

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

DANIELLA SILVA MARQUES

ISACK ALVES DE MELO

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE GUARDA-CORPO
HABITACIONAL**

ANÁPOLIS / GO: 2019

DANIELLA SILVA MARQUES

ISACK ALVES DE MELO

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE GUARDA-CORPO
HABITACIONAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: KÍRIA NERY ALVES DO E. S. GOMES

ANÁPOLIS / GO: 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

MARQUES, DANIELLA SILVA/ MELO, ISACK MELO

Avaliação de desempenho de Guarda-corpo habitacional, 2019/ Daniella Marques Silva e Isack Alves de Melo

68P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. NBR 15575 | 2. NBR 14718 |
| 3. Desempenho habitacional | 4. Guarda-corpo |
| I. ENC/UNI | II. Bacharel (10 ^o) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MARQUES, Daniella Silva; MELO, Isack Alves. Avaliação de desempenho de guarda-corpo habitacional. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO. 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Daniella Silva Marques

Isack Alves de Melo

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Avaliação de desempenho de guarda-corpo habitacional

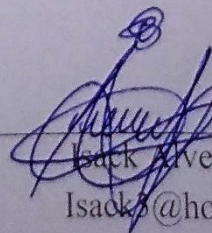
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2019

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Daniella Silva Marques
daniellasmec@gmail.com



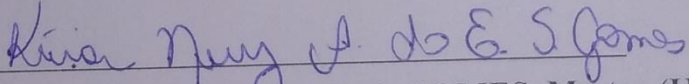
Isack Alves de Melo
Isack3@hotmail.com

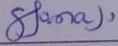
DANIELLA SILVA MARQUES
ISACK ALVES DE MELO

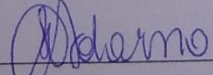
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE GUARDA-CORPO
HABITACIONAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:


KÍRIA NERY ALVES DO E. S. GOMES, Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)


JULLIANA SIMAS VASCONCELOS, MESTRA (UEG)
(EXAMINADOR EXTERNO)


ANA LÚCIA CARRIJO ADORNO, DOUTORA (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 31 de MAIO de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela capacidade, sabedoria e saúde desde o início da graduação, guiando minha mente e coração diante as dificuldades, o que me permitiu chegar até este momento.

Em segundo lugar agradeço aos meus pais Pedro e Sandra Eliza, que com toda paciência e amor souberam me educar e guiar meus passos durante toda minha vida. Esse mérito também é todo de vocês. A minha irmã Letícia, que mesmo mais nova tem uma sabedoria muito grande e sempre foi tão companheira em vários momentos durante esses anos. Ao Meu marido Allan Marcks por sempre estar ao meu lado, me apoiar e sempre torcer por mim.

Agradeço aos meus amigos em que todas as noites de aula, palestras e laboratórios que vivenciamos haviam doses de humor mesclados com responsabilidade, companheirismo e interesse pelo aprendizado, o que faziam os momentos sempre mais leves.

E também a todos os professores da universidade por todo o conhecimento compartilhado. E principalmente a professora Kiria Nery Alves do Espirito Santos Gomes, pelas opiniões relativas a este trabalho e pela excelente orientação.

Daniella Silva

AGRADECIMENTOS

A professora Kiria Nery Alves do Espirito Santos Gomes que, que muito antes de ser minha professora me auxiliou na minha caminhada profissional e que com paciência se dedicou parte do tempo e nossa orientação, nos apoiando e orientado o nosso trabalho.

A arquiteta Liliane Nunes Borges que me auxiliou na interpretação da norma de desempenho me auxiliando nesta escolha no tema e atribuindo responsabilidade para que eu pudesse aprender mais sobre o tema.

A Construtora Emisa que cedeu as informações pertinentes a execução deste trabalho e auxiliou nos processos da avaliação do guarda-corpo.

Aos funcionários da Construtora Emisa na qual desenvolvia a atividade coordenação dos requisitos da norma de desempenho, pela confiança e apoio.

A meus pais e a minha esposa Thalita, que me auxiliam e contribuíram para minha jornada acadêmica.

Finalmente, a Deus, por iluminar meus passos na busca pelo aperfeiçoamento profissional e pessoal e me ajudar desde o início dos meus estudos até minha formação no curso de engenharia civil.

Isack Alves de Melo

RESUMO

Nos últimos anos, observa-se que diante dos desafios evolutivos, o mercado da construção civil está em constante aprimoramento, devido ao surgimento de novas tecnologias e também graças a recentes atualizações de normas técnicas, que alteram desde as técnicas de construir até ensaios de desempenho em elementos da construção, assegurando deste modo a garantia de habitações com maior e melhor qualidade e cada vez mais seguras. Uma das recentes normas que traz benefícios às edificações, é a NBR 15575 (ABNT, 2013) que traz critérios de desempenhos indispensáveis para habitações mais confortáveis e seguras. Neste sentido, este trabalho aprofunda-se na referida norma, discorrendo sobre seu histórico, contexto e aplicação no Brasil e também como o conceito de desempenho é tratado em alguns lugares fora do país. Tem-se como foco de estudo o elemento do guarda-corpo, no qual deve atender as condições NBR 14718 (ABNT, 2008). Os conhecimentos adquiridos com a NBR 15575 (ABNT, 2013) e a NBR 14718 (ABNT,2008) serão utilizados para acompanhar e avaliar os resultados dos ensaios de esforços estáticos horizontais, verticais e de impacto realizados em um condomínio na cidade de Anápolis-GO. Após acompanhamento dos ensaios, os resultados foram satisfatórios quando comparados com os limites impostos pelas normas vigentes. Conclui-se assim que o guarda-corpo por ser um elemento de segurança na edificação há de se cumprir as normas a fim de que o elemento atenda os requisitos de desempenho, garanta segurança ao usuário, sendo que esse é um dever da construtora, e qualquer acidente ela será a responsabilizada.

PALAVRAS-CHAVE:

Desempenho. NBR 15575. Guarda-corpo. Desempenho. Qualidade. NBR 14718.

ABSTRACT

In the last years, it has been observed that in the face of evolutionary challenges, the construction market is constantly improving due to the emergence of new technologies and also thanks to recent technical standards upgrades, ranging from construction techniques to performance tests in elements of the construction, thus ensuring the guarantee of housing with higher and better quality and increasingly safe. One of the recent standards that benefits buildings is NBR 15575 (ABNT, 2013), which provides indispensable performance criteria for more comfortable and safe housing. In this sense, this work delves deeper into the aforementioned norm, discussing its history, context and application in Brazil and also how the concept of performance is treated in some places outside the country. It has as study focus the element of the body guard, in which it must meet the conditions NBR 14718 (ABNT, 2008). The knowledge acquired with NBR 15575 (ABNT, 2013) and NBR 14718 (ABNT, 2008) will be used to monitor and evaluate the results of static horizontal, vertical and impact stress tests performed in a condominium in the city of Anápolis-GO . After follow-up of the tests, the results were satisfactory when compared to the limits imposed by the current norms. Thus, it is concluded that the body guarding is a safety element in the building must meet the standards in order for the element to meet the performance requirements, ensure safety to the user, and this is a duty of the contractor, and any accident she will be held accountable.

KEYWORDS:

Performance Standard. NBR 15575. bodyguard. Performance. Quality. NBR 14718

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Exemplo ilustrativo do dispositivo de ensaio de corpo mole.....	35
Figura 02 – Altura em que a zona de recepção (ZR) tenha a Zona de Estacionamento precário (ZEP).....	37
Figura 03 – Condição de aplicação de esforços no peitoril.....	41
Figura 04 – Aplicação de esforços em protótipos constituídos de dois módulos.....	42
Figura 05 – Aplicação de esforços em protótipos construídos de dois módulos.....	44
Figura 06 – Aplicação de esforços em protótipos construídos de um módulo.....	44
Figura 07– Esquema de aplicação do impacto sobre elementos de fechamento de guarda-copos.....	46
Figura 08 –Passagem do gabarito prismático de (25x11x11) cm em folgas entre os perfis....	46
Figura 09 – Macrolocalização do empreendimento.....	48
Figura 10– Fachada frontal do empreendimento.....	49
Figura 11 – Planta baixa do pavimento tipo da torre A e B.....	50
Figura 12 – Guarda-corpo modelo dos apartamentos de três quartos com um suíte.....	50
Figura 13 – Modelo do guarda-corpo utilizado no apartamento de três quartos com um suíte.....	51
Figura 14 - Altura da Zona de Estacionamento Normal (ZEN).....	51
Figura 15 - Conjunto de “bucha” para alvenaria de bloco cerâmico, parafuso e arruela.....	52
Figura 16 - Conjunto de “bucha” para concreto armado, parafuso e arruela.....	53
Figura 17 - Furadeira de impacto.....	53
Figura 18 - Fixação do guarda-corpo.....	54
Figura 19 - Fixação dos parafusos no guarda-corpo.....	54
Figura 20 - Carga de uso no ensaio do esforço estático horizontal.....	56
Figura 21 - Deformação horizontal visual do protótipo.....	56
Figura 22- Aplicação da carga vertical no protótipo.....	57
Figura 23 - Deformação vertical visual do protótipo.....	58
Figura 24 - Montagem do elemento de sustentação do corpo mole.....	59
Figura 25 - Corpo mole suspenso a uma altura de 1,5 metros.....	59
Figura 26 - Impacto do corpo mole no protótipo.....	60
Figura 27 - Afrouxamento dos pontos de fixação do protótipo.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de vida útil do projeto	27
Tabela 2 - Valores das deformações horizontais.....	57
Tabela 3 - Valores das deformações verticais.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNH	Banco Nacional de Habitação
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CDC	Código de Defesa do Consumidor
Confea	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CTE	Código Técnico de Edificações
Finep	Financiadora de Estudos e Projeto
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológica
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira
OMC	Organização Mundial do Comércio
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PeBBu	<i>Performance Based Bulding</i>
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINATI	Sistema Nacional de Avaliações Técnicas
SiAC	Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas e Obras da Construção Civil
SVVIE	Sistema de Vedação Vertical Interna e Externa
VUP	Vida Útil do Projeto

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1. JUSTIFICATIVA e importância do tema	15
1.2. OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3. METODOLOGIA	16
1.4 estrutura do trabalho.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. Conceito de DESEMPENHO e qualidade	18
2.2. Histórico normativo	18
2.3. CONTEXTO NO BRASIL	21
2.4. PanorAma do desempenho da edificação EUROPeia.....	23
2.5. PanorAma do desempenho conforme iso 15928.....	24
2.6. Norma de desempenho nbr 15575 (ABNT,2013).....	25
2.6.1 Responsabilidades e obrigações dos intervenientes segundo a NRB 15757-1 (ABNT,2013a)	26
2.6.2 Avaliação de desempenho segundo a NBR 15575-1 (ABNT,2013a)	28
2.6.3 Requisitos Gerais segundo a NBR 15575 (ABNT,2013a).....	29
2.6.4 Requisitos para sistemas estruturais segundo a NBR 15575-2 (ABNT,2013b) ..	31
2.6.5 Requisitos para sistema de pisos segundo a NBR 15575-3 (ABNT,2013c).....	32
2.6.6 Requisitos para Sistema de Cobertura segundo a NBR 15575-5 (ABNT,2013e)	33
2.6.7 Requisitos para sistemas hidrossanitário segundo a NBR 15575-6 (ABNT, 2013f)	34
2.6.8 Requisitos para sistema de vedação vertical interno e externo segundo a NBR 15575-4 (ABNT,2013d).....	34
2.7. GUARDA-CORPO	36
2.7.1. Procedimento de fixação do guarda-corpo	38
3 METODOLOGIA	40
3.1. Esforço estático horizontal segundo a nbr 14718 (abnt,2008).....	40
3.2. Esforço estático vertical	43
3.3. Determinação da resistência a impactos	45

3.4. Aceitação.....	47
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	48
4.1. Processo executivo da montagem do guarda-corpo	49
4.2. resultados	55
4.2.1 Esforço estático horizontal	55
4.2.2 Esforços estático vertical.....	57
4.2.3 Resistência a impactos.....	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	63
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro da construção civil passou nos últimos anos por dois momentos ambíguos: o primeiro com a economia do país em alta, com uma prospecção econômica favorável, contudo houve também uma desaceleração da economia embalada pela forte retração econômica vivida pelo País. Diante deste cenário, torna-se importante buscar meios para conquistar e atrair os clientes apresentando um diferencial e meios atrativos (UMPIERES, 2016).

Segundo Castro (1999), a sobrevivência no mercado da construção civil, que se torna competitivo a cada dia, se dá por três conceitos primordiais: a qualidade, produtividade e inovação tecnológica. Ter um sistema de gestão de qualidade em uma empresa, expressa uma preocupação com o resultado do serviço final entregue para o cliente. Tendo como princípio uma boa produtividade dos processos, sempre buscar novas tecnologias e otimizar os sistemas produtivos são os desafios que a indústria da construção civil deve superar.

Atualmente com a publicação da NBR 15575 (ABNT, 2013) intitulada – *Edificações Habitacionais: Desempenho* - no ano de 2013 e a inserção da norma no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) a qualidade dos serviços se torna um fator indispensável na construção civil. Uma vez que o Código de Defesa do Consumidor, em seu artigo 39, considera como prática abusiva os produtos e serviços que não estejam atendendo os critérios das normas técnicas vigentes.

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) é subdividida em seis partes:

- Parte 1 - requisitos gerais,
- Parte 2 - sistema estrutural,
- Parte 3 - sistema de piso,
- Parte 4 - sistema de vedações verticais internas e externas,
- Parte 5 - sistema de cobertura e
- Parte 6 - sistema hidrossanitário.

Estas partes tratam dos requisitos que a edificação deve atender para se obter um grau de desempenho mínimo.

Conforme Lorenzi (2013), a NBR 15575 (ABNT,2013a) regula o desempenho da construção civil para habitações, conduzindo a uma excelência dos requisitos de qualidade exigidos pelo usuário ao longo da vida útil da edificação, uma vez que a norma remete a visão

de ter um zelo quanto ao comportamento de uso destinado a condição e a exposição do usuário no cotidiano.

