

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE GUARDA-CORPO HABITACIONAL

Daniella Silva Marques

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(daniellasmec@gmail.com)*

Isack Alves de Melo

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(isack3@hotmail.com)*

Ana Lúcia Carrijo Adorno

Professora Doutora do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis (ana.carrijo@unievangelica.edu.br)

Kiria Nery Alves do Espírito Santos Gomes

*Professora Mestre, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(kiriagomes@gmail.com)*

RESUMO

A cada ano que passa novos estudos e pesquisas vão desenvolvendo o modo de projetar e de construir, através de publicações de normas técnicas. Devido à publicação da NBR 15575 (ABNT, 2013), que traz diversos requisitos de garantia de qualidade. As novas edificações que se baseiam nessa norma asseguram uma maior garantia de segurança. Diante disso, este trabalho aprofunda-se na referida norma, trazendo detalhes sobre seu histórico e aplicação no Brasil. Teremos como foco o elemento de guarda-corpo, que também necessita da NBR 14718 (ABNT, 2008), a qual traz procedimentos para instalação e para realização de ensaios em guarda-corpos. Neste trabalho será acompanhado o processo de execução e a realização de ensaios de esforços estáticos horizontais, verticais e de impacto em um guarda-corpo de um condomínio na cidade de Anápolis-GO. Após acompanhar os ensaios e avaliar seus resultados comparando com os limites impostos pela norma de desempenho e conclui-se que este guarda-corpo é seguro a impactos.

PALAVRAS-CHAVE: Norma de Desempenho. NBR 15575. GUARDA-CORPO. Desempenho. Qualidade. NBR 14718.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil após passar por momentos muito bem valorizados, se encontra em um período recessivo por conta de problemas na economia do país. Portanto, nesse momento, se faz de grande importância buscar métodos para atrair o consumidor, a qualidade, produtividade e inovação tecnológica traz um enorme diferencial no mercado (CASTRO, 1999).

Como a preocupação com a qualidade do produto final precisa ser cada vez mais visada, foi publicada a NBR 15575 – Edificações Habitacionais: Desempenho no ano de 2013, que vem trazer vários requisitos de desempenho em diversas áreas da construção. A norma é subdividida em 6 partes, sendo elas: requisitos gerais, sistema estrutural, sistema de piso, sistema de vedações verticais internas e externas, sistema de cobertura e sistema hidrossanitário. Esses requisitos da norma possuem o objetivo de garantir que após a finalização da obra e durante sua vida útil ela traga total conforto, usabilidade e segurança ao usuário.

Dentre esses benefícios um dos que o engenheiro precisa se dedicar bastante é a segurança, e um dos elementos da construção que se deve garantir que seja seguro é guarda-corpo que é instalado comumente em varandas também em pequenas, mas quase sempre grandes alturas. A norma de desempenho traz os requisitos deste elemento em sua quarta parte, com a finalidade que este elemento consiga suportar ações de cargas usuais. Para isso a norma pede que sejam realizados ensaios de forças horizontais e verticais e de impacto, como garantias de que ele realizara sua função de proteção.

Diante o grau de importância desta norma e da garantia de segurança do guarda-corpo, será feita uma análise no procedimento de avaliação do desempenho do guarda-corpo em uma edificação habitacional localizada na cidade de Anápolis, GO.

2 BREVE HISTÓRICO DA NORMA E APLICAÇÃO NO BRASIL

Embora a preocupação com o desempenho tenha tomado grandes proporções atualmente, o conceito e a visão de que isso era necessário nas edificações habitacionais já vem de algum tempo. No ano de 1970 o Banco Nacional de Habitação (BNH) era o principal financiador de habitações no país, o que se fez necessário pensar em normas que regulamentassem melhor as construções desses empreendimentos. Então, segundo Borges (2008), o BNH patrocinou o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para em 1980 iniciarem estudos sobre desempenho das construções.

