

**UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ENSAIOS DE NORMA DE DESEMPENHO PARA VALIDAÇÃO DE SISTEMAS  
CONSTRUTIVOS - ESTUDO DE CASO DE ATENDIMENTO EM CONSTRUTORAS  
PARANAENSES.**

**ARIANE DA COSTA SILVA SURECK**  
**EMILLIN REGINA DE ANDRADE**

**CURITIBA– PR**

**2021**

ARIANE DA COSTA SILVA SURECK  
EMILLIN REGINA DE ANDRADE

**ENSAIOS DE NORMA DE DESEMPENHO PARA VALIDAÇÃO DE SISTEMAS  
CONSTRUTIVOS - ESTUDO DE CASO DE ATENDIMENTO EM CONSTRUTORAS  
PARANAENSES.**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel (a) em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Priscilla Kohiyama de Matos Silva.

CURITIBA – PR

2021

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ARIANE DA COSTA SILVA SURECK**

**EMILLIN REGINA DE ANDRADE**

### **ENSAIOS DE NORMA DE DESEMPENHO PARA VALIDAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS - ESTUDO DE CASO DE ATENDIMENTO EM CONSTRUTORAS PARANAENSES.**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel (a) em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Priscilla Kohiyama de Matos Silva.

Aprovado em: 09 de novembro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Professora Angela Alencar, Centro Universitário de Maringá

---

Engenheira Civil Simone Kossar

# **ENSAIOS DE NORMA DE DESEMPENHO PARA VALIDAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS - ESTUDO DE CASO DE ATENDIMENTO EM CONSTRUTORAS PARANAENSES**

Ariane da Costa Silva Sureck  
Emillin Regina de Andrade

## **RESUMO**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575 sobre edificações habitacionais, estabelece os parâmetros que devem ser cumpridos por todas as construtoras em todo o território brasileiro. Para garantir o cumprimento desses critérios, o referencial normativo também estabelece os ensaios para serem realizados nas edificações. Este estudo de caso tem como objetivo apresentar uma comparação entre ensaios realizados em empreendimentos de duas construtoras do estado do Paraná, construtoras estas que tem como foco habitações populares do programa do governo brasileiro "Casa Verde e Amarela", a fim de comprovar o cumprimento dos critérios normativos da NBR 15575 nos sistemas construtivos adotados nas edificações executadas. Os resultados dos ensaios apresentados foram obtidos através de relatórios técnicos fornecidos pelas referidas empresas e, através destes, foi possível realizar análises entre os métodos construtivos, materiais e técnicas aplicadas nos edifícios. Através da análise dos laudos técnicos observou-se que embora as empresas utilizem tipologias construtivas semelhantes, a aplicação de materiais e técnicas de execução diferentes resultou em graus de atingimento distintos. Apesar das variações nos parâmetros testados, ambos os sistemas, em sua maioria, atenderam aos parâmetros normativos exigidos pela ABNT NBR 15575.

**Palavras-chave:** Edificações Habitacionais. Qualidade.

## **PERFORMANCE STANDARD TESTS FOR VALIDATION OF CONSTRUCTIVE SYSTEMS - CASE STUDY OF SERVICE IN CONSTRUCTORS OF PARANA**

## **ABSTRACT**

The Brazilian Association of Technical Standards in its Performance Standard ABNT NBR 15575 about housing buildings establishes the parameters that must be compulsorily met by every construction company in the entire Brazilian territory. To ensure compliance with these criteria, the Normative Reference also establishes the tests to be applied in buildings. This case study aims to present a comparison between tests carried out in projects of two construction companies in the State of Paraná, focusing on low-income housing of the Brazilian government program "Casa Verde e Amarela", in order to prove compliance with the normative criteria of NBR 15575 in construction systems adopted in the executed buildings. The results of the tests presented were obtained by a technical report and through this it was possible to carry out analyzes between the construction methods, materials and techniques applied in the buildings. Through the analysis of technical reports we observed that although the companies use similar construction typologies, the use of different materials and execution techniques got different results. Despite the variations in the tested parameters, both systems met the normative parameters required by the ABNT NBR 15575.