A tendência do mercado brasileiro da construção civil com a Norma de Desempenho é equalizar a qualidade nacional. Pois se torna uma rotina imposta que se deve acima de tudo buscar um padrão de qualidade e também preocupar com a sustentabilidade, habitabilidade, manutenibilidade e segurança do usuário.

A segurança do usuário deve ser considerada primordial na concepção de um projeto pois envolve vidas, por isso o projetista deve se preocupar em atender rigorosamente as normas técnicas.

Ainda referente a NBR 15575 (ABNT, 2013a), tem-se a Parte 4 que trata especificamente da vedação da edificação habitacional. Com intuito de prezar a segurança do usuário, em um dos seus requisitos, há uma exigência quanto a eficácia do serviço de execução de um guarda-corpo.

O guarda-corpo em uma edificação é um elemento que se deve atentar com apreço a segurança, pois se não for bem executado resultará em acidentes possivelmente fatais. O intuito deste requisito da norma é buscar que o guarda-corpo resista a ações das cargas de ocupação usuais que atuam nos guarda-corpo da edificação habitacional (ABNT, 2013).

Desta forma, a NBR 15575 (ABNT, 2013) induz o projetista e o construtor a ter uma visão de que o guarda-corpo precisa resistir a ações do cotidiano do usuário, uma vez que ao se apoiar no guarda-corpo o usuário tenha a certeza de que esteja apoiando em algo seguro.

De contrapartida, a NBR 15575 (ABNT, 2013), além de sugerir que os projetistas e os construtores a cumprirem os requisitos de qualidade, a mesma norma impõe que sejam feitas, por parte dos usuários as frequentes manutenções preventivas visando a permanência do desempenho da edificação e a vida útil prevista em projeto. Sendo assim, o usuário tem o dever de realizar manutenções preventivas na habitação, pois por meio destas o seu desempenho poderá atingir um nível satisfatório (CBIC, 2013).

Para o desempenho da construção e a segurança do usuário, no sistema de guarda-corpos, o tipo de manutenção será definido pelo material de que é composto, como ferro, alumínio ou outro material, e o tipo da fixação na qual foi utilizada para instalar.

Visando evidenciar a importância da Norma de Desempenho na execução do guarda-corpo da edificação, a segurança do usuário e a aplicabilidade de respectiva norma, este trabalho propõe uma análise no procedimento de avaliação do desempenho do guarda-corpo da edificação habitacional. A avaliação consiste em ensaiar o guarda-corpo a esforços estáticos horizontais e verticais e a resistência a impactos.

1.1. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TEMA

Amaral Neto *et al.* (2014) ressalta que desde a data de vigência da NBR 15575 (ABNT, 2013a) foram estabelecidos novos padrões de eficiência para as edificações, fazendo com que esta instrução normativa se torne uma das mais importantes do setor econômico do país. Portanto, a norma evidencia os resultados finais das construções habitacionais, pensando no melhor aproveitamento e nas necessidades do usuário.

De acordo com Okamoto (2015), os requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2013a) geram diferenciais mais competitivos para as empresas do ramo de engenharia civil, o que ocasiona uma melhora no produto do mercado da construção civil brasileira, resultando em habitações com melhor qualidade, independentemente a qual classe social esteja direcionada.

Contudo, se tratando de uma norma com uma importância significativa para as habitações, que atenta pelo conforto, bem-estar e segurança do usuário, é o que justifica a importância de basear na Norma de Desempenho para a avaliação de execução e desempenho dos guarda-corpos, sendo necessária a atenção desde seu projeto até o produto final.

A perfeita execução do guarda-corpo, seguindo os requisitos normativos vigentes, resulta em um elemento da edificação que não somente transmite elegância, mas garante completa segurança e conforto ao usuário. Como é executado em uma parte de convivência dos usuários e que usualmente é instalado em níveis elevados em relação ao plano, necessário que seja extremamente rigoroso quanto a sua segurança, devendo-se executar cálculos e ensaios para garantir a não existência de rupturas que podem ocasionar graves acidentes.

Mesmo diante desse grau de importância da norma, como relata Souza (2015), algumas empresas ainda não se adaptaram e não utilizam a norma como referência ao projetar e construir, o que é motivo de preocupação, pois a norma auxilia na garantia de um imóvel confortável, seguro e duradouro.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa, é contribuir para a qualidade e o desempenho das edificações, evidenciando a importância da NBR 15575 (ABNT, 2013a) voltada para a

segurança e bem-estar dos usuários e determinar oportunidades de melhorias de uma construtora nas áreas de processos relacionados ao sistema construtivo do guarda-corpo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aprofundar nos conhecimentos sobre a NBR 15575 (ABNT, 2013), abrangendo o histórico, sua aplicação no Brasil e as vantagens que vem trazer para as empresas do ramo da engenharia civil.
- Analisar o processo de verificação do desempenho a esforços estáticos e os impactos de forma acidental em guarda-corpos baseado na NBR 15575 (ABNT,2013d) e NBR 14718 – *Guarda-corpos para edificações* (ABNT, 2008), tendo por finalidade evidenciar a garantia da total segurança e desempenho dos guarda-corpos de uma edificação da cidade de Anápolis-GO. Além de destacar a importância de uma boa execução em relação a segurança do usuário.
- Realizar ensaios de avaliação de desempenho em um guarda-corpo de um edifício executado por uma empresa da cidade de Anápolis-GO e analisar os resultados obtidos.

1.3. METODOLOGIA

Para realização dessa pesquisa foi necessário realizar uma revisão bibliográfica das seis partes da NBR 15575 (ABNT,2013), juntamente com a NBR 14718 (ABNT,2008), com o objetivo voltado para a execução de guarda-corpo. Além disso, a revisão concede, através da norma e outros materiais utilizados, um entendimento sobre o histórico da norma, o seu contexto e aplicação no país, e ainda uma ideia de como é trabalhado o desempenho da edificação habitacional em alguns lugares fora do Brasil.

Foram utilizadas fontes de referências, como normas brasileiras e internacionais, trabalhos de instituições de ensino conceituadas, artigos, teses, manuais técnicos e trabalhos publicados por entidades de conceito, como Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC).

Ensaio-se o guarda-corpo de um determinado apartamento, definido pela construtora em um condomínio residencial da cidade de Anápolis conforme a NBR 14718 (ABNT,2008).

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho está dividida em cinco capítulos, são eles:

- Capítulo 1 – Introdução: É apresentada a introdução ao tema, justificativa, objetivos gerais e específicos e a metodologia utilizada.
- Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica: Encontra-se conceitos de desempenho e qualidade, o histórico normativo, contexto no Brasil e na Europa, detalhamento sobre a Norma de Desempenho e sobre o guarda-corpo.
- Capítulo 3 – Metodologia: Este capítulo apresenta os métodos utilizados para realização dos ensaios de análise do desempenho do guarda-corpo. Há uma explicação sistemática de cada um dos três ensaios e apresentação das tolerâncias aceitáveis.
- Capítulo 4 – Apresentação e Análise dos Resultados: Tem por finalidade a explicação e estudo dos casos e dos resultados. Há também a apresentação dos valores encontrados dos ensaio e análise destes valores.
- Capítulo 5 – Considerações Finais: Este capítulo, que após a realização da análise e estudo de caso, retoma a importância do cumprimento das normas técnica e da correta execução do elemento guarda-corpo. É apresentado também algumas sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CONCEITO DE DESEMPENHO E QUALIDADE

O termo desempenho é utilizado de forma disseminada em vários ambientes, tais como automotivos, de informática, *marketing*, esportivos para indicar um comportamento diante de algo. Na construção civil não é diferente, segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013a,b,c,d,e,f) desempenho é o comportamento perante o uso da edificação e dos seus sistemas construtivos.

A NBR ISO 9000 (ISO, 2015) também define desempenho como um resultado comensurável, e informa que tem várias vertentes com a gestão de atividades, processos, serviços, sistema e organizações.

A definição de qualidade também é bastante abrangente e pode ser compreendida de várias maneiras, dependendo do ambiente em que lhe é usada. Segundo a NBR ISO 8402 (ISO, 1994), o termo é definido como a propriedade de uma instituição em conseguir pela capacidade, alcançar a satisfação das partes em um ambiente. Na NBR ISO 9000 (ISO, 2015) o termo é definido como proporção em que um conjunto de particularidade, próprio de uma empresa ou uma entidade que consegue alcançar e satisfazer uma necessidade já estabelecida, no qual geralmente é obrigatória.

Com isso, segundo Kenchian (2011), a qualidade de um objeto, seja ele um serviço ou produtos, consiste em adequar características ao uso e aos documentos de referência, seja projeto, especificações, normas dentre outros.

2.2. HISTÓRICO NORMATIVO

A ideia de desempenho habitacional no Brasil já é um pouco antiga. De acordo com Azevedo e Andrade (2011), na década de 1970, o Banco Nacional de Habitação (BNH) era a maior instituição financiadora de habitações do país. Com isto, houve uma necessidade de normas técnicas, uma vez que na época não possuía.

Borges (2008) comenta que o Banco Nacional de Habitação patrocinou em grande parte o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, que iniciou os estudos sobre desempenho na década de 1980, no qual tinha o intuito de solucionar o problema da falta de norma técnica no país, especialmente no âmbito das inovações

tecnológicas. Outros trabalhos de pesquisa foram realizados na mesma época, tal como do Flauzino (1983) que pesquisou sobre as pinturas externas e chapas onduladas de plástico.

Contudo, segundo Borges (2008), como as normas técnicas brasileiras eram e ainda são na sua grande maioria voltadas para processos construtivos e sem a descrição da tolerância de erro dos serviços para que sejam alcançadas o desempenho, o IPT, no ano de 1981, elaborou várias normas de elementos construtivos que levaram em consideração o aspecto de desempenho, porém deixando de descrever de maneira metódica.

No ano de 1986 o principal patrocinador das pesquisas do IPT, o BNH, foi extinto e com isso acarretou na interrupção das buscas e pesquisas voltadas pelo desempenho habitacional, tendo novamente um déficit no mercado técnico da construção civil.

Na década de 1990, houve um crescimento na concorrência no mercado imobiliário, as empresas da construção civil buscavam um destaque e um diferencial perante as rivais. As ferramentas utilizadas para conseguir sobressair foram o preço e o melhor prazo, com o intuito de produzir com mais agilidade se iniciou um presente movimento de racionalização de processos, sem ter como valores o desempenho e também a qualidade dos produtos finais (OKAMOTO, 2015).

Sem ter desenvolvimento de pesquisa e normas técnicas no âmbito de desempenho e qualidade habitacional, o assunto deixou de ser prioridade no mercado da construção, no qual resulta na desconsideração da qualidade, segurança, desempenho e manutenibilidade como explica Okamoto (2015).

Em 1990, foi sancionado no Brasil o Código de Defesa do Consumidor (CDC), um instrumento que foi de suma importância na questão de consumo e bens no mercado da construção imobiliário. O CDC impôs aos fornecedores o atendimento das normas técnicas vigentes e como direito do consumidor receber um produto que esteja devidamente em conformidade com as normas técnicas vigentes, sendo assim todas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) tem força de lei.

Somente em 1997, conforme Borges (2008), a sucessora do BNH, a Caixa Econômica Federal, contratou o IPT novamente para revisar o trabalho iniciado anteriormente. Além do IPT também o Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção iniciaram pesquisas. Como forma de unir todas as pesquisas e estudos a respeito do tema, a Caixa Econômica Federal com o apoio da Financiadora de Inovação e Pesquisa (Finep), financiou, no ano de 2000, o projeto de pesquisa “ Normas Técnicas para avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitações”, com o intuito de criar uma série de

normas técnicas brasileiras para facilitar a avaliação de edifícios habitacionais, utilizando as primícias do desempenho.

Ainda segundo Borges (2008), a concepção do projeto constituiu uma revisão bibliográfica internacional e nacional sobre o assunto, servindo como premissas para a estrutura da norma. Foram levadas em considerações as condições e necessidades dos usuários em relação a norma, as diferentes tipologias de edifícios, diferentes formas de avaliar um edifício e a estruturação compatível de normas pré-existentes.

No final da década de 1990, conforme explica Okamoto (2015), empresas que implantaram o Sistema de Gestão de Qualidade passaram a se destacar perante o mercado e apresentar um produto final com mais qualidade. Com isto, a qualidade na gestão e na produção passaram a ser visionada, sendo um diferencial no mercado corporativo e um atrativo para os clientes finais que reconhecem o valor da qualidade.

Em crescimento acelerado, após os anos 2000, o Brasil consegue utilizar as tecnologias internacionais, aprimorando-as e desenvolvendo novas tecnologias nacionais. Diante deste cenário é criado, em 2007, o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) e introduzindo o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) do Ministério das Cidades, com o intuito de avaliar produtos inovadores os quais ainda não haviam normas técnicas específicas (SOUZA, 2015).

Com este crescimento, explica Borges (2008), a preocupação no desempenho aumentou e o tema encontrou um desafio a ser superado, que se baseia em entender e transcrever as necessidades do usuário em requisitos e critérios que possam ser quantificados de maneira direta, dentro da realidade do uso cotidiano e que também não seja algo econômico e tecnicamente inviável de se realizar.

Baseado nas necessidades do usuário de edificações habitacionais, conforme descreve Okamoto (2015), na data de 12 de maio de 2008, a ABNT publicou pela primeira vez a “NBR 15.575 – Edificações Habitacionais até cinco pavimentos – Desempenho”, normatizando uma série de conceitos e critérios que ainda não possuía em quaisquer outras normas além de fazer referências a outras normas que já existiam.

Para publicarem esta norma foram necessários oito anos de estudos, conforme relata Souza (2012). Após a publicação, houve um período probatório de dois anos, no qual os projetistas, construtoras e incorporadoras tiveram um prazo para se adaptarem aos inúmeros critérios que a norma solicitava e em 2010, a norma entra em vigor.

Após este período, a norma foi novamente revisada e reavaliada, conforme Souza *et al* (2018). Em 2013, a norma já revisada foi publicada abrangendo não só edifícios de até

cinco pavimentos, mas todos as edificações de caráter habitacional. O título desta nova versão passou a ser: “NBR 15.575 – Edificações Habitacionais”, com isto esta norma deixou de forma clara e objetiva a finalidade para a qual fora criada, as edificações habitacionais.

