceito de desempenho está vinculado ao equilíbrio entre o meio, função e composição, sendo assim mutável e contemporâneo (LORENZI, 2013). No entanto a ABNT NBR 15575:2013 – Desempenho de edificações habitacionais – responsável por promover essa discussão no Brasil, define desempenho de uma forma simples e direta, como o “comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a, p. 6).

2.2.1 Necessidades do usuário

Ao falar-se em edificações habitacionais, as exigências dos usuários dizem respeito às necessidades humanas que devem ser satisfeitas. Ou seja, são as condições de segurança, saúde e conforto que a edificação deve oferecer. Além dessas, há as questões econômicas relacionadas ao tempo que a habitação deve manter as funções para as quais foi projetada (MITIDIÉRI FILHO, 2007).

No entanto, quando utilizada a abordagem de desempenho, ocorre certa dificuldade em traduzir as necessidades dos consumidores em requisitos e critérios mensuráveis. Além disso, devem ser, dentro da realidade da região ou país, viáveis

para aplicação, tanto técnica quanto economicamente (BORGES, 2008). A norma ISO 6241:1984 teve grande relevância nesse sentido, promovendo a relação entre as necessidades dos usuários e o desempenho da edificação ao longo do tempo, através de 14 itens a serem considerados em projetos de edificações (LORENZI, 2013, p. 20):

- a) requisitos de estabilidade;
- b) requisitos de segurança contra incêndio;
- c) requisitos de segurança em uso;
- d) requisitos de vedação;
- e) requisitos térmicos e de umidade;
- f) requisitos de pureza do ar;
- g) requisitos acústicos;
- h) requisitos visuais;
- i) requisitos táteis;
- j) requisitos dinâmicos;
- k) requisitos de higiene;
- l) requisito para a conveniência de espaços destinados a usos específicos;
- m) requisito de durabilidade;
- n) requisitos econômicos.

Ainda assim, o conceito de exigências do usuário é bastante relativo, pois é influenciado por vários fatores, entre eles, o nível cultural, de percepção e de possibilidade de satisfazer as próprias necessidades. Dessa forma, ocorre grande variação entre países e regiões, nesse aspecto (MITIDIARI FILHO, 2007).

2.2.2 Condições de exposição

Consideram-se condições de exposição o conjunto de influências ou ações as quais a edificação é submetida durante sua vida útil. Apresentam caráter sistêmico e probabilístico e podem ser divididas em ações de origem natural (ventos, chuvas, temperatura, etc.), de origem externa ao edifício (impactos externos) e devidas ao próprio uso (sobrecargas de utilização, focos de incêndio, etc.) (MITIDIARI FILHO, 2007).

Ainda, as condições de exposição são importantes em relação à manutenção do desempenho durante o ciclo de vida da edificação. Nesse caso é papel dos usuários promover condições adequadas de uso e operação, utilizando a edificação conforme previsto em projeto. Da mesma maneira, programas de manutenção corretiva ou preventiva influenciam a conservação do desempenho esperado (BORGES, 2008). Ou seja, as condições as quais a edificação é exposta influenciam diretamente seu tempo de vida útil, pois a durabilidade não é uma propriedade intrínseca dos materiais, mas está relacionada com as condições ambientais onde estão inseridos (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

No Brasil, as dimensões territoriais tornam as condições de exposição bastante variáveis, mudando de região para região. Assim é fundamental que as características locais sejam consideradas nos projetos (BORGES, 2008).

2.3 ABNT NBR 15575:2013

A ABNT NBR 15575 não é uma norma que estabelece como construir, ou seja, não possui caráter prescritivo. Mas define os requisitos mínimos de desempenho independentemente do sistema construtivo adotado, identificando, segundo Silva (2011), as necessidades do usuário frente às condições de exposição e uso.

Assim, torna-se necessário, por exemplo, definir ainda em projeto, itens não habituais até então, entre eles a vida útil de projeto (VUP) de todos os sistemas da edificação e informações a respeito de manutenção no Manual do Usuário. Também traz a preocupação em especificar materiais, produtos e técnicas que atendam às exigências de desempenho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2014).

A norma de desempenho está dividida em seis partes que preconizam questões como segurança, habitabilidade e sustentabilidade. A primeira delas se refere aos requisitos gerais, e as demais aos elementos de uma edificação: sistemas estruturais (ABNT NBR 15575/2); sistemas de pisos (ABNT NBR 15575/3); sistemas de vedações verticais (ABNT NBR 15575/4); sistemas de coberturas (ABNT NBR 15575/5); e por último, sistemas hidrossanitários (ABNT NBR 15575/6) (SANTOS, 2017).

Cada uma das partes da norma contempla, focando no sistema a que se refere, doze exigências: térmica, tátil, acústica, de iluminação, segurança estrutural,

durabilidade, manutenção, salubridade, adequação ambiental, estanqueidade, funcionalidade e acessibilidade. E dentro desses itens são apresentados requisitos, critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho a serem atendidos (OLIVEIRA; HIPPERT, 2014).

Os requisitos indicam as características qualitativas que as edificações habitacionais devem possuir para satisfazer as exigências dos usuários. Os critérios de desempenho especificam a quantificação ou premissas (quantidades mensuráveis) dos requisitos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a). Já os métodos de avaliação expressam a forma que os requisitos devem ser avaliados. Nesse caso, a norma prevê que a certificação de desempenho pode ser estabelecida por meio de análise visual, análise de projeto, ensaios *in loco*, cálculos ou ensaios laboratoriais. Finalmente são apresentados os níveis de desempenho, isto é, valores mínimos para atender satisfatoriamente ao método de avaliação correspondente a cada sistema, componente ou elemento analisado (OLIVEIRA; HIPPERT, 2014).

A ABNT NBR 15575:2013 reuniu o conteúdo de diversas normativas existentes, agregando conhecimento de diferentes disciplinas. Desse modo, estimula o atendimento de todas as outras normas vigentes, sem substituí-las, o que se torna ainda mais positivo em um contexto onde o consumidor busca cada vez mais o cumprimento de seus direitos (OKAMOTO; MELHADO, 2014).

Para sua aplicação, o mercado da construção civil precisa passar por modificações nos processos de especificação e elaboração de projetos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2015), os quais devem ser mais valorizados e não adiados. Entre os desafios a serem vencidos, é necessária uma evolução de conhecimento acerca do comportamento em uso da edificação, materiais e técnicas construtivas (COTTA, 2017). Para isso é imprescindível a qualificação de profissionais e o avanço em relação a laboratórios e ensaios que comprovem tal desempenho.

Entre as vantagens de se praticar a construção de edificações habitacionais baseadas no desempenho, está a possibilidade de uma competitividade saudável entre as empresas, já que estimula o atendimento de requisitos mínimos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade (OKAMOTO; MELHADO, 2014). Da mesma forma, segundo Sexton e Barret (2005), essa abordagem permite a introdução

de inovações tecnológicas e alterações organizacionais, configurando uma estratégia competitiva para as empresas da construção civil.

De forma geral, ter as edificações habitacionais avaliadas quanto ao desempenho representa um importante progresso no setor da construção residencial brasileira através de significativa mudança regulatória (MEACHAM et al., 2005). Isso vem ao encontro da necessidade de melhorar a qualidade das habitações brasileiras, potencializar os recursos disponíveis e valorizar o projeto (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013).

2.4 MANUAIS E GUIAS PARA APLICAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO EM PROJETO

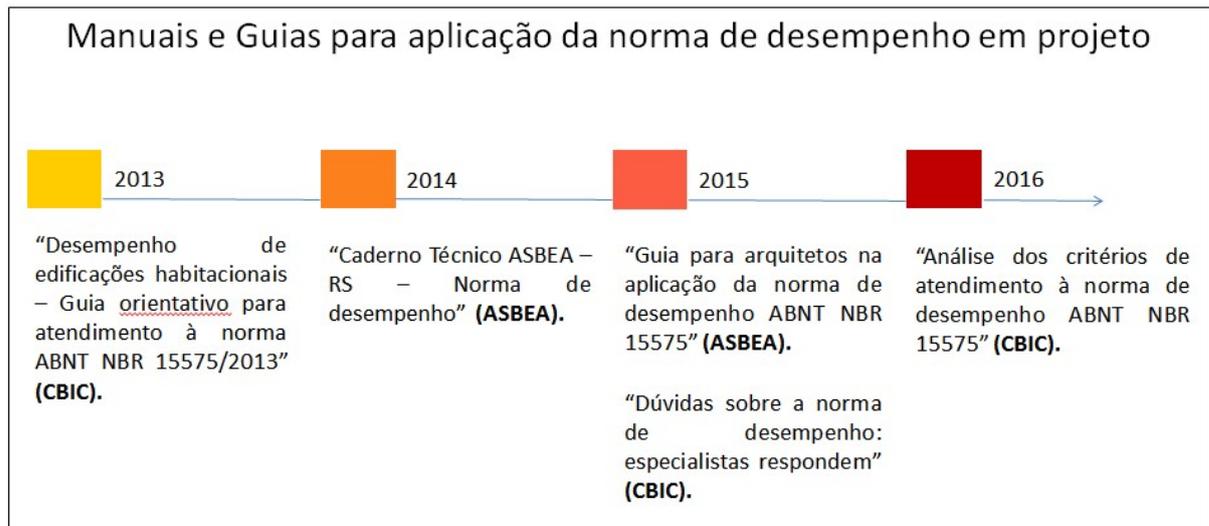
Logo após a publicação da norma de desempenho ABNT NBR 15575 em 2013, entidades reconhecidas no setor da construção civil, como a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), passaram a produzir e publicar materiais de apoio para os projetistas (Figura 1). Essas publicações, normalmente em formato de guias e manuais, foram desenvolvidas na intenção de auxiliar os projetistas no entendimento da norma e facilitar o seu atendimento.

No mesmo ano de 2013, a CBIC lançou o guia chamado: “Desempenho de edificações habitacionais – Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013”. O documento tem o intuito de subsidiar as decisões de fornecedores, projetistas, construtoras e usuários, através de um resumo dos critérios da norma, comentários e outras informações (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013). Também na tentativa de facilitar a aplicação dos mesmos, o guia apresenta exemplos de maneiras de atender as exigências, em uma abordagem prescritiva.

Em sequência a ASBEA-RS publicou, em 2014, o “Caderno técnico ASBEA-RS – Norma de desempenho” que, assim como o guia da CBIC, tem a finalidade de auxiliar arquitetos a entenderem essa normativa e seus conceitos. Da mesma forma esse material foi desenvolvido para apoiar as definições de projeto, entre elas, os materiais, elementos e sistemas que compõem uma edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2014). Para tal, além do

resumo comentado da norma, apresenta também aspectos legais, incumbências dos agentes envolvidos e considerações sobre o projeto de arquitetura e memorial descritivo.

Figura 1 – Cronologia de publicação de Manuais e Guias



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a proposta de facilitar a aplicação da norma de desempenho de uma forma mais prática e simples, ainda a ASBEA desenvolveu o “Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR15575” lançado em 2015. O mesmo busca esclarecer pontos confusos e apresenta um *checklist* para atendimento dos critérios de desempenho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2015). Também expõe os ensaios necessários, e o papel do arquiteto e coordenador de projeto para que os requisitos sejam cumpridos.

Então, diante do surgimento de muitas dúvidas a respeito da norma ABNT NBR 15575:2013, a CBIC organizou um material respondendo perguntas do público em geral, desde projetistas até usuários, cujos responsáveis pelas respostas foram os pesquisadores do IPT (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2015). O documento publicado em 2015, chamado “Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem”, conta ainda com uma segunda parte, onde são exibidas listas de verificação a partir da norma para desenvolvimento de projetos.

Já em 2016, a CBIC em parceria com outras organizações voltou a publicar um material de apoio para elaboração, planejamento e execução de projetos frente às exigências da norma de desempenho. O documento “Análise dos critérios de atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575” apresenta-se como uma ferramenta de aplicação prática em formato de um *checklist* (MOURÃO et al., 2016). Esse segue as seis partes da norma, listando os critérios e requisitos e apontando o que deve ser feito para que a norma seja atendida, embora essas indicações sejam genéricas e necessitem o uso da norma para seu entendimento.

Ainda, durante esse período, ocorreram outras publicações focando em partes ou exigências específicas da norma. Esse é o caso do “Manual ProAcústica sobre a Norma de Desempenho: Guia prático sobre cada uma das partes relacionadas à área de acústica nas edificações da Norma ABNT NBR 15575:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho”, publicado em 2013 pela Associação Brasileira para a Qualidade Acústica. O Instituto de Impermeabilização também lançou o “Guia de aplicação da norma de desempenho para impermeabilização: especificação, aplicação, e contratação com foco no atendimento à ABNT NBR 15575:2013”. Além desses, em 2013 a CBIC publicou o “Manual de uso, operação e manutenção das edificações: orientações para construtoras e incorporadoras”, que em seu conteúdo considera as exigências da norma de desempenho nesse assunto.

Enfim, é importante ressaltar que todas as publicações citadas apresentam grande valor em auxiliar engenheiros e arquitetos na tarefa de seguir em seus projetos os critérios da norma ABNT NBR 15575:2013. No entanto não reúnem todo o conteúdo necessário para tal, permitindo ainda a exploração desse assunto, principalmente em relação às informações que devem ser apresentadas para garantir a aplicação de seus requisitos.

3 SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS

Uma vez que a aplicação do resultado desta dissertação é voltada para o projeto arquitetônico, é necessário compreender sua estrutura. Logo o foco deste capítulo são as vedações verticais dentro dessa fase de projeto.

Para tal, é abordada a importância do detalhamento de projeto para bons resultados de desempenho nas edificações, em especial dos sistemas de vedações. Também é apresentada a parte 4 da norma ABNT NBR 15575:2013, que se refere a esse elemento construtivo, e as suas exigências.

3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

Na construção civil, a etapa projetual pode ser considerada uma das mais importantes, primeiramente por ser a grande responsável, se eficiente, pela definição dos custos de uma obra. Da mesma maneira, é durante o projeto que são estabelecidos os padrões de qualidade de todos os insumos que serão utilizados na edificação e, assim, o potencial desempenho dos empreendimentos (MITIDIARI FILHO, 2007). Ressalta-se que essas decisões definidoras da qualidade do produto não devem ocorrer durante a etapa de execução, embora essa prática seja recorrente no setor da construção (SILVA, 2003). Dessa forma, as questões relacionadas à vida útil e manutenibilidade também precisam estar presentes nas discussões das etapas preliminares, tendo suas soluções detalhadas antes do início das obras (OLIVEIRA; MITIDIARI FILHO, 2012).

O projeto arquitetônico pode ser considerado determinante para a qualidade das edificações (SEGNINI JR, 2008). Esse passa por diversas fases e conforme vai recebendo elementos, reduzindo incertezas e amadurecendo como um todo, evolui para uma proposta de solução (SILVA, 1998).

Na ABNT NBR 16636 (2017a) a fase de concepção é chamada de Fase de preparação e é dividida em: “Levantamento de informações preliminares”, “Programa de necessidade”, “Estudo de viabilidade” e “Levantamento das informações técnicas específicas”, quando são coletadas, definidas, analisadas e avaliadas as informações técnicas e econômicas necessárias para a elaboração do projeto. Já como parte da projeção, o Estudo Preliminar destina-se à representação das informações iniciais,

podendo conter soluções alternativas. O Anteprojeto tem como objetivo a concepção e representação das informações provisórias de detalhamento da edificação, compreendendo seus elementos, instalações e componentes, a partir das quais é possível estimar-se custos e prazos. Por fim, o Projeto Executivo é destinado à concepção e representação final de todas as informações técnicas completas e definitivas, necessárias para a execução dos serviços previstos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a).

Visto que existe uma forte relação entre a qualidade do processo de projeto e a qualidade da própria edificação, é de grande importância analisar os impactos que os requisitos de desempenho trazem à projeção (OKAMOTO; MELHADO, 2014). No Quadro 1 são apresentadas as principais etapas em que o processo projetual é dividido, relacionadas com as respectivas considerações de desempenho necessárias. Afinal, os requisitos de desempenho devem ser pensados durante todas as etapas de projeto, para que seja possível agregar qualidade ao produto (OLIVEIRA; MITIDIARI FILHO, 2012).

Quadro 1 – Etapas do projeto de arquitetura.

(continua)

FASE	ETAPA	PRODUTO DA ETAPA	CONSIDERAÇÕES DE DESEMPENHO
Concepção	Idealização do produto	Programa de necessidades e prioridades	Levantamento dos requisitos de desempenho (exigências qualitativas) aplicáveis para o empreendimento específico
Desenvolvimento de projetos	Desenvolvimento do produto	Estudo preliminar	Ratificação dos requisitos de desempenho
			Seleção da tecnologia baseada na avaliação entre benefícios técnicos, de custo e prazo. Os benefícios técnicos avaliam o potencial daquela tecnologia em atender aos requisitos de desempenho pré-definidos
	Formalização	Anteprojeto e projeto pré-executivo	Discussão e formalização dos critérios de desempenho (parâmetros quantitativos)

Quadro 1 – Etapas do projeto de arquitetura

(conclusão)			
FASE	ETAPA	PRODUTO DA ETAPA	CONSIDERAÇÕES DE DESEMPENHO
Desenvolvimento de projetos	Formalização	Anteprojeto e projeto pré-executivo	Definição dos métodos a serem adotados para comprovação do atendimento aos critérios de desempenho (análise de projetos, resultados de ensaios, experiências anteriores etc.)
			Inclusão das exigências de desempenho e seus métodos de comprovação nos contratos com fornecedores
			Compilação dos resultados de desempenho da tecnologia específica. Para tecnologias inovadoras, pode-se recorrer ao DATec ¹ ; para tecnologias convencionais às FADS ² , ao banco de dados existentes, ou buscar seu desenvolvimento
	Detalhamento Gestão	Projeto executivo e projeto para produção	Detalhamento técnico dos projetos, considerando as soluções construtivas para atendimento aos critérios de desempenho
			Elaboração do projeto para produção, incluindo procedimentos de execução
Desenvolvimento de projetos	Detalhamento Gestão	Projeto executivo e projeto para produção	Desenvolvimento dos manuais de uso e manutenção do edifício para os diversos elementos e subsistemas. Nesses manuais devem constar VUP, períodos e procedimentos de manutenção para atingir a VUP
Gestão e execução de obras	Planejamento para a execução	Execução conforme projeto e especificações técnicas	Preservação das especificações e detalhes que favorecem o desempenho
Gestão do uso	Gestão e manutenção	Gerenciamento do uso e da manutenção; Gerenciamento da operação	Preservação das especificações e detalhes que favorecem o desempenho

Fonte: Adaptado de Oliveira e Mitidieri filho (2012).

¹ Documentos de Avaliação Técnica

² Fichas de Avaliação de Desempenho

Considerando o projeto arquitetônico em si equivalente ao projeto definitivo ou projeto executivo com todos os seus detalhamentos, esse deve conter, segundo Romano (2003, p. 264):

Planta geral de implantação; plantas dos pavimentos; plantas de coberturas; cortes longitudinais e transversais; elevações de fachadas; plantas, cortes e elevações de banheiros, lavabos, cozinhas, áreas de serviço, vestiários e demais ambientes afins; plantas e elevações para o detalhamento da alvenaria de vedação; desenhos e detalhes de esquadrias, de portas e janelas, bancadas, grades, forros, beirais, parapeitos, etc.; detalhes típicos de revestimentos cerâmicos verticais, detalhes típicos de revestimentos argamassados verticais; detalhes de piso; memorial descritivo da edificação; especificações de materiais e serviços da edificação; memorial descritivo de áreas externas e outras construções; especificações de materiais e serviços de áreas externas e outras construções. (ROMANO, 2003, p. 264).

Conforme Sabbatini (1989), a qualidade final da edificação depende da extensão e do nível de detalhamento construtivo na etapa projetual. Sendo, esses, parâmetros para avaliação de desempenho e construtibilidade que podem ser verificados ainda em projeto como ferramentas importantes para o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos processos construtivos.

Em suma, o projeto é o norteador principal de todo o processo de atendimento aos requisitos da norma. Dessa forma, é importante que os projetistas se dediquem às definições de projeto e especificações detalhadas, resultando em memoriais descritivos mais complexos (SILVA et al., 2014). Esse envolvimento é o grande determinante para que a edificação se adeque às exigências de desempenho estabelecidas (KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014).

3.1.1 Projeto gráfico

Desenhos e maquetes são utilizadas como ferramentas para expressar o estágio de desenvolvimento do projeto (KOWALTOVSKI et al., 2006). Também se pode dizer que é a forma que o projetista dispõe de externalizar o pensamento e armazenar as soluções desenvolvidas (BILDA; DEMIRKAN, 2003).

Dessa forma, o desenho técnico arquitetônico facilita a comunicação, de modo geral, entre consumidores, projetistas e construtoras. Para tal, é utilizada uma linguagem gráfica padronizada, através de linhas, traçados, números, símbolos e indicações textuais (SARAPKA et al., 2010). Da mesma maneira, mais recentemente,

os modelos virtuais desenvolvidos por meio da tecnologia BIM tem desempenhado esse papel.

Durante a produção das plantas, o projetista pode resolver problemas referentes ao programa de necessidades e às restrições de implantação, por exemplo. Essa manipulação do produto de criação diretamente no desenho é comum, tornando possível a detecção de incompatibilidades e interferências (KOWALTOWSKI et al., 2006).

A elaboração dos desenhos de arquitetura segue a divisão em etapas do processo de projeto: estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo (SARAPKA et al., 2010). O Estudo Preliminar, caracterizado pelo momento em que o projetista expõe suas primeiras ideias, geralmente é apresentado por meio de plantas, algumas vistas e perspectivas, utilizando recursos mais próximos e familiares ao receptor (TAMASHIRO, 2003).

Em sequência, no Anteprojeto, são realizadas revisões, pequenas alterações e aprovação das soluções. Durante essa etapa, os desenhos ganham maior grau de precisão através de plantas mais elaboradas e cortes técnicos (TAMASHIRO, 2003).

No entanto, são os desenhos do Projeto Executivo que concretizam as ideias desenvolvidas pelo projetista. Assim, depois de o Anteprojeto ser aprovado, os desenhos são elaborados com ainda mais complexidade. São utilizadas plantas, vistas, cortes, cotas, especificações e escalas diversas, tornando-os extremamente especializados (TAMASHIRO, 2003). Como exemplo, as plantas dos pavimentos, cortes longitudinais e transversais devem apresentar detalhes de encontro entre estruturas e vedações verticais, indicação dos elementos e componentes construtivos, tipo e espessura das paredes, revestimentos internos e externos. Além disso, é necessária a representação de pormenores em escalas adequadas à compreensão e exequibilidade.

Segundo Kowaltovski (2006), durante a produção desses desenhos, ainda são realizadas avaliações e modificações com o objetivo de facilitar a execução do produto e aumentar a sua qualidade final. Da mesma forma, nessa última etapa é importante clareza, evitando equívocos e a possibilidade de interpretação dúbia, para que seja eficiente a comunicação entre os profissionais executores da obra (TAMASHIRO, 2003).

3.1.2 Memorial descritivo

Esse documento permite relatar o projeto executivo e suas particularidades. Sendo assim, todos os materiais, componentes e técnicas construtivas empregados na edificação devem ser caracterizados no Memorial Descritivo (MITIDIARI et al., 2012).

Em decorrência da norma de desempenho, a elaboração do Memorial Descritivo passou a demandar grande esforço por parte dos projetistas (SILVA et al., 2014). Assim, esse documento é importante para registrar e comprovar as premissas adotadas e o atendimento às exigências da ABNT NBR 15575:2013 (Manuais de escopos).

Segundo a ASBEA (2014), entre os aspectos que devem ser considerados e apresentados, está a especificação de materiais em função do desempenho e quantificação de suas características, e não por marcas e modelos, não podendo ser usado o termo “similar”.

Também é no Memorial Descritivo que são detalhadas as informações do empreendimento como localização, tipos de uso, número de pavimentos, regime urbanístico e área total construída. Acrescentam-se a esses, os dados de implantação: zona bioclimática, edificações vizinhas, classe de ruído, indicação de agentes prejudiciais à edificação (maresia, poluição e outros), umidade do ar, regime de chuvas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2014).

Além disso, devem ser listadas as leis e normas técnicas consideradas, com número e ano de publicação, da mesma forma que os fornecedores e as respectivas fichas técnicas que comprovam as características dos produtos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2014).

3.2 SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS

O Sistema de Vedação Vertical (SVV) é um subsistema da edificação que define e limita os espaços internos e a própria edificação. Dessa forma, a protege de agentes que atuam sob a mesma (sol, chuva, vento, ruídos, umidade, frio, calor) (FRANCO, 1992).

Segundo Medeiros e Barros (2005), internamente, o papel da vedação vertical é compartimentar, separar e definir ambientes, além de proteger os usuários. Nos processos construtivos tradicionais, também apresenta a função de dar suporte aos elementos de outros subsistemas, como esquadrias, tubulações, itens decorativos, peças suspensas e outros (SILVA, 2003). Esse sistema deve atender aos requisitos funcionais exigidos pelos usuários de acordo com as condições de exposição impostas, que podem ser diferentes para paredes externas e internas (SILVA, 2003).

Geralmente as vedações verticais são compostas de alvenaria, esquadria e revestimentos, e por essa razão estão diretamente ligadas também aos revestimentos de fachada (FRANCO, 1992). No entanto, existem e são utilizadas outras configurações, menos convencionais para esse sistema como, por exemplo, paredes de concreto para vedações internas e externas (LORENZI; SILVA FILHO, 2015) e paredes de gesso acartonado para vedações internas (MEDEIROS; BARROS, 2005).

Ainda assim, o sistema adotado, qualquer que seja, apresenta interface com diversos outros subsistemas construtivos que podem ser: estruturais, elétricos, hidráulicos, de ar-condicionado, segurança e acústica. Dessa forma, o comportamento de cada elemento constituinte interfere nos demais, e da mesma maneira na edificação como um todo (MANNESCHI, 2011).

Logo, as vedações verticais e seus revestimentos impactam o desempenho do edifício. Precisam ser bem projetados e planejados, pois podem causar problemas na relação entre os outros subsistemas, já que interagem com a maioria dos serviços de construção (MANNESCHI, 2011).

Nesse sentido, destaca-se o seu relacionamento com a estrutura, porque interfere significativamente na sequência de atividades na obra. Para o desempenho necessário ser alcançado, é exigido um tempo mínimo para o início da execução das vedações e demais subsistemas relacionados, minimizando a transmissão de esforços (PEÑA; FRANCO, 2006).

3.3 DESEMPENHO DE VEDAÇÕES VERTICAIS

A parte 4 da ABNT NBR 15575:2013 trata dos requisitos e critérios de desempenho que devem ser atendidos pelas vedações verticais adotadas nas edificações habitacionais. Essas exigências devem ser satisfeitas pelos componentes

e sistemas, cuja avaliação é feita através de ensaios de laboratório ou de campo, ou ainda por cálculos analíticos (SANTOS; SILVA; CARVALHO, 2017).

Segundo a norma de desempenho, os SVVIE (sistemas de vedação vertical interno e externo) são “partes da edificação habitacional que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas e as paredes ou divisórias internas” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b, p. 4). Atualmente esses sistemas são compostos por tipos variados de materiais, que influenciam diferentemente o desempenho dos produtos, sendo importante a sua caracterização por parte dos fabricantes (SANTOS; SILVA; CARVALHO, 2017).

No caso das alvenarias, o desempenho acústico e térmico, por exemplo, é alterado em função desde os materiais constituintes, da geometria dos blocos até as propriedades da argamassa de assentamento. Também é importante observar as características dos materiais de revestimento e as suas espessuras. Por fim, além das especificações de projeto, a execução tem que ser compatível com o que foi detalhado (SANTOS; SILVA; CARVALHO, 2017).