**Keywords:** Housing Buildings. Quality.

## 1. INTRODUÇÃO

A palavra DESEMPENHO pode ser definida como: “*maneira como atua ou se comporta alguém ou algo, avaliada em termos de eficiência, de rendimento*” de acordo com o dicionário Oxford Languages. Ao ser contextualizada dentro do ambiente da construção civil, a NBR 15575:2013 define que, DESEMPENHO é comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas.

Assim sendo, devido ao crescimento em larga escala da construção civil, tornou-se primordial adotar padrões construtivos que nivelassem os produtos entregues aos clientes e que garantissem a segurança e estabilidade das edificações, além de outros requisitos relacionados ao desempenho da edificação. Perante esta necessidade foi publicada, em 2008, a primeira versão da norma brasileira ABNT NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho, que foi revisada entre 2010 e 2012, em 2013 foi publicada a quarta versão, com emendas publicadas posteriormente no ano de 2021. A normativa tem como objetivo analisar a adequação ao uso de um determinado sistema em um processo construtivo destinado a atender uma função, estabelecendo que este sistema construtivo deve possuir o desempenho mínimo esperado. Sendo assim, por se tratar de uma norma brasileira, qualquer empreendimento residencial deve comprovar o atendimento a esta normativa. As verificações devem ser realizadas nas condições do meio físico na época do projeto e da execução da obra. As disposições contidas na norma tornam-se obrigatórias aos projetos protocolados para aprovação junto aos órgãos competentes, após o período de adequação determinado a partir de sua publicação.

Desde sua publicação até os dias atuais muitas dificuldades foram encontradas pelas partes interessadas quanto ao cumprimento dos critérios e obrigatoriedades definidos. Marcelo Fabiano Costella, cita como as principais dificuldades de implantação da norma de desempenho: a estrutura normativa (desconhecimento das normas aplicáveis, bem como a ausência de fiscalização do cumprimento por parte de organismos regulatórios); dificuldades técnicas (ausência de acervo técnico, visão de investimento a longo prazo deturpada) e dificuldades no ambiente regulatório (ausência de esclarecimento das responsabilidades das partes, falta de disponibilidade de seguro-desempenho para os consumidores). (Fonte: Norma de Desempenho de Edificações: Modelo de Aplicação em Construtoras. 2019).

Tendo em vista acompanhar o atendimento prático desta norma, este trabalho irá estudar os ensaios realizados em duas construtoras distintas, com obras no estado do Paraná.

Devido a extensão e complexidade da norma de desempenho, o trabalho abordará o atendimento aos seguintes itens:

- Parte 4 - 7.3.1: Resistência a cargas suspensas em SVVI;
- Parte 4 - 7.4.1: Impacto de corpo mole em SVVI;
- Parte 4 - 7.6.1: Impacto de corpo duro em SVVI;
- Parte 4 - 7.5.1: Ações transmitidas por portas internas ou externas;
- Parte 4 - 10.1.1: Estanqueidade à água da chuva, considerando-se ação dos ventos em sistemas de vedação verticais externas (fachadas).

O direcionamento para escolha de análise destes requisitos, foi demonstrar uma quantidade considerável dos ensaios realizados, ensaios estes que tem o resultado do desempenho avaliado confrontado com a execução de diferentes serviços em obra.

Partindo da afirmativa que as duas construtoras trabalham com empreendimentos financiados na modalidade Casa Verde Amarela (antigo Minha Casa, Minha Vida – da Caixa Econômica Federal), torna-se obrigatória a certificação do Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas da Construção Civil (SiAC) - PBQP-h. O SiAC tem como objetivo estabelecer critérios e avaliar a conformidade do sistema de gestão da Qualidade (SGQ) da organização, e promover a melhoria contínua dos processos como um todo.

O trabalho tem como objetivo analisar os resultados obtidos das construtoras (doravante chamadas construtora 1 e construtora 2), seus materiais utilizados (alinhados ao Programa Setorial da Qualidade – PSQ) e seus procedimentos de execução dos serviços (sistemas construtivos) - quando aplicável. Por fim, com esses dados em mãos e já analisados, verificaremos se atendem ou não a norma de desempenho (NBR 15575:2013/2021).