2.3. CONTEXTO NO BRASIL

A NBR 15575, publicada no ano de 2008 e revisada, reavaliada e novamente publicada, no ano de 2013, veio trazer ao Brasil um incentivo para melhoria de tecnologias construtivas e técnicas de construção, com objetivo de se cumprir as exigências da norma e garantir um produto de melhor qualidade no mercado. De acordo com Souza (2015), o cenário nacional atual, por meio da norma de desempenho, inclina-se a estabelecer um padrão mínimo de qualidade habitacional e desenvolver inovação tecnológica nas construções, o que facilita e acelera bastante o mercado da engenharia.

Ainda segundo Souza (2015), mesmo com o mercado tendendo a evolução, ainda há empresas que passam por algumas dificuldades para atender as exigências da norma, devido tanto a uma alta gama de requisitos, quanto ao fato de ser algo recentemente exigido e ainda existir alguns obstáculos para as adaptações serem aplicadas na prática.

A NBR 15.575 (ABNT, 2013) – Edificações Habitacionais foi publicada com o objetivo de ser aplicada em toda construção destinada a habitação, portanto sua utilização se volta para profissionais que trabalham desde residências individuais, até altos edifícios, sem limites de pavimentos. A norma vem com o objetivo de trazer para as edificações um melhor desempenho em uso, ou seja, que seja confortável e segura após concluída.

A primeira parte na norma, que trata dos Requisitos Gerais, vem exigir das novas edificações requisitos de itens básicos como: segurança, habitabilidade e sustentabilidade, o que traz muitos benefícios aos futuros compradores.

Segundo Kern *et al* (2014), não há no Brasil uma fiscalização oficial para avaliar a adequação da NBR 15575/2013 tanto na etapa de projeto quanto após a finalização da construção. Contudo, como é dito no artigo de Moreira (sd.) para o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), o cumprimento de normas técnicas é um dever do profissional e está estabelecido no Código de Ética do profissional no artigo de número 9, inciso III, alínea “g”, adotado pela Resolução do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea) nº 1004 de 27 de junho de 2003. Os requisitos da norma, embora somente se tornem obrigatórios através do Código de Defesa do Consumidor e Código de

Ética, podem ser acatados por juízes, advogados e promotores, caso alguma obra seja levada a julgamento, e as exigências da norma serão levadas em consideração.

Portanto, os agentes fiscalizadores que vão analisar se a norma está sendo cumprida são os consumidores que possuem algum conhecimento da norma e que irão exigir dos construtores uma mais completa atenção aos desempenhos da edificação.

Portanto, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), através do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SiAC), se torna um grande aliado das empresas que querem possuir uma certificação de qualidade, que será um grande diferencial no mercado. O objetivo do SiAC é avaliar a conformidade das edificações, tendo como base normas da série ISO 9000.

Com intuito de facilitar a aplicação e utilização da referida norma é que os autores Mourão (2016) e Souza (2015) criaram *checklists*. Esses trabalhos são de grande utilidade no momento de construir, pois são mais diretos quanto a quem cabe cada responsabilidade e o nível mínimo de desempenho, possuindo informações da norma mais sucintas, o que simplifica muito no dia a dia da elaboração de projeto e da construção.

Mesmo assim, a NBR 15575 ainda não está sendo considerada por todos construtores. Segundo Carubim (2017), o motivo disto vai desde o não conhecimento íntegro da norma até a falta de uma fiscalização da parte de órgãos públicos, com base nos requisitos solicitados.

No Brasil, embora possa acarretar problemas para a construtora que não oferecer níveis aceitáveis de desempenho em suas obras, a NBR 15575 não é totalmente obrigatória e de acordo com Kern *et al.* (2014) o país não oferece um programa de incentivo para as construtoras se adaptarem a norma, mesmo os programas de certificação de produtos de edificações (o PROCEL Edifica e Selo Azul da CAIXA) tendo como requisitos o desempenho, eles não estão necessariamente associados com a norma.

Em sua pesquisa Kern *et al.* (2014) entrevistou profissionais brasileiros que relataram algumas dificuldades para o cumprimento da norma. Dentre essas dificuldades estão a qualidade dos produtos ofertados pelos fornecedores, que não se encaixam nos padrões de desempenho exigidos, relataram também que são necessárias melhorias nos laboratórios que realizam os ensaios de verificação e também treinamento padronizado desses laboratoristas.

2.4. PANORAMA DO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO EUROPEIA

No mercado mundial da construção civil, conforme Souza *et al.* (2017), há um destaque para a União Europeia (UE), que engloba vários países da Europa. A UE possui pesquisas avançadas no âmbito de desempenho habitacional e construtivo.

Foi criada, no ano de 2000, no âmbito da comunidade Européia, a rede temática *Performance Based Building* (PeBBu), em nossa tradução: Construção Baseada no Desempenho. A rede PeBBu foi criada dentro de uma meta ideológica da Comissão Europeia, no qual define periodicamente temas e objetivos voltados para destinação de recursos, com o intuito de impulsionar o crescimento tecnológico no mercado europeu. No período de 1998-2000 foram criadas quatro prioridades pela 5ª Comissão Europeia, uma delas foi uma iniciativa de crescimento competitivo e sustentável, e foi nesta vertente que a rede PeBBu foi criada (BORGES, 2008).

Com isso, essa rede é uma proposta de pesquisa voltado, para a aplicabilidade do conceito de desempenho nas construções, abrangendo o tema de crescimento sustentável competitivo. É importante ressaltar que no âmbito europeu pode-se notar que além do desempenho habitacional há uma preocupação pertinente a sustentabilidade, logo o desenvolvimento da construção sustentável europeu é uma ferramenta indireta para alcançar o desempenho dos sistemas construtivos habitacionais através dos requisitos das normas locais (BORGES, 2008).

Segundo Borges (2008), esta rede foi responsável pela maior iniciativa de pesquisa sobre o desempenho de edificações no âmbito mundial, consolidando no mercado e no cenário científico. Além disto, tem como objetivo fomentar de maneira presente a disseminação mundial e efetivar a construção fundamentada no desempenho na indústria da construção civil, estimulando de forma especial os investimentos em pesquisas, nas quais o objetivo estimula o desenvolvimento de ações que envolvem o melhoramento do desempenho em todos os processos construtivos.

Outra importante ferramenta para o desenvolvimento do desempenho construtivo na Europa é o Código Técnico da Edificação (CTE), na Espanha. Criado em 2006, com o objetivo de atribuir metas e formas de alcançá-las para se atingir um grau de desempenho satisfatório. Este código não impõe de forma rigorosa o método de execução que devem ser seguidas tais procedimentos, porém concede ao projetista uma certa liberdade ao escolher as

soluções construtivas que mais lhe agrade, entretanto estas devem atingir todos as metas impostas pela CTE.

O CTE é dividido em duas partes. A primeira é uma introdução no qual se trata a disposições genéricas, condições técnicas e administrativas e as exigências básicas, abordando os temas de projeto, condições de uso, construção, orientações técnicas, manutenção e instalações. A segunda parte é mais ampla e abrange uma série de sistemas construtivos de forma em que foram elaborados baseado em técnicas de construções distintas. A segunda parte é subdividida nos seguintes temas: segurança estrutural (SE), segurança contra incêndios (SI), segurança em uso e acessibilidade (SUA), economia de energia (HE), Proteção contra ruído (HR) e salubridade (HS).

2.5. PANORAMA DO DESEMPENHO CONFORME ISO 15928

Em 2015, a ISO (International Organization for Standardization, em nossa tradução Organização Internacional para Padronização), publicou a nova versão da norma ISO 15928, com o título de “Construção de Habitação – Descrição das performances”. A norma é subdividida em 5 partes: segurança estrutural, manutenção estrutural, durabilidade estrutural, segurança contra incêndios e energia operacional. Está em preparação a sexta parte desta norma, que envolve o desenvolvimento sustentável, ainda sem previsão para ser publicada.

Esta norma tem como objetivo identificar os métodos que serão usados para descrever o desempenho das casas. Ela limita as edificações residenciais não podendo ser verticais tais como edifícios com vários pavimentos, porém podem ser ligados horizontalmente desde que tenha um acesso próprio e não compartilhado com outra unidade (ISO, 2015).

A ISO 15928 (ISO, 2015a) não estabelece um nível de desempenho no qual se deve cumprir e não se destina a indicar um método e critério no qual o projetista ou construtor deve realizar no projeto, contudo fornece uma estruturação padronizada para desenvolver normas e regulamentos nacionais firmes e estáveis em relação aos requisitos da Organização Mundial do Comércio (OMC) (ISO, 2015a).

Baseado na estruturação normativa da série ISO 15928, fornecedores e fabricantes podem desenvolver os seus produtos relacionados semelhantemente com o desempenho. Os desenvolvedores, reguladores e os usuários em cada país que desenvolvem normas para o fim de desempenho, podem ter padrões mais semelhantes aos do mundo, criando assim uma padronização normativa de desempenho (ISO, 2015a).

A primeira parte desta norma se refere a segurança estrutural das casas, no qual fornece a exposição do desempenho, estabelece os parâmetros e relata o processo de avaliação. Inclui também ações particulares em relação a neve, a abalos sísmicos bem como a resistência estrutural. Com isto, esta série tem a finalidade de ser utilizada na avaliação de projetos de construção de casas no âmbito internacional de residências e aos seus subsistemas também na elaboração de ferramentas para o gerenciamento de risco e para a proteção de residências (ISO, 2015a).

A segunda parte da série da norma ISO 15928 determina métodos de manutenibilidade do desempenho estrutural das casas e a terceira parte trata da durabilidade da estrutura de residências. Da mesma forma do que a primeira parte, esta norma também fornece a exposição do desempenho, estabelecendo parâmetros e relatando o processo de avaliação (ISO, 2015b).

A quarta parte da série é mais recente e foi publicada no ano de 2017. Ela trata da segurança residencial contra incêndios, abrange as necessidades do usuário, relatando o desempenho e os processos de avaliação. Ela se diferencia das outras séries, devido ao tema tratado, pois impõe parâmetros importantes para o alerta antecipado do incêndio, extinção e contenção do incêndio, as rotas de fuga e o controle comportamental da estrutura, além da disseminação de efluentes de incêndio. Um fator importante, apresentado na norma, é que a mesma não abrange o incêndio causado por “fogo selvagem”, ou seja, aquele causado pela ação direta da natureza, como por exemplo uma descarga atmosférica (ISO, 2017).

A última versão da quinta parte da norma foi publicada em 2013 e trata da energia operacional das casas. Ela abrange as necessidades do usuário e fornece informações do desempenho e descreve o processo de avaliação no âmbito do tema da série. Abrange também a relação de parâmetros importantes para a condição climática, tanto externa quanto interna das casas, impõe requisitos funcionais ao usuário e a energia utilizada e gerada pela casa (ISO, 2013).

2.6. NORMA DE DESEMPENHO NBR 15575 (ABNT,2013)

Os requisitos e critérios desta norma são aplicáveis em qualquer edificação habitacional e suas áreas comuns, tais como: garagem: área de lazer e demais dependências desde que seja parte de uma edificação de cunho residencial.

A aplicabilidade da norma é excetuada em casos de projetos protocolados, obras em andamento e concluídas antes da entrada em vigor desta norma. Obras de reformas, restaurações e edificações provisórias também são isentos das exigências (ABNT, 2013a).

Segundo Mereb (2015), a NBR 15575 (ABNT, 2013) de forma geral é bastante complexa, pois além do entendimento dos requisitos e critérios da própria norma, ela faz referências a outras 232, aproximadamente, sendo elas nacionais e internacionais.

A norma estabelece um conjunto de elementos, no qual se dá uma ideia de como é estruturada e abordada o desempenho em habitações. Segue a lista geral destes elementos (ABNT, 2013a):

- segurança estrutural;
- segurança contra fogo;
- segurança no uso e na operação;
- estanqueidade;
- desempenho térmico, acústico e lumínico;
- saúde, higiene e qualidade do ar;
- funcionalidade e acessibilidade;
- conforto tátil e antropodinâmico;
- durabilidade;
- manutenibilidade;
- impacto ambiental.

Estes elementos são relativos à segurança, habitabilidade e sustentabilidades os quais em sua estrutura são expressos em requisitos. Estes possuem níveis de aceitação de acordo com o grau de desempenho, subdividido em mínimo, intermediário e superior, sendo que o requisito mínimo é sempre obrigatório e os demais são opcionais (ABNT, 2013a).

2.6.1 Responsabilidades e obrigações dos intervenientes segundo a NRB 15757-1 (ABNT,2013a)

As partes interessadas para atingir e cumprir os requisitos de desempenho é informado na própria norma, a qual descreve quais são as obrigações técnicas para cada dos intervenientes.

Os fornecedores de materiais, insumos, componentes e/ou sistema, são responsáveis pelo produto no qual é negociado com terceiros, pois cabe a ele apresentar um produto compatível com as exigências estabelecidas em normas.

Em relação aos projetistas, cabe a eles estabelecerem a vida útil do projeto (VUP), com base nos valores estabelecidos na NBR 15575. O termo “vida útil do projeto” é algo que não deve ser confundido com o tempo de vida útil do edifício, pois um é correspondente à estimativa de tempo, em que um determinado sistema irá atender os requisitos de desempenho das normas aplicáveis, outro é o período em que o sistema construtivo desempenha a função para o qual foi projetado.

A norma estabelece, para cada sistema que compõe a edificação, um valor teórico para a vida útil do projeto, não podendo ser inferior ao estabelecido nos valores mínimos da tabela de vida útil, conforme apresentado na Tabela 1. Atendendo os requisitos da vida útil, o projetista já cumpre um dos temas abordados pela norma, que é a durabilidade.

Tabela 1 - Tabela de vida útil do projeto

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	≤ 50 Conforme ABNT NBR 8681
Pisos internos	≤ 13
Vedação vertical externa	≤ 40
Vedação vertical interna	≤ 20
Cobertura	≤ 20
Hidrossanitário	≤ 20

* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.