Considerando sistemas de vedações verticais, na parte 4 da ABNT NBR 15575:2013 os principais requisitos estabelecidos para serem seguidos em projeto são: desempenho estrutural, segurança contra incêndio, estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico e a durabilidade e manutenibilidade, apresentadas a seguir (OLIVEIRA; MITIDIARI FILHO, 2012).

3.3.1 Desempenho estrutural

A ABNT NBR 15575/4:2013 estabelece requisitos de desempenho estrutural que abrangem a estabilidade e segurança da construção em relação às cargas gravitacionais e ação do vento, e também as ações resultantes do uso e ocupação da edificação.

Assim, exige que os Sistemas de Vedação Vertical Internos e Externos possuam certo nível de segurança de acordo com as ações possíveis de ocorrerem durante a vida útil da construção ou sistema. Nesse caso, quando houver função estrutural devem ser projetadas atendendo a parte 2 (Requisitos para os Sistemas Estruturais) da mesma normativa. Por outro lado, mesmo os SVVE não estruturais precisam considerar as ações horizontais de vento.

Da mesma forma, os SVVIE devem respeitar limites de deslocamentos instantâneos (d_h) e residuais (d_{hr}). Também não podem apresentar falhas relacionadas ao estado limite de serviço, havendo parâmetros para o correto funcionamento de elementos e componentes.

O requisito de solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos SVVIE expressa que esses devem resistir às solicitações geradas pela fixação de armários, prateleiras, hidrantes e outros. Mais especificamente não devem originar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos (d_h) ou residuais (d_{hr}), lascamentos, rupturas, nem prejudicar a integridade dos dispositivos de fixação.

Entre os requisitos de desempenho estrutural, está a resistência a impactos de corpo mole. Nesse caso, o sistema de vedação não deve sofrer ruptura ou instabilidade, apresentar fissuras, escamações, delaminações ou outro tipo de falha, limitando deslocamentos instantâneos e residuais. Também não podem ser provocados danos a componentes e instalações ou aos acabamentos acoplados, dentro das condições estabelecidas.

Do mesmo modo, os sistemas de vedação vertical devem possibilitar o acoplamento de portas, suportando as ações transmitidas por elas. Para que essa exigência seja avaliada é previsto ensaio de fechamento brusco e de corpo mole (aplicado no centro geométrico da folha de porta).

A norma também exige que as fachadas e vedações verticais internas resistam aos impactos de corpo duro. Assim, não devem apresentar danos, ruptura ou transpassamento sob ação desses impactos, sendo aceitas moissas localizadas.

Por fim, é apresentado o requisito de “Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas”, onde o sistema deve resistir a esforços aplicados representados por: esforço estático horizontal, esforço estático vertical e resistência a impactos.

3.3.2 Segurança contra incêndio

A norma de desempenho também contempla a questão de segurança contra incêndio, na qual os SVVIE têm função de compartimentação. Os sistemas de vedação vertical devem dificultar que se estabeleça inflamação generalizada no ambiente onde o incêndio foi iniciado e não deve ser gerada fumaça excessiva que

impossibilite a fuga dos ocupantes. Para que esse requisito seja atendido, são indicados critérios relativos à avaliação de reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedação vertical, respectivos isolantes térmicos e absorventes acústicos.

Da mesma maneira, aplica-se a mesma exigência de avaliação de reação ao fogo para dificultar a propagação de incêndio. Porém, nesse caso, é considerada a face externa das vedações verticais que compõem a fachada.

A ABNT NBR 15575/4:2013 também trata da avaliação de resistência ao fogo em relação a condições de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica, no intuito de dificultar a propagação do incêndio e preservar estruturalmente a edificação. Para isso deve ser determinado e respeitado o tempo requerido de resistência ao fogo mínimo, de acordo com a altura e tipo de ocupação da edificação. Isso vale tanto para paredes com função estrutural, como elementos de compartimentação horizontal (paredes de geminação, paredes entre unidades habitacionais que fazem divisa com áreas comuns).

3.3.3 Estanqueidade

Os Sistemas de vedação vertical podem interagir com outros elementos, componentes e sistemas da edificação, como caixilhos e esquadrias. Diante disso, é exigido que as fachadas incluindo a interface entre janela e parede, sejam estanques à água da chuva ou de outras fontes. Assim, não devem apresentar infiltrações de água superiores ao limite estabelecido, conforme as condições de exposição a que estão submetidas. A avaliação desse requisito pode ser feita por meio de ensaios de tipo³ ou análise de projeto, de acordo com o sistema de vedação em questão.

Da mesma maneira, quando o sistema de vedação tem contato com áreas molháveis ou molhadas não deve ocorrer permeabilidade de água através de suas faces. No caso de áreas molhadas existe um limite aceitável e isso pode ser avaliado através de análise de projeto ou ensaios de estanqueidade. Também não deve ser possível perceber, visualmente, umidade em ambientes contíguos quando se tratar de áreas molháveis, desde que as condições de ocupação e manutenção previstas sejam respeitadas.

³ Entende-se por “ensaio de tipo” os ensaios em laboratório com base em amostras representativas das condições de projeto e utilização).

3.3.4 Desempenho térmico

A norma de desempenho aborda também a questão do desempenho térmico de vedações verticais externas. Para que a edificação esteja em conformidade com essa exigência da ABNT NBR 15575:2013, os SVVE devem ser avaliados primeiramente por procedimento simplificado de análise. Somente se os critérios analisados não forem atendidos, aplica-se procedimento de simulação do desempenho térmico ou a realização de medições de campo.

Dessa forma, há necessidade de as paredes externas apresentarem transmitância térmica⁴ e capacidade térmica⁵ adequadas de acordo com a zona bioclimática em questão, de modo que seja alcançado um desempenho térmico mínimo.

Ainda, a norma apresenta requisito referente a aberturas para ventilação, exigindo que as fachadas das habitações possuam aberturas com dimensões suficientes para ventilar internamente os ambientes. O método de avaliação para esse caso é a análise do projeto arquitetônico e deve ser aplicado apenas em ambientes de longa permanência, ou seja, salas, cozinhas e dormitórios.

3.3.5 Desempenho acústico

A parte 4 da ABNT NBR 15575:2013 apresenta requisitos e critérios para o isolamento acústico entre o meio externo e o interno, assim como entre unidades autônomas e entre ambientes de uma unidade e áreas comuns da edificação.

Devem-se utilizar métodos de campo para determinar os valores da diferença padronizada de nível ponderada que devem atender a valores mínimos indicados pela norma. No caso das fachadas, avalia-se o conjunto paredes e esquadrias; e entre unidades habitacionais, o conjunto paredes e portas de entrada.

⁴ Transmitância térmica é entendida como transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento construtivo ou componente induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes.

⁵ Capacidade térmica representa a quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema em $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

3.3.6 Durabilidade e manutenibilidade

Conforme a norma de desempenho, durabilidade é a capacidade da edificação e seus componentes de manter as funções para qual se destina com o comportamento requerido durante a vida útil, desde que respeitadas as condições de uso e manutenção especificadas. Assim sendo, um dos requisitos apresentados diz respeito às paredes externas, que quando submetidas a ciclos de exposição ao calor e resfriamento devem apresentar limitados deslocamentos, fissurações e falhas, cuja avaliação é feita por meio de ensaio em laboratório.

Outro conceito trazido pelo ABNT NBR 15575:2013 é o de vida útil, que se refere ao período de tempo que a edificação e seus sistemas desempenham as atividades para as quais foi projetada, considerando correta manutenção. Nesse sentido, as vedações verticais internas e externas devem manter, durante a vida útil de projeto, a capacidade funcional, bem como as características estéticas compatíveis com o envelhecimento natural. Também estabelece uma vida útil de 40 anos para os sistemas de vedação vertical externas e de 20 anos para as internas. Sendo necessária verificação de atendimento de prazos e da realização de intervenções indicadas no manual de uso, operação e manutenção.

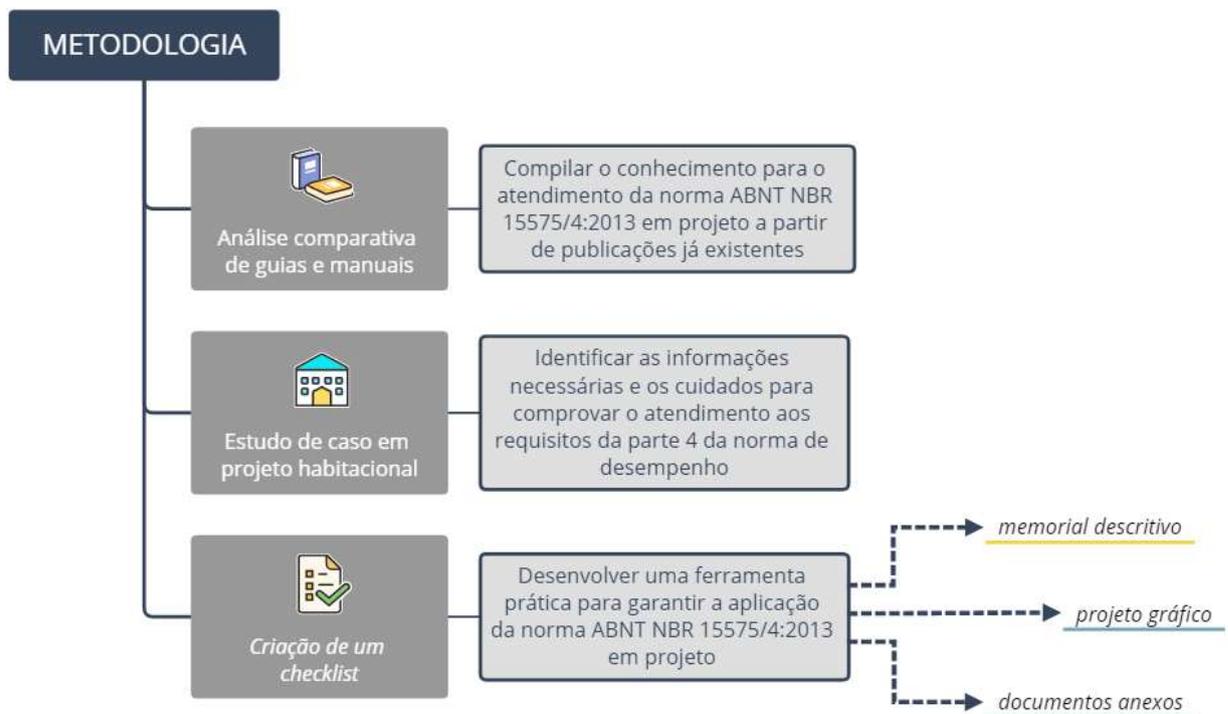
Por último, é exigido que sejam realizadas manutenções especificadas pelos fornecedores, com o intuito de manter a capacidade funcional no decorrer da vida útil conforme o projeto. Fica assim evidenciada a responsabilidade do usuário, afinal, as operações de manutenção periódicas e as condições de uso influenciam diretamente na vida útil da edificação. Para isso é avaliado o manual de uso, operação e manutenção que deve estar em conformidade com a ABNT NBR 5674: 2012 e ABNT NBR 14037: 2011.

4 METODOLOGIA

Adotou-se como estratégia para essa pesquisa a abordagem qualitativa que considera importante o papel do pesquisador, através de sua visão e reflexão (MIRANDA, 2014).

Com o intuito de facilitar a visualização da metodologia foi desenvolvido o diagrama da Figura 2 que será melhor explicado na sequência.

Figura 2 – Diagrama de metodologia



Fonte: Elaborado pela autora.

Em suma, dividiu-se a pesquisa em três grandes etapas, possíveis de serem desenvolvidas a partir do embasamento teórico anterior: análise de guias e manuais, estudo de caso e criação de um *checklist*.

4.1 ANÁLISE DE GUIAS A MANUAIS

A primeira das etapas consistiu em realizar uma análise comparativa entre guias e manuais, reunindo as principais publicações que têm como objetivo facilitar o

entendimento e, conseqüentemente, a prática dos requisitos da ABNT NBR 15575:2013 em projetos. Para tal foram utilizados os documentos listados:

- a) “Desempenho de edificações habitacionais – Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013” publicado em 2013 pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC;
- b) “Caderno técnico ASBEA-RS – Norma de desempenho” publicado pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – ASBEA em 2014;
- c) “Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15575” publicado em 2015 pela ASBEA;
- d) “Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem” material publicado em 2015 pela CBIC;
- e) “Análise dos critérios de atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575” publicado pela CBIC em 2016.

Assim, com foco na parte quatro da referida norma, foram avaliadas as diferenças e semelhanças entre os materiais de apoio, desenvolvendo-se um compilado com as contribuições de cada uma dessas ferramentas, visto que se complementam.

Ainda, a partir da interpretação da autora, foram adicionados itens considerados faltantes nas publicações frente ao conteúdo da ABNT NBR 15575/4:2013, assim como itens pouco claros na própria norma. Dessa forma, as informações existentes foram concentradas e organizadas em formato de texto e quadros resumo (Figura 3).

Figura 3 – Esquema de conteúdo dos quadros resumo.

Nº do item do requisito	Título do requisito			
Nº do item do critério na ABNT NBR 15575/4:2013	Sistema ou elemento que deve ser avaliado	O que o sistema ou elemento deve atender		
		Tipo de método de avaliação	Norma que descreve o método de avaliação	Tipo de documento para comprovação
		Etapa de projeto em que o requisito se aplica		
		Disciplinas envolvidas no atendimento desse requisito		

Fonte: Elaborado pela autora.

Os quadros apresentam informações sobre os critérios trazidos pela norma de desempenho: item da ABNT NBR 15575/4:2013, sistema ou elemento que deve ser avaliado e o que deve atender. Também expõe o tipo de método determinado para avaliação do critério, assim como em qual norma técnica se encontra a descrição da metodologia indicada e o tipo de documento para sua comprovação. Por fim, tem-se indicação de quais etapas de projeto e disciplinas são envolvidas no atendimento do requisito.

Foram analisados os requisitos, critérios e métodos de avaliação das seguintes exigências: desempenho estrutural, segurança contra incêndio, estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, durabilidade e manutenibilidade. E, seguindo a delimitação proposta para a pesquisa, consideraram-se apenas os requisitos aplicáveis em sistemas de vedação não estruturais durante a etapa de projeto, mais especificamente do projeto arquitetônico.

Dessa maneira obteve-se o maior número possível de informações disponibilizadas aos projetistas para que a norma de desempenho seja atendida no projeto arquitetônico, no que se refere aos sistemas de vedação vertical. Utilizando ainda uma abordagem crítica, avaliou-se o que as publicações oferecem em contraponto com o que é necessário para atingir os objetivos a que se propõe.

4.2 ESTUDO DE CASO

Na etapa seguinte, a partir do compilado elaborado anteriormente através dos guias e manuais, foi avaliado um projeto habitacional multifamiliar representativo quanto à comprovação de atendimento da norma ABNT NBR 15575/4:2013. Para a seleção do empreendimento foi considerado o nível superior de desempenho divulgado, a disponibilidade da empresa responsável em ceder os documentos e repassar informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa, assim como a viabilidade para deslocamentos até a sua sede.

Considerando que o empreendimento selecionado se aproxima do ideal em relação ao atendimento da norma, esse foi utilizado como ferramenta para identificar-se as informações de desempenho apresentadas e de que forma isso se deu. Foram analisadas e descritas todas as documentações disponibilizadas referentes a cada

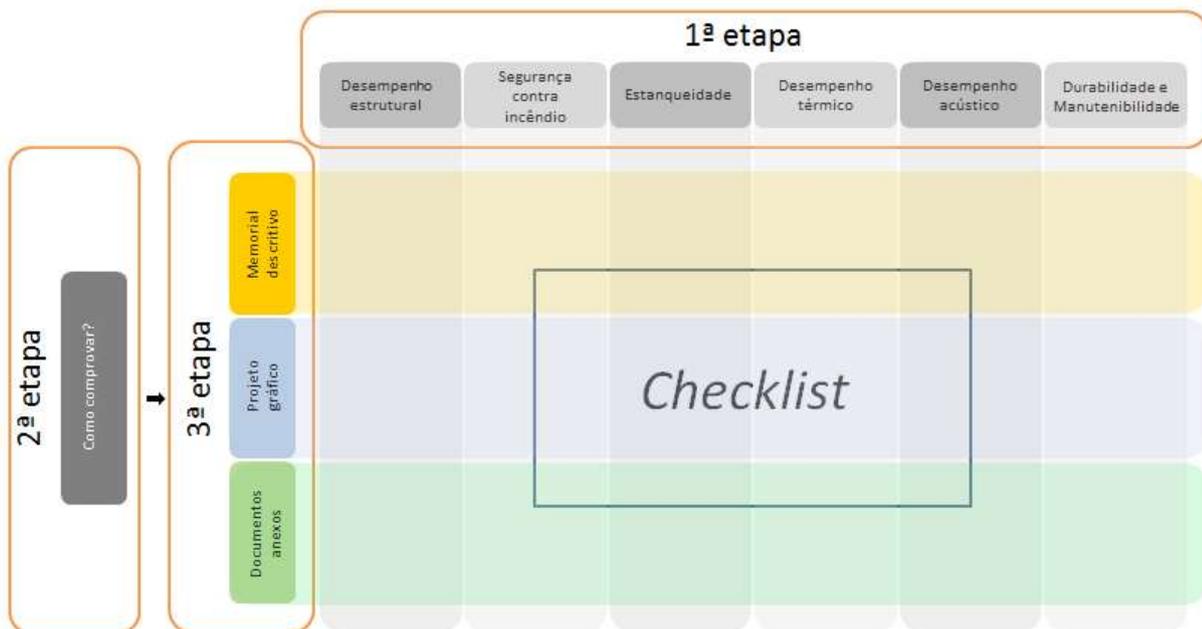
requisito apresentado na etapa anterior. Também foram considerados relatos de profissionais envolvidos no projeto e execução.

Assim, utilizando o conhecimento técnico e viés crítico do pesquisador, foram observados na prática e levantados os elementos e precauções necessárias para comprovar o atendimento às exigências relativas aos sistemas de vedação vertical. Da mesma forma, o conhecimento obtido nas etapas anteriores do trabalho, juntamente com a experiência acadêmica e profissional permitiu identificar se as comprovações utilizadas no referido projeto são suficientes e o que poderia ser acrescentado.

4.3 CRIAÇÃO DE UM CHECKLIST

Nesta etapa, foram apresentadas diretrizes para a comprovação de aplicação da ABNT NBR 15575/2013 durante a projeção. Para tal cruzou-se as informações obtidas nos capítulos anteriores: as exigências da norma e como comprovar sua aplicação (Figura 4), o que resultou em um novo formato, focado no cuidado necessário na apresentação da documentação de projeto.

Figura 4 – Construção das diretrizes para comprovação de aplicação da ABNT NBR 15575/4:2013 em projeto.



Fonte: Elaborado pela autora.

Esse conteúdo possibilitou o desenvolvimento de um *checklist* para ser utilizado em projetos habitacionais. Essa ferramenta foi dividida em três categorias – projeto gráfico, memorial descritivo e documentos anexos – caracterizadas por cores para facilitar a identificação. Também foi organizada de acordo com os itens da ABNT NBR 15575/4:2013 (exigências listadas em 4.1) para que quando utilizadas em conjunto, o processo seja facilitado. Detalhou-se em cada uma delas todo o tipo de informação necessária que deve ser apresentada para garantir que o projeto respeite cada requisito de desempenho exigido. Da mesma forma, foram incluídos outros conteúdos julgados importantes para que esse objetivo seja alcançado, relacionados à caracterização de elementos e sistemas. O diagrama da Figura 5 representa o formato adotado para o *checklist*.

Figura 5 – Formato do checklist.



Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, as ideias dos manuais, guias e da própria norma, foram organizadas de forma prática para os projetistas, concentrando todo o conhecimento obtido nas etapas anteriores, porém com uma abordagem diferente. Ou seja, teve-se a intenção de apresentar, não o que é preciso para atender a ABNT NBR 15575:2013, mas as informações, especificações, detalhamentos, relatórios de ensaio e laudos que o projeto deve conter comprovando sua aplicação.

5 COMPILADO SOBRE OS REQUISITOS DE PROJETO ARQUITETÔNICO DA ABNT NBR 15575/4: 2013 A PARTIR DE GUIAS E MANUAIS

Esse capítulo aborda os principais aspectos trazidos pela parte 4 da ABNT NBR 15575:2013. Para tal, foram analisadas cinco publicações de entidades reconhecidas no setor da construção civil (CBIC e ASBEA): “Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575:2013” (2013), “Caderno técnico ASBEA-RS: Norma de desempenho” (2014), “Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem” (2015), “Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15575” (2015), “Análise dos critérios de atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575” (2016).

Diante de uma normativa extensa e considerada trabalhosa para aplicar como a ABNT NBR 15575:2013, os guias e manuais utilizados no capítulo têm papel importante na orientação dos profissionais em relação ao projeto e execução das edificações habitacionais.

Considerando os requisitos da norma direcionados aos Sistemas de Vedação Vertical a publicação “Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575:2013” (2013) revelou-se a mais completa. Essa apresenta o maior número de informações além das contidas na norma, contextualiza cada assunto e utiliza outros estudos para auxiliar a decisão de engenheiros e arquitetos. Entre suas contribuições ressalta-se:

- a) em relação à segurança contra incêndio trata sobre a não necessidade de se realizar ensaios de incombustibilidade, propagação superficial de chamas, densidade óptica de fumaça e fluxo crítico radiante quando são empregados materiais reconhecidamente incombustíveis;
- b) cita os cuidados necessários e o que pode ser feito para evitar a infiltração de água nos Sistemas de Vedações Verticais;
- c) esclarece que o método de precisão (ensaio de laboratório) não é suficiente para o atendimento dos requisitos de desempenho acústico, mas é útil e pode ser utilizado na etapa projetual;
- d) traz as equações para estimativa de isolamento sonora a partir dos dados de desempenho acústico avaliados em laboratório.

Da mesma forma o material intitulado “Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem” (2015) esclarece questões específicas do público em geral, apontando algumas falhas da normativa e itens que precisam de revisão. Podem-se destacar algumas informações apresentadas:

- a) a necessidade de os ensaios serem realizados em todos os empreendimentos ou apenas uma vez em protótipos quando os sistemas construtivos são mantidos;
- b) como utilizar o método de análise de projeto para atender ao requisito de umidade nas vedações verticais internas e externas devido à ocupação do imóvel,
- c) as situações em que se pode utilizar o método simplificado para avaliação do desempenho térmico. Esclarecendo o fato de a norma ter sido desenvolvida inicialmente para edificações de habitacionais de interesse social e dessa forma ser necessária simulação quando houver áreas envidraçadas maiores que as mínimas determinadas na legislação local.

Em relação aos aspectos legais da norma o “Caderno técnico ASBEA-RS: Norma de desempenho” (2014) é a publicação que apresenta mais informações. Além disso, especifica as atribuições de projetistas, incorporadoras, construtoras, fornecedores e usuários e também trata superficialmente da documentação e comprovação de desempenho. No entanto, quanto aos requisitos e critérios da norma, se limita a transcrevê-los com alguns poucos comentários.

Já o *checklist* do “Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15575” (2015) traz resumidamente os requisitos da norma, e sua maior contribuição é relacioná-los às etapas de projeto e às disciplinas envolvidas. Também indica as responsabilidades dos profissionais, mencionando diretamente as ações necessárias dos arquitetos.

Por fim, a publicação mais recente “Análise dos critérios de atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575” (2016), ainda mais compacta que a anterior, aponta os tipos de método de avaliação e comprovação relacionados. Também indica, através de observações e legendas, quais requisitos aplicam-se apenas em inovações ou casos específicos, quais critérios são mais perceptíveis aos usuários, e quais itens precisam de revisão.

Vale ressaltar que esses manuais e guias negligenciam alguns itens da norma de desempenho. Esse é o caso do item 7.1 da ABNT NBR 15575/4:2013 referente a estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedações internos e externos. Nesse caso as publicações consideradas indicam o atendimento a esse requisito apenas para os Sistemas de vedação vertical com função estrutural. E, apesar da norma de desempenho deixar clara a necessidade de avaliação em relação às ações do vento mesmo para os SVVE não estruturais, não explicita nesse item quais ensaios e normas devem ser aplicados.

Da mesma forma, não fica claro quais são os ensaios realmente necessários em relação à reação ao fogo dos materiais, que segundo a norma de desempenho são estabelecidos pela ABNT NBR 9442:2019 ou pela EN 13823:2020. No entanto, para que a classificação seja realizada conforme determinado, são necessários outros ensaios que os manuais e guias citam (ISO 1182:2020, ASTM E662:2019, ISO 11925-2:2020).

A ABNT NBR 15575:2013 também indica como método de avaliação do critério de limite último para desempenho estrutural, cálculo analítico. Porém não são citadas normas que estabeleçam a metodologia correta para isso quando se trata de Sistemas de vedação vertical sem função estrutural.

Portanto, os textos apresentados a seguir compilam as informações que esses materiais difundem, tanto o conteúdo da própria norma como conhecimentos que facilitam seu entendimento. Esses trazem o conteúdo de quadros, figuras, tabelas e *checklists* presentes nas publicações analisadas, incluindo os itens observados como faltantes.

Em conformidade com os objetivos deste trabalho, foram consideradas as ações relacionadas somente à parte 4 da norma, relativas aos Sistemas de Vedação Vertical, referindo-se apenas aos sem função estrutural. Da mesma maneira, são abordados exclusivamente requisitos, critérios e métodos de avaliação aplicáveis durante a projeção arquitetônica.

5.1 ASPECTOS LEGAIS E INCUMBÊNCIAS DOS INTERVENIENTES

Embora as normas técnicas não sejam Lei, o Código de Defesa do Consumidor (1990) e o Código Civil Brasileiro (2002) tornam obrigatório o atendimento das normas técnicas vigentes.

Diante disso, a ABNT NBR 15575:2013 deve ser aplicada a todas as edificações habitacionais independentemente do número de pavimentos. Excetuam-se as construções pré-existentes ou obras em andamento quando a norma passou a vigorar em 19 de julho de 2013, também projetos protocolados até essa data, obras de reformas ou *retrofit* e edificações provisórias.

Ressalta-se que o termo “projetos protocolados” refere-se à etapa de projeto legal, mas é no projeto executivo que necessariamente devem ser apresentadas as informações de desempenho. Sendo assim, para que o projeto legal não seja usado erroneamente como projeto para execução da edificação, recomenda-se que esse receba observações que alertem sobre a necessidade dos detalhamentos executivos conforme as normas da ABNT, particularmente a ABNT NBR 16636:2017 e ABNT NBR 15575:2013.

Para todos os critérios estabelecidos por essa normativa foi determinado um nível mínimo de desempenho obrigatório. Em alguns casos há patamares intermediários ou superiores, mas esses não possuem caráter obrigatório.

A comprovação do atendimento das exigências de desempenho em componentes, elementos e sistemas pode ser realizada através de relatórios de fornecedores, laboratórios especializados ou de especialistas (consultores), projeto atestando cumprimento das normas específicas, projeto comprovando o atendimento aos critérios e relatórios de inspeção em protótipo. Em termos de projeto, especificamente, todas as decisões devem ser embasadas em informações objetivas (especificação dos fabricantes, normas técnicas, amostragem, laudos técnicos e outros) e registradas em uma memória de projeto, como forma de comprovação de atendimento aos requisitos de desempenho.

Ressalta-se que toda a documentação gerada para obra, plantas e memoriais deverão ser compatíveis com o desempenho estabelecido inicialmente, com todas as especificações necessárias, sem margem para interpretações errôneas. Esses documentos devem ser arquivados junto de informações sobre o local e condições do

entorno na época do projeto, para comprovações que podem ser solicitadas futuramente.