Alguns anos depois, em 1986, o BNH é extinto o que faz com que sejam interrompidas as pesquisas do IPT. Sem haver estudos em desenvolvimento o assunto de desempenho habitacional ficando um pouco menos considerado nos planejamentos e projetos de engenharia, o que causou uma perda na qualidade, desempenho e ainda na segurança.

Somente depois de mais de 10 anos, em 1997, a sucessora do BNH, a Caixa Econômica Federal, contratou novamente o IPT para retomar as pesquisas sobre desempenho, além de contratar também a Financiadora de Inocação e Projetos (Finep) para iniciar no ano 2000 as pesquisas “Normas Técnicas para avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitações”, para criar um conjunto de normas técnicas que teriam finalidade de avaliação das edificações habitacionais (BORGES, 2008).

Com todos esses acontecimentos, ao final da década de 1990 as empresas que adotaram o Sistema de Gestão de Qualidade começaram a se destacar e garantir seu lugar no mercado, o que causou cada vez mais um aumento na preocupação com o

desempenho e a qualidade do produto final oferecido aos compradores. Diante o crescimento do mercado, em 2007 é criado o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), adotando o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) para realizar avaliações dos produtos inovadores que surgiam.

Para a publicação da primeira norma foram necessários 8 anos, no dia 12 de maio de 2008 foi publicada com o nome de “NBR 15.575 – Edificações Habitacionais até cinco pavimentos – Desempenho”. Após o período de 2 anos que foi aguardado para a adaptação dos profissionais, foi iniciada uma revisão na norma, que em 2013 sofreu uma atualização passando a abranger agora todos as edificação e não somente os com até 5 pavimentos.

De acordo com Souza (2015), mesmo diante essa grande evolução do mercado de construção, algumas empresas e profissionais ainda passam por algumas dificuldades para se adaptar a nova norma. Essa dificuldade se baseia principalmente em ser uma exigencia mais recente e tambem pelo fato de a norma possuir uma grande quantidade de requisitos, o que as vezes pode tornar a obra um pouco mais cara, devido a materiais de melhor qualidade e ensaios que precisam ser realizados para verificar se o sistema esta de acordo com o que é solicitado na norma.

Segundo Kern et al (2014), no Brasil não ainda uma fiscalização para avaliar se a norma está realmente sendo aplicada em todas as construções. Contudo a fiscalização pode ser feita através dos consumidores que protocolarem uma solicitação junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), pois para o Conselho o cumprimento das normas vigentes é um dever de todos os profissionais o que é 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.

3 NORMA DE DESEMPENHO NBR 15575

A norma se aplica a todas as edificações com finalidade de habitação, bem como suas areas comuns, como garagem, area de lazer e qualquer outra dependencia do residencial. Somente são isentas de aplicação da norma projetos protocolados e obras concluidas antes da publicação, obras em andamento na data de entrada em vigor, obras de reformas e restaurações e edificações provisórias (ABNT, 2013a).

3.1 RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES DOS INTERVENIENTES

Os fornecedores de materiais, insumo, 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 (ABNT, 2013a).

Aos projetistas, cabe estabelecer a vida útil do projeto (VUP) com base nos valores estabelecidos na NBR 15575. 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, 2013

O incorporador, ou seja, aquele que possui responsabilidade pela construção mesmo não efetuando a construção, este providenciar estudos técnicos e informar ao projetista as informações necessárias para satisfazer os requisitos das normas. (ABNT, 2013a). 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.

3.2 REQUISITOS GERAIS

A primeira parte da NBR 15757 (ABNT, 2013a) trás requisitos de forma generalizada, não focando em um único grupo de sistemas da construção. 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.

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. (ABNT, 2013a).

A estanqueidade é abordada nesta parte de forma generalizada e estabelece alguns requisitos no qual a edificação habitacional deve alcançar. O pré-planejamento é essencial, de modo que a exposição à água chuva e umidade do solo aceleram os mecanismos de deterioração, reduzindo assim a vida útil da edificação. Logo, o projeto de impermeabilização é indispensável para se atingir o grau mínimo de desempenho (ABNT, 2013a).