Fonte: ABNT, 2013a

O projetista deve especificar os materiais, componentes e processos para que se alcance o grau mínimo de desempenho. Caso for considerado um valor de VUP maior do que o mínimo determinado na NBR 15575, deve-se informar no projeto ou em seu memorial de cálculo.

O incorporador, ou seja, aquele que possui responsabilidade pela construção mesmo não efetuando a construção possui uma grande parcela de responsabilidades no cumprimento dos requisitos de qualidade. Por meio de um planejamento estratégico e crítico, deverá o

incorporador providenciar estudos técnicos e informar ao projetista as informações necessárias para satisfazer os requisitos das normas.

Juntamente com o incorporador, o construtor deve elaborar o manual de uso e de manutenções da edificação. Este manual deve constar uma série de informações pertinentes à orientação ao usuário dos métodos construtivos da edificação por ele adquirido e indicar as manutenções necessárias para cada sistema juntamente com a periodicidade de cada, para que assim o usuário auxilie o cumprimento da VUP.

O usuário possui um papel fundamental na vida útil do projeto estipulado pelo projetista, uma vez que cabe a ele realizar a manutenção tanto preventiva como corretiva dos elementos do sistema construtivos e não efetuar alterações na edificação que prejudique o desempenho original entregue pela construtora.

2.6.2 Avaliação de desempenho segundo a NBR 15575-1 (ABNT,2013a)

A avaliação de desempenho tem por finalidade averiguar a conformidade ao uso de um sistema ou processo construtivo designado a atender determinada função. Sendo assim, exemplificando, o sistema de vedação vertical externo deve vedar e proteger a parte interna do edifício contra intempéries. A avaliação deve, portanto, simular as condições para que seja analisado se o sistema cumpre com a função para o qual foi projetado.

Com isto, para a avaliação do desempenho atingir êxito, deve ser realizada uma investigação crítica e minuciosa com base em métodos fundamentados capazes de transmitir uma correta interpretação da conduta esperada do sistema ou processo construtivo. Desta forma, a fundamentação dos estudos de desempenho deve ter uma base sólida de conhecimentos técnicos e científicos relacionados com a funcionalidade construtiva de cada parte de uma edificação.

Esta avaliação pode ser realizada por diferentes métodos, tais como os ensaios laboratoriais, *in loco* e de tipo, inspeção de protótipo ou *in loco*, simulações ou análises de projeto. Havendo a necessidade de realizar o ensaio laboratorial, o documento do resultado desta avaliação deve contar a solicitação para a realização dos referidos ensaios, análise dos resultados alcançados bem como metodologias aplicadas, no qual deve seguir a orientação apresentada na respectiva norma.

O resultado destas avaliações, que interfere diretamente na realização de projeto, pode ser feito por meios nos quais transmita de forma clara, objetiva e acessível, tais como:

catálogo técnico, registro de imagens, memorial de cálculos ou uma outra forma mais conveniente.

A verificação dos requisitos de desempenho deve ocorrer mediante a aplicação dos métodos especificados nas diferentes partes da respectiva norma e serem feitos em condições baseados em períodos da elaboração do projeto e da execução da edificação.

Os projetos dos edifícios ou conjuntos habitacionais devem passar por uma análise crítica de risco, levando em consideração todos os fatores tais como: deformidades geológicas e topográficas, agressividade do solo, da água e do ar, as possibilidades de enchentes, erosões, deslizamentos e se é suscetível a vibrações devido a trabalhos de terraplanagem ou movimentação ferroviária próxima a edificação. Deve ser considerado o entorno no qual será instalado e construído a habitação, observando as construções próximas e as condições do solo, tal como nível do lençol freático e a necessidade de executar o rebaixamento.

As informações da avaliação de desempenho dos requisitos aplicáveis na NBR 15575 devem ser informadas por meio de um relatório no qual devem reunir informações do sistema analisado e das características da edificação.

2.6.3 Requisitos Gerais segundo a NBR 15575 (ABNT,2013a)

A primeira parte da NBR 15575 (ABNT, 2013a) abrange os requisitos de forma mais abrangente, não focando em um determinado sistema construtivo e sim a edificação como um todo integrado e aqueles sistema específico, que deve ser avaliado separadamente.

A segurança contra incêndio é abordada de forma enfática, uma vez que os objetivos dos requisitos são envoltos de proteger a vida do usuário no caso de incêndio, dificultar a propagação, o controle e a extinção do incêndio e dar condições a evacuação de modo seguro do usuário.

Com base em outras normas, a NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) enfatiza, por meio de normas já existentes e por requisitos próprios, critérios da segurança contra incêndio. Por ser um tema bastante difundido, possui inúmeras outras normas que estabelece critérios para atingir o objetivo deste item.

As normas referenciadas neste tópico de segurança contra incêndio, tratam da proteção contra descargas atmosféricas, instalações elétricas, rotas de fuga, distribuição de gás, normas técnicas dos bombeiros, códigos de edificações dentre outros assuntos relacionados a proteção de incêndio.

A segurança no uso e operação também é tratada neste tópico e consiste em garantir ao usuário um conforto no requisito de usar a habitação e não ocorrendo incidentes decorrentes a falhas projetuais, executivas ou ambas. Esta segurança no uso e na operação dos componentes e sistemas construtivos da edificação habitacional deve ser ponderado desde a fase de projeto.

Ao se projetar, tomando por base esta segurança na respectiva norma, deve ser pensado na integridade física do usuário, evitando partes expostas ou perfurantes, sinalizando todo e qualquer desnível para evitar uma possível queda, verificando o acabamento, esquadrias dentre outras precauções, focando na segurança. Com isto, o projetista se torna corresponsável pelo não cumprimento destes requisitos.

A estanqueidade é abordada nesta parte de forma generalizada e estabelece alguns requisitos no qual a edificação habitacional deve alcançar. Outro tópico tratado nesta parte da norma é o desempenho térmico. A edificação habitacional deve atender os requisitos de desempenho térmico, baseado nas zonas bioclimáticas.

Além do desempenho térmico, o desempenho lumínico e acústico é abordado de forma a estipular requisitos em busca de melhorar a qualidade do usuário na edificação habitacional. No âmbito da acústica, os ruídos vindos da parte externa da edificação, das áreas comuns ou das unidades autônomas diferentes deve haver isolamento acústico apropriado e eficaz, desempenhado pela vedação externa.

No desempenho lumínico, a norma tem como intuito garantir ao usuário, que durante o dia, a copa, a cozinha, os dormitórios, sala de estar e área de serviço recebam a luz natural de forma apropriada. E em períodos noturnos, o sistema de iluminação artificial deve propiciar ao usuário conforto, segurança e condições satisfatórias para desempenhar atividades corriqueiras.

A fim de tornar e proporcionar ao usuário uma habitação mais acessível e funcional, a norma estabelece alguns requisitos mínimos no qual deve ser considerado. O pé-direito mínimo dos ambientes e adequações para pessoas com mobilidade reduzida são exemplos de requisitos no qual o projetista deve cumprir.

O conforto tátil e antropodinâmico são estabelecidos na norma, de forma a adequar e trazer ao usuário maior conforto em desenvolver atividades, tal como andar, limpar, brincar, sem ser prejudicado, por alguns componentes do sistema construtivo. Quanto a pessoas com mobilidades reduzidas deverão ser levados em consideração os dispositivos de manobras, apoios, alças e demais equipamentos, de modo a ser acessível ao usuário.

O impacto ambiental também é fator abordado da norma, de modo a trazer referências às legislações existentes e requisitos no qual força o incorporador, o projetista e construtor a buscar um menor impacto no meio ambiente.

2.6.4 Requisitos para sistemas estruturais segundo a NBR 15575-2 (ABNT,2013b)

Esta parte da norma determina os requisitos e critérios de desempenho referente ao sistema estrutural, com exceção dos casos no qual o sistema de vedação vertical também tenha função estrutural.

Com base na segurança estrutural, a norma traz requisitos neste âmbito a fim de garantir uma maior durabilidade do sistema estrutural. Sendo que deverá atender, durante toda a vida útil do projeto, as ações de peso próprio, sobrecarga, ações do vento sob qualquer condição de exposição.

A estrutura deve garantir que não perca durabilidade e estabilidade, transmita uma sensação de segurança ao usuário, estabelecendo um confiança sobre impactos físicos, buscando um funcionamento adequado das partes móveis da esquadria causado pela deformação dos elementos estruturais.

Como requisito de estabilidade e resistência, o sistema estrutural deve transmitir uma segurança contra ruínas, considerando o estado-limite último, ou seja, quando o sistema atinge seu estado crítico e ocorre um rebaixamento dos níveis de segurança com evidente risco de colapso da estrutura.

Ao ser considerado o estado-limite último, deve ser ponderado todos os componentes estruturais, incluindo obras geotécnicas e considerado as cargas permanentes e acidentais, e sobrecargas causadas pela ação do vento e deformações causadas pela variação de temperatura.

O sistema de estrutura não deve haver deslocamentos ou fissuras demasiadas, devendo ser considerada as ações permanentes, e as de utilização e não atrapalhando o funcionamento das portas e janelas. Cumprindo este requisito, as ocorrências de danos intoleráveis são reduzidas consideravelmente.

Há alguns requisitos, nas quais o cumprimento de outras normas técnicas já é suficiente e a verificação destas são dispensadas. O requisito de impactos de corpo mole e corpo duro é um deles, pois em caso de sistema de concreto armado há uma norma própria, a ABNT 6118, sendo assim esta norma já garante que possível impacto a estrutura não ocasionará rupturas ou instabilidade.

A garantia da durabilidade e do alcance da vida útil do projeto do sistema de estrutura está diretamente ligada a manutenibilidade, pois ao se projetar deve ser previsto, por meio de normas técnicas, formas de submeter a intervenções periódicas de manutenção, tanto preventiva, quanto corretiva, contudo estas devem estar descritas no manual de uso, operação e manutenção, o qual deverá ser entregue ao usuário.

2.6.5 Requisitos para sistema de pisos segundo a NBR 15575-3 (ABNT,2013c)

Esta parte da norma tem como finalidade indicar requisitos e critérios de desempenho referente ao sistema de piso. Este sistema é composto por uma série de camadas, podendo ser parcial ou total, são elas: camada estrutural, impermeabilização, isolamento térmico e/ou acústico, camada de contrapiso, camada de fixação e a camada de acabamento, no qual é destinado a estruturar, vedar e de trafegar.

O desempenho estrutural do sistema de piso deve ser analisado de uma série de combinações de possíveis acontecimentos que ocorrem durante a vida útil de projeto da habitação. Estas combinações são relativas aos limites do deslocamento vertical, falhas nos elementos do sistema de piso e o estado-limite último, ou seja, a ruína.

A estabilidade e a resistência estrutural do sistema de piso têm como requisito não apresentar ruína, seja por perda de estabilidade ou por ruptura, tão pouco colocar em risco a integridade física do usuário, esta é o requisito da estabilidade. Tendo com parâmetro assegurar a estabilidade estrutural e garantir a segurança do sistema.

O requisito de segurança e uso na operação é fundamental ao usuário, uma vez que o risco de acidente ao usuário pode ser reduzido pelo fato da utilização correta da especificação revestimento de piso, dos calçados apropriados para determinado ambiente, na sinalização adequada, uso de corrimãos e a indicação correta de utilização dos produtos de limpeza.

Os requisitos de durabilidade e manutenibilidade, que estão indiretamente ligados os requisitos de estanqueidade, não deixam de ser uma parte importante no desenvolvimento da qualidade do sistema de piso. A importância se deve ao elevado custo de troca e ao valor.

O sistema deve apresentar resistência à exposição à umidade, sem alterar as suas propriedades, além de resistir aos ataques químicos, presentes nos produtos de limpeza, salvo que a restrição deve estar presente no manual de operação entregue ao usuário. O sistema também não deve apresentar desgaste em condições normais ao uso especificamente para cada ambiente.

O sistema de piso deve apresentar regularidade e homogeneidade das superfícies da camada de acabamento, ou seja, o revestimento de piso não deve apresentar saliências em seu plano de forma excessiva, deve se apresentar plano, atingindo assim uma qualidade estética ao usuário.

2.6.6 Requisitos para Sistema de Cobertura segundo a NBR 15575-5 (ABNT,2013e)

Esta parte da norma determina requisitos e critérios de desempenho para o sistema de cobertura para edificação para habitação. Este sistema consiste num conjunto de elementos distribuídos no topo da construção, com a funcionalidade de serem estanques à chuva, proteger a edificação contra a deterioração provocada por agentes da natureza e contribuir positivamente no conforto termoacústico da edificação habitacional.

O requisito estrutural estabelecido para o sistema de cobertura consiste em apresentar uma segurança ao usuário contra ruína e não desenvolver deformações e descolamentos que prejudique a funcionalidade do sistema de cobertura.

Os requisitos pertinentes a segurança no uso e na operação deste sistema são para não apresentar partes soltas sobre a ação correspondente ao seu próprio peso. Se houver também pela ação do peso próprio ou carga excessiva de uso, deslizamentos dos componentes, o sistema não pode perder a estanqueidade.

O sistema de cobertura deve ser estanque à formação de umidade, à água pluvial bem como evitar a proliferação de micro-organismos e insetos. Durante a vida útil do projeto não é permitido a ocorrência de infiltração ou penetração de água por meio de gotejamento ou escorrimento.

A durabilidade e manutenibilidade do sistema de cobertura deve cumprir o período de vida útil estabelecido nos requisitos gerais da norma, contudo o sistema deve ser submetido as manutenções periódicas, que devem ser indicados no manual de uso, operações e manutenções fornecido pelo incorporador e construtor. Este manual deve indicar todas as condições de uso, componentes que são compostos do sistema e de forma prática as instruções de conservação do sistema.

Tendo por requisito de funcionalidade e acessibilidade, este sistema deve viabilizar a instalação, manutenção e remoção de dispositivos e equipamentos necessários para construção da edificação. O sistema deve condicionar facilmente a realização de vistorias, instalações previstas em projeto e das devidas manutenções.

2.6.7 Requisitos para sistemas hidrossanitário segundo a NBR 15575-6 (ABNT, 2013f)

Esta parte da norma determina requisitos e critérios de desempenho para o sistema hidrossanitário da edificação habitacional, contudo possui particularidades. Para a avaliação do desempenho é necessário a constante verificação do projeto.