Outra forma de comprovação é a experiência em outras construções, nesse caso é necessário garantir que a edificação habitacional ou sistema seja idêntico ao anterior e que tenha pré-existência de pelo menos dois anos. Nesse caso é preciso cuidado para diferenças na implantação (condições de clima, agressividade, utilização e outros) que possam alterar os resultados de desempenho.

Em relação às atribuições dos profissionais envolvidos no processo de projeto e execução de edificações habitacionais, é papel do projetista determinar a Vida Útil projetual e especificar materiais, componentes e técnicas construtivas que a atendam. O arquiteto ou engenheiro deverá solicitar aos fornecedores informações que caracterizem esses produtos e interpretá-las. É necessário que os laudos técnicos sejam anexados ao memorial descritivo que será entregue para execução da obra. No entanto em alguns casos, o desempenho somente será comprovado por meio de ensaios na própria obra ou com a utilização de protótipos. Assim, as especificações dos projetistas devem ser obrigatoriamente embasadas em pesquisa e investigação sistemática consistente, além das normas requeridas e no desempenho declarado pelos fabricantes.

Os fornecedores têm a responsabilidade de caracterizar o desempenho dos seus sistemas ou materiais de acordo com a ABNT NBR 15575:2013. Para tal devem realizar ensaios adequados e fornecer os dados aos projetistas, sendo responsáveis pela veracidade das informações, certificações e testes necessários. Quando não houver normas específicas brasileiras é recomendado utilizar normas internacionais.

Cabe ao incorporador providenciar estudos técnicos quanto aos riscos previsíveis na época do projeto (agentes agressivos no solo, riscos ambientais e outros) e também verificar se os requisitos de desempenho estão sendo atendidos pelos projetistas e pela construtora; enquanto o construtor deve se limitar a realizar os serviços projetados.

Já em relação à elaboração do Manual de Uso, Operação e Manutenção (Manual do Usuário), é função do construtor ou incorporador explicitar os prazos de garantias e demais informações necessárias ao proprietário, o qual deve recebê-lo quando a edificação é ocupada. Além disso, devem elaborar o manual de áreas

comuns para ser entregue ao condomínio. Também é responsabilidade do construtor realizar as compras dos materiais especificados.

Portanto, o incorporador e/ou a construtora deverão informar o atendimento dos sistemas da edificação aos requisitos da norma nos níveis de desempenho (mínimo, intermediário ou superior). No caso de haver dúvidas, os proprietários podem solicitar, dentro do período de vida útil, comprovações como análise de projeto e ensaios.

Enfim, é papel do usuário ou seu preposto realizar as manutenções conforme a ABNT NBR 5674:2012 e o Manual de Uso, Operação e Manutenção recebido do construtor ou incorporador. No caso de serem realizadas reformas, devem registrar todas as intervenções respeitando as determinações da ABNT NBR 16280:2015, sem que prejudiquem o desempenho original entregue, tanto em sua unidade, como em unidades vizinhas e áreas comuns.

5.2 DESEMPENHO ESTRUTURAL

As normas prescritivas de projeto e execução de estruturas geralmente consideram a estabilidade e segurança da construção em relação a cargas gravitacionais, ação do vento, empuxos de solo, entre outras. Já a norma de desempenho ABNT NBR 15575:2015 inclui entre as suas exigências que a edificação apresente também estabilidade e segurança referente a ações geradas pelo uso e ocupação do imóvel.

5.2.1 Estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedação internos e externos (item 7.1 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Embora exista um paradigma de que apenas os Sistemas de Vedações Verticais com função estrutural precisam atender ao critério de “Estado limite último” (Quadro 2), segundo as premissas de projeto da ABNT NBR 15575/4:2013 mesmo os SVVE não estruturais devem ser avaliados. Nesse caso devem ser consideradas as ações horizontais devidas ao vento (solicitação $\gamma_w S_{wk}$), podendo ser verificadas analiticamente ou ser realizados ensaios de cargas laterais uniformemente distribuídas de acordo com o Anexo G da ABNT NBR 15575/4:2013. Quando se tratar

de ensaio, o corpo de prova precisa representar o SVVE contendo as fixações e vinculações utilizadas entre componentes.

Quadro 2 – Critério estado limite último

7.1 – Requisito de Estabilidade e resistência estrutural			
7.1.1	SVVE	Resistir sem ruptura às ações horizontais devidas ao vento	
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA
		COMPROVAÇÃO	
		Ensaio em laboratório	Anexo G ABNT NBR 15575/4:2013
		Ensaio e traçado diagrama carga x deslocamento	Anexo A ABNT NBR 15575/2:2013
ETAPA	Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA	Arquitetura, Estrutural		

Fonte: elaborado pela autora.

Sempre que se optar por um SVVIE cuja modelagem matemática do comportamento conjunto de materiais e componentes não for conhecida e experimentalmente consolidada, é possível determinar a resistência última por meio de ensaio destrutivo e traçado do diagrama carga x deslocamento. Para isso, devem ser seguidos os procedimentos detalhados no Anexo A da parte 2 da ABNT NBR 15575:2013.

5.2.2 Deslocamentos, fissuração e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas (item 7.2 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Com o intuito de limitar a valores aceitáveis os deslocamentos, fissurações e falhas nos Sistema vertical de vedação interna e externa (SVVIE), o critério “Limitação de deslocamentos, fissuras e descolamentos” (Quadro 3) traz parâmetros de deslocamento instantâneos (d_h) e residuais (d_{hr}). Esses valores devem ser atendidos pelos sistemas de vedação vertical internos e externos, considerando as combinações de carregamentos possíveis, sem manifestar falhas referentes ao estado limite de serviço, e podem ser avaliados por verificação analítica ou conforme ensaio descrito na ABNT NBR 10821/33:2017 ou Anexo G da ABNT NBR 15575/4:2013.

Quadro 3 – Critério de estado limite de serviço.

7.2 – Deslocamentos, fissuras e ocorrência de falhas				
7.2.1 SVVIE	(até 5 pav.)	Não ocorrer falhas e atender limites de deslocamentos instantâneos e residuais sob ação de carregamento de serviço		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio em laboratório	Anexo G ABNT NBR15575/4:2013	Relatório de ensaio sistêmico
		Ensaio e traçado diagrama carga x deslocamento	Anexo B ABNT NBR15575/2:2013	Relatório de ensaio sistêmico
		Análise de projeto	-	Declaração em projeto
ETAPA		Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, Estrutural		

Fonte: elaborado pela autora.

Em princípio, os valores limites estabelecidos devem ser atendidos pelos SVVIE de edificações habitacionais de até cinco pavimentos. Quando houver função estrutural, devem ser atendidas também as exigências do item 7.3 da ABNT NBR 15575/2:2013.

Da mesma forma que no requisito de estado limite último pode-se utilizar ensaio destrutivo e traçado do diagrama carga x deslocamento para determinar a deformabilidade do sistema.

Também se pode avaliar o sistema *in loco*, no entanto as verificações só podem ser realizadas após a conclusão da obra resultando em um relatório de inspeção. Sendo assim, esse não é um método de avaliação aplicável durante a projeção.

Em termos de projeto, deve ser especificado se as vedações, internas e externas, apresentam ou não função estrutural, bem como a indicação das normas brasileiras aplicáveis para o sistema em questão.

O atendimento desse requisito deve estar presente na etapa de projeto básico e projeto executivo, considerando em conjunto as disciplinas de arquitetura e estruturas. Em resumo, os métodos de avaliação são ensaio e análise de projeto, comprovados respectivamente por laudo sistêmico e declaração em projeto.

5.2.3 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas (item 7.3 da ABNT NBR 15575/4: 2013)

As paredes da edificação devem resistir às solicitações geradas pela ação de cargas devidas a peças suspensas. Assim, o critério, apresentado no item 7.3.1 da ABNT NBR 15575/4:2013 (Quadro 4), exige que nesses casos, os SVVIE, com ou sem função estrutural, não apresentem fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos (d_h) ou deslocamentos horizontais residuais (d_{hr}), lascamentos ou rupturas. Também não deve ocorrer arrancamento ou esmagamento dos elementos de fixação.

Quadro 4 – Critério de resistência a peças suspensas.

7.3 – Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas				
7.3.1	SVVIE	Não ocorrer falhas que comprometam o estado limite de serviço e atender limites de deslocamentos horizontais instantâneos e residuais sob ação de cargas de peças suspensas		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio em laboratório	Anexo A 15575/4	Relatório de ensaio sistêmico
		Análise de projeto	-	Solução descrita em projeto
ETAPA		Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, Estrutural, Instalações e consultorias		

Fonte: elaborado pela autora.

Os valores de referência, conforme o nível de desempenho, são apresentados no Anexo F da norma e referem-se a cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão-francesas padronizadas. Esse método de avaliação (Anexo A da norma) resulta em laudo sistêmico e permite avaliar se o sistema de vedação vertical é capaz de resistir às solicitações pela fixação de objetos (armários, prateleiras, redes, quadros e outros) sem que a parede apresente danos, instalando os dispositivos de fixação para que posteriormente sejam aplicadas cargas na peça.

A norma de desempenho também prevê outros tipos de peças suspensas, como cantoneira em “L” e “redes de dormir” e outros valores de carregamento apresentados no item 7.3.2 da ABNT NBR 15575/4:2013. Em todos os casos, é

necessário que o fornecedor especifique os dispositivos para fixação de peças suspensas e a capacidade de carga correspondente. Devem-se adotar coeficientes de minoração de 2,0 (24h de ensaio) ou 3,0 (aplicação contínua de carga até a ruptura).

Em relação ao projeto devem ser indicadas as cargas de uso ou de serviço, os dispositivos de fixação, os detalhes típicos e suas aplicações específicas. O projetista também precisa realizar recomendações e determinar as limitações de uso (locais permitidos para fixação e restrições). Além disso, podem ser previstos reforços localizados nos pontos de fixação das peças suspensas para paredes ocas, painéis sanduíche, ou outros casos, cujas instruções devem estar contidas no Manual de Uso, Operação e Manutenção.

Esse requisito deve ser considerado nas etapas de anteprojeto, projeto básico e executivo, envolvendo as disciplinas de arquitetura, estruturas, instalações e consultorias específicas.

5.2.4 Impacto de corpo mole (item 7.4 e 7.4.3 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Os impactos de corpo mole traduzem a energia dos choques acidentais gerados pelo uso da edificação, atos de vandalismo e tentativas de intrusão, intencionais ou não. Nesse sentido, a norma de desempenho ressalta que os maiores valores de energia de impacto referem-se ao estado-limite último (impactos de segurança).

Segundo o critério “Resistência a impactos de corpo mole” (Quadro 5), não deve ocorrer ruptura ou instabilidade dos SVVIE, que caracterize o estado limite último, sob ação de impactos de segurança, assim como os elementos não podem ser transpassados.

Da mesma forma, os SVVIE, sob impactos de utilização, não podem apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de falha que comprometa o estado de serviço. Por fim, as energias de impacto indicadas pela norma de desempenho não devem resultar em danos a componentes, instalações ou aos acabamentos aplicados no SVVIE.

Quadro 5 – Critério de resistência a impactos de corpo mole.

7.4 – Impacto de corpo mole				
7.4.1	SVVIE	Resistir sem ruptura ou instabilidade que caracterize estado limite último sob ação de impactos de segurança de corpo mole		
		Não ocorrer falhas que comprometam o estado limite de serviço sob impactos de utilização de corpo mole		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio em laboratório	ABNT NBR 11675:2016	Relatório de ensaio sistêmico
		Análise de projeto	-	Declaração em projeto
ETAPA		Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, Estrutural		

Fonte: elaborado pela autora.

Os valores de referência para que os critérios de desempenho sejam atendidos são apresentados no item 7.4.1 e Anexo F da ABNT NBR 15575/4:2013. Tratando tanto de edificações multipisos como habitações térreas, esses parâmetros se referem aos resultados de ensaio de tipo em laboratório ou campo, de acordo com a ABNT NBR 11675:2016. Esses ensaios precisam ser realizados apenas uma vez, de forma a reproduzir as práticas construtivas, sendo necessária repetição somente se houver mudanças no sistema.

Em resumo, para verificar se a parede possui resistência à energia proveniente de choques relacionados à utilização da edificação, são aplicados impactos por meio de um saco de couro de 40 kg, que é solto de diferentes alturas estabelecidas em referência ao nível de desempenho desejado. O impactador realiza, assim, um movimento pendular em direção ao sistema de vedação vertical, atingindo sempre as partes opacas das fachadas, sem caixilhos e nas seções mais desfavoráveis. Para todas as energias indicadas nas tabelas citadas deve ser aplicado um único impacto e registrados os deslocamentos instantâneos (d_h) e residuais (d_{hr}), além das possíveis falhas.

Para elevar a resistência aos impactos de corpo mole, podem-se utilizar recursos como: previsão de cintas de amarração, pilares armados e grauteados, ferros

corridos nas juntas de assentamento e telas metálicas embutidas no revestimento das paredes.

Em termos de projeto, deve-se assegurar que os materiais de revestimento utilizados sejam de fácil reposição. Também deve ser especificado que o seu revestimento interno não é integrante da estrutura da parede quando for utilizada parede de fachada multicamada.

Essas considerações devem ser realizadas nas etapas de projeto básico e projeto executivo, compreendendo as disciplinas de arquitetura e estruturas.

5.2.5 Ações transmitidas por portas (item 7.5 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Os sistemas de vedação vertical interna e externa, com função estrutural ou não, devem resistir a ações transmitidas por portas, permitindo o acoplamento dessas e atendendo certas condições.

O critério “Ações transmitidas por portas internas ou externas” (Quadro 6) exige que seja realizado ensaio de fechamento brusco segundo a ABNT NBR 15930/2:2018.

Quadro 6 – Critério de resistência a ações transmitidas por portas.

7.5 – Ações transmitidas por portas				
7.5.1	SVVIE	Resistir, sem ruptura e falhas, às ações transmitidas por portas		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio em laboratório	Fechamento brusco ABNT NBR 15930/2:2018	Relatório de ensaio sistêmico
Impacto de corpo mole ABNT NBR 15930/2:2018*	Relatório de ensaio sistêmico			
ETAPA		Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, Estrutural		
*um impacto de 240J (divisórias internas- sentido de fechamento/ portas de entrada- sentido de fechamento e abertura)				

Fonte: elaborado pela autora.

Nesse caso, as paredes onde as portas estão localizadas não podem, quando submetidas a dez operações de fechamento brusco, apresentar rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outras falhas.

Da mesma forma, a norma exige o atendimento de condições referentes a impacto de corpo mole no centro da folha da porta. Assim não deve ocorrer arrancamento do marco, sob ação de um impacto com energia de 240J, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. Pode ser considerado para divisórias internas impacto apenas no sentido de fechamento da porta, conforme as diretrizes gerais da ABNT NBR 15930/2:2018 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). No caso de portas de entrada de casas térreas, sobrados ou apartamento, deve ser considerado impacto tanto no sentido de fechamento como de abertura.

Para os ensaios, é necessário que as fechaduras das portas sejam instaladas em conformidade com a ABNT NBR 14913:2011. Além disso, vale ressaltar que esses ensaios resultantes em laudo sistêmico verificam o desempenho apenas das paredes e, portanto, fechaduras e portas devem ser avaliadas de acordo com suas respectivas normas técnicas.

5.2.6 Impacto de corpo-duro incidente nos SVVIE com ou sem função estrutural (item 7.6 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Esse requisito determina que a parede resista aos impactos de corpo duro que representam choques acidentais gerados pelo uso da habitação, atos de vandalismo ou outros. O método de avaliação do critério “Resistência a impactos de corpo duro” (Quadro 7) indica o ensaio de tipo proposto no Anexo B da ABNT NBR 15575/4:2013 ou ABNT NBR 11675:2016 realizado em laboratório e tem como resultado laudo sistêmico.

Esse ensaio consiste em aplicar impactos por meio de esferas de aço maciças que são soltas de alturas diferentes de acordo com o nível de desempenho desejado. As esferas percorrem um movimento pendular até a parede, sendo que essas, segundo a norma, não podem ser transpassadas, sofrer ruptura ou instabilidade sob ação de impactos de segurança (esferas com diâmetro de 6,25 cm e massa de 10N). Já sob impactos de utilização (esferas com diâmetro de 5 cm e massa de 5N), os

sistemas de vedação vertical não devem apresentar fissuras, delaminações ou outras falhas que comprometam o estado de utilização, sendo permitidas apenas mossas localizadas (sinal deixado pelo impacto).

Quadro 7 – Critério de resistência a impactos de corpo duro.

7.6 – Impacto de corpo duro				
7.6.1	SVVIE	Resistir, sem rupturas, impactos de segurança de corpo duro		
		Resistir, sem falhas que comprometam o estado limite de serviço, impactos de corpo duro de utilização		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio em laboratório	Anexo B ABNT NBR 15575/4:2013 ou ABNT NBR 11675:2016	Relatório de ensaio sistêmico
ETAPA		Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, Estrutural		

Fonte: elaborado pela autora.

Posteriormente aos impactos, são registradas as profundidades das mossas e as eventuais falhas ocorridas. Os valores de referência para a energia de impacto são apresentados no Anexo F da ABNT NBR 15575/4:2013.

A resistência à ação de impacto de corpo duro deve ser considerada durante a etapa de projeto básico e projeto executivo, envolvendo as disciplinas de arquitetura e estruturas.

5.2.7 Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas (item 7.7 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Os parapeitos de janelas são considerados como paredes cegas e por isso devem atender às mesmas solicitações mecânicas discutidas anteriormente, inclusive os critérios de impacto de corpo-duro e corpo-mole. Segundo esse requisito da norma, tanto parapeitos quanto guarda-corpos de edificações habitacionais devem resistir à ação das cargas de ocupação que atuam sobre eles.

Para que tal requisito seja atendido, o critério “Ações estáticas horizontais, estáticas verticais e de impactos incidentes em guarda-corpos e parapeitos” (Quadro 8) exige que esses elementos cumpram as exigências dispostas na ABNT NBR 14718:2019, tal como altura, distanciamento máximo entre montantes e solicitações mecânicas que representam o esforço aplicado (esforço estático horizontal, esforço estático vertical, resistência a impactos).

Quadro 8 – Critério de resistência a ações em guarda-corpos e parapeitos.

7.7 – Cargas de ocupação				
7.7.1	Guarda-corpos e parapeitos	Resistir a ação das cargas de ocupação, cujo esforço é representado por esforço estático horizontal, esforço estático vertical e resistência a impactos, sem rupturas ou falhas que comprometam o estado limite de serviço		
	Guarda-corpos	Atender às dimensões estabelecidas		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
	Parapeitos	Ensaio de laboratório	ABNT NBR 14718:20019* e ABNT NBR 15575:2013**	Relatório de ensaio sistêmico
	Guarda-corpos	Ensaio de laboratório	ABNT NBR 14718:2019	Relatório de ensaio sistêmico
Análise de projeto		ABNT NBR 14718:2019	Solução descrita em projeto	
ETAPA		Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, Estrutural		
*Métodos de ensaio sob esforço estático horizontal e vertical				
**Métodos de ensaio de impacto de corpo mole e corpo duro				

Fonte: elaborado pelo autor.

O método indicado pela norma de desempenho para avaliar esse critério consiste em realizar os ensaios em laboratório, conforme a ABNT NBR 14718:2019, cujo documento comprobatório consiste em laudo sistêmico. No caso dos parapeitos, deve-se utilizar as diretrizes dos métodos previstos na mesma norma, para os esforços estáticos, e os métodos indicados pela ABNT NBR 15575/4:2013 para avaliação de impactos. Em relação aos critérios, devem ser atendidos os parâmetros que cada norma traz para os respectivos ensaios.

Cabe ao projetista definir em projeto as cargas de uso para casos especiais e apresentar os detalhes executivos, atendendo às dimensões indicadas na ABNT NBR 14718:2019, no caso de guarda corpos. Isso deve ser feito na etapa de projeto executivo pelas disciplinas de arquitetura e estruturas conjuntamente.

5.3 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Em geral, a segurança contra incêndio é determinada por fundamentos de projeto, propriedades dos materiais e dos elementos construtivos, além de dispositivos de detecção e combate ao fogo. Nesse sentido, a norma de desempenho considera primeiramente a integridade física dos usuários da edificação e, em seguida, a segurança patrimonial.

Mais especificamente, a parte 4 da ABNT NBR 15575:2013, em três requisitos⁶, expõe a necessidade de evitar ou, pelo menos, retardar a propagação de chamas e fumaça, assim como prescreve um tempo mínimo de resistência ao fogo dos diferentes elementos da construção.

Salienta-se que, apesar de não serem apresentadas na parte 4 da norma, a segurança contra incêndio das vedações verticais está relacionada com outras decisões do projeto arquitetônico. Entre elas, destacam-se as dimensões dos vãos de janelas e portas externas da edificação, distância mínima entre unidades habitacionais e outras estratégias de compartimentação horizontal e vertical.

5.3.1 Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada (item 8.2 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Geralmente a inflamação generalizada é determinada pelas propriedades dos materiais utilizados nas superfícies dos elementos construtivos. Assim, revestimentos, acabamentos e isolamentos termoacústicos devem apresentar resposta controlada em relação ao fogo.

Para que a propagação de chamas seja evitada ou retardada, considera-se a caracterização dos materiais utilizados na edificação quanto à reação ao fogo. Esse

⁶ Dificultar a ocorrência generalizada; dificultar a propagação do incêndio; dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação.

comportamento é avaliado por meio de ensaios de incombustibilidade, propagação superficial de chamas e densidade ótica de fumaça, através dos quais se determina a facilidade de ignição dos materiais, a velocidade de propagação do fogo e as características do calor e da fumaça que podem ser gerados. Ressaltando que essas características também são responsáveis pela dificuldade ou obstrução da visão das pessoas durante fuga.

As normas que detalham os ensaios de reação ao fogo são NBR 9442:2019, ISO 1182:2020 e ASTM E662:2019. E a partir dessa caracterização os materiais são classificados conforme a Tabela 1 adaptada da ABNT NBR 15575/4:2013.

Tabela 1 – Classificação dos materiais em relação à reação ao fogo.

Classe		Método de ensaio		
		ISO 1182	ABNT NBR 9442	ASTM E662
I		Incombustível $\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50 \%$; $T_f \leq 10 \text{ s}$	-	-
II	A	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m > 450$
III	A	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	$75 < l_p \leq 150$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$75 < l_p \leq 150$	$D_m > 450$
V	A	Combustível	$150 < l_p \leq 400$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$150 < l_p \leq 400$	$D_m > 450$
VI		Combustível	$l_p > 400$	-

Legenda:

l_p – Índice de propagação superficial de chama.

D_m – Densidade específica ótica máxima de fumaça

Δm – Variação da massa do corpo de prova.

t_f – Tempo de flamejamento do corpo de prova.

ΔT – Variação da temperatura no interior do forno.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15575:2013.

Alguns tipos de materiais e configurações construtivas devem ser avaliados por métodos diferentes. Para as situações descritas a seguir, os materiais são

classificados a partir dos ensaios apresentados nas normas EN 13823:2020 e ISO 11925/2:2020:

- a) quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;
- b) quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar (painéis sanduíche, por exemplo);
- c) materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25 mm;
- d) materiais que na instalação conformam juntas através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar (situação típica de construção com painéis).

Dessa forma o critério, referente ao item 8.2.1 da ABNT NBR 15575/4:2013, “Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedação vertical e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos” é apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 – Critério de reação ao fogo em faces internas e miolos de vedação vertical.

8.2 – Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada			
8.2.1	Superfícies internas dos SVV e miolos isolantes térmicos e acústicos	Possuir classe de reação ao fogo adequada	
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA
		Ensaio em laboratório	ISO 1182:2020
		Ensaio em laboratório	ABNT NBR 9442:2019
		Ensaio em laboratório	ASTM E662:2019
ETAPA		Projeto Básico e Projeto Executivo	
DISCIPLINA		Arquitetura	

Fonte: Elaborado pela autora.

É exigido, assim, que as superfícies internas das fachadas e todas as superfícies das vedações verticais internas sejam classificadas como:

- a) I, II A ou III A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha;

- b) I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;
- c) I ou II A, quando estiverem associadas aos locais de uso comum da edificação;
- d) I ou II A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, porém com D_m inferior a 100.

Além disso, os materiais usados no meio das paredes (miolo), interna ou externamente, devem ser classificados como I, II A ou III A.

Esse requisito deve ser comprovado por meio de laudos do fornecedor, e deve ser considerado pela disciplina de arquitetura durante o projeto básico e projeto executivo.

5.3.2 Dificultar a propagação de incêndio (item 8.3 da ABNT NBR 15575/4:2013)

O item 8.3.1 da ABNT NBR 15575/4:2013 diz respeito ao critério de avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada (Quadro 10). Nesse caso, os materiais empregados devem ser classificados como I ou II B, a partir de laudos de fornecedores referentes aos mesmos ensaios do item anterior.

Quadro 10 – Critério de reação ao fogo em fachadas.

8.3 – Dificultar a propagação do incêndio				
8.3.1	Superfície externa das fachadas	Possuir classe de reação ao fogo adequada		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio em laboratório	ISO 1182:2020	Relatório de ensaio
		Ensaio em laboratório	ABNT NBR 9442:2019	Relatório de ensaio
		Ensaio em laboratório	ASTM E662:2019	Relatório de ensaio
ETAPA		Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura		

Fonte: Elabora pela autora.

No entanto, tanto para as faces externas de fachadas quanto para faces internas dos SVV, quando tratar-se de materiais reconhecidamente incombustíveis⁷ não são necessários os ensaios de incombustibilidade, propagação superficial de chamas e densidade óptica de fumaça. Ressalta-se que isso é válido somente quando não há associação com materiais combustíveis como placas de gesso acartonado, revestimentos formulados com resinas sintéticas ou outros.

5.3.3 Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação (item 8.4 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Para reduzir a possibilidade de colapso estrutural da edificação, os materiais utilizados nas compartimentações devem seguir adequado TRRF – Tempo requerido de resistência ao fogo, conforme a norma ABNT NBR 14432:2001. Para classificar os componentes e elementos da construção quanto à resistência ao fogo, é necessário considerar critérios de estanqueidade, isolamento térmico e estabilidade.

Dessa forma, conforme o critério “Resistência ao fogo de elementos estruturais e de compartimentação” (Quadro 11), os sistemas estruturais e os elementos de vedação vertical que compõem a edificação habitacional devem atender a norma ABNT NBR 14432:2001 para controlar os riscos de propagação de incêndio, além de preservar a estabilidade estrutural da mesma.

Os elementos de compartimentação horizontal, ou seja, paredes entre unidades independentes de casas térreas e sobrados, paredes entre unidades habitacionais e que fazem divisa com as áreas comuns nos edifícios multifamiliares, devem apresentar tempo de resistência ao fogo de no mínimo 30 minutos, para edificações de até cinco pavimentos. Para outros casos o TRRF deve ser atendido conforme especificado na ABNT NBR 14432:2001.

Em unidades habitacionais unifamiliares isoladas de até dois pavimentos é exigido TRRF de 30 minutos apenas para as paredes internas e fachadas das áreas referentes a cozinhas e ambientes fechados que abriguem equipamentos de gás.

⁷ Materiais reconhecidamente podem ser: concreto, argamassa, alvenarias de bloco de concreto, cerâmica, materiais pétreos, gesso, pisos em cerâmica e outros.

Quadro 11 – Critério de resistência ao fogo.

8.4 – Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação			
8.4.1	Elementos e sistemas de vedação vertical	Possuir tempo requerido de resistência ao fogo adequado	
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA
		Ensaio em laboratório	ABNT NBR 10636:1989
		Análise de projeto	ABNT NBR 14432:2001
ETAPA		Projeto Básico e Projeto Executivo	
DISCIPLINA		Arquitetura e instalações	

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao método de avaliação, para comprovar a resistência ao fogo dos elementos sem função estrutural devem ser realizados ensaios conforme a ABNT NBR 10636:1989, apresentando laudo sistêmico. A norma também prevê a comprovação do atendimento deste critério através de avaliação técnica seguindo as determinações da ABNT NBR 14432:2001, ensaios de tipo realizados previamente ou por métodos analíticos segundo a ABNT NBR 15200:2012 e a ABNT NBR 14323:2013 (para sistemas construtivos específicos).