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, ou seja, cada região do Brasil o desempenho térmico deve ser tratado de uma maneira particular.

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.

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. (ABNT, 2013a).

3.3 REQUISITOS PARA SISTEMAS ESTRUTURAIS

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 (ABNT, 2013b).

A estrutura deve garantir que não perca durabilidade e estabilidade, transmita uma sensação de segurança ao usuário, estabelecendo uma confiança sobre impactos físicos, buscando um funcionamento adequado das partes móveis da esquadria causado pela deformação dos elementos estruturais. (ABNT, 2013b).

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. (ABNT, 2013b).

3.4 REQUISITOS PARA SISTEMA DE PISOS

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. (ABNT, 2013c).

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. Deve também dificultar a difusão do incêndio na origem e não gerar fumaça excessiva dificultando a fuga do usuário (ABNT, 2013c).

O coeficiente de atrito da camada de acabamento deve ser criteriosamente seguido conforme a norma, pois o escorregamento do usuário ocorre quando há uma diminuição dentre o atrito do corpo em movimento e a camada de acabamento. O atendimento deste requisito traz uma maior garantia a integridade física ao usuário e uma segurança contra acidentes causados por escorregamento (ABNT, 2013c).

A estanqueidade do sistema de piso é tratada, focando no risco da saúde do usuário e da durabilidade da camada de acabamento do piso. O sistema deve ser estanque à umidade ascendente independente do ambiente e nas áreas molháveis, ou seja, aquelas que recebem respingos decorrentes ao uso, no qual não resultem na formação de lâmina d'água em sua superfície (ABNT, 2013c).

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. (ABNT, 2013c).

3.5 REQUISITOS PARA SISTEMA DE COBERTURA

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 (ABNT, 2013e).

A segurança contra incêndio, no sistema de cobertura deve obedecer aos requisitos apresentados nos requisitos gerais da NBR 15575 (ABNT, 2013a), além de considerar os diversos componentes elétricos, hidrossanitário e de gás que podem ser alojados entreforros (ABNT, 2013e).

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 (ABNT, 2013e).

3.6 REQUISITOS PARA SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

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. (ABNT, 2013f).

O sistema hidrossanitário deve ter um reservatório de água fria, sendo ele superior ou inferior, para combate a incêndio, além do volume de água destinado ao consumo dos usuários atendendo assim o requisito da segurança contra incêndio. O volume de água necessário para combater o incêndio deve ser determinado conforme a legislação e normas vigentes (ABNT, 2013f).

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. (ABNT, 2013f).

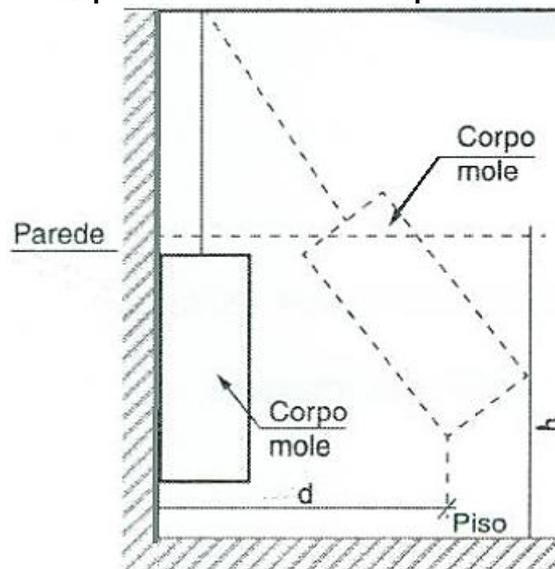
3.7 REQUISITOS PARA SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO E EXTERNO

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. (ABNT, 2013d).

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. (ABNT, 2013d).

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. (ABNT, 2013d).