O requisito estrutural deste sistema se baseia em resistir mecanicamente as solicitações de uso durante a vida útil do projeto, contudo abrange estes requisitos as tubulações suspensas, ou seja, aquelas que se encontram em subsolo presas por fixadores ou suportes devem resistir a cinco vezes o peso próprio da tubulação cheias de água e aquelas que forem enterradas devem manter sua integridade. Estes requisitos tem o objetivo de manter o correto funcionamento em condições normais de uso.

As instalações de água fria e quente devem ser estanques quando submetido a pressões, nas quais estão estabelecidas em projeto. Como critério de avaliação do desempenho, as tubulações de água não podem apresentar vazamentos quando forem submetidas a pressão uma vez e meia maior daquela informada em projeto num período de uma hora.

O sistema deve manter a sua funcionalidade durante a vida útil do projeto, desde que sejam realizadas corretamente as manutenções preventivas previstas no manual de uso, operação e manutenção entregues ao usuário. De forma a atender ao requisito de durabilidade e manutenibilidade, é necessário atender normas brasileiras pertinentes, garantindo assim a qualidade dos projetos e a execução do sistema hidrossanitário.

2.6.8 Requisitos para sistema de vedação vertical interno e externo segundo a NBR 15575-4 (ABNT,2013d)

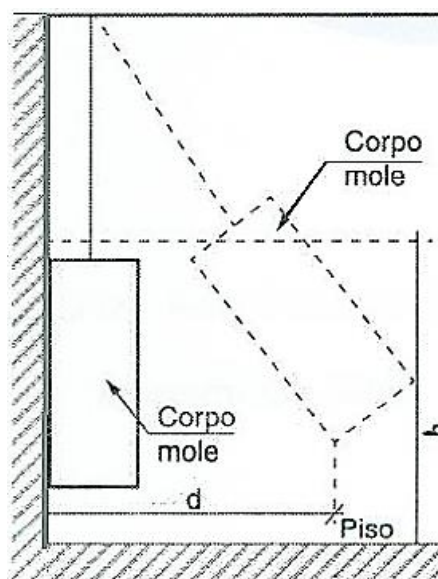
Esta parte da norma determina requisitos e critérios de desempenho para o sistema de vedação vertical interno e externo (SVVIE), no qual consiste nos componentes da edificação habitacional que delimita verticalmente a edificação e seus ambientes, como paredes, divisórias internas e fachadas.

O desempenho estrutural do SVVIE consiste em apresentar um nível de segurança, sendo ponderadas ações que possivelmente vem a ocorrer durante a vida útil do projeto, tais como força do vento, impactos físicos, ruína e dentre outros. A limitação dos deslocamentos, fissuras e falhas, considerando valores aceitáveis, também são requisitos de segurança, com o objetivo de assegurar o livre funcionamento do sistema.

A norma requisita, como critério obrigatório, que o SVVIE deve resistir a impactos de corpo mole, ou seja, verificar se o sistema resiste os impactos dos choques acidentais provocados pelo ensaio de impacto de corpo mole no sistema, como exemplifica a Figura 01.

O sistema não deve sofrer ruptura ou instabilidade resultando em ruína do sistema, não apresentar fissuras, escamações que resulte em um estado de comprometimento das funções do SVVIE e tão pouco provar estragos a componentes acoplados no SVVIE.

Figura 01 – Exemplo ilustrativo do dispositivo de ensaio de corpo mole



Fonte: ABNT, 2013e, adaptado

Ao ser exposto ao ensaio de impacto de corpo duro, as vedações verticais externas não devem surgir fissuras, escamações nem eventualidades que comprometam o desempenho na função. Para a vedação vertical interna, o critério é o mesmo, porém a carga no qual é submetido o ensaio é menor em relação para parte externa.

Nesta parte da norma, consta o requisito para cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas, pelo fato de ser o objeto de estudo, o tema será melhor difundido no capítulo 3.

Ser vedado às águas pluviais ou de outras fontes e impossibilitar a infiltração de água através de suas faces, quando for em ambientes propício a formar lâmina d'água e aqueles que são expostos a água sem formação de lâmina d'água são requisitos de estanqueidade do SVVIE. Um fator importante para qualidade de vida ao usuário consiste no cumprimento deste requisito, uma vez que há umidade no SVVIE, pode surgir proliferação de

microrganismos e fungo, causando ao usuário risco ambiental. Logo este requisito tem sua importância junto a qualidade de vida do usuário.

Quanto a durabilidade, o SVVIE deve haver deformações e falhas limitadas, incluindo os seus revestimentos, nos quais sofrem constantemente ações de calor e resfriamento ao longo da vida útil do edifício.

Igualmente nos outros sistemas, o SVVIE deve ser submetido a manutenções periódicas, alcançando a funcionalidade durante a vida útil do projeto. Estas manutenções devem estar descritas no manual de uso, operação e manutenção e serem realizadas preventivamente e corretivamente sempre que necessário.

2.7. GUARDA-CORPO

Conforme a norma NBR 14718 (ABNT, 2008), guarda-corpo é um elemento cujo finalidade é proteger as pessoas que circulam ou permaneçam em locais próximo com risco de queda eminente, sem que impeça o trânsito de pessoas forçado ou voluntário.

O guarda-corpo, conforme Beltrame e Gadioli (sd.), além de ter a finalidade de segurança é um elemento decorativo, no qual cada vez mais segue tendência nos apartamentos com varandas, em diversos materiais, sendo alumínio, vidro e aço.

Como um elemento tão presente nos empreendimentos imobiliários, o guarda-corpo deve ser executado com o índice de segurança elevado, sendo um item primordial no requisito de segurança para o usuário de habitação.

Conforme a NBR 15575-4 (ABNT, 2013d), o guarda-corpo deve resistir a cargas de ocupação que atuam sobre o elemento, ou seja, cargas provenientes do uso cotidiano do usuário, tal como escorar, encontrar, puxar, empurrar sem que ocorra risco a integridade física do usuário da edificação.

A NBR 15575-4 (ABNT, 2013d) faz referência a norma de guarda-corpos para edificação: a NBR 14718 (ABNT, 2008), no qual para os guarda-corpos devem seguir os requisitos desta norma.

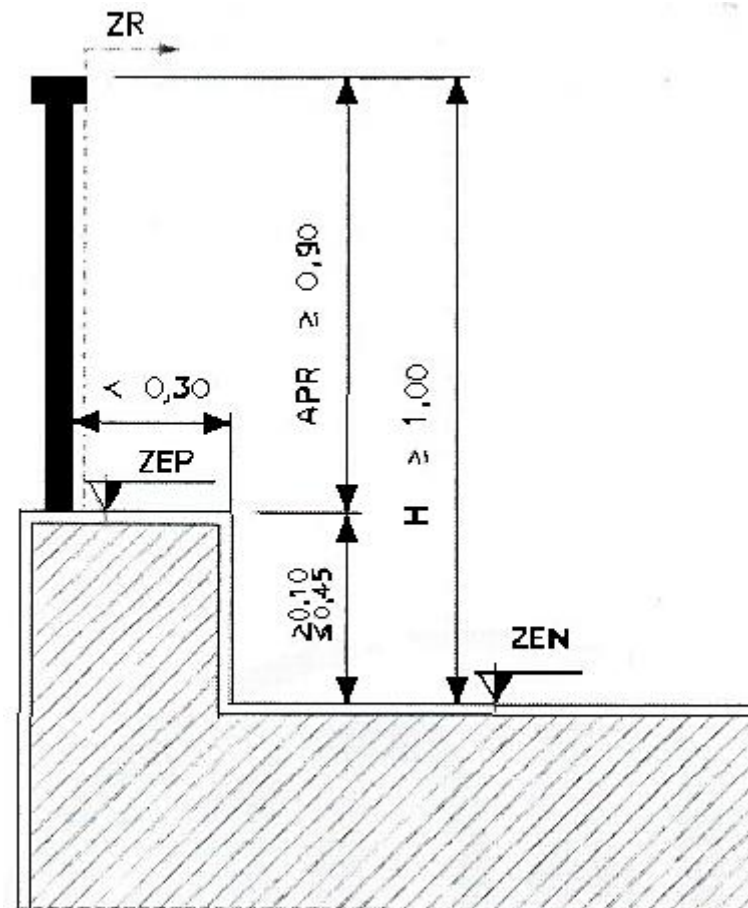
A NBR 14718 foi criada em 2001 e revisada e publicada em sua segunda versão no ano 2008. Tem como objetivo especificar as condições mínimas de resistência e segurança exigíveis para os guarda-corpos de edificação, sendo privado ou público.

A norma estabelece requisitos para guarda-corpos de determinados materiais. Para os fabricados de alumínio, as partes visíveis devem ser protegidas contra corrosão e possuir chumbadores de aço inoxidável; os de aço, aço carbono, liga de aço, cobre e aço, caso não

forem galvanizados, devem receber pintura ou tratamento que garanta a proteção contra oxidação, além dos pontaletes e ancoragem serem de alumínio ou aço inoxidável; os executados com vidro devem ser compostos por vidros laminados, aramados ou insulados conforme orientação da norma NBR 7199 (ABNT, 2016); quando forem compostos por madeira, a norma sugere que seja consultada a norma referente a estrutura de madeira.

Segundo a NBR 14718 (ABNT,2008), a altura mínima do guarda-corpo no qual a zona de recepção tenha uma zona de estacionamento precário, deverá ser maior que 0,9 metros a contar da altura da zona de estacionamento precário, conforme Figura 02. Contudo, a altura total do desnível deve ser maior que 1 metro.

Figura 02 – Altura em que a zona de recepção (ZR) tenha a zona de estacionamento precário (ZEP)



Fonte: ABNT, 2008

Segundo a NBR 14718 (ABNT,2008), a altura mínima do guarda-corpo no qual a zona de recepção tenha uma zona de estacionamento precário, deverá ser maior que 0,9

metros a contar da altura da zona de estacionamento precário, conforme Figura 02. Contudo, a altura total do desnível deve ser maior que 1 metro.

A NBR 9077 (ABNT,2001), que trata a respeito das saídas de emergências em edifícios, também discute os requisitos guarda-corpo. Todas as saídas de emergência devem ser protegidas de ambos os lados por guarda-corpo ou paredes contínuas, para desníveis superiores a 19 centímetro. A altura mínima estipulada pela norma é de 1,05 metros ambientes externos, podendo ser reduzida para até 92 em casos de escadas internas.

Baseado no âmbito de atender ao requisito mais rígido das normas, o guarda-corpo, ou seja, o elemento de fechamento, levando em consideração a zona de estacionamento precário e o elemento de fechamento deve ser maior que 1,05 metros.

2.7.1. Procedimento de fixação do guarda-corpo

A instalação do guarda-corpo, apesar de serem compostos por materiais diferentes, são semelhantes. Se trata da realização de ancoragem do guarda-corpo em um elemento estrutural, no qual deve estar dimensionada para esta finalidade (ABNT, 2008).

Em 2018, o PBQP-H publicou no seu Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas e Obras da Construção Civil (SiAC) uma nova revisão do programa. Nos seus requisitos complementares, define a execução do guarda-corpo como serviço controlado. Isto implica que para obter a certificação do programa, necessário para obter crédito em instituições bancárias, é necessário que haja este controle (Brasil, 2018).

Este controle se baseia na elaboração de um procedimento de execução de serviço e uma ficha de verificação de serviço, no qual a empresa construtora deve seguir criteriosamente o estabelecido neste procedimento e verificar os critérios estabelecidos pela ficha de verificação de serviço. Contudo este documento deve ser elaborado de acordo com as normas vigentes (Brasil, 2018)

O procedimento se inicia com base no projeto estrutural, no qual deve estar dimensionado para suportar a carga do guarda-corpo, por meio de cálculo de dimensionamento estrutural. Apesar de estar dimensionado é recomendado que seja feito um teste de resistência a tração do concreto em laboratório de acordo com as legislações vigentes. (GENTILE, 2012).

Antes de se realizar qualquer perfuração no elemento estrutural, deve ser realizado previamente a marcação dos furos nos quais os chumbadores, ou seja, os elementos de fixação irão ser instalados. Após realizado a marcação, proceder com a furação, no qual é necessária

cautela na força aplicada, pois deve-se evitar que o furo fique inclinado, resultando numa perda de resistência. Consecutivamente, deve-se realizar a limpeza do furo e inserir o chumbador, no qual deve ser especificado pelo projeto (GENTILE, 2012).

Em cada passo da montagem, deverá ser verificado o alinhamento, esquadro e os níveis de cada perfil do guarda-corpo, evitando uma falha na instalação, que poderia resultar numa perda de resistência (GENTILE, 2012).

3 METODOLOGIA

A norma de desempenho, na sua quarta parte, institui os requisitos de desempenho para avaliar o guarda-corpo em três tipos de esforços, sendo eles: esforços estáticos horizontal, vertical e resistência a impactos. Esta norma também faz referência a NBR 14718 (ABNT,2008) no âmbito da metodologia do ensaio e aos critérios estipulados nela.

A NBR 14718 (ABNT,2008), com o título de Guarda-corpo para edificações, que está na sua versão de 2008, especifica os critérios e os métodos nos quais são avaliados o desempenho dos guarda-corpos. Na especificação dos métodos dos ensaios, é informado que o fabricante deve apresentar o projeto com elevação e corte, em escala, informando o processo construtivo e componentes do guarda-corpo, tanto como materiais, acabamentos e partes típicas do sistema.

Como os ensaios são destrutivos, a norma orienta que o ensaio deve ser realizado em protótipos, laboratórios ou *in loco*, desde que seja possível instalar todos os equipamentos necessários para a realização dos três ensaios propostos de forma satisfatória.

Estes ensaios devem seguir uma sequência de execução devido ao grau de destrutividade. O ensaio de esforço estatico horizontal deverá ser realizado primeiro, posterior o de esforço estático vertical e por fim o ensaio de resistência ao impacto. Caso algum destes ensaios não alcance os objetivos ou o corpo de prova seja danificado, a série de ensaios deverá ser finalizada e averiguada o problema a fim de solucionar e alcançar o critério mínimo.