Esse requisito deve ser considerado nas etapas de projeto básico e projeto executivo, pelas disciplinas de arquitetura e instalações.

5.4 ESTANQUEIDADE À ÁGUA

As edificações habitacionais necessitam de estanqueidade à água, poeira, insetos, aves e roedores. Nesse sentido, a ABNT NBR 15575:2013 traz requisitos relativos à estanqueidade à água que tem grande importância no sentido de evitar processos como lixiviação e corrosão prejudiciais a durabilidade dos materiais. Além disso, a redução da umidade auxilia em evitar a proliferação de fungos e doenças respiratórias, diretamente ligadas às condições de saúde e higiene das habitações.

5.4.1 Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas (item 10.1 da ABNT NBR 15575/4:2013)

O critério descrito no item 10.1.1 da ABNT NBR 15575/4:2013 se refere à estanqueidade à água nas paredes de fachada (Quadro 12), incluindo as junções entre as janelas e paredes, que depende dos índices pluviométricos, além da velocidade característica e da direção do vento no local da obra.

Quadro 12 – Critério de estanqueidade a água em fachadas.

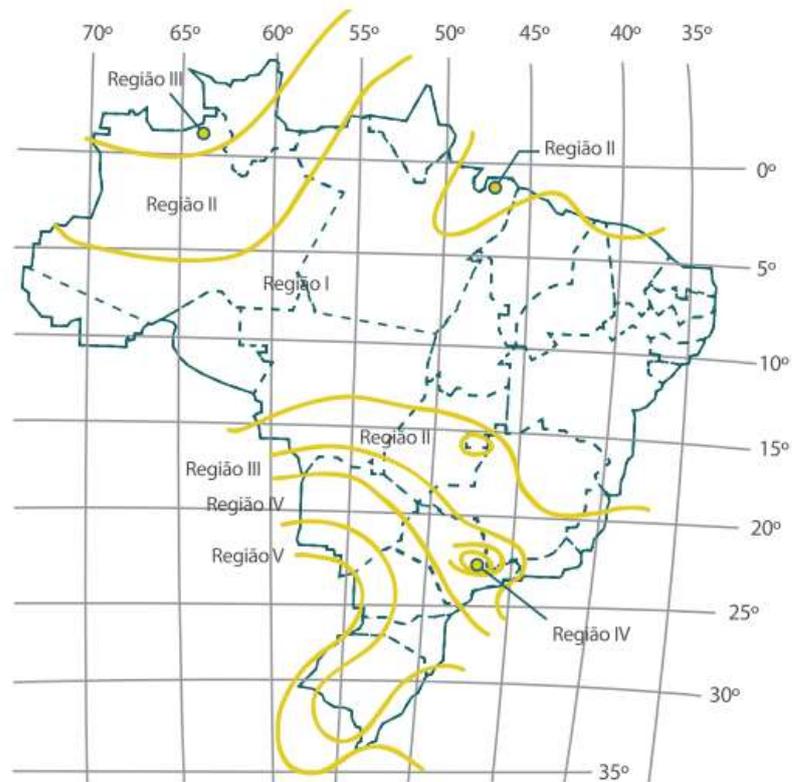
10.1 – Infiltração de água				
10.1.1	SVVE	Ser estanque à água da chuva*		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
	VVE cegas	Ensaio em laboratório	Anexo C ABNT NBR 15575/4:2013	Relatório de ensaio sistêmico
	VVE + esquadria	Ensaio em laboratório	ABNT NBR 10821:2017	Relatório de ensaio sistêmico
	SVVE	Análise de projeto	-	Solução descrita em projeto
ETAPA		Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, estruturas e consultorias específicas		
*Podem ocorrer pequenas manchas de umidade dependendo do nível de desempenho desejado.				

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto às velocidades do vento, existe uma divisão do território brasileiro em cinco regiões apresentadas na Figura 6.

Para realização do ensaio de tipo em sistemas de vedação vertical externas, conforme o Anexo C da ABNT NBR 15575/4:2013, submetem-se os corpos de prova a uma lâmina de água escorrendo a partir do seu topo, com vazão constante de 3 litros/min/m² de parede, por sete horas. Simultaneamente, atua uma pressão de ar de acordo com a região onde a obra está localizada.

Figura 6 – Divisão do Brasil em regiões devido as condições de exposição ao vento.



Fonte: ABNT NBR 15575/4 (2013).

Em relação às esquadrias externas, a norma de desempenho indica a necessidade de realização de ensaio de acordo com a ABNT NBR 10821/3:2017, para verificação da estanqueidade à água. Além dos ensaios requeridos para tecnologias inovadoras, ainda é prevista a análise de projeto como método de avaliação.

Então, as vedações externas e os seus encontros com caixilhos devem permanecer estanques, evitando infiltrações que causem borrifamentos, escorrimentos ou formação de gotas de água na face interna da parede. É possível a ocorrência de pequenas manchas de umidade, limitadas de acordo com os critérios determinados no Anexo F da ABNT NBR 15575/4:2013.

Em geral a água infiltra nas edificações através de fissuras ou destacamentos entre as vedações e a estrutura, falhas no rejuntamento entre paredes e esquadrias, acúmulo de água em peitoris e outros. Assim, pode-se evitar que a infiltração ocorra utilizando detalhes construtivos adequados, também pintura apropriada e rejuntamentos flexíveis entre paredes e caixilhos. Mais especificamente em

edificações de multipavimentos, elementos de fachadas como molduras e pingadeiras podem afastar as lâminas de água, favorecendo o atendimento desse critério.

Para que a estanqueidade à água seja mantida nas fachadas da edificação, são necessárias manutenções periódicas, incluindo a repintura além da substituição de selantes em juntas de dilatação e nos requadramentos de caixilhos. Já que dizem respeito à fase pós-execução, essas ações devem estar registradas no manual de uso, operação e manutenção do imóvel para serem realizadas pelo usuário.

As disciplinas envolvidas no atendimento desse requisito são arquitetura, estruturas e consultorias específicas, atuando desde o estudo preliminar, anteprojeto, até os projetos básico e executivo. Em resumo os métodos de avaliação são ensaio e análise de projeto, comprovados por meio de laudo sistêmico e solução descrita em projeto.

5.4.2 Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrentes da ocupação do imóvel (item 10.2 da ABNT NBR 15575/4:2013)

O item 10.2.1 da ABNT NBR 15575-4:2013 diz respeito ao critério de “Estanqueidade das vedações verticais internas e externas com incidência direta de água – áreas molhadas” (Quadro 13).

Quadro 13 – Critério de Estanqueidade em VVIE com incidência direta de água.

10.2 – Umidade decorrentes da ocupação do imóvel				
10.2.1	SVVIE em áreas molhadas	Atender ao limite de permeabilidade de água		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio de laboratório	Anexo D ABNT NBR 15575/4:2013	Relatório de ensaio sistêmico
		Análise de projeto	-	Solução descrita em projeto
ETAPA		Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura e consultorias específicas		

Fonte: elaborado pela autora.

A exigência é de que ao se realizar o ensaio de estanqueidade (Anexo D da ABNT NBR 15575/4:2013), que pode ser realizado tanto em campo, como em

laboratório, a quantidade de água que penetra na parede voltada à área molhada não exceda 3 cm³ durante 24 horas. Dessa forma, é necessário laudo sistêmico para sua comprovação, além de detalhes executivos, em projeto, dos pontos de interface do sistema.

Já o item 10.2.2 se refere à “Estanqueidade de vedações verticais internas e externas em contato com áreas molháveis” (Quadro 14). Nesse caso, não deve ser perceptível nenhum nível de umidade em ambientes adjacentes, devendo ser elaborado um relatório de inspeção visual realizada a 1m de distância. No entanto, essa metodologia é aplicável somente após a execução.

Quadro 14- Critério de estanqueidade em VVIE em contato com áreas molháveis.

10.2 – Umidade decorrentes da ocupação do imóvel				
10.2.2	SVVIE em áreas molháveis	Não permitir permeabilidade de água com presença perceptível em ambientes contíguos		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Análise de projeto	-	Solução descrita em projeto
ETAPA		Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura e consultorias específicas		

Fonte: Elaborado pela autora.

Para que percolações de umidade entre ambientes molháveis e áreas secas sejam evitadas pode-se instalar barras impermeáveis em regiões suscetíveis a respingos ou acúmulo de água⁸, cujos detalhes construtivos devem ser apresentados em projeto.

Para os dois critérios, a norma de desempenho reconhece a análise de projeto como método de avaliação, devendo ser considerados nas etapas de anteprojeto, projeto básico e projeto executivo pelas disciplinas de arquitetura e consultorias específicas. Assim, se os sistemas forem projetados e executados seguindo as

⁸ Exemplos de regiões suscetíveis a respingos ou acúmulo de água são o entorno de lavatórios e pias de cozinha.

determinações das normas prescritivas correspondentes, com adequadas especificações e detalhamentos, pode-se considerar que o critério foi atendido.

Podem ser indicados como estanques, por exemplo, revestimentos em placas de cerâmicas esmaltadas, pinturas acrílicas, epóxi ou borracha clorada, sistemas de impermeabilização com mantas asfálticas ou cimento polimérico, etc. Para outras situações, em que os materiais e processos não são consagrados pelo uso, são necessários os ensaios citados.

5.5 DESEMPENHO TÉRMICO

O desempenho térmico das edificações influencia no conforto dos seus usuários ao criar as condições adequadas para que realizem suas atividades, levando a uma possível economia de energia. No entanto, o nível de conforto varia entre as pessoas, pois está relacionado, por exemplo, ao tipo de vestimenta e atividade. Assim, conforto térmico se refere a uma condição média que traga satisfação ao maior número possível de pessoas expostas a ela.

A norma de desempenho segue a divisão, proposta na ABNT NBR 15220/3:2005, do território brasileiro em oito regiões bioclimáticas. Afinal, o desempenho térmico depende de diversas variáveis que podem estar relacionadas com o local de implantação da obra e com base nessas condições naturais são determinados os requisitos de desempenho térmico. Nesse sentido, a ABNT NBR 15575/4:2013 não considera condicionamento artificial de refrigeração ou calefação, mas estabelece requisitos para as aberturas de janelas.

Ficam previstas três formas para que o desempenho térmico da edificação seja avaliado: método simplificado, simulação e medição in loco. O primeiro deles verifica se as fachadas atendem aos requisitos baseados na transmitância térmica (U) e capacidade térmica (CT), seguindo as determinações da norma ABNT NBR 15220:2005 (nível mínimo de desempenho). O método por simulação computacional deve ser aplicado quando o método simplificado resulta insatisfatório, quando se deseja comprovar níveis intermediários ou superiores de desempenho ou, ainda, quando se trata de qualquer outro tipo de parede que não atenda aos critérios do método simplificado. Nesse caso é avaliada a edificação como um todo, considerando todos os elementos e fenômenos intervenientes. Já as medições em edificações

existentes ou protótipos têm caráter informativo e seus resultados não se sobrepõem aos demais métodos de avaliação. Logo, apenas os dois primeiros podem ser aplicados durante o projeto e somente o método simplificado se aplica a essa pesquisa por ser possível considerar apenas as vedações verticais.

5.5.1 Adequação de paredes externas (item 11.2 da ABNT NBR 15575/4:2013)

As vedações verticais externas devem possuir valores máximos de transmitância térmica (U) conforme estabelecido no item 11.2.1 da ABNT NBR 15575/4:2013, correspondente ao critério de “Transmitância térmica de paredes externas” (Quadro 15).

Quadro 15 – Critério de transmitância térmica.

11.2 – Adequação de paredes externas				
11.2.1	SVVE com aberturas de dimensões mínimas de acordo com as legislações aplicáveis	Possuir transmitância térmica adequada à zona bioclimática		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Verificação analítica	ABNT NBR 15220/2:2005	Memorial de cálculo
ETAPA		Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, estruturas e consultorias específicas		

Fonte: Elaborado pela autora.

Da mesma forma, a norma de desempenho estabelece valores mínimos para a Capacidade Térmica (CT) das vedações verticais externas, determinados no item 11.2.2, critério “Capacidade térmica das paredes externas” (Quadro 16).

O método simplificado, ao qual os dois critérios citados se referem, é apresentado na norma ABNT NBR 15220/2:2005, onde também são encontrados valores de referência de propriedades físicas de diversos materiais e outros coeficientes necessários para os cálculos.

Em casos em que se aplique materiais isolantes térmicos na composição das paredes, com condutividade térmica menor ou igual a 0,065W/m.K e resistência

térmica maior que 0,5 m².K/W, o cálculo da capacidade térmica deve desprezar os materiais da face externa da edificação a partir do isolante ou espaço de ar. Se o método simplificado não verificar o atendimento do desempenho térmico das paredes, se deve utilizar simulação computacional para atestar o desempenho térmico da edificação como um todo.

Quadro 16 – Critério de capacidade térmica.

11.2 – Adequação de paredes externas				
11.2.1	SVVE com aberturas de dimensões mínimas de acordo com as legislações aplicáveis	Possuir capacidade térmica adequada à zona bioclimática		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Verificação analítica	ABNT NBR 15220/2:2005	Memorial de cálculo
ETAPA		Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, Estruturas e consultorias específicas		

Fonte: Elaborado pela autora.

A parte 3 da ABNT NBR 15220:2005 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) traz exemplos de configurações de paredes com seus respectivos valores de transmitância e capacidade térmica. Essas informações podem ser utilizadas durante a projeção para auxiliar a especificação dos sistemas de vedação vertical, compreendendo as etapas de anteprojeto, projeto básico e projeto.

É importante ressaltar que o método simplificado considera somente a parte opaca das paredes, assim, em casos em que a área envidraçada (esquadrias) supere as aberturas mínimas exigidas na legislação local, deve-se utilizar o método de simulação.

5.5.2 Aberturas para ventilação (item 11.3 da ABNT NBR 15575/4:2013)

O critério estabelecido no item 11.3.1 (Quadro 17) determina que ambientes de permanência prolongada (salas, cozinhas e dormitórios) tenham aberturas para ventilação conforme as exigências da legislação local, como códigos de obras,

códigos sanitários e outros. Nos casos em que não houver requisitos de ordem legal para o local da obra, os valores indicados na ABNT NBR15575/4:2013 devem ser seguidos.

Quadro 17 – Critério de área de ventilação mínima.

11.3 – Aberturas para ventilação				
11.3.1	SVVE em ambientes de permanência prolongada	Possuir percentual adequado de área efetiva de ventilação em relação a área de piso do ambiente		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Análise de projeto	-	Solução descrita em projeto
ETAPA		Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura		

Fonte: Elaborado pela autora.

Para se obter a relação percentual entre a área de ventilação e a área do piso correspondente, deve-se considerar a área efetiva da abertura de ventilação do ambiente, ou seja, desconta-se obstáculos, como áreas de perfis e vidros.

O atendimento do requisito de ventilação é responsabilidade da disciplina de arquitetura e deve estar presente desde a concepção até o projeto executivo. Como método de avaliação, a ABNT NBR 15575/4:2013 prevê a análise de projeto.

5.6 DESEMPENHO ACÚSTICO

A adequação do desempenho acústico das edificações é necessária para evitar desentendimentos entre vizinhos e estresse do usuário. Desse modo, a parte 4 da ABNT NBR 15575:2013 fixa critérios para atenuação sonora dos ruídos aéreos nas fachadas, paredes de geminação e divisórias entre áreas privativas e áreas comuns de edificações multifamiliares.

Para avaliação, a norma traz três métodos: método de precisão (laboratório), método de engenharia (em campo) e método simplificado de campo. O primeiro consiste em ensaiar isoladamente cada elemento ou componente construtivo (paredes, janelas, portas e outros) para o cálculo do isolamento global do conjunto.

Esse método é descrito na ISO 10140/2:2010 e gera valores de referência para o desenvolvimento de projetos. Os resultados são expressos em dB, cujo símbolo é R_w (índice de redução sonora ponderado).

O método de engenharia, descrito na ABNT NBR ISO 16283/1:2018 permite determinar, rigorosamente, o isolamento global ao som aéreo da vedação externa. No caso de casas térreas e sobrados refere-se ao conjunto fachada e cobertura e somente fachada nos edifícios de pavimentos múltiplos. Da mesma forma, estabelece o isolamento ao som aéreo dos sistemas de vedação vertical internas, ou seja, o conjunto de paredes e pisos entre unidades autônomas e entre unidades e áreas comuns. Essa metodologia é aplicada em edificações prontas e seus resultados são restritos às medições efetuadas cujos resultados expressos em dB são representados pelo símbolo $D_{nT,w}$ (diferença padronizada de nível ponderada).

O terceiro método, apresentado na ISO 10052:2010, é um método simplificado que deve ser utilizado quando não estiverem disponíveis os instrumentos necessários para a medição do tempo de reverberação ou quando o ruído de fundo não permite a obtenção desse parâmetro. A partir dessa metodologia, é possível estimar o isolamento sonoro global dos sistemas de vedações verticais internos e externos. Da mesma forma que o método anterior, os resultados restringem-se às medições realizadas e seus resultados são representados pelo símbolo $D_{2m,nT,w}$ (diferença padronizada de nível ponderada a 2 m).

Logo, apenas o método de precisão realizado em laboratório pode ser aplicado na etapa de projeção. Por mais que não seja suficiente para comprovar o atendimento dos requisitos de desempenho acústico, é um importante balizador das decisões projetuais.

5.6.1 Níveis de ruído admitidos na habitação (item 12.3 da ABNT NBR 15575/4:2013)

Para avaliar a isolação sonora das fachadas da edificação devem-se realizar ensaios de campo (método de campo ou método simplificado) conforme o critério “Diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação externa, verificada em ensaio de campo” (Quadro 18). No entanto, em relação ao projeto, podem-se especificar componentes, elementos ou sistemas construtivos adotados

nas fachadas com isolamento acústica avaliada em laboratório (método de precisão), seguindo os parâmetros de índice de redução sonora. Apresentados no Anexo F da ABNT NBR 15575/4:2013, esses representam a potencialidade do sistema construtivo, previsto para a fachada (parede, portas, janelas e outros), atender aos níveis de desempenho.

Quadro 18 – Critério de isolamento sonoro em fachadas.

12.3 – Níveis de ruído permitidos na habitação				
12.3.1	SVVE	Apresentar isolamento sonora mínima conforme localização da habitação		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio de laboratório	ISO 10140/2:2010	Relatório de ensaio
ETAPA		Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura e consultorias específicas		

Fonte: Elaborado pela autora.

Quando forem realizados separadamente os ensaios para parede cega e depois para o caixilho, é possível calcular o índice de redução sonora ponderado equivalente ($R_{w, equiv.}$), em dB, pela seguinte fórmula (Eq.1):

$$R_{w, equiv} = 10 \cdot \log \frac{S_{total}}{\sum_{i=0}^{i=n} S_i \cdot \zeta_i} \quad (\text{Eq.1})$$

Sendo S_{total} a área total da parede (área da parte cega mais a área dos caixilhos) em m^2 ; S_i é a área de cada componente individual da vedação (alvenaria, janela, porta ou outro) em m^2 ; ζ_i é a transmitância acústica de cada componente individual da vedação calculado pela Equação 2.

$$\zeta_i = 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} \quad (\text{Eq.2})$$

Sendo R_{wi} o índice de redução sonora ponderado de cada componente em dB, obtido através do ensaio.

Na Tabela 2 são apresentados valores, indicativos da isolação sonora para algumas portas e janelas, que podem ser utilizados em uma avaliação inicial de especificação de componentes.

Tabela 2 – Valores indicativos do índice de redução sonora ponderada para algumas portas e janelas

MATERIAL/ SISTEMA	R_w (dBA)
Porta lisa com núcleo oco, massa superficial de 9 kg/m ² , sem nenhum tratamento nos encontros com o batente.	18
Porta maciça com massa superficial de 60 kg/m ² , com tratamento acústico nos encontros com o batente.	28
Janela de alumínio de correr, duas folhas, vidro de 4 mm (L = 1200 mm, h =1200 mm)	20
Janela de alumínio de correr, uma folha com vidro de 4 mm e duas folhas venezianas (L =1200 mm, h =1200 mm)	19
Janela de alumínio de correr integrada*, duas folhas com vidro de 4 mm (L =1200 mm, h =1200 mm)	26
Janela de alumínio de correr, duas folhas, vidro de 3 mm (L = 1200 mm, h =1200 mm), linha comercial	23
Janela de alumínio de correr, uma folha com vidro de 3 mm e duas folhas venezianas (L =1200 mm, h =1200 mm), linha comercial	16
Janela de alumínio Maxim-ar, linha comercial, 800 x 800 mm, vidro com espessura de 4 mm	27
Janela de aço Maxim-ar, linha comercial, 800 x 800 mm, vidro com espessura de 4 mm	24
Janela de aço de correr, uma folha vidro de 4 mm e duas folhas venezianas (L=1200 mm, h =1200 mm), linha comercial	15
Janela de aço de correr, quatro folhas de vidro de 4 mm, linha comercial	16
Janela de alumínio de abrir, vidro duplo com espessuras de 6 mm e 4 mm, câmara de ar de 10 mm entre as placas de vidro	30
Janela de alumínio de abrir, vidro duplo com espessuras de 8 mm e 6 mm, câmara de ar de 12 mm entre as placas de vidro	36
(*) Janela constituída por folhas guarnecidas com placas de vidro, integrada com uma persiana para controle do sombreamento	

Fonte: Adaptado de CBIC (2013).

Ressalta-se que os fornecedores dos componentes devem fornecer as informações de desempenho acústico de seus produtos resultantes dos ensaios de laboratório. E esses devem ser os valores utilizados para o cálculo do índice de redução sonora ponderado equivalente ($R_{w, equiv.}$).

Na sequência, o critério “Diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação entre ambientes, verificada em ensaio de campo” (Quadro 19), também exige que sejam realizadas medições em campo do sistema, podendo-se optar, conforme a situação, por um dos métodos indicados. Os limites que devem ser atendidos em relação à atenuação acústica são expostos, da mesma forma, no Anexo F da norma de desempenho.

Em termos de projeto, a norma traz valores de referência para os níveis de desempenho relativos a ensaios de laboratório para componentes, elementos e sistemas de vedação vertical entre ambientes. Esses podem ser usados como base do potencial apresentado pelo material de atingir a atenuação sonora necessária em campo. Podendo-se realizar cálculos da mesma forma que o critério anterior.

Quadro 19 – Critério de isolamento sonoro em paredes internas.

12.3 – Níveis de ruído permitidos na habitação				
12.3.2	SVVI	Apresentar isolação sonora adequada a sua localização e função na edificação		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Ensaio de laboratório	ISO 10140/2:2010	Relatório de ensaio sistêmico
ETAPA		Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura e consultorias específicas		

Fonte: Elaborado pela autora.

Vale salientar a importância do cuidado na execução desses sistemas. Nesse sentido, pequenas frestas, adoção de juntas secas⁹ na alvenaria, irregularidades ou falta de adensamento das juntas de assentamento e encunhamentos e falhas de rejuntamento nos encontros entre paredes e caixilhos, podem resultar na redução da

⁹ Junta seca é entendida como ausência de argamassa nas juntas verticais de assentamento.

isolação acústica. Além disso, a presença de janelas e portas sem o devido tratamento acústico pode reduzir consideravelmente seu desempenho.

Por isso, é extremamente necessário que o projetista considere esses requisitos desde o anteprojeto, até os detalhamentos do projeto executivo. Para tal, as disciplinas de arquitetura e consultorias específicas devem ser envolvidas.

5.7 DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE

Segundo a ABNT NBR 15575:2013 a durabilidade da edificação se estende até o momento em que a mesma não é mais capaz de cumprir as funções para as quais foi projetada. Essa é influenciada por fatores relacionados desde a concepção e projeto até as atividades de uso e manutenção.

O conceito de Vida Útil (VU) diz respeito ao período de tempo desde o início do uso da edificação até que seu desempenho deixa de ser condizente com os requisitos dos usuários. Já Vida Útil de Projeto (VUP) é o prazo teórico para o qual o imóvel é projetado e cabe ao arquiteto especificar materiais, componentes, produtos e processos adequados para que o seu desempenho mínimo seja atendido.

Dessa maneira, o projetista não deve considerar apenas o custo inicial de um material ou técnica construtiva, mas deve optar por aquele que atenda pelo menos ao VUP mínimo estabelecido pela norma. Em consequência, a engenharia passa a valorizar edificações que apresentem custos menores com operação e manutenção, reparos e renovações, ou seja, com maior tempo de vida útil.

No Anexo C da NBR 15575/1:2013, são definidos prazos de vida útil de projeto, incorporando conceitos como o efeito nocivo causado por falhas de desempenho em um sistema ou elemento, o grau de facilidade de manutenção e reparo quando necessário e o custo de correção de uma falha.

5.7.1 Limitação de deslocamentos, fissurações e falhas nas paredes externas (item 14.1 da ABNT NBR 15575/4: 2013)

O critério “ação de calor e choque térmico” (Quadro 20) exige que seja realizado ensaio de laboratório, cujo resultado é um laudo sistêmico, para verificar o comportamento dos sistemas de vedação vertical externos quando expostos a dez

ciclos de calor (por fonte radiante) e resfriamento (jatos de água) conforme apresentado no Anexo E da norma.

Quadro 20 – Critério de resistência à ação de calor e choque térmico.

14.1 – Ação de calor e choque térmico			
14.1.1	SVVE	Não ocorrer falhas que comprometam o estado limite de serviço e atender limites de deslocamentos horizontais instantâneos e residuais sob a ação de calor e choque térmico	
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA
		Ensaio em laboratório	Anexo E ABNT NBR 15575/4:2013
ETAPA		Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo	
DISCIPLINA		Arquitetura, Estruturas	

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, quando ensaiadas, as paredes externas e seus revestimentos não devem apresentar deslocamento horizontal instantâneo superior a $h/300$ (h é a altura do corpo de prova) no plano perpendicular ao corpo de prova. Da mesma forma, não devem ocorrer falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloramentos e outros danos que prejudiquem a utilização do sistema de vedação vertical.

As disciplinas responsáveis por esse atendimento são a arquitetura e estruturas, que devem considerar tais critérios no anteprojeto, projeto básico e projeto executivo.

5.7.2 Vida útil de projeto dos sistemas de vedações verticais internas e externas (item 14.1 da ABNT NBR 15575/4: 2013)

Para que seja possível que a edificação mantenha suas funções e características estéticas compatíveis com o envelhecimento natural dos materiais durante a vida útil de projeto, a norma prevê o critério apresentado no item 14.2.1 (Quadro 21).

Quadro 21 – Critério de vida útil de projeto.

14.2 – Vida útil de projeto			
14.2.1	SVVIE	Apresentar VUP igual ao superior aos períodos especificados na ABNT NBR 15575/1:2013	
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA
		Análise de projeto	-
ETAPA		Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo	
DISCIPLINA		Arquitetura, Estruturas, Instalações e consultorias específicas	

Fonte: Elaborado pela autora.

Esse expõe a necessidade de os SVVIE serem especificados de acordo com os períodos de vida útil estabelecidos pelas ABNT NBR 15575-1:2013. Ou seja, o valor teórico de vida útil de projeto relacionado a esse sistema não deve ser inferior ao mínimo indicado na Tabela 3.

Os projetos devem ser elaborados atentando para as particularidades do entorno, que podem ser urbanísticas, geomorfológicas, ambientais e climáticas. Dessa forma, para que a VUP e a durabilidade da edificação sejam analisadas, as condições de exposição devem ser apresentadas no projeto.

Tabela 3 – Prazos de vida útil de projeto.