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. (ABNT, 2013d).

O sistema deve ser vedado às águas pluviais ou de outras fontes e impossibilitar a infiltração de água através de suas faces, quando estiver 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.

4 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.

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 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 pontalotes 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.

5 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.

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. (ABNT,2008).

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.

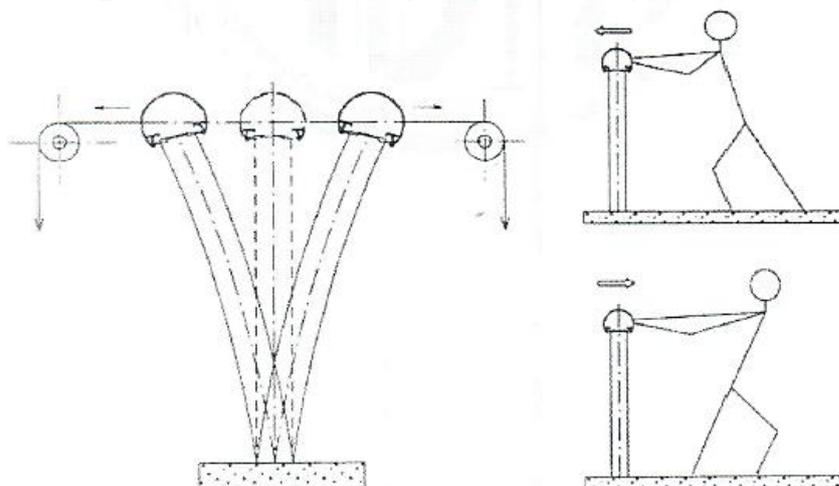
5.1 ESFORÇO ESTÁTICO HORIZONTAL

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. (ABNT, 2008).

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. (ABNT,2008).

Este esforço horizontal deverá ser aplicado no guarda-corpo de forma a abranger as duas faces, conforme Figura 02, deste modo é possível simular o uso cotidiano de um usuário ao se projetar sob o guarda-corpo. (ABNT,2008).

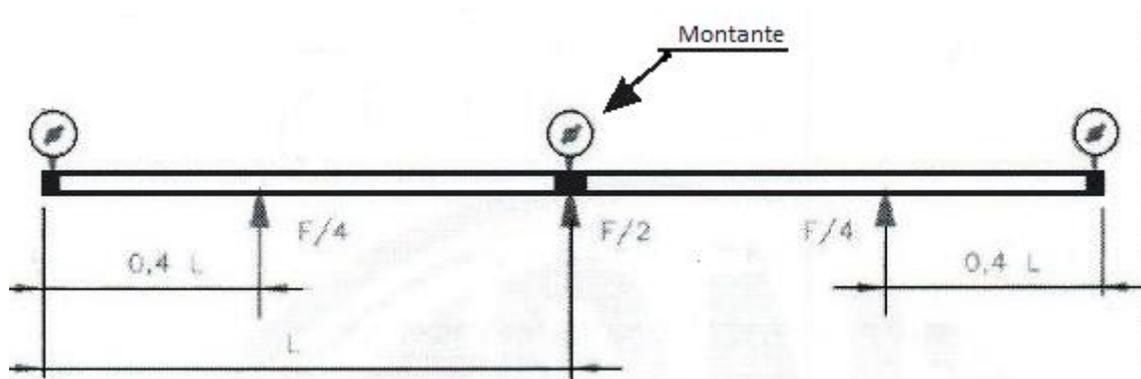
Figura 02 – Condição de aplicação de esforços no peitoril



Fonte: ABNT, 2013e.

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 03 (ABNT,2008).

Figura 03 – 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 descolamentos 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 03. (ABNT,2008).

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. (ABNT,2008).

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. (ABNT,2008).