3.1. ESFORÇO ESTÁTICO HORIZONTAL SEGUNDO A NBR 14718 (ABNT,2008)

Este ensaio consiste em avaliar o guarda-corpo a um esforço estático horizontal, o qual é descrito no anexo A da norma NBR 14718(ABNT,2008).

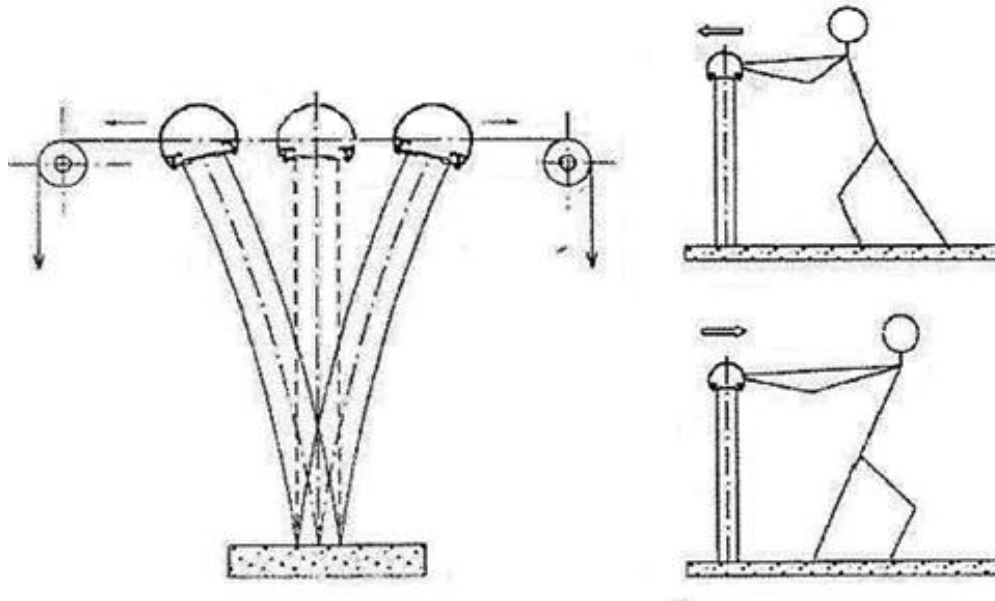
Para a realização do ensaio utiliza-se conjunto de massas com roldana e cabo de aço, permitindo um deslocamento destas massas, gerando uma força horizontal no qual será aplicado no corpo de prova.

O corpo de prova deverá estar montado nas condições normais de uso e de acordo com o projeto, afim de garantir condições em que o guarda-corpo irá atuar no cotidiano. A fixação do guarda-corpo deverá ser reproduzida conforme estará no local em que o guarda-

corpo será instalado, ou seja, caso o guarda-corpo esteja previsto em projeto que irá ser fixado em uma estrutura de concreto armado, o ensaio deverá seguir os mesmos parâmetros.

Este esforço horizontal deverá ser aplicado no guarda-corpo de forma a abranger as duas faces, conforme Figura 04, deste modo é possível simular o uso cotidiano de um usuário ao se projetar sob o guarda-corpo.

Figura 03 – Condição de aplicação de esforços no peitoril



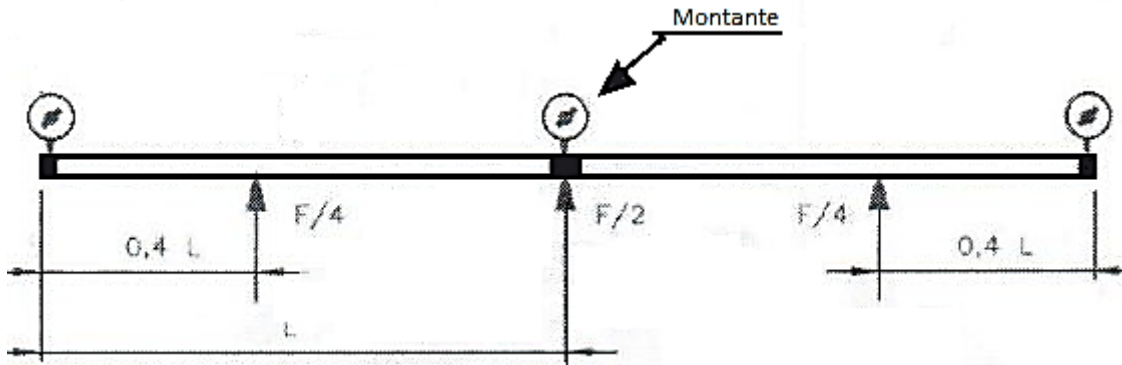
Fonte: ABNT, 2013e

Caso o ensaio seja realizado em um protótipo e o projeto estar previsto um guarda-corpo com comprimentos superiores a três metros, este deve ser construído sempre de módulos duplos, sendo constituídos por três montantes e dois elementos de fechamento, nas dimensões reais do projeto, porém sem fixação das laterais. Com dimensões menores que três metros, o ensaio deve ser realizado com protótipos em tamanhos originais, porém deve ser fixado nas laterais.

Em situações do guarda-corpo ser constituído por dois módulos ou mais, este deve considerar a extensão dos dois maiores módulos, ou seja, a distância entre os dois pontos de apoios, sendo este um montante ou um ponto de fixação. O ponto em que se deve ser aplicado a carga deve ser a quarta parte do comprimento total do módulo, como pode ser verificado na Figura 04.

Já os guarda-corpos que possuem apenas um módulo, ou seja, aqueles com os comprimentos menores que três metros, devem aplicar a força na quarta parte de seu comprimento total.

Figura 04 – Aplicação de esforços em protótipos constituídos de dois módulos



Fonte: ABNT, 2008, adaptado.

Ao iniciar o ensaio, os medidores de deslocamento linear devem estar instalados. Estes medidores têm como objetivo, fazer as leituras dos deslocamentos nos pontos de aplicação da força.

A leitura inicial deve ser anotada e posteriormente aplicada uma carga de aproximadamente 20 quilogramas (200N/m), para efeito de acomodação do protótipo. Após quinze minutos da aplicação desta carga, registrar a deformação instantânea, em milímetros.

As cargas de uso nos protótipos serão definidas pelo seu uso. Caso este seja de uso privativo, ou seja, utilizado somente em residências e habitações, deverá usar uma carga de 400N, ou aproximadamente 40 quilogramas, multiplicado pelo comprimento total considerado dos dois maiores módulos do protótipo. Estas cargas deverão ser aplicadas conforme indica a Figura 04.

Caso seja de uso coletivo, onde possuem uma demanda maior de pessoas utilizando este guarda-corpo, a carga deverá ser de 1000N, ou aproximadamente 100 quilogramas, multiplicado pelo comprimento total considerado dos dois maiores módulos do protótipo. As cargas de uso deverão ser aplicadas nos pontos indicados pela Figuras 03.

Nas duas etapas, tanto para o uso privativo quanto para o coletivo, os esforços deverão ser mantidos durante 15 minutos, após registrar a deformação instantânea em milímetros. Decorridos 3 minutos da retirada da carga de uso, registrar a deformação residual da carga de uso, também em milímetros.

O objetivo do ensaio da carga de segurança é avaliar o comportamento do guarda-corpo para possíveis sobrecargas. No cotidiano do uso, estas sobrecargas podem ser geradas por tumultos, impactos violentos, colisões, dentre outros.

Para haver aceitação do ensaio, ao ser submetido a carga, o guarda-corpo não deve apresentar ruptura de qualquer de seus componentes tão pouco houver afrouxamento ou destacamento dos componentes, ou dos elementos de fixação.

A deformação horizontal aceitável sob a carga de 400N/m ou de 1000N/m dependendo do uso do guarda-corpo, não deve superar 20 milímetros. A deformação horizontal residual, ou seja, aquela que após 3 minutos da retirada da carga, deve ser registrada e não deve superar 3 milímetros.

3.2. ESFORÇO ESTÁTICO VERTICAL

O ensaio, também descrito pela NBR 14718 (ABNT,2018), tem como princípio, avaliar a resistência do guarda-corpo ao ser submetido a um esforço estático vertical. Para realizar este ensaio são necessários dois cutelos de aço com seção plana de 50 milímetros e comprimento igual à largura do peitoril, um dispositivo de aço que garanta uma distribuição igualitária da carga, uma célula de carga ou equipamento equivalente para aplicação do esforço, um equipamento para medir o deslocamento linear com precisão de 0,1 milímetro e um apoio de madeira compensada.

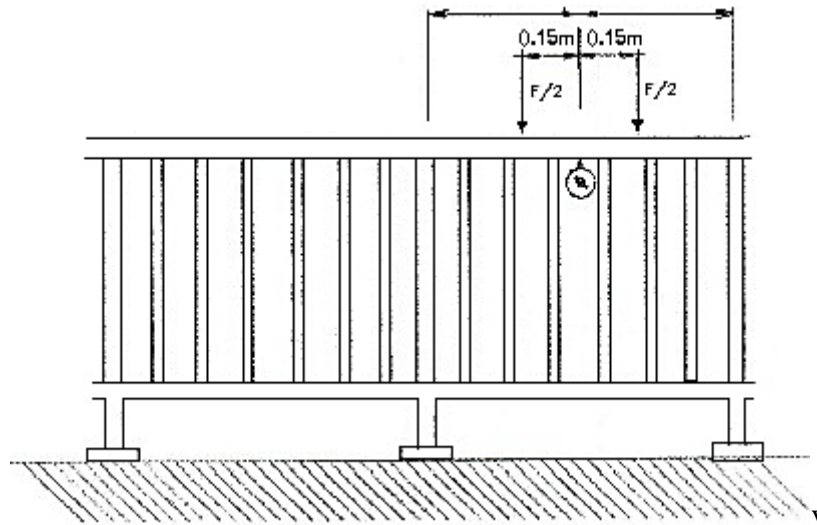
O comprimento do guarda-corpo instalado na obra será determinante neste ensaio, pois se o comprimento for superior a três metros, deve ser utilizado um protótipo igual ou inferior a três metros, sempre representado por dois módulos, três montantes e dois elementos de fechamento, e não deve ser fixado nas laterais. Quanto ao local de aplicação do esforço deverá considerar o maior vão do protótipo e seguir conforme demonstra a Figura 04.

Caso o guarda-corpo for menor ou igual a três metros, o ensaio deve ser realizado em um protótipo no tamanho original e a fixação nas laterais deverá seguir a orientação do projeto, caso esteja previsto o protótipo também deverá estar.

Quando o protótipo for constituído de apenas um módulo, ou seja, para guarda-corpos que forem instalados nas obras que forem menores de três metros, este deve considerar a extensão dos protótipos conforme a Figura 05.

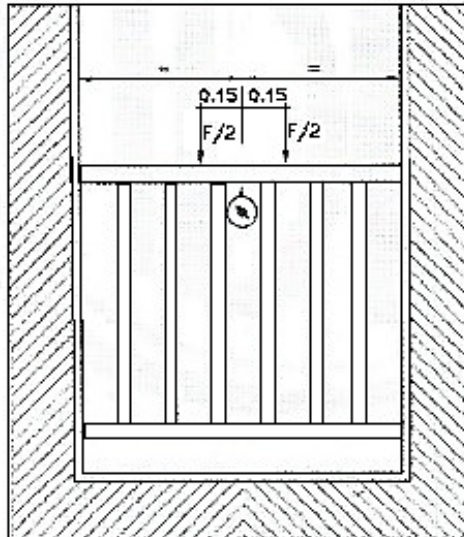
Anterior ao início do ensaio, deve ser instalado o medidor de deslocamento linear, no centro da aplicação da carga e registrada a leitura inicial, em milímetros, antes da aplicação do esforço.

Figura 05 – Aplicação de esforços em protótipos construídos de dois módulos



Fonte: ABNT, 2008

Figura 06 – Aplicação de esforços em protótipos construídos de um módulo



Fonte: ABNT, 2008

Este ensaio, também distingue o uso do guarda-corpo em relação a execução do ensaio. Caso o uso for de caráter privativo, os esforços deverão ser distribuídos nos pontos indicados com carga de segurança de 680N, aproximadamente 68 quilogramas, por metro linear do maior vão do protótipo, aplicado neste único módulo.

Já se for de uso coletivo, neste deverá ser aplicado uma carga de segurança de 1700N, aproximadamente 170 quilogramas, por metro linear do maior vão do protótipo, aplicado neste único módulo.

Para ambos os usos, deverá ser mantido a carga durante quinze minutos e posteriormente retirar a carga, após três minutos registrar a deformação residual em milímetros.

Os critérios de aceitação deste ensaio é o protótipo não apresentar rupturas, nem ocorrer afrouxamento ou destacamentos de componentes dos elementos de fixação. A deformação vertical tolerável deve ser inferior à de 20 milímetros e a deformação horizontal deve ser inferior a 8 milímetros.

3.3. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA A IMPACTOS

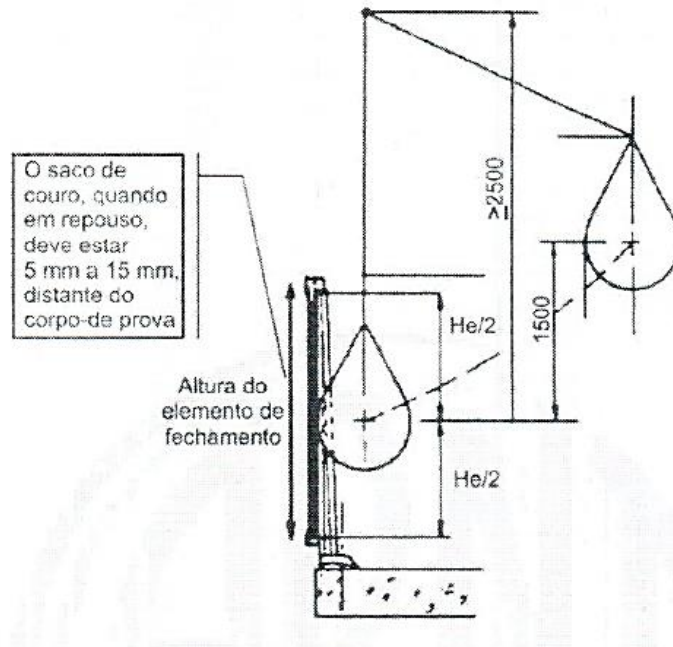
O método deste ensaio, segundo a NBR 14718 (ABNT,2008), tem como princípio avaliar a resistência do guarda-corpo quando submetido a um impacto de 600 Joules. Os aparelhos necessários neste ensaio são um saco em formato de gota, revestido de couro, com diâmetro aproximado de trinta centímetros, contendo em seu interior esferas de vidro, com uma massa total de 40 quilogramas, um sistema de suporte e roldanas, para que o deslocamento pendular da esfera seja efetivo e um gabarito prismático.