Sistema	VUP (anos)		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação Vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação Vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15575 (2013a).

Cabe ao projetista, em conjunto com o proprietário da obra, definir a Vida útil de projeto, pois quanto maior o nível de desempenho (mínimo, intermediário ou superior) maior o custo da construção. Também, em função dessa escolha juntamente com as características e recursos locais, devem ser previstos materiais, processos e detalhes construtivos, utilizando como referência para estimativa da vida útil a metodologia ISO, a experiência de outras obras e outros recursos técnicos. Assim, é necessário que os sistemas especificados apresentem durabilidade potencial compatível com a VUP definida.

O projeto também deve mencionar o prazo de substituição e manutenções periódicas para os componentes com vida útil de projeto inferior a aquela determinada para o SVVIE. Da mesma maneira, qualquer especificação de uso, operação e operação, na qual tenha sido baseada a definição da VUP precisam ser detalhadas na documentação da edificação.

Esse requisito está relacionado a todas as disciplinas envolvidas nos Sistemas de Vedação Vertical: arquitetura, estruturas, instalações e consultorias específicas. E para ser atendido deve ser pensado desde o estudo preliminar até o projeto executivo.

No entanto o valor real de Vida Útil atingido será o valor teórico calculado como Vida Útil de projeto influenciado pelas ações de manutenção e por fatores externos, como alterações de clima e de entorno, ou seja, vai além das determinações de projeto. Nesse sentido, cabe aos usuários realizar as manutenções preventivas (sistemáticas), corretivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção.

Então, em resumo, para que a VU corresponda a VUP é necessário que:

- a) os projetos sejam compatíveis com os programas de necessidades, sejam bem detalhados, com especificações precisas de materiais, processos e detalhes construtivos condizentes com o local da obra e com a VUP definida;
- b) sejam empregados materiais e componentes em conformidade com as normas técnicas nacionais;
- c) seja realizada execução, montagem e controle de qualidade de execução atendendo as boas práticas da construção e seguindo as determinações das normas técnicas brasileiras;

- d) comprove-se a durabilidade dos sistemas, elementos e componentes, conforme os critérios de desempenho estabelecidos na ABNT NBR 15575:2013 e outras normas ABNT relacionadas a avaliação de durabilidade. Quando não houver normas brasileiras, prevê-se o atendimento a normas estrangeiras, como ASTM G154-06:2012, ASTM E424-71:2015, ASTM D1413-07:2016 e outras;
- e) sejam realizados todos os programas de manutenção corretiva e preventiva;
- f) a edificação seja utilizada da forma correta, seguindo os cuidados pré-estabelecidos.

5.7.3 Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas (item 14.3 da ABNT NBR 15575/4: 2013)

Como visto anteriormente, a vida útil de projeto estabelecida em projeto somente será alcançada pela edificação, quando essa for utilizada corretamente, bem como, quando forem realizadas todas as ações de manutenção previstas no Manual de Uso, Operação e Manutenção. O critério “Manual de operação, uso e manutenção dos sistemas de vedação vertical” (Quadro 22), indica a necessidade de intervenções preventivas periódicas e, quando necessário, manutenções corretivas. Estas últimas devem ser realizadas sempre que houver a percepção de alguma falha, impedindo assim o surgimento de grandes patologias.

O método de avaliação desse item compreende análise do manual de uso, operação e manutenção que deve ser fornecido pelo incorporador e/ou pela construtora. Esse documento deve ser desenvolvido de acordo com a norma ABNT NBR 14037:2011 que apresenta diretrizes em relação à linguagem, registro das manutenções, perdas de garantia, recomendações para situações de emergência, entre outras (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

Nos projetos e respectivos manuais, devem ser apresentadas todas as condições de uso, operação e manutenção referentes aos elementos, componentes e equipamentos contidos na edificação. Assim, devem ser especificadas recomendações para prevenção de falhas e de acidentes relacionados ao uso inadequado da habitação. Também é necessário apresentar a periodicidade, forma de realização e de registro das inspeções e manutenções preventivas e corretivas, as

normas técnicas aplicáveis, materiais, processos e equipamentos necessários para a realização desses, com previsão quantitativa. Como a elaboração do Manual de uso, operação e manutenção cabe ao construtor/incorporador, o projetista deve reunir as informações que vêm da fase de projeto para que sejam inseridas junto às demais.

Quadro 22 – Critério de manutenibilidade.

14.3 – Manutenibilidade				
4.3.1	SVVIE	Reunir informações relativas à fase de projeto que impactam a manutenção da capacidade funcional durante a vida útil		
		Permitir a realização das manutenções previstas		
		MÉTODO DE AVALIAÇÃO	NORMA TÉCNICA	COMPROVAÇÃO
		Análise de projeto		Solução descrita em projeto
		Análise de projeto	ABNT NBR 14037:2011 e ABNT NBR 5674:2012	Manual de uso, operação e manutenção
ETAPA		Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Básico e Projeto Executivo		
DISCIPLINA		Arquitetura, Estruturas, Instalações e consultorias específicas		

Fonte: Elaborado pela autora.

Ainda, os projetos devem considerar a facilidade com que as manutenções serão realizadas, por exemplo, evitando vidros fixos que dificultam o acesso ao exterior da obra, elementos salientes na região superior das edificações e sem a previsão de dispositivos para suporte de cadeiras suspensas, entre outros.

Então para que esse requisito seja atendido, as disciplinas de arquitetura, estruturas, instalações e consultorias devem trabalhar em conjunto no decorrer de todo o processo de projeto.

Já em relação à gestão da manutenção, a norma de desempenho determina o atendimento a ABNT NBR 5674:2012 que visa preservar as características originais da edificação e recuperar sua perda gradativa de desempenho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012). E, cujas orientações também devem constar no Manual de uso, operação e manutenção.

Nos casos de edificações unifamiliares, ou áreas privativas em multifamiliares, cabe aos ocupantes da unidade realizar as manutenções. Já para as áreas comuns

das edificações multifamiliares, a responsabilidade por realizar e registrar essas ações é do síndico (em primeira instância). De qualquer forma, é recomendável que as informações acerca dessas responsabilidades estejam contidas no Manual de Uso, Operação e Manutenção da edificação.

5.8 COMENTÁRIOS FINAIS DO CAPÍTULO

A partir da análise interpretativa realizada, foi possível reunir o conteúdo dos manuais e guias selecionados para a pesquisa, comparando-os com a própria ABNT NBR 15575/4:2013. Assim ficaram evidenciados os pontos de falta de clareza da norma de desempenho e equívocos nas publicações estudadas.

Também se pôde observar que todos os requisitos considerados nessa pesquisa apresentam pelo menos algum método de avaliação aplicável em projeto: ensaio em laboratório, análise de projeto ou memorial de cálculo. Ainda que em alguns casos não sejam suficientes para a comprovação de atendimento aos critérios estabelecidos no empreendimento, são imprescindíveis para uma projeção embasada e segura.

Em relação às publicações analisadas, percebeu-se um foco maior em como deve ser a edificação para que a norma ABNT NBR 15575:2013 seja atendida, e como os profissionais da construção civil chegam a isso. No entanto, falta clareza a respeito das comprovações que projetistas e construtores devem apresentar para assegurarem que seus projetos e obras estejam em conformidade com essa normativa.

Então, esse capítulo resultou em um compilado a respeito das exigências da norma para Sistemas de Vedação Vertical, através de quadros resumo e textos explicativos. Sendo esse, um material útil para projetistas compreenderem os requisitos, critérios e principalmente os métodos de avaliação que devem ser atendidos durante a fase de projeto.

6 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é apresentado um estudo de caso realizado a partir de um empreendimento certificado, por um instituto tecnológico credenciado, como nível superior de desempenho.

Inicialmente a edificação é brevemente descrita para contribuição do entendimento, assim como a forma que a construtora chegou a esse resultado. Em seguida, para cada uma das seis exigências da parte 4 da ABNT NBR 15575:2013 discutidas nesse trabalho, são tratadas as maneiras de comprovação utilizadas em relação aos requisitos e critérios correspondentes. Para tal, são analisados os documentos referentes à etapa de projeto que dizem respeito apenas aos Sistemas de Vedações Verticais, em acordo com os objetivos desta pesquisa.

Com o intuito de resguardar a identidade do empreendimento, da construtora e dos laboratórios e demais envolvidos, as informações foram descritas de forma genérica, sem identificação dos mesmos.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O objeto de estudo para o desenvolvimento dessa pesquisa é um edifício residencial vertical multifamiliar de alto padrão, com estrutura em concreto armado, que está localizado na região sul do Brasil. Esse possui aproximadamente 18 mil m² de área construída, com três pavimentos de subsolo, térreo, mezanino, dezesseis pavimentos tipo, quatro pavimentos de *Lofts* e um pavimento de área técnica. É composto por unidades de três e dois dormitórios, além de salão de festas, academia, espaço gourmet, sala de jogos, brinquedoteca, quadra de esportes, piscina, quiosques, playground e jardins.

Esse empreendimento foi projetado e protocolado nos órgãos públicos antes da ABNT NBR 15575:2013 entrar em vigor, não possuindo a obrigatoriedade de atender as exigências da norma. No entanto, embora o projeto inicial não atendesse a todos os requisitos de desempenho, a construtora optou por adaptar as definições de projeto a fim de que a edificação apresentasse nível superior de desempenho. Para isso, a empresa contou com a parceria de laboratórios especializados em fazer análises de desempenho em edificações habitacionais, na realização de ensaios e

desenvolvimento de sistemas construtivos seguindo as diretrizes da ABNT NBR 15575:2013.

Os documentos disponibilizados pela construtora para a realização desse trabalho consistem em: manual de operação, uso e manutenção, adequados aos requisitos de desempenho; plantas baixas, cortes e vistas iniciais do projeto, pois não foram corrigidos para como foi construído; memorial descritivo atualizado; elevações de alvenaria produzidas durante a obra; além de relatórios de ensaios.

6.2 ATENDIMENTO DOS REQUISITOS DA ABNT NBR 15575-4:2013

Inicialmente estava previsto para o Sistema de Vedações Verticais o uso de alvenaria com blocos cerâmicos de vedação em todas as divisórias dos pavimentos, revestimento argamassado em camada única interna e externamente, acabamento interno das paredes com massa corrida e pintura, áreas molhadas com revestimento cerâmico, esquadrias externas em alumínio e vidros duplos, e portas internas em madeira maciça e semioca.

Como a execução do empreendimento começou logo após a publicação das ABNT NBR 15575:2013, contou-se com poucos fornecedores que já tinham caracterizado seus produtos em relação ao respectivo desempenho. Assim, foi necessário encontrar empresas dispostas a realizar essas análises e modificações necessárias, sendo esse um fator definidor de alguns componentes e elementos especificados.

Para a adequação dos requisitos de desempenho, a empresa utilizou um *checklist* básico elaborado por um dos laboratórios, a partir do qual foram identificadas as alterações necessárias nos processos e controles executivos e, conseqüentemente, nos treinamentos das equipes de trabalho. Assim, o empreendimento foi construído conforme as adaptações no projeto com os serviços e sistemas inspecionados durante a execução.

As principais modificações nos sistemas de vedações verticais ocorreram em função do desempenho térmico, acústico e de estanqueidade, que serão melhor explicados no decorrer deste capítulo. Dessa forma os SVV especificados após as alterações são resumidos no Quadro 23.

Quadro 23 – Sistemas de vedações verticais especificados.

LOCALIZAÇÃO	SISTEMA
Paredes externas	Bloco cerâmico estrutural de 7 MPa e 19 x 19 x 29 cm, com revestimento argamassado em ambos os lados, mais acabamento com pintura ou revestimento cerâmico
Paredes que dividem unidades	Bloco cerâmico estrutural de 7 MPa e 19 x 19 x 29 cm, com revestimento argamassado em ambos os lados, mais acabamento com pintura
	Bloco cerâmico estrutural de 15 MPa e 19 x 19 x 29 cm, preenchido com areia, com revestimento argamassado em ambos os lados, mais acabamento com pintura
Paredes internas da unidade	Bloco cerâmico estrutural de 7 MPa e 14 x 19 x 29 cm, com revestimento argamassado em ambos os lados, mais acabamento com pintura ou revestimento cerâmico
Paredes de entorno da escada	Parede de concreto armado com espessura de 19 cm, com revestimento argamassado em ambos os lados, mais acabamento com pintura
Parede de fechamento do <i>shaft</i> da circulação	Gesso acartonado mais acabamento com pintura
Parede externa nos <i>lofts</i>	Bloco cerâmico estrutural de 7 MPa e 19 x 19 x 29 cm, com revestimento argamassado no lado externo, e do lado interno fixação de uma placa de fibra de madeira aglomerada com cimento, fixada com buchas, parafusos e cola mais uma placa de gesso acartonado. Por fim, ambas faces têm acabamento com pintura ou revestimento cerâmico

Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando que as esquadrias também são mencionadas na parte 4 da ABNT NBR 15575:2013, fazendo parte dos sistemas de vedação vertical, as especificações encontradas no memorial descritivo atualizado e complementadas no manual do proprietário do empreendimento são apresentadas no Quadro 24.

A seguir são apresentados os resultados da análise de documentos utilizados pela construtora para comprovar o atendimento a ABNT NBR 15575/4:2013. Para facilitar a comparação é considerado exclusivamente o sistema de vedação vertical referente às paredes externas conforme o Quadro 23.

Quadro 24 – Esquadrias internas e externas especificadas.

LOCALIZAÇÃO	ESQUADRIAS EXTERNAS
Dormitórios	Esquadrias de PVC, com persiana motorizadas de PVC. Vidro com espessura de 4 mm + 9 mm, com câmara + vidro light blue de 6 mm (janelas de correr). Vidro de 4 mm + 9 mm, com câmara + vidro light blue de 3 mm + 3 mm (parte inferior fixa).
Estar/jantar	Esquadrias de PVC. Vidro de 4 mm + 9 mm, com câmara + vidro light blue de 6 mm (janelas de correr). Vidro 4 mm + 9mm, com câmara + vidro light blue de 3 mm + 3 mm (parte inferior fixa).
Banheiros	Esquadrias de PVC. Vidro de 4 mm + 9 mm câmara + vidro light blue mini-boreal de 6 mm.
Portas para sacadas ou terraços	Esquadrias de PVC. Vidros temperados.
Os vidros têm espessura compatível com os vãos das esquadrias.	
LOCALIZAÇÃO	ESQUADRIAS INTERNAS
Entrada das unidades	Portas em madeira maciça com acabamento pintado.
Portas internas	Portas do tipo semi-oca com acabamento pintado
Os marcos das portas são maciços ou multilaminados, tal qual o padrão das portas. As guarnições são de madeira maciça com 6,5 cm de largura.	

Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse sentido, o

Quadro 25 apresenta os documentos que foram disponibilizados para esse estudo e as descrições dos sistemas a que esses se referem.

Quadro 25 – Documentos disponibilizados e respectivas descrições dos SVV.

(continua)

RELATÓRIO	DOCUMENTO	DESCRIÇÃO DO SVV
Resistência às solicitações de peças suspensas/ impacto de corpo duro/ impacto de corpo mole	Relatório 01 / Laboratório 01	Parede de alvenaria em bloco cerâmico estrutural com paredes vazadas de 19 x 19 x 29 cm, de resistência de 7 MPa. Revestimento interno (reboco médio) de 1,0 cm de espessura e revestimento externo (reboco grosso) de 2,5 cm. Argamassa de assentamento estrutural de 4 MPa. Espessura total da parede de 22,5 cm.
Ações transmitidas por portas	Relatório 02/ Laboratório 02	-

Quadro 25 – Documentos disponibilizados e respectivas descrições dos SVV.

(continuação)

RELATÓRIO	DOCUMENTO	DESCRIÇÃO DO SVV
Resistência ao fogo	Relatório 03/ Laboratório 02	Sistema vertical de vedação externa composta por blocos cerâmicos estruturais (marca) de 7 MPa, com dimensões 19x19x29 cm, assentados com o uso de massa de assentamento industrializada de granulometria média com 1,0 cm de espessura. Revestimento argamassado de chapisco (traço 1:3), misturado convencionalmente em betoneira de eixo horizontal, com 0,5 cm de espessura. Reboco de argamassa industrializada para reboco grosso de 1,5 cm de espessura.
Estanqueidade em parede cega	Relatório 04/ Laboratório 02	Sistema vertical de vedação externa com espessura de 24,0 cm, composto por blocos cerâmicos estruturais (marca) de 19 (largura) x 19 (altura) x 29 (comprimento) cm com resistência mecânica característica de 7 MPa, assentados com o uso de argamassa de assentamento industrializada de granulometria média, com 1,0 cm de espessura. Revestimento argamassado de chapisco, misturado convencionalmente em betoneira de eixo horizontal, com traço 1:3 (cimento: areia grossa) e espessura de 0,5 cm. Reboco de argamassa industrializada (reboco grosso) de 2,0 cm de espessura (marca). E 4 camadas de tinta somente em uma face (marca): selador acrílico pigmentado branco, acrílica quartzo espatulado e 2 demãos de acrílica pintura fosca.
Estanqueidade do sistema esquadria+ VVE	Relatório 05/ Laboratório 02	Sistema de vedação vertical externo constituído de blocos cerâmicos de 19x19x29 cm de dimensão, com resistência de 7 MPa (fornecido pelo cliente), assentados horizontalmente com o uso de argamassa de assentamento, de espessura de 1,0 cm, chapisco industrializados, e revestimento argamassado interno de 1,5 cm e externo de 2,5 cm de espessura. Esquadria constituída por duas folhas móveis de correr, composta por perfis de PVC e contramarco metálico e fechamento em vidro duplo de 6 e 4 mm com câmara de ar de 10 mm.
Cálculo da transmitância e capacidade térmica	Relatório 06/ Laboratório 03	Sistema de vedações verticais de blocos cerâmicos de 19 cm de largura, com junta de 1,0 cm de argamassa e revestimento de 2,5 cm (5 mm de chapisco + 2,0 cm reboco) em uma das faces e 1,0 ou 2,0 cm na outra face.

Quadro 25 – Documentos disponibilizados e respectivas descrições dos SVV.

(conclusão)

RELATÓRIO	DOCUMENTO	DESCRIÇÃO DO SVV
Desempenho acústico – índice de redução sonora (Rw) do sistema de vedação vertical	Relatório 07/ Laboratório 01	Sistema de vedação vertical composto por blocos cerâmicos estruturais de 7 MPa, com dimensões de 19x19x29 cm, assentados com argamassa de assentamento estrutural (marca) de 4 MPa. Revestimento externo de reboco grosso (com chapisco) de 2,5 cm de espessura (marca). Revestimento interno de argamassa de reboco médio de 1,0 cm (marca). Densidade total de 196 Kg/m ² .
Desempenho acústico – índice de redução sonora (Rw) do sistema esquadria + VV	Relatório 08/ Laboratório 02	Vedação vertical composto por blocos cerâmicos estruturais de 7 MPa, com dimensões de 19x19x29 cm, assentados com o uso de massa de assentamento e revestimento de argamassa industrializada de 3,0 cm de espessura em ambas as faces. A espessura final da amostra é de 23 cm e a densidade superficial do sistema é aproximadamente 260 kg/m ² . Esquadria de correr em duas folhas com dimensões de 1840x1230 mm (LxA) e estrutura composta por perfis de PVC. Fechamento das folhas com vidro duplo incolor de 6 e 4 mm com câmara de ar de 10 mm. Instalação com doze pontos de fixações mecânicas no contramarco. Interface entre esquadria e parede selada com silicone.
Manual do proprietário		Sistema de vedação vertical externa de bloco cerâmico estrutural de 7 MPa, de 19 x 19 x 29 cm – com revestimento argamassado em ambos os lados, mais acabamento de pintura ou revestimento cerâmico
Memorial descritivo		Paredes externas executadas com blocos cerâmicos estruturais de 7 MPa e 19 cm (largura), com revestimento argamassado em camada única internamente e externamente com chapisco + revestimento argamassado. O acabamento das paredes internamente será reparado com calfino, fundo preparados e tinta acrílica, nos banheiros as paredes terão acabamento em revestimento cerâmico, assim como uma faixa de azulejos na cozinha.

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, já é possível observar algumas incompatibilidades. Embora os SVV ensaiados tenham sido considerados iguais, ao ponto de seus respectivos relatórios serem aceitos como comprovação de atendimento a ABNT NBR 15575/4:2013, apresentam variação nas camadas de revestimento, assim como na espessura total.

Também foi possível observar que em geral, faltam informações que caracterizem verdadeiramente os sistemas de vedações verticais, podendo criar brechas para generalizações equivocadas.

6.2.1 Desempenho estrutural

Foi considerado pela construtora que os critérios de estabilidade e resistência estrutural não se aplicariam ao empreendimento, em função de os sistemas de vedação vertical empregados não possuírem função estrutural. Já quanto aos requisitos de carga suspensa, impacto de corpo mole e impacto de corpo duro, foram utilizados os ensaios sistêmicos realizados em laboratório a pedido do fornecedor dos blocos cerâmicos, cujos relatórios apresentam informações conforme descrito no Quadro 26. Assim, somente foram necessários novos ensaios para os sistemas que tiveram alterações devido às exigências de desempenho térmico e acústico.

Quadro 26 – Descrição de relatório de ensaios referentes ao desempenho estrutural de SVV.

(continua)

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de ensaio de resistência às solicitações de peças suspensas - Relatório 01/ Laboratório 01	<ul style="list-style-type: none"> - Nome do bloco - Dimensões da parede construída para o ensaio - Espessura de revestimento interno (reboco médio) e externo (reboco grosso) - Espessura do bloco - Espessura total da parede - Resistência à compressão e tipo de argamassa de assentamento - Norma segundo a qual foram seguidas as recomendações de ensaio (Anexo A da ABNT NBR 15575-4) - Fixação da mão francesa, tipo de peça, marca, bitola e imagem fotográfica. - Carga máxima, cargas aplicadas em patamares de 0,1 kN, d_h e d_{hr}, observações, momento fletor máximo, forças de compressão e de tração máximas. - Imagem fotográfica do ensaio

Quadro 26 – Descrição de relatório de ensaios referentes ao desempenho estrutural de SVV.

(conclusão)

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de ensaio de impacto de corpo mole - Relatório 01/ Laboratório 01	<ul style="list-style-type: none"> - Nome do bloco - Dimensões da parede construída para o ensaio - Espessura de revestimento interno (reboco médio) e externo (reboco grosso) - Espessura do bloco - Espessura total da parede - Resistência à compressão e tipo de argamassa de assentamento - Norma segundo a qual foram seguidas as recomendações (NBR 11675:2011) - Altura, energia, d_h, d_{hr} e observações para cada impacto - Imagem fotográfica do ensaio
Relatório de ensaio de impacto de corpo duro - Relatório 01 / Laboratório 01	<ul style="list-style-type: none"> - Nome do bloco - Dimensões da parede construída para o ensaio - Espessura de revestimento interno (reboco médio) e externo (reboco grosso) - Espessura do bloco - Espessura total da parede - Resistência à compressão e tipo de argamassa de assentamento - Norma segundo a qual foram seguidas as recomendações (NBR 11675:2011 e Anexo B da ABNT NBR 15575-4: 2013) - Equipamento utilizado para as medições das mossas - Energia de impacto, massa da esfera, altura de queda, sentido do ensaio em relação a face da parede (fora para dentro) - Profundidade das mossas em mm para cada impacto e observações - Imagem fotográfica do ensaio

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando o relatório, observou-se a indicação de que o ensaio de solicitações de peças suspensas teria sido realizado em SVV com espessura de 17,5 cm, diferente do que havia sido especificado anteriormente no documento (22,5 cm). Da mesma forma, nos ensaios de impacto de corpo mole e impacto de corpo duro, não houve clareza se os impactos foram internos ou externos, ou o motivo pelo qual adotou-se apenas um deles. No entanto, os revestimentos internos e externos não eram iguais, podendo obter-se resultados distintos dependendo do sentido dos impactos.

Em relação ao requisito de ações transmitidas por portas, embora o ensaio de corpo mole tenha danificado o marco da porta de entrada das unidades, sendo necessária adequação através do desenvolvimento de um espelho de fechadura com

mais fixações, os ensaios não causaram danos aos SVV. Assim, o critério correspondente foi comprovado através de relatório de ensaio realizado *in loco* que tem sua descrição exposta no Quadro 27.

Quadro 27 – Descrição de relatório de ensaio referente a ações transmitidas por portas.

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de ensaio de fechamento brusco (ações transmitidas por portas) - Relatório 02/ Laboratório 02	<ul style="list-style-type: none"> - Memorial das portas (espessura do marco, dimensão das guarnições, tipo de ferragens, madeira, acabamento) - Imagem fotográfica das amostras - Tipo de fixação do marco das portas na alvenaria, pontos de fixação e procedimentos - Equipamentos utilizados no ensaio: descrição, fabricante/ modelo, capacidade técnica - Norma segundo a qual foram seguidas as recomendações (ABNT NBR 15930/2:2011¹⁰) - Metodologia do ensaio - Imagens fotográficas das amostras após ensaio - Observações segundo o critério da ABNT NBR 15575/4:2013 analisado.
Relatório de ensaio de corpo mole (ações transmitidas por portas) - Relatório 02/ Laboratório 02	<ul style="list-style-type: none"> - Memorial das portas (espessura do marco, dimensão das guarnições, tipo de ferragens, madeira, acabamento) - Imagem fotográfica das amostras - Tipo de fixação do marco das portas na alvenaria, pontos de fixação e procedimentos - Equipamentos utilizados no ensaio: descrição, fabricante/ modelo, capacidade técnica - Norma segundo a qual foram seguidas as recomendações (ABNT NBR 15930/2: 2011 e ABNT NBR 15575-4:2013) - Metodologia do ensaio - Imagens fotográficas das amostras após ensaio - Observações segundo o critério da ABNT NBR 15575-4:2013 analisado.

Fonte: Elaborado pela autora.

No entanto, observaram-se equívocos no relatório, como não descrever o SVV onde as portas foram instaladas, mesmo que esse devesse ser o objeto da avaliação. Além disso, a conclusão do ensaio de fechamento brusco indica que as portas atendem aos requisitos da ABNT NBR 15575:2013, embora esses sejam referentes aos SVV.

¹⁰ A ABNT NBR 15930/2 foi substituída por uma nova versão em 2018.

O requisito referente às cargas de ocupação incidentes em parapeitos foi avaliado nas janelas de PVC das salas e dormitórios, cuja parte inferior em vidro fixo e laminado configura-se como tal. Também os guarda-corpos projetados foram ensaiados *in loco*. Com resultados satisfatórios em relação ao desempenho mínimo exigido, em ambos os casos, não foram necessárias alterações.

6.2.2 Segurança contra incêndio

Para atendimento dos requisitos de reação ao fogo dos materiais de revestimento e miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos, utilizaram-se os laudos dos fornecedores. Esses caracterizaram seus produtos de acordo com os critérios de propagação de chamas controladas e de incombustibilidade, no entanto não se teve acesso a nenhum desses documentos.

Já em relação à resistência ao fogo, foram necessárias alterações referentes à selagem dos shafts, pois os blocos cerâmicos especificados inicialmente não apresentavam comprovação de atendimento ao desempenho mínimo (blocos de 9 cm e 11 cm). Assim, optou-se por blocos cerâmicos estruturais de 14 e 19 cm usados nas demais SVV do empreendimento, cuja resistência ao fogo já havia sido verificada por meio de ensaios de laboratório (Quadro 28), sendo atestados como blocos corta-fogo e TRRF de 240 min.

Quadro 28 – Descrição de relatório de ensaios referente à resistência ao fogo.