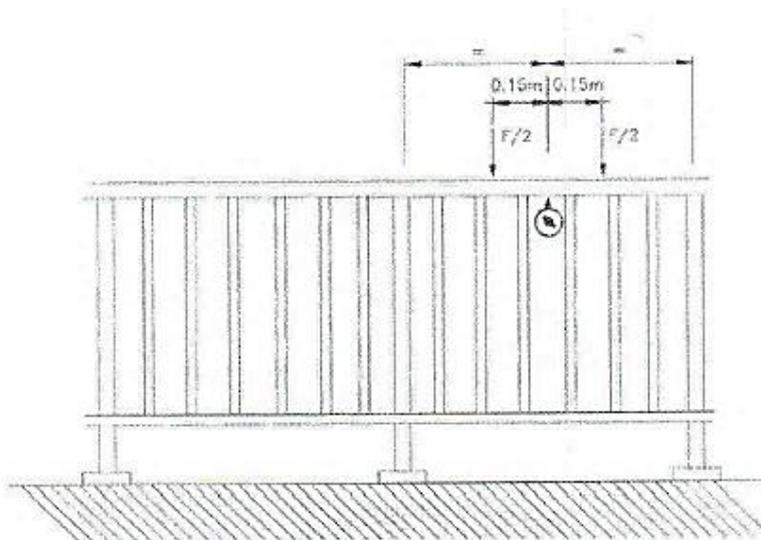
5.1 ESFORÇO ESTÁTICO VERTICAL

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. (ABNT,2008).

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 (ABNT,2008).

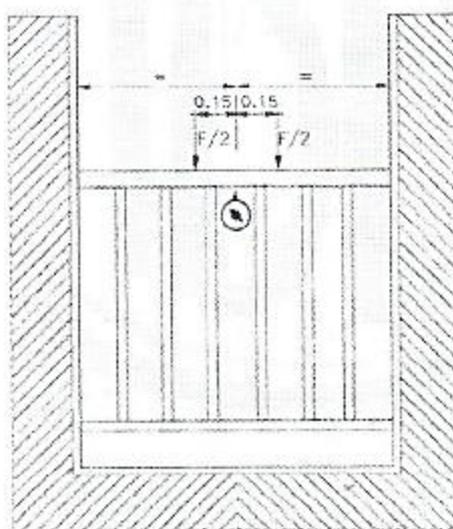
Figura 04 – Aplicação de esforços em protótipos construídos de dois módulos.



Fonte: ABNT, 2008.

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. (ABNT,2008).

Figura 05 – Aplicação de esforços em protótipos construídos de um módulo



Fonte: ABNT, 2008.

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. (ABNT,2008). 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. (ABNT,2008).

A carga deverá ser mantida durante quinze minutos e posteriormente retirar a carga, após três minutos registrar a deformação residual em milímetros (ABNT,2008).

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 inferior à de 20 milímetros e a deformação horizontal deve ser inferior a 8 milímetros (ABNT,2008).

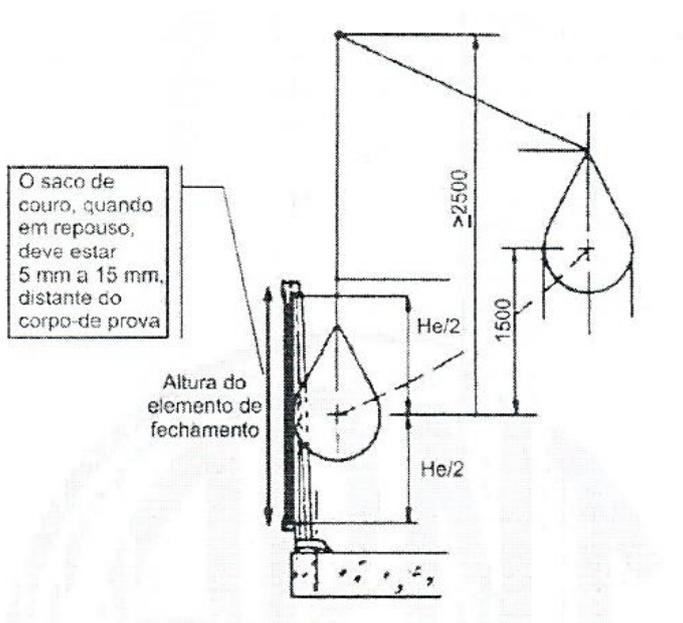
5.2 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA A IMPACTOS.