Deve ser instalado o protótipo em conformidade com o projeto. O impacto de 600 Joules deve ser aplicado no centro geométrico do elemento de fechamento, sendo ele de qualquer material.

Após montado o equipamento de teste, a esfera de couro deve ser solta em movimento pendular em uma altura de 150 centímetros em relação ao ponto de aplicação da forma, no qual pode ser observado na Figura 07.

Após a aplicação do impacto, o protótipo deve ser criteriosamente vistoriado e qualquer eventual deslocamento, deterioração ou ruptura dos sistemas de fixação deverão ser registradas. Em seguida deve ser avaliado o elemento de fechamento do guarda-corpo, verificando se possui alguma possibilidade de passagem de um gabarito prismático, conforme a Figura 08.

Figura 07– Esquema de aplicação do impacto sobre elementos de fechamento de guarda copos



Fonte: ABNT, 2008.

Figura 08 – Passagem do gabarito prismático de (25 x 11 x 11) cm em folgas entre os perfis.



Fonte: ABNT, 2008.

Para este ensaio ser válido, as fixações não devem haver destacamentos ou rupturas das fixações e nem ver queda dos elementos de fechamento ou qualquer de suas partes. Porém pode ser tolerado um afrouxamento dos pontos de fixação e uma possível ruptura ou

deformação em qualquer dos elementos do guarda-corpo, desde que não seja reprovado no item de teste do item prismático, conforme Figura 08.

3.4. ACEITAÇÃO

Caso o modelo ou tipo de guarda-corpo não atenda qualquer dos requisitos citados nos itens 3.1, 3.2 ou 3.3, este deve ser rejeitado.

A instalação do guarda-corpo deve seguir todas as recomendações prevista em projeto e consideradas para a avaliação do protótipo. Deve ser visualmente inspecionada a correta fixação das ancoragens da estrutura na edificação, além da integridade individual dos componentes do caixilho e a colocação correta dos objetos.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objeto deste capítulo é apresentar o estudo de caso, que envolve desde a execução do guarda-corpo até as medições das resistências dos esforços horizontais e verticais e a resistência a impacto, realizadas *in loco* e seus resultados, baseados na NBR 15575 (ABNT, 2013d).

Localizada na Avenida Universitária, setor Santa Isabel, no município de Anápolis, Goiás, o Residencial Avenida Parque foi local do estudo da avaliação. A Figura 09, apresenta a macrolocalização do empreendimento e Figura 10, a sua fachada.

Figura 09 – Macrolocalização do empreendimento



Fonte: GOOGLE EARTH, 2018

O Residencial Avenida Parque é composto por cinco torres, no qual a construção será dividida em duas etapas. A primeira, com a construção das torres A, B e C, que está prevista para ser entregue em maio de 2019, e a segunda, construção das torres D e E sem previsão de entrega.

As torres A e B, posicionadas na parte superior da Figura 09, são iguais e compostas por 25 pavimentos cada um com 6 apartamentos. A torre C é composta por 25 pavimentos,

porém com apenas 4 apartamentos. As torres D e E possuirá a mesma tipologia arquitetônica das torres A e B.

Figura 10 – fachada frontal do empreendimento



Fonte: AUTORES, 2019

Obteve-se o apoio da Construtora Emisa, para a realização da execução do guarda-corpo, e da empresa MB Construtora e Metalúrgica, quanto a confecção dos guarda-corpos e realização dos ensaios.

4.1. PROCESSO EXECUTIVO DA MONTAGEM DO GUARDA-CORPO

O Construtora Emisa contratou a empresa MB Construtora e Metalúrgica para confeccionar os guarda-corpos, para que a equipe operária da obra do Residencial Avenida Parque executasse a fixação.

O modelo do guarda-corpo foi definido pelo projeto elaborado pela construtora, alterado apenas pelo comprimento em relação a tipologia do apartamento. Ao todo possuem três tipos de apartamentos: o de dois quartos com a suíte, o de três quartos com a suíte e o de três quartos com duas suítes.

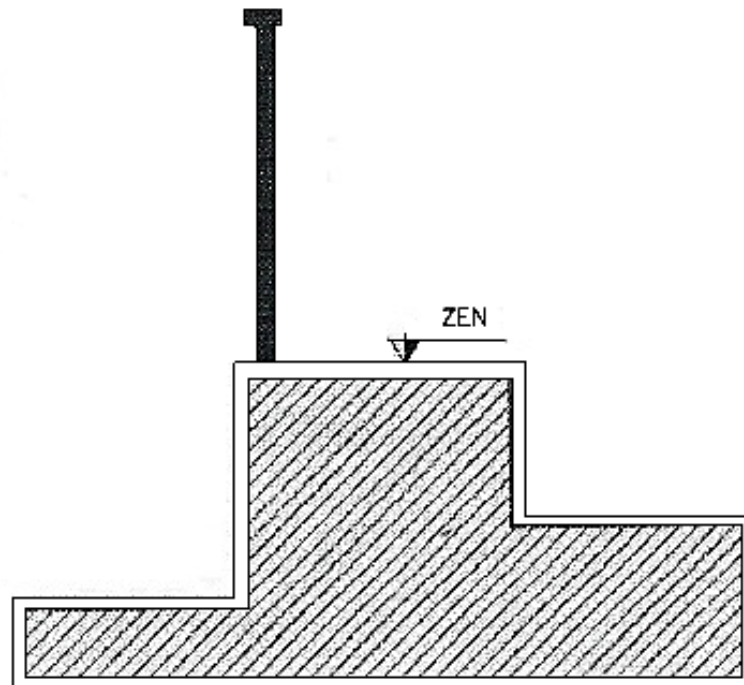
O modelo escolhido para o estudo, foi o do apartamento com três quartos com uma suíte localizado na torre B, no segundo pavimento, devido o mesmo possuir o guarda-corpo

Figura 13 – Modelo do guarda-corpo utilizado no apartamento de três quartos com uma suíte



Fonte: AUTORES, 2019

Figura 14 – Altura da Zona de Estacionamento Normal (ZEN)



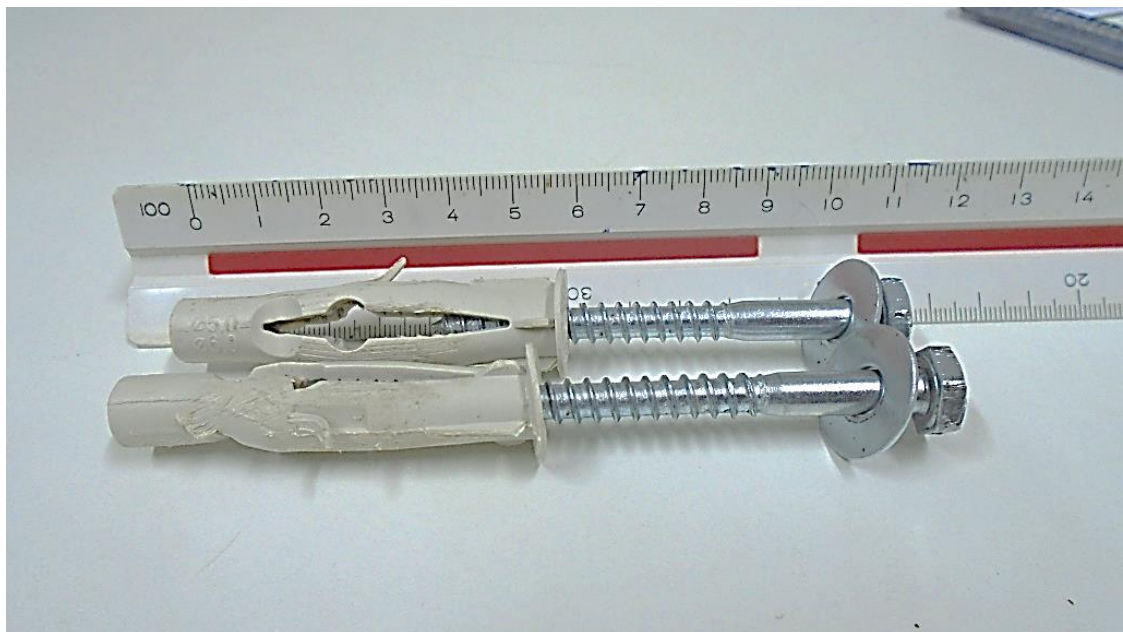
Fonte: ABNT, 2008

A execução da fixação do guarda-corpo, foi iniciada após a finalização dos revestimentos internos e externos, e da execução do forro de ferro.

Após a entrega da peça do guarda-corpo pela empresa contratada, iniciou-se o processo de separação e transporte da peça para o respectivo apartamento. Em seguida, com a peça no local, o funcionário da empresa, devidamente treinado pela equipe administrativa da obra a executar a atividade dentro dos parâmetros estabelecidos, tanto pelas normas quanto pela sistema de gestão da qualidade da empresa, iniciou-se a fixação.

O método de fixação adotado pela empresa foi por meio de chumbadores, conhecidos popularmente como “buchas”. Estas “buchas” são subdivididas por meio das características de uso, ou seja, se o material a ser chumbado for concreto armado, deverá ser utilizado “bucha” para concreto. No caso estudado foram utilizados dois chumbadores, um para o uso em alvenaria de bloco cerâmico (Figura 15) e o outro para concreto armado (Figura 16) de 10 milímetros, ou no termo popular “bucha número 10”.

Figura 15 – Conjunto de “bucha” para alvenaria de bloco cerâmico, parafuso e arruela



Fonte: AUTORES, 2019

Figura 16 – Conjunto de “bucha” para concreto armado, parafuso e arruela



Fonte: AUTORES, 2019

O processo inicial da fixação, se dá pela perfuração de uma cavidade na qual é fixado o guarda-corpo, utilizando uma ferramenta própria para tal fim (Figura 17). Esta cavidade tem a espessura do chumbador definido. Após a perfuração, deverá ser realizada a limpeza da cavidade e inserir o chumbador, com o auxílio de um martelo até o mesmo ficar rente a parede.

Figura 17 – Furadeira de impacto



Fonte: AUTORES, 2019

Em seguida, posicionar o guarda-corpo nos locais indicados e presseguir com a fixação, rosqueando o parafuso com auxílio de uma chave combinada ou ferramenta semelhante até estar completamente rosqueado, como pode ser verificado na Figura 18.

Figura 18 – Fixação do guarda-corpo



Fonte: AUTORES, 2019

Após o rosqueamento de todos os parafusos, Figura 19, o serviço deve ser inspecionado por um supervisor e após a aprovação do serviço, deve ser realizada a limpeza do ambiente de trabalho.

Figura 19 – Fixação dos parafusos no guarda-corpo



Fonte: AUTORES, 2019

4.2. RESULTADOS

Conforme orientação da NBR 14718 (ABNT,2008), os ensaios seguiram a seguinte ordem: esforço estático horizontal, em seguida o esforço estático vertical e a resistência a impactos.

As cargas foram definidas a partir das orientações da NBR 14718 (ABNT,2008). Para o ensaio de esforço horizontal e vertical foram adotadas uma carga de 1000N, sendo que para alcançar os valores das massas foram sacos utilizados de cimento de 50 quilogramas. Para o caso da aplicação da pré carga no ensaio de esforço horizontal vertical, foi utilizado um saco de argamassa de 20 quilogramas, alcançando o valor de 200N conforme solicita a norma.

4.2.1 Esforço estático horizontal

Inicialmente foi aplicado uma carga inicial de 400N, sendo representada por dois pacote de argamassa de 20 quilogramas, para a finalidade de acomodação do protótipo. Após 15 minutos da atuação desta carga, foi registrado uma deformação horizontal de 2,4 milímetros, sendo que o valor admissível pela norma seria de 7 milímetros, sendo aprovado nesta primeira etapa.

Este valor, de carga inicial se dá pela interpretação do item 4.4 do anexo A da NBR 14718 (ABNT,2008), no qual diz que caso o protótipo for constituído de dois ou mais módulos, deverá ser considerado o comprimento dos dois módulos. No caso do protótipo em estudo o valor é de 1,846 metros. A norma solicita que seja aplicada 200N para cada metro considerável do protótipo, sendo assim foi considerado uma carga de 400N.

Como o uso deste guarda-corpo é privativo, deverá ser aplicado uma carga de 400N por metro. Como foi orientado pela norma em utilizar o comprimento dos dois módulos, a carga do ensaio será de 74 quilogramas, arredondando este valor será considerado um valor de 1000N, representado por dois sacos de cimento de 50 quilogramas cada, conforme observado na Figura 20.

Após 15 minutos do início do ensaio, foi registrado o valor de 18 milímetros referente ao valor de deformação horizontal, no qual pode ser observado visualmente na Figura 21. O valor aceitável, de acordo com a norma é de no máximo 20 milímetros, sendo assim considerável aceitável nesta etapa do ensaio.

Figura 20 – Carga de uso no ensaio do esforço estático horizontal



Fonte: AUTORES, 2018

Conforme orienta a norma, após 3 minutos da retirada da carga foi registrado uma deformação residual, ou seja, uma deformação decorrente ao ensaio realizado igual a zero, sendo o tolerável de no máximo 3 milímetros, sendo assim o ensaio de esforço estático horizontal teve êxito.

Figura 21 – Deformação horizontal visual do protótipo.



Fonte: AUTORES, 2018

Na Tabela 2, encontra-se os dados e seus critérios normativos no qual houve aprovação em todos os requisitos propostos pela NBR 14718 (ABNT,2008).