(continua)

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório ensaio de resistência ao fogo - Relatório 03/ Laboratório 02	<ul style="list-style-type: none"> - Memorial da vedação vertical: dimensões, espessura da argamassa de assentamento, traço e espessura do revestimento de chapisco, espessura de reboco - Dimensões da parede ensaiada e superfície exposta diretamente ao fogo - Equipamentos e instrumentação: descrição, fabricante, modelo, capacidade - Norma segundo a qual foram seguidas as recomendações (ABNT NBR 5628:2001)

Quadro 28 – Descrição de relatório de ensaios referente à resistência ao fogo.

(conclusão)

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório ensaio de resistência ao fogo - Relatório 03/ Laboratório 02	<ul style="list-style-type: none"> - Registro das observações durante os 240 minutos de duração do ensaio - Gráfico dos valores de temperatura registrados pelos termopares da face interna - Gráficos dos valores de temperatura registrados pelos termopares da face externa - Tabela com as temperaturas médias do forno e da face exposta e não exposta ao fogo no decorrer do ensaio - Fotos térmicas aos 50min e 150 min de ensaio evidenciando o ganho de temperatura da amostra - Imagens fotográficas do momento em que o teste do chumaço de algodão foi realizado - Gráfico da carga total aplicada no sistema durante o tempo de ensaio - Tabela de deformações, correspondentes ao carregamento, ocorridas durante o ensaio de resistência ao fogo - Imagem fotográfica com o aspecto final da face não exposta ao fogo - Classificação e TRRF do sistema ensaiado

Fonte: Elaborado pela autora.

Esses relatórios fornecidos pelo fabricante dos blocos foram utilizados para comprovar o atendimento ao requisito de resistência ao fogo dos Sistemas de Vedações Verticais da edificação, que nesse caso são constituídos por blocos estruturais.

Ao analisar o documento descrito no Quadro 28, notou-se a falta de informação para a correta identificação do sistema e materiais utilizados, não deixando claro se o revestimento foi aplicado nas duas faces da amostra.

6.2.3 Estanqueidade

Para que o requisito de infiltração de água nos SVVE fosse atendido, foi especificado um bloco cerâmico estrutural de 7 MPa, a partir de informações de ensaios sistêmicos realizados pelo fornecedor (Quadro 29). Os outros componentes

e elementos que compõem a fachada¹¹ auxiliaram para o atendimento dessa exigência da norma de desempenho.

Quadro 29 – Descrição de relatório de ensaio referente à estanqueidade de SVV sem esquadria.

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de ensaio de estanqueidade em parede cega - Relatório 04/ Laboratório 02	<ul style="list-style-type: none"> - Memorial da vedação vertical: <ul style="list-style-type: none"> - Dimensões do bloco e resistência mecânica característica - Espessura, marca e categoria de granulometria da argamassa de assentamento - Traço e espessura de chapisco - Espessura, marca e tipo de argamassa de reboco - Especificação, diluição e forma de aplicação de todas as demãos (camadas) de revestimento (acabamento) - Imagem fotográfica da fase de execução do revestimento na amostra e amostra finalizada - Instrumentação utilizada no ensaio - Descrição do método de ensaio citando a norma segundo a qual foram seguidas as recomendações (ABNT NBR 15575-4:2013) - Registro das observações durante a realização do ensaio - Imagem fotográfica das faces interna e externa da amostra após a realização do ensaio - Classificação da amostra em relação ao nível de desempenho

Fonte: Elaborado pela autora.

Já no caso das esquadrias externas, os ensaios foram realizados em parceria com o fornecedor (Quadro 30), reproduzindo em laboratório o sistema de vedação vertical completo com esquadrias instaladas. Foi a partir desse requisito que esses elementos foram definidos. Primeiro, em decorrência do fornecedor estar disposto a ensaiar seu produto e fazer modificações se necessário, mas também, em função da dificuldade em se obter o nível superior de desempenho nesse item.

Nas primeiras avaliações os resultados não foram satisfatórios, sendo necessárias alterações de peças, inclusões de vedações extras e revisões em processos como chumbamento do contramarco, impermeabilização da gola da janela, assentamento da pingadeira e a sua vedação inferior e superior.

¹¹ Outros componentes e elementos que compõem a fachada podem ser revestimentos de acabamento e esquadrias, por exemplo.

Quadro 30 – Descrição de relatório de ensaio referente à estanqueidade de SVV com esquadria.

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de ensaio de estanqueidade sistema esquadria + VV - Relatório 05/ Laboratório 02	<ul style="list-style-type: none"> - Norma segundo a qual foram seguidas as recomendações (ABNT NBR 10821/3:2011 e ABNT NBR 15575-4:2013) - Descrição do sistema de vedação vertical no qual a esquadria foi instalada: tipo, resistência mecânica característica e dimensões dos blocos, espessura da argamassa de assentamento, camadas de revestimento, espessura interna e externa de argamassa de revestimento - Imagem do projeto da esquadria ensaiada com dimensões - Imagens fotográficas da amostra instalada para ensaio - Descrição da esquadria para realização dos ensaios e imagens fotográficas dessa fase - Instrumentação utilizada: descrição, fabricante/modelo, capacidade técnica, calibração - Métodos de ensaio utilizados - Registros das observações realizadas para cada pressão de ensaio aplicada progressivamente

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao relatório de ensaio descrito no Quadro 30, a norma utilizada, ABNT NBR 10821: 2011¹², determina que a esquadria seja instalada em uma câmara para a realização do ensaio de estanqueidade, dessa forma apenas a esquadria é avaliada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017b). Já no relatório apresentado como comprovação, o ensaio foi realizado com a esquadria instalada na alvenaria proposta, dessa forma está sendo avaliado o sistema (não o elemento isolado) conforme a ABNT NBR 15575/4:2013. No entanto, a conclusão do relatório adota os requisitos da norma ABNT NBR 10821:2011, classificando apenas a esquadria quanto ao desempenho.

Os outros requisitos de estanqueidade, relativos à permeabilidade de áreas molhadas e molháveis podem ser avaliados por meio de análise de projeto. Nesse caso, não houveram relatórios comprovando o atendimento.

¹² A ABNT NBR 10821:2011 foi substituída por uma nova versão em 2017.

6.2.4 Desempenho térmico

Para a comprovação de atendimento desse requisito em projeto, a construtora dispunha de um relatório (Quadro 31) referente ao cálculo de transmitância térmica e capacidade térmica disponibilizado pelo fornecedor dos blocos para sistemas de vedação vertical.

Quadro 31 – Descrição de relatório de cálculo de transmitância e capacidade térmica.

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de determinação da transmitância e da capacidade térmica de sistemas de vedações verticais - Relatório 06/ Laboratório 03	<ul style="list-style-type: none"> - Norma segundo a qual foram seguidas as recomendações (ABNT NBR 15220/2:2005 e ABNT NBR 15575:2013) - Descrição dos sistemas de vedações verticais com diferentes configurações: largura dos blocos, espessura de junta, espessura de chapisco e reboco - Propriedades dos materiais: densidade, condutividade térmica e calor específico para argamassa comum, argamassa de gesso e cerâmica - Tabela com os resultados de cálculo: transmitância térmica e capacidade térmica

Fonte: Elaborado pela autora.

Como o método simplificado para avaliação do desempenho térmico proporciona apenas uma classificação mínima quanto ao nível de desempenho, para essa edificação optou-se pela realização de simulação. Assim, utilizando o software Energy Plus, foi simulada a edificação com informações das propriedades térmicas dos componentes especificados para os sistemas de vedação vertical.

A partir dos resultados, foi necessário considerar um sistema diferenciado para as paredes externas dos *Lofts*, que estão localizados nos pavimentos superiores. Para tal, foram especificadas chapas de 15 mm formadas por fibras de madeira mineralizada e aglomerada com cimento Portland, prensadas e curadas naturalmente, que foram fixadas internamente nas vedações verticais, com blocos cerâmicos de 19 x 19 x 29 cm e resistência de 7 MPa, utilizando buchas, parafusos e cola. Esse material apresenta o desempenho térmico e acústico mínimo exigido e suas propriedades são conhecidas, sendo possível alimentar a simulação com as suas características corretas. Para o acabamento das paredes foram coladas placas de gesso acartonado.

Tal sistema teve de ser ensaiado quanto ao desempenho estrutural e ter a reação ao fogo adequada comprovada, assim como os demais.

6.2.5 Desempenho acústico

Inicialmente, foram realizados ensaios nas edificações executadas anteriormente pela construtora, obtendo-se nível intermediário de desempenho. Assim iniciaram-se estudos a respeito de sistemas de vedações verticais com isolamento sonora em pesquisas internacionais e consultas a fornecedores locais com o objetivo de atingir-se nível superior.

Para a especificação dos sistemas de vedação vertical quanto ao desempenho acústico utilizou-se relatórios de ensaio em laboratório fornecidos pelo fabricante dos blocos cerâmicos, conforme o Quadro 32.

Quadro 32 – Descrição de relatório de ensaio referente ao isolamento sonoro de SVV sem esquadria.

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de ensaio de determinação do isolamento ao ruído aéreo - Relatório 07/ Laboratório 01	<ul style="list-style-type: none"> - Descrição do sistema de vedação vertical ensaiado: dimensões e resistência do bloco, resistência da argamassa de assentamento estrutural, espessura e marca do revestimento externo (chapisco mais argamassa de reboco grosso), espessura e marca do revestimento interno (argamassa de reboco médio), espessura total e densidade da parede; - Data e local dos ensaios, incluindo características da câmara reverberante e figura esquemática; - Condições ambientais no interior da câmara reverberante: temperatura e umidade relativa; - Citação dos métodos de ensaio e documentos referenciados (ISO 10140-2:2010, ISO 717-1:2013¹³, ISO 3382-2:2008¹⁴); - Características dos equipamentos utilizados no ensaio: modelo, classe, nº série; - Resultados: valor do índice de redução sonora R (dB) por faixa de frequência em terço de oitava (gráfico e tabela); - Imagens fotográficas do ensaio.

Fonte: Elaborado pela autora.

¹³ A ISO 717/1 teve nova versão publicada em 2018.

¹⁴ A ISO 3382/2 teve nova versão publicada em 2016.

No entanto, para a pior situação (desempenho acústico de paredes entre unidades autônomas, quando o dormitório de uma unidade faz divisa com uma área social de outra unidade) é necessária redução sonora de 55 dB (nível superior de desempenho), não havendo sistemas ensaiados que atendessem a esse requisito.

Nesse caso, como a execução da edificação já havia começado, foi possível utilizar dois pavimentos para testes. Assim, partindo do melhor resultado que o fornecedor havia encontrado e realizando alterações, foram executados diferentes sistemas de pisos e paredes para realização de ensaios *in loco*. Como solução optou-se por blocos estruturais de 19 cm de largura com resistência de 15 MPa, assentados com argamassa industrializada convencional, preenchidos com areia e revestidos com argamassa de reboco com espessura de 3 cm de cada lado, com uma diferença de nível sonoro ponderada de 56 dB.

Logo, de forma geral, foram os critérios de desempenho acústico os responsáveis pela definição dos blocos e revestimentos das SVV.

Em relação à fachada, a edificação foi classificada em relação à classe de ruído como Classe II, sendo necessária uma isolamento sonora de pelo menos 35 dB, para o nível superior com medição realizada em campo.

Para atestar o sistema de vedação vertical externo (blocos cerâmicos, revestimentos, esquadrias e vidros) foram realizados ensaios de laboratório de isolamento sonoro das esquadrias e sistemas de vedação vertical mais esquadrias (Quadro 33), obtendo-se como resultado o nível superior de desempenho acústico diante das melhorias em relação à estanqueidade.

Quadro 33 – Descrição de relatório de ensaio referente ao isolamento sonoro de SVVE com esquadria.

(continua)

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de determinação do índice de redução sonora de esquadria (fachada) - Relatório 08/ Laboratório 02	<ul style="list-style-type: none"> - Descrição da esquadria: modelo, dimensões, material de estrutura, espessura de vidro, número de fixações no contramarco, material de selagem entre esquadria e parede, imagens fotográficas - Descrição do sistema de vedação vertical: resistência e dimensões do bloco, uso de massa de assentamento, espessura de revestimento argamassado, espessura final da amostra, densidade superficial aproximada do sistema, e índice de redução sonora ponderado da parede

Quadro 33 – Descrição de relatório de ensaio referente ao isolamento sonoro de SVVE com esquadria.

(conclusão)

DOCUMENTO	TIPO DE INFORMAÇÃO
Relatório de determinação do índice de redução sonora de esquadria (fachada) - Relatório 08/ Laboratório 02	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação: descrição, fabricante, modelo, capacidade técnica e calibração - Normas segundo as quais foram seguidas as recomendações (ISO 10140:2010 partes 2 e 5, ABNT NBR 15575-4:2013) e Instruções de Operação (IO51 e IO59) - Tabelas, uma relativa à esquadria e outra ao sistema (parede e esquadria), apresentando a diferença de nível sonoro de ruído aéreo padronizado, para cada banda de frequência; características da câmara acústica, umidade relativa do ar e a temperatura no momento do ensaio - Classificação do nível de ruído do sistema conforme ABNT NBR 15575-4:2013 - Projeto da esquadria analisada em anexo

Fonte: Elaborado pela autora.

Então, após se dispor de uma unidade pronta, com todos os acabamentos, foi possível comprovar definitivamente o atendimento desses requisitos, realizando ensaios *in loco* na fachada e demais vedações verticais internas.

6.2.6 Durabilidade e Manutenibilidade

Para que o requisito de vida útil de projeto fosse atendido, os sistemas de vedação vertical foram especificados considerando os prazos determinados na ABNT NBR 15575-1:2013 para o nível superior de desempenho. Esses prazos foram registrados no manual do proprietário¹⁵ entregue pela construtora, assim como a periodicidade de atividades de inspeção, substituição e manutenção específicas para os sistemas, acabamentos, revestimentos, esquadrias de madeira e de PVC.

Considerando que a durabilidade dos componentes, elementos ou sistemas será efetivamente alcançada se as manutenções previstas no Manual de Uso, Operação e Manutenção forem realizadas, é importante o atendimento do requisito de manutenibilidade. Para o empreendimento estudado, foram previstos, na edificação, acessos à cobertura, olhais nos peitoris para fixação de equipamentos para

¹⁵ O termo “Manual do proprietário” foi utilizado pela construtora para o Manual de uso, operação e manutenção entregue aos usuários.

manutenções de fachada e especificados revestimentos de fácil limpeza e manutenção, aumentando o grau de manutenibilidade.

Também foram descritas no Manual do proprietário e do condomínio, as determinações de manutenção e cuidados no uso de todos os sistemas empregados na edificação. Para isso foi utilizado um modelo de manual elaborado pelo Sinduscon em parceria com algumas construtoras e instituto tecnológico credenciado, respeitando, assim, as exigências da ABNT NBR 15575:2013 e demais normas vigentes.

No entanto, não se teve acesso a documentos que comprovassem o atendimento ao requisito de ação de calor e choque térmico.

6.3 COMENTÁRIOS FINAIS DO CAPÍTULO

A partir desse capítulo, pode-se observar, através de uma análise crítica, quais erros podem ocorrer na tentativa de se atender à ABNT NBR 15575:2013 em projeto. Entre eles destacam-se:

- a) falta de informação sobre as amostras ensaiadas, caracterização dos materiais e forma de execução, tanto em relatórios de ensaio como no memorial descritivo e manual de uso, operação e manutenção;
- b) divergências na caracterização do sistema, tanto em relatórios de ensaio, quanto em memorial descritivo e manual de uso, operação e manutenção;
- c) equívocos nos resultados fornecidos e conclusões de ensaio em relação às normas nas quais se baseiam frente aos requisitos e critérios da norma de desempenho;
- d) falta de informações nos relatórios de ensaio a respeito da metodologia usada, detalhamentos, explicação sobre as decisões e simplificações;
- e) especificação de componentes, elementos e sistemas sem as devidas informações de desempenho definidas, principalmente em relação ao memorial descritivo e manual de uso, operação e manutenção;
- f) falhas no registro interno dos documentos comprobatórios de atendimento aos requisitos da ABNT NBR 15575:2013.

No empreendimento estudado, como não havia relatórios da execução, tampouco um projeto *as built*, não há meios que comprovem qual sistema realmente foi empregado na edificação. No entanto, para que sirvam como comprovação de atendimento à ABNT NBR 15575:2013, os ensaios de laboratório devem reproduzir exatamente o que será utilizado no empreendimento. Desse modo, se não estiverem claras todas as informações a respeito dos sistemas construtivos na fase de projeto, o sistema de vedação vertical executado na obra pode não ser fiel ao especificado pelo projetista e ensaiado.

Da mesma maneira, quando se omite alguma característica do sistema nos documentos comprobatórios de atendimento à ABNT NBR 15575:2013, abre-se espaço para que variações do sistema sejam entendidas como englobadas naquele desempenho atestado. No entanto qualquer alteração em componentes e materiais pode trazer resultados diferentes nas avaliações de desempenho.

Também foi possível perceber a importância do cuidado na aceitação de relatórios de ensaio. Nesse sentido, caso o projetista não avalie se os documentos apresentam todas as informações necessárias, se a metodologia de ensaio é condizente com as determinações da norma de desempenho e verifique os resultados de ensaio frente às conclusões apresentadas, não se pode ter certeza de que os sistemas especificados em projeto têm seus desempenhos devidamente comprovados através de documentos válidos.

Outra questão observada é que o manual de uso, operação de manutenção entregue aos proprietários deve conter as especificações do memorial descritivo. Dessa forma, em eventuais reformas, os usuários terão conhecimento das características de componentes, elementos e sistemas e suas informações de desempenho, para que sejam realizadas substituições adequadas sem comprometimento do comportamento da edificação. No entanto, esse documento é responsabilidade do construtor ou incorporador.

Por fim, notou-se a importância do projetista, construtor e incorporador realizarem um registro organizado da documentação de comprovação relacionada aos requisitos da ABNT NBR 15575:2013. Essa conduta protege os profissionais em possíveis questionamentos dos usuários quanto ao atendimento ao mínimo da norma.

7 CHECKLIST PARA A COMPROVAÇÃO DE ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA ABNT NBR 15575/4:2013

Diante da necessidade de acesso a uma ferramenta simples porém completa para auxiliar a aplicação da ABNT NBR 15575/2013 é apresentado nesse capítulo o conteúdo de um *checklist* elaborado a partir das análises anteriores, normas e documentos técnicos. Esse é constituído por quadros que englobam as informações que os projetistas devem apresentar para comprovação de atendimento da parte 4 da norma de desempenho. Diferente dos manuais e guias estudados nessa pesquisa que têm foco nos requisitos, critérios e métodos de avaliação da norma, essa ferramenta diz respeito à documentação necessária na fase de projeto.

Então o *checklist* é dividido em partes: uso do *checklist*; como caracterizar sistemas de vedação vertical convencionais; o que deve constar no memorial descritivo da edificação; como deve ser o projeto gráfico; documentos anexos ao projeto, o que devem conter os documentos anexos, recomendações aos projetistas.

7.1 USO DO CHECKLIST

O conteúdo deste *checklist* é voltado para profissionais da construção civil atuantes na fase de projeto de uma edificação habitacional. No entanto, é importante ressaltar que a ferramenta que segue apresenta limitações em seu uso, as quais compreendem:

- a) dizer respeito apenas à parte 4 da ABNT NBR 15575/4:2013, ou seja, às exigências relacionadas aos Sistemas de Vedação Vertical que compõem as edificações habitacionais;
- b) limitar-se às exigências de: desempenho estrutural, segurança contra incêndio, estanqueidade à água, desempenho térmico, desempenho acústico e durabilidade e manutenibilidade;
- c) trazer informações referentes exclusivamente aos Sistemas de Vedação Vertical sem função estrutural;
- d) considerar somente os métodos que avaliam os Sistemas de Vedação Vertical isoladamente;

- e) referir-se à documentação necessária apenas na fase de projeto arquitetônico relativa às verificações analíticas, ensaios em laboratório e em protótipos, desconsiderando avaliações *in loco*.

7.2 COMO CARACTERIZAR SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL CONVENCIONAIS

Inicialmente é necessário que os Sistemas de Vedação Vertical sejam especificados adequadamente, tanto no projeto gráfico, memorial descritivo, manual de uso, operação e manutenção, quanto nos relatórios e laudos técnicos usados na comprovação de atendimento à norma de desempenho. Somente assim deixa-se claro que se trata exatamente do mesmo sistema, sem possíveis variações que poderiam alterar o seu desempenho.

Assim, o Quadro 34 apresenta os itens que uma caracterização completa de alvenaria deve incluir.

Quadro 34 – Itens para caracterização de VV em alvenaria.

(continua)

ITENS PARA CARACTERIZAÇÃO DE VEDAÇÃO VERTICAL EM ALVENARIA	✓
a) peso do sistema construtivo: leve ou pesado	
b) função estrutural: com ou sem	
c) tipo de junta: junta prumo ou junta de amarração	
d) tipo de bloco ou tijolo: cerâmico ou de concreto (no caso de concreto, qual a classe), maciços ou vazados	
e) direção de assentamento: furos na vertical, furos na horizontal	
f) juntas verticais e horizontais: material de assentamento; espessura; traço e/ou resistência, densidade, índice de absorção de água	
g) dimensões do bloco ou tijolo (incluir geometria dos furos quando houver)	
h) características do bloco ou tijolo: massa seca, resistência característica, índice de absorção de água (%) / retenção de água	
i) tipo de revestimento interno/externo: gesso, argamassa em camada única, chapisco, emboço, reboco	
j) características do revestimento interno/externo: espessura; traço e/ou resistência característica, densidade, índice de absorção de água	
k) amarração na estrutura: tela, fio cabelo	
l) tipo de encunhamento: material, características	

Quadro 34 – Itens para caracterização de VV em alvenaria.

(conclusão)

ITENS PARA CARACTERIZAÇÃO DE VEDAÇÃO VERTICAL EM ALVENARIA	✓
m) verga e contraverga: dimensões, materiais, forma de execução	
n) pingadeira: dimensões, materiais, forma de execução	
o) tempo de cura e intervalo entre etapas de execução	

No caso do sistema de vedação vertical ser em *drywall* as informações necessárias para a identificação do elemento são listadas no Quadro 35.

Quadro 35 – Itens para caracterização de VV em *drywall*.

ITENS PARA CARACTERIZAÇÃO DE VEDAÇÃO VERTICAL EM DRYWALL	✓
a) espessura total da parede	
b) estrutura: largura, dupla ou simples, ligadas ou separadas, constituídas por montantes simples ou duplos (tipo H ou tubular)	
c) espaçamento entre montantes	
d) chapas: material, espessura, tipo (RU, ST, RF), quantidade, resistência longitudinal e transversal, dureza, densidade superficial de massa	
e) guia de aço: material, espessura, limite de escoamento, espessura de perfil	
f) montante de aço: material, espessura, limite de escoamento, espessura de perfil	
g) complemento: tipo, material, espessura, quantidade, resistência, densidade de massa aparente	
h) banda acústica (com ou sem)	
i) juntas de movimentação ou juntas flexíveis (telescópica)	
j) tratamento de juntas: massa (tipo), fita (tipo)	
k) dispositivos de fixação para as chapas e perfis: tipologia (cabeça e ponta), comprimento nominal	
l) tempo de intervalo entre as etapas de execução	

Lembrando que devem constar também todas as especificidades que o projetista julgar importantes e capazes de influenciar o desempenho de determinado elemento. Um exemplo disso são acabamentos que podem ser recebidos pela parede. Então é importante que esses elementos também sejam descritos da forma mais completa possível. O Quadro 36 apresenta as informações necessárias para alguns acabamentos.

Quadro 36 – Itens para caracterização de alguns acabamentos.

(continua)

ITENS PARA CARACTERIZAÇÃO DE ACABAMENTOS		✓
Cerâmica	Dimensões da peça	
	Padrão ou cor	
	Acabamento de borda (tradicional ou retificado)	
	Acabamento da superfície (esmaltado, polido, acetinado, natural)	
	Espessura e material de preenchimento de juntas	
	Absorção de água	
	Classe de resistência química (A, B, C)	
	Classe de resistência a manchas (1 a 5)	
	Coefficiente de atrito	
	Material de assentamento (fixação)	
	Resistência a abrasão	
Pintura	Tipo (acrílica, epóxi)	
	Demãos	
	Material de preparação	
	Acabamento (fosco, brilhante, acetinado)	
	Lavabilidade	
	Resistência à umidade	
	Resistência à abrasão	
Pedra natural	Cor do material	
	Tamanho e espessura das placas	
	Característica da superfície (polida, levigada, escovada, jateada)	
	Tratamento da superfície (hidrofugante e oleofugante)	
	Fixação (tipo, material)	
Vinílico	Tipo	
	Cor	
	Formato	
	Forma de execução das juntas entre as mantas (fusão a quente ou sobreposição com corte)	
	Características especiais (resistência ao fogo, a impactos e à abrasão)	
	Sistema de fixação	

Quadro 36 – Itens para caracterização de alguns acabamentos.

ITENS PARA CARACTERIZAÇÃO DE ACABAMENTOS		(conclusão)
		✓
Laminado melamínico	Tipo de laminado (FF, BP, AP)	
	Tamanho	
	Espessura da chapa	
	Acabamento da superfície (fosco, texturizado, acetinado, brilhante)	
	Cor	
	Sistema de fixação	
Papel de parede	Tecido ou material sintético	
	Material para fixação	

Da mesma forma, ao caracterizar portas de madeira as documentações de projeto devem apontar as informações indicadas no Quadro 37.

Quadro 37 – Itens para caracterização de portas de madeira.

ITENS PARA CARACTERIZAÇÃO DE PORTAS DE MADEIRA	✓
a) ambiente de instalação: interior (seco, molhado ou molhável) ou exterior (abrigado ou exposto)	
b) perfil de desempenho: PIM, PEM, PIM RU, PEM RU, PXM	
c) tráfego de uso: moderado, regular, intenso, severo ou extremo	
d) isolamento sonora: C1, C2, C3, C4	
e) resistência ao fogo: PRF 30, PRF60, PRF 90	
f) padrão de aparência: A, B ou C	
g) acabamento: madeira, pintura, melamínico	
h) dimensões: largura, altura, espessura	
i) dobradiças: quantidade, dimensões, modelo (com abas, com abas tipo palmela), parafusos	
j) folhas: quantidade, tipo (madeira colada, painéis reconstituídos, composto de madeira, madeira maciça), estrutura (porta plana, porta sólida)	
k) alisar: material, dimensões	
l) classificação quanto ao movimento: de giro, pivotante, vaivém, de correr, sanfonada	
m) assentamento entre marco e a requadrção do vão: material, pontos de aplicação	

Assim como as portas, as demais esquadrias (janelas) também fazem parte dos sistemas de vedação vertical, alterando os seus desempenhos conforme as suas características. Desse modo, para caracterizar as janelas corretamente é necessário apresentar as informações contidas no Quadro 38.

Quadro 38 – Itens para caracterização de esquadrias externas (janelas).

ITENS PARA CARACTERIZAÇÃO DE ESQUADRIAS (JANELAS)	✓
a) vão, dimensões de ventilação, área efetiva de iluminação natural	
b) dispositivos de sombreamento: veneziana, persiana, brise	
c) material principal dos perfis: alumínio, aço (carbono e suas ligas, inoxidável), PVC, madeira, sem montante estrutural	
d) tipo de vidro e espessura	
e) acabamento: tipo de tratamento da superfície	
f) número de folhas	
g) fator solar	
h) transmitância térmica	
i) transmissão visível	
j) índice de redução sonora	
k) permeabilidade ao ar (vazão de ar por área e por comprimento)	
l) estanqueidade a água (restrições de permeabilidade inicial)	
m) aplicação: número de pavimentos (altura)	

Sugere-se que a caracterização completa dos sistemas de vedação vertical sejam anexadas a todo e qualquer documento que referir-se a eles. Ainda, cabe ao projetista incluir ou suprimir itens através do julgamento crítico sobre quais características impactam no desempenho considerado.