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.

A esfera de couro deve ser solta em movimento pendular em uma altura de 150 centímetros em relação ao ponto de aplicação da forma, como pode ser observado o esquema na figura 06.

Figura 06– Esquema de aplicação do impacto sobre elementos de fechamento de guarda-copos



Fonte: ABNT, 2008.

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 07.

Figura 07 – Passagem do gabarito prismático de (25 x 11 x 11) cm em folgas entre os perfis



Fonte: ABNT, 2008.

Para ser considerado aprovado neste ensaio, as fixações não deve haver destacamentos ou rupturas das fixações e não deve haver 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.

6 RESULTADOS

O local escolhido para estudo da avaliação está localizado na Avenida Universitária, setor Santa Isabel, no município de Anápolis, Goiás, com o nome de Residencial Avenida Parque. A figura 08, apresenta a macrolocalização do empreendimento e enquanto a figura 09 a sua fachada.

Figura 08 – Macrolocalização do empreendimento.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2018

Figura 09 – Fachada do empreendimento.



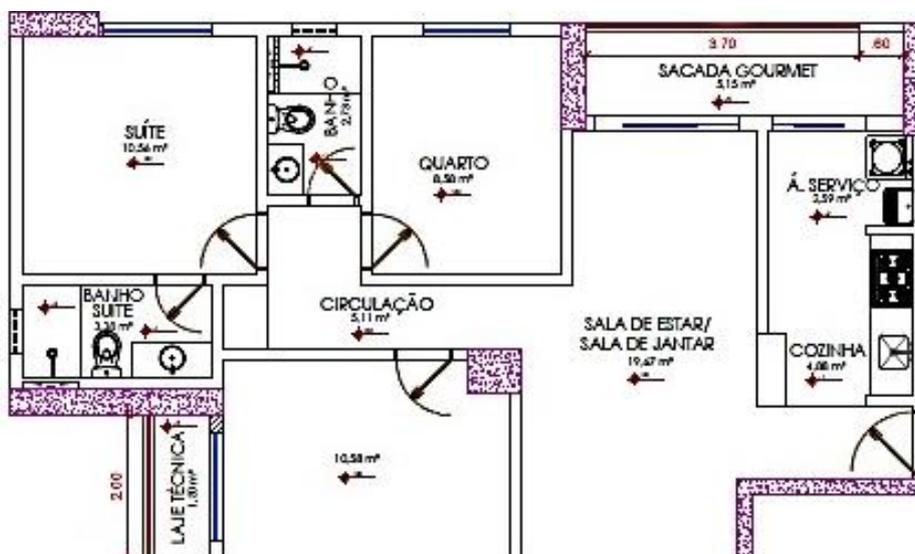
Fonte: Autores.

6.1 MONTAGEM DO GUARDA-CORPO

A 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 escolhido para o estudo foi o do apartamento com três quartos com uma suíte, devido o mesmo possuir o guarda-corpo com maior comprimento dentre as tipologias existentes, no qual pode ser observado abaixo na figura 10.