Tabela 2 – Valores das deformações horizontais

Esforço estático horizontal			
	Valor encontrado	Critério normativos	Resultado
Pré carga (mm)	2,4	< 7	aprovado
Deformação horizontal (mm)	18	< 20	aprovado
Deformação horizontal residual (mm)	0	< 3	Aprovado

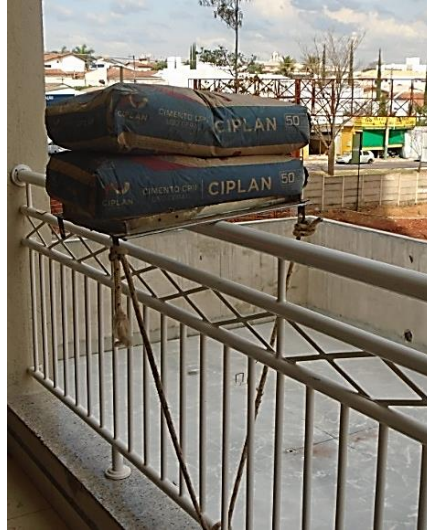
Fonte: AUTORES, 2019

4.2.2 Esforços estático vertical

A definição da carga utilizada pela interpretação do item B.4.7 da NBR 14718(ABNT, 2008), informa que deverá ser distribuído, uma carga de 680N por metro em relação ao maior vão do protótipo. O maior vão é de 96,2 centímetros, com isso multiplicando a carga solicitada pelo comprimento o resultado é de 654N. Sendo que como forma de majoração e arredondamento de carga foi considerada uma carga, de 1000N, representada por dois sacos de cimentos de 50 quilogramas (Figura 22).

Inicialmente foi instalado um nível a laser, como instrumento medidor de deslocamento linear, em seguida foi aplicado uma carga inicial de 1000N, sendo representada por dois sacos de cimento de 50 quilogramas. Este valor se dá pelo mesmo princípio apresentado no subtópico 4.2.1, devido ao comprimento dos dois módulos.

Figura 22 – Aplicação da carga vertical no protótipo.



Fonte: AUTORES, 2018

Passados 15 minutos após a aplicação da carga, foi registrado uma deformação de 1,5 milímetros, sendo que o permitido pela norma é de no máximo 20 milímetro (Figura 23), sendo assim aprovado pelo ensaio. Após 3 minutos da retirada da carga de 1000N, foi registrado deformação residual nula, sendo que o permitido seria de 8 milímetros.

Figura 23 – Deformação vertical visual do protótipo.



Fonte: AUTORES, 2018

O protótipo foi aprovado neste ensaio de esforço estático horizontal. Na Tabela 3 consta o resumo dos registro das deformações e a tolerâncias.

Tabela 3 – Valores das deformações verticais

	Esforço estático vertical		Resultado
	Valor encontrado	Critério normativo	
Deformação vertical (mm)	1,5	< 20	aprovado
Deformação horizontal residual (mm)	0,00	< 8	aprovado

Fonte: AUTORES, 2019

4.2.3 Resistência a impactos

Inicialmente foi preparado o elemento de sustentação na viga superior da varanda gourmet, local aonde estava montado o protótipo, como pode ser observado na Figura 24. Após fixado o elemento de sustentação, foi suspenso o saco de couro de 40 quilogramas.

Figura 24 – Montagem do elemento de sustentação do corpo mole



Fonte: AUTORES, 2018

Figura 25 – Corpo mole suspenso a uma altura de 1,5 metros



Fonte: AUTORES, 2018

Finalizado a montagem do corpo mole, foi elevado a uma altura de 1,5 metros de altura conforme orienta a norma (Figura 25). Na altura especificada foi liberado o corpo mole, seguindo um movimento pendular atingindo o centro do protótipo conforme Figura 26.

Figura 26 – Impacto do corpo mole no protótipo



Fonte: AUTORES, 2018

Após o impacto de 600 Joules gerados no protótipo (Figura 27) o guarda-corpo se comportou de forma positiva, não ocorrendo rupturas nem destacamentos dos pontos de fixação. Contudo houve alguns pontos de fixação que sofreram afrouxamento conforme Figura 26, e que estão previstas nas tolerâncias na norma.

Figura 27 – Afrouxamento dos pontos de fixação do protótipo.



Fonte: Autores, 2018

No final deste ensaio, além de verificar o afrouxamento, foi inspecionado todo o protótipo em busca de pontos danificados e passíveis de risco aos futuros usuários. Não foi encontrado nenhum ponto de risco e com isso, também houve aprovação neste ensaio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notável a importância da norma NBR 15575(ABNT,2013a,b,c,d,e,f) nas obras habitacionais, devido as exigências impostas, pois por meio dos cumprimentos dos seus requisitos a edificação se torna uma construção mais sustentável, confortável e segura.

Em relação ao guarda-corpo, um elemento de extrema necessidade de segurança para a edificação, não poderia ser diferente. O cumprimento dos requisitos das normas ABNT 15575(ABNT,2013) e ABNT 14718 (ABNT,2008) no âmbito executivo é fundamental para que não gere acidentes e transmita uma segurança ao usuário.

Por meio dos resultados obtidos no presente trabalho, é possível perceber que o guarda-corpo instalado no Residencial Avenida Parque é seguro, pois em alguns aspectos foram utilizados cargas superiores ao recomendado pela norma e mesmo assim foram aprovados em todos os critérios.

O cumprimento destas normas, além de serem obrigatórias para empresas que tenham certificados de qualidade, é uma forma de prospectar clientes, uma vez que o possível usuário tenha conhecimento que a empresa cumpre as normas voltadas para a segurança e bem estar, é possível confiar e investir em edificações seguras.

Este trabalho permitiu verificar que os guarda-corpos, sendo um elemento de segurança na edificação, devem ser submetidos a ensaios para garantir que este elemento cumpra com o seu objetivo. Uma vez que não atingindo o seu desempenho, é colocado em risco a vida de seus usuários, sendo a incorporadora ou construtora as responsáveis pelas vidas dos usuários nestes casos.

Um ponto de dificuldade encontrado neste trabalho foi a falta de preparação de pessoas envolvidas em interpretar os requisitos e critérios impostos pelas normas, sendo que há uma falta de preparação por falta de conhecimento. Portanto, sugere-se que as construtoras invistam em qualificação técnica das equipes administrativas e treinamento profissional para a equipe operacional, pois assim a probabilidade de se cometer erros relacionados a falta de entendimento normativo é reduzido.

Por fim, evidencia-se importância nos cumprimentos das normas técnicas, não somente na execução do guarda-corpo mas em todos os processos construtivos, pois por meio destes as edificações podem transmitir ao usuário um conforto lumínico e termoacústico, bem estar e segurança.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- A partir do estudo de caso exibido, aconselha-se para trabalhos futuros a ensaiar mais de um guarda-corpo, mesmo não exigido pela norma ABNT NBR 15575. É importante a avaliação deste mais de um elemento, evidenciando assim a confiabilidade do processo construtivo e o elemento do guarda-corpo.
- Sugere-se também que para os trabalhos futuros que tratem sobre as manutenções corretivas e preventivas, a vida útil e a vida útil do projeto e os prazos de garantia envolvendo o guarda-corpo e seus processos construtivos.
- Outra sugestão é para os trabalhos envolvendo o aprimoramento e maior qualidades dos materiais, componentes e sistemas construtivos envolvendo a melhoria do desempenho do guarda-corpo.
- Por fim, é sugerida também a realização de trabalhos acadêmicos que abordem o conteúdo das normas técnicas, principalmente no âmbito da norma de desempenho, no ensino de universidades e faculdades de arquitetura e engenharia civil, para que sejam formados profissionais concientes das responsabilidades sobre a qualidade de vida de seus cidadãos.

REFERÊNCIAS

AMARAL NETO, Celso de Sampaio.; MAIA NETO, Francisco.; D'AVILA NETO, João Freie.; VITALE JUNIOR, Olivar Lorena. **Norma de Desempenho – Um marco regulatório na construção civil**. São Paulo – SP, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 5419-1: **Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 1: Princípios gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____.**NBR 7199: Vidros na construção civil — Projeto, execução e aplicações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

_____.**ISO 8402: Sobre Gestão da Qualidade e Garanta de Qualidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

_____.**NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____.**NBR 14718: Guarda-corpo para edificação** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____.**NBR 15.575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

_____.**NBR 15.575-2: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

_____.**NBR 15.575-3: 2013, Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os Sistemas de Pisos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013c.

_____.**NBR 15.575-4: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais internas e externas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013d.

_____.**NBR 15.575-5: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013e.

_____.**NBR 15.575-6: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 6: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013f.

AZEVEDO, Sérgio de; ANDRADE, Luís Aureliano Gama de. **Habitação e Poder, da Fundação de casa Populares ao Banco Nacional Habitação**. Rio de Janeiro, 2011;

BELTRAME, Faviola Rago; GADIOLI Fabio. **Guarda-corpos devem atender à norma técnica NBR 14.718**. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/guardacorporos-devem-atender-a-norma-tecnica-nbr-14718_6408_0_0>. Acesso em: 13 novembro 2018.

BICHELS, Fernanda. **Importância da Construção Civil e a importância da diferenciação**. Disponível em: <<https://sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/noticias-de-impacto/mercado-da-construcao-civil-e-a-importancia-da-diferenciacao/55520c6b14d0c01d07ffc0c>>. Acesso em: 23 agosto 2018.

BRASIL. PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT. Disponível em: <http://www.pbqp-h.gov.br> . Acessado em 17. agosto.2018.

BORGES, C. A. D. M. **O Conceito de desempenho de edificações e sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 263 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CARUBIM, Karline. **Elaboração de check list comparativo entre listas de verificação da norma de desempenho e aplicação em empresas de Chapecó (SC)**. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, UNOCHAPECÓ, Chapecó (SC), 2017.

CASTRO, Jorge Azevedo de. **Inventos e Inovações Tecnológica: produtos e patentes na construção**. São Paulo: Annablue, 1999.

CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais – Guia orientativo para atendimento a Norma ABNT NBR 15575/2013**, 2013. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf>. Acesso em: 17. Agosto.2018.

CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **O código de defesa do consumidor** aplicado aos materiais de construção civil. ORSA Comunicação e Editora LTDA, 1997.

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE). 2006. Madrid, Gobierno Espanhol. Madrid. Disponível em: < <https://www.codigotecnico.org>. > Acesso em: 13/10/2018.

FLAUZINO, W. **Durabilidade de materiais e componentes das edificações: metodologia e suas aplicações no caso de pinturas externas e chapas onduladas de plástico**. 214 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo 1983.

GENTILE, Paulo.; LIBONATTI, Nelson. **Instalação de guarda-corpo**. Técnica. Pini, São Paulo, nº 184,2012, p. 06-08, Junho.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) ISO 15928-1: **Houses -- Description of performance-- Part 1: Structural safety**, Suíça: ISO, 2015a Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/62990.html> > Acesso em: 14/10/2018.

_____.15928-2: **Houses -- Description of performance-- Part 2: Structural serviceability**. Suíça: ISO, 2015b. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/37295.html>> Acesso em: 14/10/2018.

_____.ISO 15928-3: **Houses -- Description of performance-- Part 3: Structural durability**. Suíça: ISO, 2015c. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/62992.html>> Acesso em: 14/10/2018.

_____.ISO 15928-4: **Houses -- Description of performance-- Part 4: Fire safety**. Suíça: ISO, 2017. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/72465.html>> Acesso em: 14/10/2018.

_____.15928-5: **Houses -- Description of performance-- Part 5: Operating energy.** Suíça: ISO, 2013. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/52050.html>> Acesso em: 14/10/2018.

KENCHIAN, A. – **Qualidade Funcional no Programa e Projeto da Habitação.** 2011. 541 folhas. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. 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, jan./jun. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v9i1.89989>>.

LORENZI, Luciani Somensi. **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 sociais térreas.** Tese (doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2013.

MEREB, Marcia Pellegrini (Coord.) **Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575.** São Paulo: ASBEA, 2015, p.56. Disponível em: http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf. Acesso em: 06 setembros 2018.

MOREIRA, Letícia Carvalho. **Vida útil e prazos de garantia sob a ótica da norma de desempenho – NBR 15575 (ABNT, 2013), CREA – GO,** sem data. Disponível em: <<http://www.creago.org.br/index.php/comunicacao/imprensa/releases/918-vida-util-e-prazos-de-garantia-sob-a-otica-da-norma-de-desempenho-nbr-15-575-abnt-2013>> acessado em 17. agosto.2018.

MOURÃO, Alexandre. **Análise dos Critérios de Atendimento à Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575.** Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará. Coopercon-CE, 2016.

OKAMOTO, Patrícia Seiko. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais.** São Paulo, 2015.

SOUZA, Nicolas Staine. **Implantação da norma de desempenho de edificações habitacionais em uma incorporadora no município de Chapecó** 2015. Monografia II (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Comunitária Regional de Chapecó (Unochapecó), Chapecó (SC), 2015.

SOUZA, Julio Cezar Sabadini de. **A norma de desempenho de edificações NBR 15.575.** 57 slides,2012 Disponível em: <<http://escriva.ipt.br/pdf/171000.pdf>> Acesso em: 05 de out. 2018.

SOUZA, J. L. P.; KERN, A. P.; TUTIKIAN, B. F. **Análise quantiquantitativa da norma de desempenho (NBR nº 15.575/2013) e principais desafios da implantação do nível superior em edificação residencial de multipavimentos.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 127-144, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i1.133842> Acesso em:05 de out. 2018.

UMPIERES, Rodrigo Tolotti. **Bolha sem fim**: imobiliárias perdem 72% de valor de mercado desde o auge do setor. 2016. Disponível em:<<http://www.infomoney.com.br/mercados/acoes-e-indices/noticia/5930569/bolha-sem-fim-imobiliarias-perdem-valor-mercado-desde-auge-setor>>. Acesso em: 5 mar. 2017.

VITTORINO, Flávio. **Especificações de desempenho nos empreendimentos de HIS baseados na NBR 15575**. 63 slides. Disponível em :< <http://escriba.ipt.br/pdf/173049.pdf>> Acesso em: 05 de out. 2018.