7.3 MEMORIAL DESCRITIVO

Como visto anteriormente, o memorial descritivo é como um manual que deve descrever todos os materiais e técnicas construtivas utilizados em uma edificação. Esse documento é criado pelo projetista que tem o papel de definir como o empreendimento será, especificando cada componente com detalhes.

Considerando as exigências da ABNT NBR 15575/4:2013 em relação ao desempenho dos Sistemas de Vedações Verticais, o memorial descritivo precisa reunir informações necessárias para diversas etapas do empreendimento. Inicialmente essas definições são importantes para o orçamento da edificação, seguido da compra dos materiais e da execução da obra.

Vale ressaltar que a norma de desempenho não permite que as especificações sejam feitas indicando apenas fornecedores e modelos específicos, como tradicionalmente é feito. A partir da publicação dessa normativa o memorial descritivo deve trazer, além das características particulares dos componentes apresentadas no item anterior, o desempenho dos sistemas que eles compõem, assim como todas as respectivas normas técnicas aplicáveis, conforme o Quadro 39.

Ainda, é no memorial descritivo que o projetista, deve listar todas as condições de risco e exposição verificadas durante a projeção. Em relação aos riscos previsíveis¹⁶, caso não sejam contratados estudos técnicos pelo incorporador/construtor, o projetista deve avaliar os pontos negativos e indicar a falta de precisão do projeto em função dessa falta.

Quadro 39 – Informações necessárias no memorial descritivo da edificação.

(continua)

DESEMPENHO ESTRUTURAL		✓
7.1 – Estabilidade e resistência estrutural dos SVVIE	Especificar os sistemas vedação vertical externos sem função estrutural considerando a ação de vento atuante.	
	Apontar a carga uniformemente distribuída ou a carga equivalente ao estado limite último, mínimas que o sistema deve resistir.	
7.2 – Deslocamentos, fissuras e ocorrência de falhas nos SVVIE	Indicar as limitações de deslocamentos horizontais, instantâneos e residuais, aplicáveis sob ação das cargas de serviço (cargas permanentes e deformações impostas além das cargas horizontais).	
	Citar as cargas de serviço.	

¹⁶ Riscos previsíveis podem ser: ocorrência de enchentes e alagamentos no local da edificação; granizo, neve ou geada recorrentes; proximidades de redes de alta tensã; possibilidade de contaminação do solo.

Quadro 40 – Informações necessárias no memorial descritivo da edificação.

(continuação)

DESEMPENHO ESTRUTURAL		✓
7.3 – Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos SVVIE	Especificar os dispositivos e sistemas de fixação previstos.	
	Especificar a capacidade de carga para peças suspensas dos sistemas de vedação vertical, indicando as cargas de uso e os respectivos limites de deslocamentos horizontais, instantâneos e residuais.	
7.4 – Impacto de corpo mole nos SVVIE	Especificar sistemas de vedação vertical internos e externos sem função estrutural e revestimentos internos dos SVVE em multicamadas, indicando as limitações dos deslocamentos horizontais, instantâneos e residuais, sob ação de impactos progressivos de corpo mole.	
	Deixar claro que o revestimento interno da parede de fachada multicamada não é integrante da estrutura da parede, nem componente de contraventamento e precisa ser de fácil reposição.	
7.5 – Ações transmitidas por portas	Especificar sistemas de vedação vertical com adequada resistência às ações transmitidas por portas internas e externas, apontando a necessidade de ser devidamente ensaiado.	
7.6 – Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE	Especificar sistemas de vedação vertical internos e externos com adequada resistência a ação de impactos de corpo duro, ensaiados conforme indicado e apontar se o sistema tem acesso externo do público.	
7.7 – Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas	Apresentar as cargas de ocupação mínimas que os guarda-corpos, esquadrias com bandeira inferior e parapeitos devem resistir.	
8.2 – Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada	Apresentar a classe de reação ao fogo na caracterização dos materiais de acabamento e revestimento da face interna dos SVV e materiais isolantes térmicos e absorventes acústicos usados como miolo.	
8.3 – Dificultar a propagação do incêndio	Apresentar a classe de reação ao fogo na caracterização dos materiais de acabamento e revestimento da face externa das fachadas.	
8.4 – Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação	Especificar o tempo requerido de resistência ao fogo para cada sistema de vedação vertical.	

Quadro 39 – Informações necessárias no memorial descritivo da edificação.

(conclusão)

ESTANQUEIDADE À ÁGUA		✓
10.1 – Infiltração de água nos SVVE	Caracterizar todos os componentes de cada sistema de fachada incluindo os materiais empregados no revestimento ou pintura.	
	Especificar todos os tipos e modelos de esquadrias e os materiais selantes usados nas juntas de dilatação e nos requadramentos de caixilho.	
	Citar a necessidade das vedações verticais e esquadrias serem devidamente ensaiados.	
10.2 – Umidade nas VVEI decorrentes da ocupação do imóvel	Especificar sistemas de vedação vertical com incidência direta de água (áreas molhadas ou molháveis) compatíveis com o uso previsto, incluindo revestimentos e outros tratamentos nas interfaces que devem ser caracterizados.	
DESEMPENHO TÉRMICO		✓
11.2 – Adequação de paredes externas	Indicar a transmitância térmica máxima, a capacidade térmica mínima e a absorvância das vedações verticais externas.	
11.3 – Aberturas para ventilação	Caracterizar as aberturas nas fachadas das habitações indicando a área efetiva de abertura de ventilação em acordo com o mínimo em relação à área de piso do ambiente.	
DESEMPENHO ACÚSTICO		✓
12.3 – Níveis de ruído permitidos na habitação	Indicar o índice de redução sonora ponderado (Rw) para os sistemas de vedação vertical das fachadas e entre ambientes.	
DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE		✓
14.1 – Ação de calor e choque térmico em SVVE	Especificar SVVE (incluindo seus revestimentos) de acordo com as limitações de deslocamento, fissurações e falhas em relação à ação de calor e choque térmico indicando a necessidade do sistema ser adequadamente ensaiado.	
14.2 – Vida útil de projeto dos SVVIE	Apontar o tempo de vida útil de projeto de todos SVVIE da edificação.	
	Apresentar as condições de exposição as quais estão submetidas.	
	Indicar todas as normas aplicáveis, as técnicas construtivas e condicionantes de execução que influenciam na vida útil do empreendimento.	
14.3 – Manutenibilidade dos SVVIE	Especificar dispositivos para manutenção da edificação indicando os respectivos valores de suporte de carga.	

Já, as condições de exposição do empreendimento que devem ser apresentadas no memorial descritivo são, ao menos:

- a) zona bioclimática segundo a ABNT NBR 15220:2005 – Parte 3;
- b) região de vento segundo a ABNT NBR 6123:1988;
- c) classe de ruído de entorno através de relatório técnico de medição ou estimativa do incorporador por métodos alternativos;
- d) exposição à salinidade do mar;
- e) tipos de solos e levantamento topográfico;
- f) características do clima em relação à temperatura e umidade relativa do ar.

7.4 PROJETO GRÁFICO

O projeto gráfico, composto pelas plantas baixas, cortes, fachadas e detalhamentos da edificação também tem papel importante na comprovação de atendimento das exigências da ABNT NBR 15575/4:2013. Nesses documentos deve ser possível identificar as dimensões e localizações dos componentes, elementos e sistemas projetados, sendo imprescindíveis para a correta execução da obra.

Também se pode dizer que as informações que os desenhos do projeto trazem e o memorial descritivo se complementam, ou seja, o que não puder ser esclarecido no memorial descritivo deve aparecer no projeto gráfico, e vice versa. Nesse sentido, para garantir a compreensão do executor, devem ser apresentados detalhes dos sistemas de vedação vertical adotados na edificação, apontando as camadas e espessuras dos seus elementos.

No projeto gráfico deve ser apontada a localização de cada sistema de vedação vertical caracterizado no memorial descritivo. Também é necessário apresentar detalhamento das fixações e vinculações típicas entre os componentes, além dos detalhamentos das interfaces entres os sistemas.

Nesse sentido o Quadro 41 lista os itens que devem ser incluídos no projeto gráfico arquitetônico para atendimento de requisitos da ABNT NBR 15575/4:2013.

Quadro 41 – Informações necessárias no projeto gráfico arquitetônico.

(continua)

DESEMPENHO ESTRUTURAL		✓
7.1 – Estabilidade e resistência estrutural dos SVVIE	Indicar a localização dos sistemas de vedação com ou sem função estrutural.	
	Apresentar detalhamento das fixações e vinculações típicas entre os componentes.	
7.2 – Deslocamentos, fissuras e ocorrência de falhas nos SVVIE	Indicar a localização dos sistemas de vedação com ou sem função estrutural.	
	Apresentar detalhamento das fixações e vinculações típicas entre os componentes (encunhamento, amarrações entre vedações, amarrações entre estrutura e vedações, juntas verticais e horizontais).	
7.3 – Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos SVVIE	Apresentar detalhes dos tipos de dispositivos e sistemas de fixação previstos. No caso de haver restrições, devem ser indicados os lugares permitidos para fixação de peças suspensas.	
7.7 – Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas	Apresentar detalhes executivos de guarda-corpos e parapeitos, além do detalhamento dos guarda-corpos de acordo com ABNT NBR 14718:2019.	
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO		✓
8.2 – Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada	Indicar a localização de cada tipo de revestimento e acabamento das faces internas das vedações verticais. Incluir detalhes construtivos conforme necessário.	
	Indicar a localização de cada isolamento térmico e absorvente acústico usado como miolo do sistema, indicando a espessura dessas camadas. Incluir detalhes construtivos conforme necessário.	
8.3 – Dificultar a propagação do incêndio	Indicar a localização de cada tipo de revestimento e acabamento das faces externas das fachadas. Incluir detalhes construtivos conforme necessário.	
8.4 – Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação	Ao detalhar os sistemas de vedação vertical apontar o tempo de resistência ao fogo especificado.	
ESTANQUEIDADE À ÁGUA		✓
10.1 – Infiltração de água nos SVVE	Indicar a localização de cada sistema de fachada e de cada tipo de esquadria especificado no memorial descritivo. Apresentar detalhamento de camadas e espessuras.	
	Detalhar as interfaces e juntas entre os elementos ou componentes (parede e caixilho, parede e estrutura).	

Quadro 42 – Informações necessárias no projeto gráfico arquitetônico.

(conclusão)

ESTANQUEIDADE À ÁGUA		✓
10.1 – Infiltração de água nos SVVE	Apresentar detalhamentos construtivos dos dissipadores do fluxo de água das superfícies das fachadas (molduras, pingadeiras) adotados, sendo indicadas as localizações desses elementos.	
10.2 – Umidade nas VVEI decorrentes da ocupação do imóvel	Indicar quais são as áreas molhadas e molháveis, sinalizando os respectivos sistemas de vedação vertical internos.	
	Apresentar detalhes executivos de especificidades nos pontos de interface do sistema, como impermeabilização ou outros detalhes para assegurar a estanqueidade, como barras impermeáveis ao redor de lavatórios e pias	
11.3 – Aberturas para ventilação	Sugere-se apresentar uma tabela resumindo as áreas de abertura de ventilação para os ambientes exigidos pela norma.	
	Apresentar detalhamentos das esquadrias e as respectivas áreas efetivas de abertura de ventilação.	
DESEMPENHO ACÚSTICO		✓
12.3 – Níveis de ruído permitidos na habitação	Indicar a localização de cada tipo de sistema de vedação vertical interno e externo em relação ao isolamento sonoro.	
12.3 – Níveis de ruído permitidos na habitação	Apresentar detalhamento das vedações verticais e esquadrias conforme especificado no memorial descritivo.	
DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE		✓
14.3 – Manutenibilidade dos SVVIE	Indicar a localização de dispositivos que facilitem a manutenção da edificação, detalhando a fixação dos elementos.	

7.5 DOCUMENTOS ANEXOS AO PROJETO

Outro item imprescindível para a comprovação de atendimento à ABNT NBR 15575/4:2013 são os documentos anexos ao projeto, geralmente, relatórios de ensaio, laudos técnicos, relatórios de inspeção, memoriais de cálculo. Na fase de projeto, o profissional responsável deve utilizar essa documentação como embasamento técnico e uma forma de garantia de que os sistemas especificados possuem potencial de atingirem o desempenho determinado.

Vale lembrar que as exigências da norma de desempenho se referem à edificação em uso, ou seja, o projeto pode atender a norma, mas não necessariamente a edificação atenderá. Por isso o projetista precisa ter esses documentos (Quadro 43) arquivados para se resguardar.

Quadro 43 – Documentos anexos necessários.

(continua)

DESEMPENHO ESTRUTURAL		✓
7.1 – Estabilidade e resistência estrutural dos SVVE	Memorial de cálculo, relatório de ensaio de cargas laterais uniformemente distribuídas, conforme o Anexo G da ABNT NBR 15575/4:2013 ou adotando a câmara de ensaio prevista para ensaios de esquadrias externas indicada na ABNT NBR 10821-3:2017, ou relatório de ensaio destrutivo e traçado do diagrama carga x deslocamento previsto no Anexo B da ABNT NBR 15575/2:2013	
7.2 – Deslocamentos, fissuras e ocorrência de falhas nos SVVE	Memorial de cálculo, relatório de ensaio de cargas laterais uniformemente distribuídas, conforme o Anexo G da ABNT NBR 15575/4:2013 ou adotando a câmara de ensaio prevista para ensaios de esquadrias externas indicada na ABNT NBR 10821-3:2017, ou relatório de ensaio destrutivo e traçado do diagrama carga x deslocamento previsto no Anexo B da ABNT NBR 15575/2:2013	
7.3 – Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos SVVIE	Relatório de ensaio, em laboratório ou protótipo de acordo com o Anexo A da ABNT NBR 15575/4:2013	
7.4 – Impacto de corpo mole nos SVVIE	Relatórios referentes a ensaios de impacto de corpo mole, em laboratório ou em campo realizados em sistemas de vedação vertical internos e externos, conforme determinado na norma ABNT NBR 11675:2016	
7.5 – Ações transmitidas por portas em SVVIE	Relatórios de ensaio de fechamento brusco e impacto de corpo mole, conforme Anexo G e Anexo F da ABNT NBR 15930/2:2018 respectivamente	
7.6 – Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE	Relatório de ensaio em laboratório ou protótipo conforme o Anexo B da ABNT NBR 15575/4:2013 ou conforme determinado na norma ABNT NBR 11675:2016	
7.7 – Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas	Relatórios de ensaio conforme ABNT NBR 14718: 2019, Anexos A, B e C	

Quadro 43 – Documentos anexos necessários.

(continuação)

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO		✓
8.2 – Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada em SVVIE	Relatórios de ensaio conforme a ABNT NBR 9442: 2019 para as faces internas e miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos	
8.3 – Dificultar a propagação do incêndio em SVVE	Relatórios de ensaio conforme a ABNT NBR 9442: 2019 para as faces externas	
8.4 – Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação em SVVIE	Relatório de ensaio de acordo com a ABNT NBR 10636:1989	
ESTANQUEIDADE À ÁGUA		✓
10.1 – Infiltração de água nos SVVE	Quando se tratar de paredes cegas, devem-se ter relatórios conforme o Anexo C da ABNT NBR 15575/4:2013. Quando houver esquadrias na fachada (janelas, fachadas-cortina e portas externas) é necessário relatório de ensaio conforme a parte 3 da ABNT NBR 10821:2017. Nesse caso, a amostra deve reproduzir fielmente o projeto, ou seja, considerar o conjunto das paredes e esquadrias externas.	
10.2 – Umidade nas VVIE decorrente da ocupação do imóvel	Relatório de ensaio estabelecido no Anexo D da ABNT NBR 15575/4:2013 para áreas molhadas.	
	Para comprovar a estanqueidade à água dos sistemas de vedações verticais internos em contato com áreas molháveis, não há ensaios que possam ser feitos na etapa de projeto. Desse modo, o projetista, além de atender as premissas de projeto, pode utilizar relatórios de inspeção visual realizados em edificações anteriores que tenham utilizado exatamente o mesmo sistema especificado.	
DESEMPENHO TÉRMICO		✓
11.2 – Adequação de VVE	Memorial de cálculo de acordo com a ABNT NBR 15220/2:2005	
11.3 – Aberturas para ventilação em SVVE	Memorial de cálculo de área mínima de ventilação para dormitórios, salas e cozinha, de acordo com ABNT NBR 15575/4:2013	
DESEMPENHO ACÚSTICO		✓
12.3 – Níveis de ruído permitidos na habitação para SVVIE	Relatórios de ensaio de laboratório de acordo com a metodologia da ISO 10140/2:2010 para os elementos que constituem o SVV e memorial de cálculo do isolamento sonoro global do SVV	

Quadro 43 – Documentos anexos necessários.

DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE		(conclusão)
14.1 – Ação de calor e choque térmico para SVVE	Relatório de ensaio de acordo com Anexo E da ABNT NBR 15575/4:2013	✓
14.2 – Vida útil de projeto dos SVVIE	Sugere-se que o projetista anexe documentos disponibilizados pelos fornecedores ou estudos técnicos que tenham embasado as decisões projetuais em relação à vida útil de projeto.	
14.3 – Manutenibilidade dos SVVIE	Sugere-se que o projetista apresente um documento com as especificações de uso, operação e manutenção que tenham relação com a etapa de projeto.	

Para comprovar que seu projeto atende a norma de desempenho, o projetista pode fazer uso de relatórios de ensaio de laboratório. Nesse caso é importante que o laboratório seja confiável e que a metodologia utilizada seja a normatizada. Além disso, a amostra ensaiada em laboratório deve representar o que será empregado na edificação, ou seja, os mesmos materiais, vinculações e elementos que serão usados na obra que devem ser descritos no documento.

Outra forma de comprovação para alguns requisitos é a experiência com outras edificações, dessa forma o desempenho comprovado *in loco* anteriormente pode ser extrapolado para o projeto. No entanto, é preciso comprovar as mesmas condições de exposição da edificação, além de especificar a forma de execução idêntica a anterior.

Ainda é possível utilizar laudos técnicos apresentados pelos fornecedores indicando o nível de desempenho que o produto possui e assim a responsabilidade sobre as informações fica sob o profissional que o emitiu.

Atualmente o projetista tem acesso às Fichas de Avaliação de Desempenho (FADS) e aos Documentos de Avaliação Técnica (DATecs) desenvolvidos pelo Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SiNAT¹⁷). Esses documentos técnicos trazem as informações de desempenho testadas pelos métodos de avaliação indicados na ABNT NBR 15575:2013, para sistemas construtivos convencionais e inovadores

¹⁷ O Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SiNAT) é tido como um dos sistemas estruturantes do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

respectivamente. E, dessa forma, também serve de comprovação de atendimento à norma de desempenho desde que satisfaça aos seus critérios.

7.6 O QUE DEVEM CONTER OS DOCUMENTOS ANEXOS

Para comprovar a aplicação da ABNT NBR 15575:2013 não basta apresentar os documentos referentes aos métodos de avaliação indicados, esses ainda precisam conter informações a respeito dos itens ensaiados, equipamentos e métodos.

De forma geral os relatórios de ensaio devem citar:

- a) número de identificação do relatório;
- b) nome e endereço do laboratório que realizou o ensaio;
- c) identificação do solicitante e fornecedor;
- d) data de recebimento da amostra e de realização do ensaio;
- e) caracterização completa do sistema ou elemento ensaiado conforme item 7.2;
- f) metodologia de ensaio citando a norma em que se baseia;
- g) equipamentos utilizados no ensaio incluindo suas características;
- h) resultados e conclusões do ensaio;
- i) registros fotográficos das amostras e das etapas de ensaio.

Em alguns relatórios, já é expresso o nível de desempenho do sistema ou elemento (mínimo, intermediário ou superior). Em outros casos, são apresentados valores e resultados de ensaio que necessitam da interpretação do projetista.

No entanto, vale lembrar que para esses documentos terem valor em relação à comprovação de desempenho em projeto, devem ser completamente compatíveis com o memorial descritivo e projeto gráfico, trazendo a especificação mais detalhada possível dos itens a que se referem, sejam eles sistemas ou elementos.

Os Quadros 42, 43, 44, 45, 46 e 47 se referem às informações que os relatórios de ensaio, relativos ao desempenho estrutural, segurança contra incêndio, estanqueidade à água, desempenho térmico, desempenho acústico e durabilidade e manutenibilidade, devem conter respectivamente.

Quadro 44 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho estrutural.

(continua)

DESEMPENHO ESTRUTURAL		✓
Relatório de ensaio conforme Anexo G da ABNT NBR 15575/4:2013	a) caracterização completa do sistema ensaiado, com informações sobre a técnica construtiva, fixação e vinculação típicas entre componentes	
	b) dimensões e desenho do corpo de prova, com detalhes característicos	
	c) aparelhagem utilizada no ensaio;	
	d) metodologia do ensaio, citando o Anexo G da ABNT NBR 15575/4:2013	
	e) carga uniformemente distribuída limite ou a carga equivalente ao estado limite último, em Pa	
	f) a carga uniformemente distribuída relativa ao estado limite de serviço, em Pa, seja em relação à ocorrência de falhas ou com relação aos deslocamentos previstos	
	g) mapeamentos das falhas observadas	
	h) idade do corpo-de-prova, particularmente quando forem empregados; aglomerantes	
	i) registros fotográficos	
Relatório de ensaio conforme Anexo B da ABNT NBR 15575/2:2013	a) identificação do solicitante	
	b) identificação do fornecedor	
	c) caracterização do sistema ensaiado	
	d) identificação da amostra e de todos os corpos de prova	
	e) desenho do ensaio de tipo e sua geometria	
	f) caracterização dos constituintes	
	g) data do recebimento da amostra	
	h) gráficos de carga x deslocamento	
	i) deslocamentos	
	j) resistências de serviço	
	k) nível de desempenho	
	l) data do ensaio	
	m) metodologia de ensaio, citando o Anexo B da ABNT NBR 15575/2:2013	
	n) registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios	
	o) registros fotográficos	

Quadro 44 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho estrutural.

(continuação)

DESEMPENHO ESTRUTURAL		✓
Relatório de ensaio conforme o Anexo A da ABNT NBR 15575/4:2013	a) caracterização do sistema de vedação vertical	
	b) desenho e descrição do sistema de fixação mão-francesa conforme ABNT NBR 11678:2016, bem como seus componentes de fixação	
	c) detalhes e descrição do sistema de fixação recomendado pelo fabricante ou fornecedor, se houver, incluindo todos os acessórios e componentes do sistema	
	d) restrições impostas pelo fabricante ou fornecedor sobre a fixação da peça suspensa em determinados locais	
	e) identificação do fornecedor	
	f) método de ensaio, citando o Anexo A da ABNT NBR 15575/4:2013	
	g) equipamentos utilizados no ensaio	
	h) valor da carga de ruptura em newtons e coeficiente de segurança	
	i) deslocamento horizontal d_h e deslocamento horizontal residual d_{hr} do elemento parede, referidos às cargas de serviço	
	j) deslocamento ou movimentação do sistema de fixação	
	k) registro de falhas, fissuras e das medidas dos deslocamentos ou movimentações	
Relatório de ensaio conforme ABNT NBR 11675:2016	a) caracterização do sistema de vedação vertical ensaiado	
	b) identificação do fabricante	
	c) método de ensaio, citando a ABNT NBR 11675:2016	
	d) equipamentos utilizados na realização do ensaio	
	e) no ensaio de corpo duro: registro descritivo de inspeção visual em relação a fissuras, escamações, destacamentos, valores (em mm) de profundidade das moissas e distâncias para as quais estes danos são perceptíveis a olho nu e registro descritivo em relação a rupturas, transpassamentos, estilhaçamentos ou deteriorações	
	f) no ensaio de corpo mole: registro descritivo de inspeção visual em relação a rupturas, fendilhamentos, destacamentos nas juntas, valores dos deslocamentos transversais instantâneos e residuais para cada um dos impactos aplicados.	
	g) registros fotográficos	

Quadro 44 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho estrutural.

(continuação)

DESEMPENHO ESTRUTURAL		✓
Relatório de ensaio conforme Anexo B da ABNT NBR 15575/4:2013	a) caracterização do sistema de vedação vertical ensaiado	
	b) identificação do fornecedor	
	c) método de ensaio, citando o Anexo B da ABNT NBR 15575/4:2013	
	d) equipamentos utilizados na realização do ensaio	
	e) valor do impacto	
	f) massa do corpo percussor de impacto	
	g) registro de todas as falhas, fissuras e das medidas dos deslocamentos ou movimentações	
	h) detalhes e descrição do sistema de fixação, tipo de apoio/vinculações recomendado pelo fabricante ou fornecedor, incluindo todos os acessórios e componentes do sistema	
	i) registros fotográficos	
Relatório de ensaio conforme Anexo G.4 e Anexo F.5 da ABNT NBR 15930/2:2018	a) caracterização do sistema de vedação vertical onde a porta foi instalada	
	b) todas as informações necessárias para a identificação da porta ensaiada e das ferragens eventualmente empregadas, além do tipo de fixação no SVV	
	c) croqui da porta detalhado	
	d) métodos de ensaio, citando os Anexos F e G da ABNT NBR 15930/2:2018. No caso do ensaio de impacto de corpo mole deve ser aplicado um impacto com energia de 240 J no centro geométrico da folha da porta. Nos sistemas de vedação vertical internos deve ser considerado apenas o sentido de fechamento da porta, já nos SVVE o impacto deve ser considerado tanto no sentido de fechamento como de abertura. Em relação ao ensaio de fechamento brusco, devem ser realizadas dez operações	
	e) equipamentos utilizados na realização do ensaio, códigos do laboratório e detalhes quanto à calibração vigente	
	f) condições de exposição e condicionamento durante o ensaio	
	g) registro descritivo de danos identificados na porta ensaiada, anterior e posteriormente à execução dos ensaios, como fissurações, destacamentos, delaminações e outros indícios de degradação de seus materiais ou partes constituintes, presença de furos de insetos, fungos etc. Reportar os valores finais individuais das medições obtidas (mm) dos encaamentos em ambas as faces (ensaio de impacto de corpo mole). Reportar o número de ciclos atingido (ensaio de fechamento brusco)	

Quadro 44 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho estrutural.