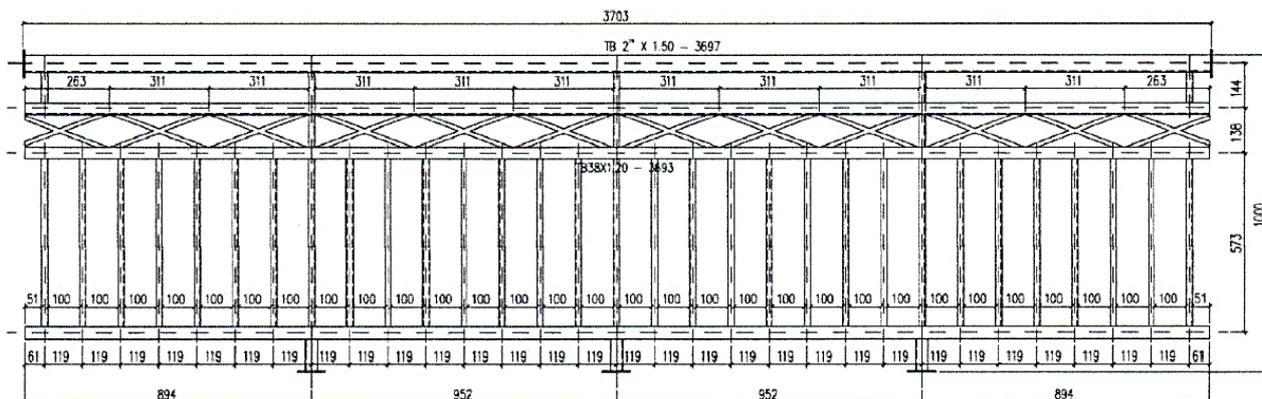
Figura 10 – Planta baixa do pavimento tipo da torre A e B.



Fonte: Construtora Emisa, 2019.

O modelo de guarda-corpo estudado possui um comprimento total de 3705 milímetros, conforme Figuras 11 e 12, dividido em quatro módulos, com dois pontos de fixação nas laterais e três outros pontos, na zona de estacionamento normal, Figura 13.

Figura 11 – Guarda-corpo modelo dos apartamentos de três quartos com um suíte



Fonte: Construtora Emisa, 2019.

Figura 12 – Modelo do guarda-corpo utilizado no apartamento de três quartos com um suíte



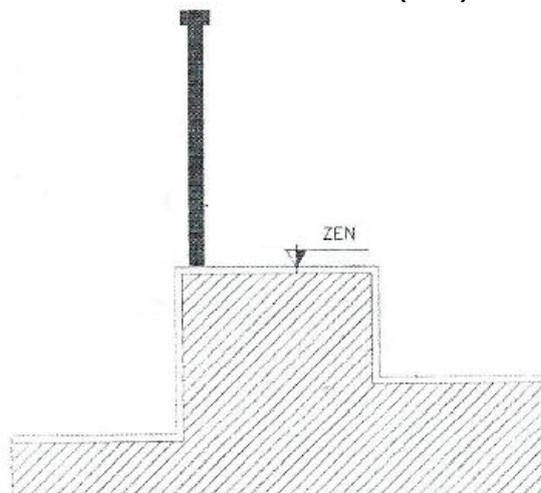
Fonte: Autores.

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 pelo 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 14) e o outro para concreto armado (Figura 15) de 10 milímetros, ou no termo popular “bucha número 10”.

Figura 13 – Altura da Zona de Estacionamento Normal (ZEN)



Fonte: ABNT, 2008.

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 quando pelo 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 14) e o outro para concreto armado (Figura 15) de 10 milímetros, ou no termo popular “bucha número 10”.

Figura 14 – Conjunto de “bucha” para alvenaria de bloco cerâmico, parafuso e arruela



Fonte: Autores.

Figura 15 – Conjunto de “bucha” para concreto armado, parafuso e arruela



Fonte: Autores.

O processo inicial da fixação, se dá pela perfuração de uma cavidade na qual será fixado o guarda-corpo, utilizando uma ferramenta própria para tal fim, figura 16. Esta cavidade deverá ter a espessura do chumbador definido. Após a perfuração, deverá ser realizada a limpeza da cavidade e inserir o chumbado com o auxílio de um martelo até o mesmo está rente a parede.

Figura 16 – Furadeira de impacto



Fonte: Autores.

Em seguida, posicionar o guarda-corpo nos locais indicados e pressegir 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 17.