(conclusão)

DESEMPENHO ESTRUTURAL		✓
Relatório de ensaio conforme Anexo G.4 e Anexo F.5 da ABNT NBR 15930/2:2018	h) registro descritivo de falhas identificadas nos sistemas de vedações verticais, posteriormente à execução do ensaio de fechamento brusco, como rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros	
	i) registro descritivo de falhas identificadas nos sistemas de vedações verticais, posteriormente à execução do ensaio de impacto de corpo mole, como arranchamento do marco, ruptura ou perda de estabilidade da parede, danos localizados, tais como fissurações e estilhaçamentos	
	j) identificação do laboratório e nome do responsável pelo relatório de ensaio, data dos ensaios e dados para rastreabilidade dos ensaios	
	k) registros fotográficos do ensaio	
Relatório de ensaio conforme ABNT NBR 14718: 2019	a) caracterização do sistema ou elemento ensaiado, incluindo nome do fabricante	
	b) desenhos detalhados do corpo de prova ensaiado com elevação em escala, detalhes dos cortes horizontais e verticais (escala 1:1), detalhes característicos e discriminação de todos os materiais e componentes, em escala	
	c) manual de instalação, ou forma de execução conforme projeto	
	d) verificação de conformidade do corpo de prova com o projeto	
	e) métodos de ensaio, citando a ABNT NBR 14718:2019	
	f) equipamentos utilizados nos ensaios	
	g) cargas de ensaio utilizadas	
	h) resultados dos ensaios. No relatório de ensaio de esforço estático horizontal devem-se apresentar as deformações de fora para dentro e de dentro para fora. No relatório de ensaio de esforço estático vertical é necessário expor a deformação residual	
	i) registro de todas as observações visuais efetuadas durante e ao término do ensaio, como eventuais movimentações, deterioração ou ruptura dos guarda-corpos	
	j) registros fotográficos das etapas dos ensaios	

Quadro 45 – Descrição dos documentos anexos relativos à segurança contra incêndio

(continua)

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO		✓
Relatório de ensaio conforme ABNT NBR 9442: 2019	a) nome e endereço do laboratório que realizou o ensaio	
	b) data e número de identificação do relatório	
	c) nome e endereço do cliente	
	d) nome e endereço do fabricante ou fornecedor, se conhecido	
	e) identificação completa do material, incluindo condições previstas de aplicação e uso	
	f) descrição geral do componente ensaiado, incluindo densidade, massa por unidade de área e espessura, junto com a forma de construção do corpo de prova	
	g) descrição do procedimento de amostragem, quando relevante	
	h) metodologia de ensaio, citando ABNT NBR 9442:2019	
	i) equipamento utilizados no ensaio	
	j) data do ensaio	
	k) número de corpos de prova ensaiados e duração de cada ensaio	
	l) registro descritivo das ocorrências observadas durante o ensaio, como gotejamento em chama, fumaça, carbonização etc.; quando ocorrer gotejamento de chama e/ou desprendimento de partículas em chama, o tempo de duração também deve ser relatado	
	m) designação de flashing, quando aplicável, incluindo o tempo de ocorrência e quaisquer outras características de queima visual	
Relatório de ensaio conforme ABNT NBR 10636:1989	a) nome do laboratório de ensaio	
	b) nome do interessado	
	c) data do ensaio	
	d) nome do fabricante e marca comercial do produto	
	e) descrição da construção da amostra, acompanhados de desenhos e dimensões principais	
	f) caracterização do sistema ou elemento de vedação vertical, incluindo sistemas de fixação e tipos de apoio	
	g) metodologia de ensaio, citando a ABNT NBR 10636:1989	
	h) equipamento utilizados no ensaio e suas características gerais, incluindo as dimensões principais do forno	
	i) carga aplicada no ensaio e carga admissível para a amostra	
	j) face escolhida para exposição ao fogo, em relação à amostra, com justificação da escolha	

Quadro 46 – Descrição dos documentos anexos relativos à segurança contra incêndio

(conclusão)

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO		✓
Relatório de ensaio conforme ABNT NBR 10636:1989	k) indicação dos pontos de medida de temperatura na amostra	
	l) condições e tempo de condicionamento do corpo-de-prova	
	m) resultados do ensaio (categoria e grau de resistência ao fogo) e observações anotadas durante o ensaio e no período de resfriamento do forno; se durante o ensaio não se tiver atingido a inutilização da amostra em relação a qualquer dos requisitos exigidos no caso, este fato também deve ser registrado no relatório	
	n) registros fotográficos	

Quadro 47 – Descrição dos documentos anexos relativos à estanqueidade à água.

(continua)

ESTANQUEIDADE À ÁGUA		✓
Relatório de ensaio conforme Anexo C da ABNT NBR 15575/4:2013	a) caracterização do sistema de vedação vertical, incluindo todos os seus componentes	
	b) dimensões do corpo de prova	
	c) no caso de revestimento ou pintura, devem ser identificados: os materiais ou produtos empregados no revestimento ou pintura, e respectivos fabricantes; o modo de execução dos serviços de pintura ou de revestimento, explicitando número de demãos ou camadas de cada produto, ferramentas empregadas, tempo de secagem entre demãos ou camadas, tempo de secagem antes do início do ensaio	
	d) metodologia de ensaio, citando o Anexo C da ABNT NBR 15575/4:2013	
	e) características dos equipamentos utilizados para medida da pressão e da vazão	
	f) registro dos resultados do ensaio: tempo de ensaio quando do aparecimento da primeira mancha de umidade na face interna, oposta à incidência da água e pressão, ou quando da penetração de água para o interior da parede, no caso de sistemas de múltiplas camadas, com espaços internos; porcentagem da área da mancha de umidade ao final do ensaio em relação à área total da face interna oposta à incidência da água sob pressão	
	g) data do ensaio	

Quadro 48 – Descrição dos documentos anexos relativos à estanqueidade à água.

(continuação)

ESTANQUEIDADE À ÁGUA		✓
Relatório de ensaio conforme parte 3 da ABNT NBR 10821:2017	a) caracterização da esquadria ensaiada, incluindo detalhes construtivos em relação a sua fixação na vedação vertical	
	b) caracterização da vedação vertical onde a esquadria é instalada, incluindo forma de execução, com especial atenção às juntas entre os elementos ou componentes	
	c) identificação do corpo de prova ensaiado, constando: nome do fabricante; dimensões; outras informações pertinentes	
	d) desenhos detalhados do corpo de prova ensaiado, constando: elevação, em escala normalizada, detalhes dos cortes horizontais e verticais, escala 1:1, detalhes característicos e discriminação de todos os materiais e componentes constantes na esquadria, em escala normalizada	
	e) manual de instalações (na ausência deste, a instalação deve estar especificada no projeto)	
	f) conformidade com o projeto	
	g) metodologia de ensaio, citando a ABNT NBR 10821/3:2017	
	h) características dos equipamentos utilizados no ensaio	
	i) pressões e vazões de ensaio utilizadas	
	j) resultado dos ensaios, contendo registro de todos os vazamentos ocorridos na face interna do corpo de prova (PI e PE) com fotografias, assim como seu tempo de aparecimento durante o ensaio e localização, e se ocorreu escoamento	
	k) classificação e atendimento à especificação da esquadria, conforme a ABNT NBR 10821/2:2017	
l) para esquadrias de aço deve conter também informações sobre o tratamento da superfície: especificação do tipo de fosfato, especificação do tipo de primer e/ ou tinta de pintura final, espessura da camada		
Relatório de ensaio conforme Anexo D da ABNT NBR 15575/4:2013	a) caracterização do sistema de vedação vertical ensaiado, incluindo todos os acessórios, e componentes, além da forma de execução;	
	b) identificação do fornecedor;	
	c) método de ensaio, citando o Anexo D da ABNT NBR 15575/4:2013;	
	d) características dos equipamentos utilizados no ensaio;	

Quadro 47 – Descrição dos documentos anexos relativos à estanqueidade à água.

(conclusão)

ESTANQUEIDADE À ÁGUA		✓
Relatório de ensaio conforme Anexo D da ABNT NBR 15575/4:2013	e) registro do volume de água infiltrada para cada um dos períodos determinados	
	f) registros fotográficos.	
Relatório de inspeção visual em áreas molháveis	a) datas da inspeção visual que devem ser realizadas em diversos cenários climáticos	
	b) condições climáticas: temperatura, umidade, horário	
	c) caracterização do sistema de vedação vertical interno, incluindo forma de execução	
	d) registros fotográficos	
	e) responsável pela inspeção visual	

Quadro 49 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho térmico.

DESEMPENHO TÉRMICO		✓
Memorial de cálculo de acordo com a ABNT NBR 15220/2:2005	a) dados do solicitante	
	b) caracterização do sistema de vedação vertical, incluindo desenhos e geometria dos componentes	
	c) propriedades dos materiais utilizadas, citando a fonte dos dados utilizados nos cálculos	
	d) metodologia de cálculo, citando a parte 2 da ABNT NBR 15220:2005	
	e) resultados de transmitância e capacidade térmica	
	f) responsável pela execução do relatório	

Quadro 50 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho acústico.

(continua)

DESEMPENHO ACÚSTICO		✓
Relatório de ensaio de acordo com a ISO 10140/2:2010	a) identificação do laboratório	
	b) identificação (nome e endereço) da organização ou pessoa que pediu o teste	

Quadro 51 – Descrição dos documentos anexos relativos ao desempenho acústico.

(conclusão)

DESEMPENHO ACÚSTICO		✓
Relatório de ensaio de acordo com a ISO 10140/2:2010	c) caracterização do elemento ensaiada (parede, janela, porta)	
	d) descrição completa da amostra, incluindo dimensões, espessuras, mass por unidade de área, tempo de cura, condições dos componentes, desenhos, condições de montagem e fixação e declaração indicando quem foi o responsável por montar a amostra	
	e) datas dos ensaios	
	f) método de ensaio, citando a ISO 10140/2:2010	
	g) características dos equipamentos utilizados no ensaio	
	h) características das salas reverberantes (tamanho, forma, volume, tipo e espessura das paredes)	
	i) descrição das condições de ensaio na sala de medição (temperatura do ar, humidade relativa, pressão de estática)	
	j) registro descritivo das observações visuais realizadas durante o ensaio	
	k) resultados do ensaio com o Índice de redução sonora em função da frequência	

Quadro 52 – Descrição dos documentos anexos relativos a durabilidade e manutenibilidade

DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE		✓
Relatório de ensaio de acordo com Anexo E da ABNT NBR 15575/4:2013	a) caracterização do sistema de vedação vertical ensaiado	
	b) identificação do fornecedor do sistema	
	c) descrição do método de ensaio, citando o Anexo E da ABNT NBR 15575/4:2013	
	d) características dos equipamentos utilizados no ensaio	
	e) registro descritivo da ocorrência de degradações ao longo do ensaio, indicando o instante de ocorrência, o tipo e local	
	f) registros dos deslocamentos horizontais verificados (em mm), em cada ciclo, durante a ação do calor e após o resfriamento	

7.7 RECOMENDAÇÕES AOS PROJETISTAS

Entre os cuidados que o projetista deve ter ao comprovar o atendimento aos requisitos das ABNT NBR 15575:2013 estão:

- a) avaliar quais as características que interferem nos desempenhos dos sistemas e elementos, julgando se um determinado relatório de ensaio tem informações suficientes para ser aceito;
- b) os relatórios de ensaio devem ser realizados por laboratórios reconhecidamente confiáveis, devem apresentar numeração de registro e assinatura do responsável;
- c) os relatórios de ensaio devem ser anexados ao memorial descritivo que por sua vez deve acompanhar o projeto gráfico, formando um conjunto completo de documentos;
- d) para a segurança do projetista, todo e qualquer documento que tenha sido utilizado como embasamento para as decisões de projeto, que comprovem os riscos previsíveis e as condições de exposição, informações dos fornecedores, entre outros, devem ser arquivados para possíveis esclarecimentos futuros;
- e) recomendar ao construtor a elaboração de relatórios de execução, pois interfere diretamente no desempenho final da edificação;
- f) relatar formalmente na documentação do projeto, qualquer imprecisão em decorrência da falta de estudos técnicos, como sondagem de solo por exemplo.

Para finalizar, é importante lembrar que o projetista é figura inicial no processo de desenvolvimento de um empreendimento e que detém grande parte da responsabilidade sobre o seu desempenho final. Logo, diante das alterações no mercado da construção iniciadas com a publicação da ABNT NBR 15575:2013, é cada vez mais possível que os profissionais envolvidos em projeto tenham que responder pelo comportamento final das edificações habitacionais no Brasil.

7.8 COMENTÁRIOS FINAIS DO CAPÍTULO

Considerando a complexidade da ABNT NBR 15575:2013, em função das disciplinas e número de outras normas que abrange, observou-se durante esta pesquisa a necessidade de esclarecimento e informações diretas aos projetistas.

Dessa forma, a ferramenta apresentada no capítulo revelou-se como uma contribuição, ao passo que estrutura listas de verificações que o arquiteto ou engenheiro podem incluir no seu dia-a-dia. De forma ismiuçada, o *checklist* desenvolvido reúne os documentos e informações que o projetista precisa apresentar ao fim do processo de projeto arquitetônico de habitações, como forma de assegurar que esse foi elaborado de acordo com as exigências de desempenho em vigor.

Ainda, a estrutura de cores facilita ao profissional avaliar ele próprio e de forma dinâmica, se as comprovações alcançadas são suficientes e adequadas para cada tipo de documento, seja ele, memorial descritivo, projeto gráfico ou documentos anexos. Da mesma forma, as referências aos itens da norma, seguindo sua sequência, facilitam consultas à ABNT NBR 15575/4:2013.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação expôs o desenvolvimento de uma ferramenta de verificação de projeto arquitetônico habitacional, quanto às comprovações de atendimento aos requisitos da parte 4 da ABNT NBR 15575:2013. Para tal, as etapas de metodologia contribuíram com o embasamento das contribuições alcançadas.

O estudo de guias e manuais existentes referentes à ABNT NBR 15575:2013 tornou possível a identificação de todos os requisitos e métodos de avaliação exigidos por essa normativa para Sistemas de Vedação Vertical. Inclusive a análise crítica da autora possibilitou a inserção de itens negligenciados e esclarecimentos em relação à própria norma, que posteriormente contribuíram para um resultado mais completo.

Da mesma forma, a análise do caso do residencial multifamiliar, de nível superior de desempenho, permitiu observar as possíveis dificuldades que podem ocorrer no processo de comprovação de atendimento à ABNT NBR 15575:2013. Desse modo, puderam-se enfatizar essas questões para os usuários da ferramenta elaborada, evidenciando que a existência e uso desta pode evitar tais falhas.

Então o resultado dessa pesquisa consistiu em um *checklist*, cuja praticidade para aplicação se revela pela forma direta com que transmite seu conteúdo, reunindo documentos e informações que o projetista deve incluir em seu projeto arquitetônico habitacional. Nesse sentido, encontrar esses dados completos e reunidos em um único lugar pode facilitar o dia a dia dos profissionais. Também, a forma com que foi estruturado contribui para a facilidade de utilização, indicando um roteiro de verificações que segue a sequência adotada pela ABNT NBR 15575/4:2013, o que facilita sua consulta.

Diante das exigências relacionadas à projeção que a ABNT NBR 15575:2013 passou a ditar após sua publicação, notou-se a necessidade de mudanças na forma como os documentos de projeto são elaborados. Foi observado, dessa forma, que o modo tradicional de documentar uma edificação não contém informações suficientes para comprovar o desempenho mínimo obrigatório atualmente. Assim, as contribuições desta dissertação atingem exatamente essa questão, sistematizando os itens a serem incluídos no memorial descritivo e projeto gráfico, além dos documentos que devem ser anexados e as informações que devem conter.

A partir da metodologia qualitativa adotada para esta pesquisa sugere-se para trabalhos futuros:

- a) a sequência do desenvolvimento do *checklist*, incluindo as demais partes da ABNT NBR 15575:2013: requisitos gerais, sistemas estruturais, sistemas de pisos, sistemas de coberturas e sistemas hidrossanitários;
- b) comparação dessa ferramenta com a documentação de diferentes empreendimentos que reconhecidamente atendem às exigências da ABNT NBR 15575:2013, com objetivo de sua validação;
- c) incluir a caracterização de outros sistemas construtivos, inclusive os alternativos.

Ainda se ressalta a possibilidade de aprofundamento dos resultados obtidos, incluindo os métodos de avaliação que realizam análise sistemática global da edificação, ou seja, consideram as interferências entre os sistemas que a compõem. Também se recomenda revisão periódica desse conteúdo, ao passo que as normas técnicas estão em constante atualização.

Por fim, acredita-se que os resultados desta dissertação se revelam como uma contribuição aos projetistas, diante dos esclarecimentos e informações que apresentam. Além do subsídio para as verificações que protegem os profissionais quanto à conformidade de seus projetos em relação à ABNT NBR 15575/4:2013, também beneficia o mercado da construção civil ao colaborar com avanços na direção de edificações habitacionais com comportamentos mais próximos aos desejados pelos usuários.

REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- ANGROSINO, M. **Etnografia e observação participante**. Tradução José Fonseca; Consultoria e revisão Bernardo Lewgoy. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações: Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações: Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, ABNT, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Rio de Janeiro, ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821**: Esquadrias para edificações. Rio de Janeiro, ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15930**: Portas de madeira para edificações: Parte 2: Requisitos. Rio de Janeiro, ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Caderno técnico ASBEA- RS: Norma de desempenho**. 1. ed. Porto Alegre: ASBEA-RS, 2014. Disponível em: http://asbea-rs.org.br/wp-content/uploads/2018/06/Caderno-Técnico_AsBEA-RS_Coord.-Arq.-Geraldo-Collares-de-Faria.pdf. Acesso em: 2 dez. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15.575**. 1 ed. São Paulo: ASBEA, 2015. Disponível em: http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf. Acesso em: 2 dez. 2018.
- BARROS, M. M. B. De. O processo de produção das alvenarias racionalizadas. *In*: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIO: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: EPUSP, 1989. p. 21-39. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/acervos/advanced-search?advancedSearch=O+processo+de+produção+das+alvenarias+racionalizada>

s&Buscar=Buscar&opcoes=TITULO_BIBLIOGRAFIA&tipoDocumento=0. Acesso em: 8 fev. 2019.

BARROS, M. M. S. B.; GONZALES, M. A.; NASCIMENTO, P. A. Análise da aplicação da norma de desempenho às vedações verticais internas de drywall. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2014*, Porto Alegre, 15., 2014, Maceió. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2014. p. 1763-1771. Disponível em: <http://docplayer.com.br/19768617-Analise-da-aplicacao-da-norma-de-desempenho-as-vedacoes-verticais-internas-de-drywall.html>. Acesso em: 5 jan. 2019.

BILDA, Z.; DEMIRKAN, H. An insight on designers' sketching activities in traditional versus digital media. **Design Studies**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 27–50, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142694X02000327>. Acesso em: 20 jan. 2020.

BORGES, C. A. de M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRASIL. Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990. Código de defesa do consumidor. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário oficial da união**, Poder executivo, Brasília, DF, 11 de setembro de, 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm. Acesso em: 23 ago. 2020.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de Janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário oficial da união**, Poder executivo, Brasília, DF, 10 de Janeiro de, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm. Acesso em: 23 ago 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2. ed. Brasília, DF: CBIC, 2013. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_da_Norma_de_Desempenho_2013.pdf. Acesso em: 7 ago. 2018.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem**. 1. ed. Brasília: CBIC, 2015.

CARNEIRO, P. C. S.; OLIVEIRA, R. D. Desempenho termo acústico de sistemas construtivos: estudo de ferramentas aplicáveis a verificação da conformidade de habitação multifamiliar segundo requisitos da NBR 15575/2013. **Revista Materia**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, 2020.

CARVALHO, A. R. De et al. NBR 15575, adequação ambiental e avaliação de desempenho. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 55–70, 2020.

CBIC. Futuro do Minha Casa Minha Vida será discutido com governo no Senado.

Agência CBIC, Brasília, maio 2019. Disponível em: <https://cbic.org.br/futuro-dominha-casa-minha-vida-sera-discutido-com-governo-no-senado/>. Acesso em: 15 jan. 2020.

CHEUNG, S. O. et al. Behavioral aspects in construction partnering. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 333–343, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786302000522>. Acesso em: 7 jan. 2019.

CHVATAL, K. M. S. Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 119–134, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000400009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 14 ago. 2018.

CIB. The performance concept and its terminology. **Batiment International, Building Research and Practice**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 18–23, 1975. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613217508550352>. Acesso em: 3 fev. 2019.

CIB. **Working with the Performance Approach in Building**, CIB, 1982. Disponível em: https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC23969.pdf. Acesso em: 24 jan. 2019.

COTTA, A. C. **Contribuição ao estudo dos impactos da NBR 15575:2013 no processo de gestão de projetos em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 2017. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-AQ4HBB/dissertacao_ana_cl_udia_cotta.pdf?sequence=1. Acesso em: 3 out. 2018.

COTTA, A. C.; ANDERY, P. R. P. As alterações no processo de projeto das empresas construtoras e incorporadoras devido à NBR 15575 – Norma de Desempenho. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 133–152, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000100133&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 14 ago. 2018.

DA SILVA, A. T. **Comparativo entre os processos de implantação do Código Técnico das edificações na Espanha e NBR 15.575/2008– Desempenho – No Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2011. Disponível em: <http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/tede/AdrianaTeresinhadaSilva.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2019.

FOLIENSTE, G. et al. **Performance based building r&d roadmap**. [s.l.] : PeBBu, 2005. Disponível em: http://www.pebbu.nl/resources/allreports/downloads/03_RTD.pdf. Acesso em: 7 jan. 2019.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a**

evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada. 1992. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

INOKUMA, A. Basic study of performance-based design in civil engineering. **Journal Professional Issues in Engineering Education and Practice**, [s. l.], v. 128, n. 1, p. 30–35, 2002. Disponível em:

<http://ascelibrary.aip.org/getabs/servlet/GetabsServlet?prog=normal&id=JPEPE3000128000001000030000001&idtype=cvips&gifs=Yes>. Acesso em: 6 jan. 2019.

KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. D. S. O processo de implantação de normas de desempenho na construção: um comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15575 / 2013). **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 89–101, 2014. Disponível em:

<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/89989>. Acesso em: 7 ago. 2018.

KOWALTOVSKI, D. C. C. K. et al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente construído**, [s. l.], v. 6, n. 2, 2006. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/242094564>. Acesso em: 20 jan. 2020.

LORENZI, L. S. **Análise crítica e proposições de avanço nas metodologias de ensaios experimentais de desempenho à luz da ABNT NBR 15575 (2013) para edificações habitacionais de interesse social térreas.** 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/96630>. Acesso em: 8 nov. 2018.

LORENZI, L. S.; SILVA FILHO, L. C. P. Análise de desempenho de paredes de concreto armado frente a ABNT NBR 15575. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 57., 2015, Bonito. **Anais [...]** Bonito, MS: IBRACON, 2015. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/290435101_Analise_de_desempenho_de_paredes_de_concreto_armado_frente_a_ABNT_NBR_15575. Acesso em: 7 ago. 2018.

LORENZI, L.; SILVA FILHO, L. C. Impacto da aplicação da ABNT 15575 para os projetos de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais [...]** Maceió: ANTAC, 2014. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_759.pdf. Acesso em: 7 ago. 2018.

MANNESCHI, K. **Escopo de projeto para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-03042012-083157/pt-br.php>. Acesso em: 5 fev. 2019.

MEACHAM, B. et al. Performance-based building regulation: current situation and future needs. **Building Research and Information**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 91–106,

2005. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0961321042000322780>. Acesso em: 9 jan. 2019.

MEDEIROS, R. de C. F. De; BARROS, M. M. S. B. De. **Vedações verticais em gesso acartonado – recomendações para os ambientes úmidos**: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 2005. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00390.pdf. Acesso em: 7 jan. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco energético nacional**, EPE, 2020.

MIRANDA, S. dos S. **A influência da NBR 15575 na prática da arquitetura na cidade de Pelotas, RS**. 2014. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2014. Disponível em: http://prograu.ufpel.edu.br/uploads/biblioteca/dissertacao_singoa_la_revisao_10102014.pdf. Acesso em: 3 out. 2018.

MITIDIÉRI FILHO, C. V. Qualidade e Desempenho na Construção Civil. *In*: ISAIA, G. C. **Materiais de Construção Civil e Princípios e Ciências e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007, cap. 2.

MITIDIÉRI, M. L. et al. **Diretrizes técnicas para apresentação de projetos e construção de estabelecimentos de ensino público: Instrução para Elaboração de Memorial Descritivo**. [s.l.] : FNDE, 2012. v. 2

MOURÃO, A. et al. **Análise dos critérios de atendimento à Norma de Desempenho ABNT NBR 15575**. [s.l.]: CBIC, 2016.

OKAMOTO, P. S.; MELHADO, S. B. A norma brasileira de desempenho e o processo de projeto de empreendimentos residenciais. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2014. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_244.pdf. Acesso em: 5 jan. 2019.

OLIVEIRA, L. A.; MITIDIÉRI FILHO, C. V. O projeto de edifícios habitacionais considerando a norma brasileira de desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s. l.], v. 7, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51022>. Acesso em: 5 jan. 2019.

OLIVEIRA, V. M.; HIPPERT, M. A. S. Desempenho de empreendimentos habitacionais: uma análise comparativa dos critérios contidos na NBR 15575 e no referencial Aqua. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2014. Disponível em: <http://doi.org/10.17012/entac2014.466>. Acesso em: 5 jan. 2019.

PEÑA, M. D.; FRANCO, L. S. Método Para Elaboração De Projetos Para Produção De Vedações Verticais Em Alvenaria. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s. l.], v. 1, n. 1, 2006. Disponível em:

<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/jornal2/index.php/gestaodeprojetos/article/view/17>. Acesso em: 5 fev. 2019.

PICCHI, F. A.; AGOPYAN, V. **Sistemas de qualidade na construção de edifícios**: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 1993. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00104.pdf. Acesso em: 7 jan. 2019.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, [s. l.], v. 1, p. 1–14, 2013. Disponível em: <http://creapr16.crea-pr.org.br/revista/sistema/index.php/revista/article/viewFile/14/10>. Acesso em: 13 fev. 2019.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85375>. Acesso em: 5 fev. 2019.

ROQUE, J. A. **O desempenho quanto à durabilidade de alvenarias de blocos cerâmicos de vedação com função auto-portante: o caso da Habitação de Interesse Social**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258262>. Acesso em: 7 jan. 2019.

RUBIM, D. F. et al. A contribuição do BIM para atendimento à norma de desempenho – NBR 15575. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., Londrina, 2019. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5683966/mod_resource/content/3/Tese%20Sabbatini%201989-v2.pdf. Acesso em 7 jan 2019.

SANTANA, W. B. et al. Rating of acoustic performance levels of NBR 15575 (2013) based on user perception: A case study in the Brazilian Amazon. **Building Acoustics**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 239–254, 2017. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1351010X17738107>. Acesso em: 14 ago. 2018.

SANTOS, F. M. Á. **Dos Impactos da aplicação da ABNT 15575/2013 nas empresas de edificações**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <http://www.ufjf.br/biblioteca/servicos/usando-a-ficha-catalografica/>. Acesso em: 3 out. 2018.

SANTOS, M. D. F. Dos; SILVA, M. A. C.; CARVALHO, M. **Desempenho de sistemas de vedações verticais com blocos cerâmicos Pauluzzi**. [s.l.]: Pauluzzi Produtos Cerâmicos Ltda, 2017. Disponível em: https://rdstation-static.s3.amazonaws.com/cms/files/54199/1523647268manual_pauluzzi_nbr_15575_download_pdf_03.pdf. Acesso em: 7 ago. 2018.

SARAPKA, E. M. et al. **Desenho Arquitetônico Básico**. São Paulo: PINI, 2010.

SEGNINI JR, F. O projeto arquitetônico e qualidade da edificação. **Pós**, São Paulo, v. 15, n. 24, p. 162–173, 2008. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43592>. Acesso em: 13 fev. 2019.

SEXTON, M.; BARRETT, P. Performance-based building and innovation: balancing client and industry needs. **Building Research and Information**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 142–148, 2005. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0961321042000323789>. Acesso em: 9 jan. 2019.

SILVA, A. T. et al. Novas exigências decorrentes de programas de certificação ambiental de prédios e de normas de desempenho na construção. **Arquiteturarevista**, São Leopoldo, v. 10, n. 2, p. 105–114, 2014. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/arq.2014.102.06/4487>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SILVA, E. **Uma introdução ao projeto arquitetônico**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998.

SILVA, M. M. de A. **Diretrizes para o Projeto de Alvenarias de Vedação**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/pt-br.php>. Acesso em: 4 fev. 2019.

SORGATO, M. J. **A influência do comportamento do usuário no desempenho térmico e energético de edificações residenciais**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/169395>. Acesso em: 14 ago. 2018.

SOUZA, R. De. **O conceito de desempenho aplicado às edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2015. Disponível em: <http://cte.com.br/static/upload/Livro-ConceitoDesempenhoEdificacoes.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2019.

SZIGETI, F.; DAVIS, G. **Performance based building: conceptual framework**. [s.l.] : PeBBu, 2005. Disponível em: <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB22199.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2019.

TAMASHIRO, H. A. **Desenho técnico arquitetônico** : constatação do atual ensino nas escolas brasileiras de arquitetura e urbanismo. 2003. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