Após o rosqueamento de todos os parafusos, Figura 18, o serviço deve ser inspecionado por um supervisor e após a aprovação do serviço, deve ser realizada a limpeza do ambiente de trabalho.

Figura 17 – Fixação do guarda-corpo



Fonte: Autores.

Figura 18 – Fixação dos parafusos no guarda-corpo



Fonte: Autores.

6.2 RESULTADOS DOS ENSAIOS EXECUTADOS

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.

6.2.1 Esforços 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 19.

Figura 19 – Carga de uso no ensaio do esforço estático horizontal



Fonte: Autores.

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 20. O valor aceitável, de acordo com a norma é de no máximo 20 milímetros, sendo assim considerável aceitável nesta etapa do ensaio.

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 20 – Deformação horizontal visual do protótipo



Fonte: Autores.

6.2.2 Esforço estático vertical

A definição da carga utilizada pela interpretação do item B.4.7 da ABNT NBR 14718, informa que deverá ser distribuído no ponto indicado 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 21).

Figura 21 – Aplicação da carga vertical no protótipo



Fonte: Autores.

Inicialmente foi instalado um nível a laser, como instrumento medidor de deslocamento linear, em seguida foi aplicada 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.

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 22), sendo assim aprovado pelo ensaio. Após 3 minutos da retirada da carga de 1000N, foi registrado uma deformação residual nula, sendo que o permitido seria de 8 milímetros.

Figura 22 – Deformação vertical visual do protótipo



Fonte: Autores.

6.2.3 RESISTÊNCIA A IMPACTOS

Inicialmente foi preparado o elemento de sustentação na viga superior da varanda gourmet, local onde estava montado o protótipo, como pode ser observado na Figura 23. Após fixado o elemento de sustentação, foi suspenso o saco de couro de 40 quilogramas.

Figura 23 – Montagem do elemento de sustentação do corpo mole



Fonte: Autores.

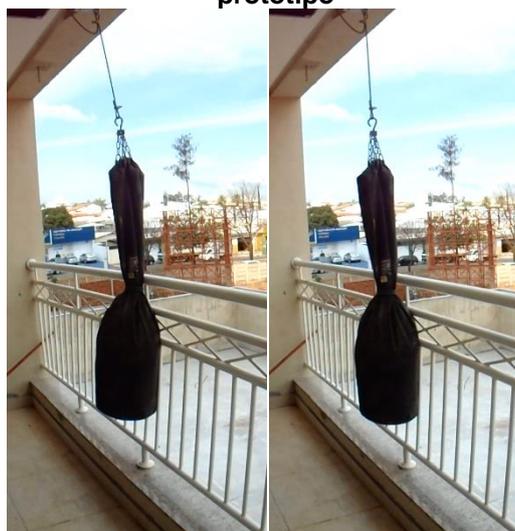
Finalizado a montagem do corpo mole, foi elevado a uma altura de 1,5 metros de altura conforme orienta a norma, (Figura 24). Na altura especificada foi liberado o corpo mole, seguindo um movimento pendular atingindo o centro do protótipo conforme Figura 25.

Figura 24 – Corpo mole suspenso a uma altura de 1,5 metros



Fonte: Autores.

Figura 25 – Impacto do corpo mole no protótipo



Fonte: Autores.

Após o impacto de 600 Joules gerados no protótipo (Figura 26) 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 25, e que estão previstas nas tolerâncias na norma.

Figura 26 – Afrouxamento dos pontos de fixação do protótipo



Fonte: Autores.

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.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou os procedimentos de instalação e de realização de ensaios para averiguar a perfeita execução do guarda-corpo, por ser um elemento de extrema necessidade de segurança para a edificação, é notável a importância da norma NBR 15575, pois através dos cumprimentos dos seus requisitos a edificação se torna uma construção mais sustentável, confortável e segura.

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.

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.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **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 5: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013f.

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.

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

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>>

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

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.