Os ensaios em que este trabalho está embasado, são de suma importância para que seja possível avaliar o desempenho da edificação, e é necessário que sejam abordados cada um dos tópicos normativos mencionados anteriormente, a fim de evidenciar o método normativo para aplicação do ensaio, bem como a sua execução.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

Para que fosse possível adquirir conhecimento técnico e obter registros das execuções dos ensaios, a construtora 1, localizada na cidade de Araucária, permitiu o acompanhamento da realização dos ensaios. Todos os resultados foram fornecidos através de laudo técnico, elaborado por empresa terceirizada contratada. Estes laudos foram analisados criticamente quanto aos resultados, e também quanto ao atendimento das informações obrigatórias

determinadas por este referencial normativo em estudo, que devem estar contidas no corpo do documento. A metodologia deste trabalho consistiu em análise bibliográfica das normas da ABNT supracitadas, artigos e teses referentes ao atendimento da norma de desempenho, bibliografias referentes a área estudada e guias técnicos fornecidos pelos órgãos regulamentadores. Posteriormente foi realizada pesquisa de campo, acompanhando a realização dos ensaios da norma de desempenho (em uma das construtoras somente) e análise dos laudos fornecidos pelas duas empresas construtoras. O estudo consistirá na apresentação das soluções encontradas pelas empresas para o atendimento do requisito mencionado, em específico.

## 2.1. PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NO HABITAT (PBQP-H) E A NORMA DE DESEMPENHO

O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no habitat (PBQP-h) é uma ferramenta do governo federal, que tem como objetivo oferecer moradias dignas à população brasileira, atuando de forma a regulamentar e potencializar a qualidade das edificações em território nacional. O programa engloba todos os processos relacionados ao habitat: empresas construtoras, fornecedores de materiais, projetistas e outros; e tem como finalidade garantir qualidade e produtividade nas habitações de interesse social, sendo projetado para garantir segurança e durabilidade nas edificações.

Dentro do programa existem três sistemas de adesão voluntária: o SINAT (Sistema Nacional de avaliações técnicas de produtos inovadores e sistemas convencionais), o SiMAC (Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos) e o SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil). O SINAT é responsável pela validação de novos produtos, produtos inovadores para a construção civil, para os casos em que não existem normas técnicas regulamentando os produtos/sistemas. O SiMAC é a certificação obtida por fornecedores de materiais, componentes e sistemas construtivos. Para cada tipo de material existem os programas setoriais da qualidade (PSQ) que unem e regulamentam de forma específica os materiais, componentes e sistemas construtivos ensaiados. O SiAC tem como objetivo avaliar a conformidade do sistema de gestão da qualidade das empresas construtoras e dos serviços. Foi elaborado através das diretrizes contidas na série de normas ISO 9000 (gestão da qualidade), sendo seus requisitos semelhantes aos da ISO 9001:2015. Entretanto, mesmo que elaborado de acordo com as diretrizes da ISO 9001, no âmbito da construção civil o SiAC possui um

significado mais restrito. E uma certificação ISO 9001:2015 não garante, automaticamente, uma certificação SiAC.

Por serem sistemas de adesão voluntária, não há a obrigatoriedade de atendimento por parte das empresas brasileiras. Porém, existem diversos benefícios proporcionados com a adesão dos sistemas. O principal benefício, e o que direciona a maioria das empresas na busca pela certificação, é o financiamento de apoio à produção que pode ser contratado. Modalidade de financiamento que tem diversas taxas benéficas para o contratante, bem como para o contratado. No entanto, os benefícios são múltiplos, não se restringindo somente a contratação do financiamento. Percebe-se uma maior competitividade no mercado (devido a busca cada vez maior por empresas e produtos alinhados e certificados no programa), processos executados de forma mais enxuta, diminuição do índice de retrabalho, confiabilidade de processos/fluxos, entre muitos outros.

O PBQP-h foi publicado, inicialmente, em 1998, através da instituição da portaria nº 134, de 18 de dezembro de 1998 e chamava-se Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional, pertencente ao Ministério do Planejamento e Orçamento (MPO), hoje Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Nos anos 2000 o programa foi integrado ao Plano Plurianual, isto é, incorporou as áreas de saneamento e infraestrutura urbana. Sendo assim, o H contido na sigla tem seu significado alterado para Habitat, ampliando assim as áreas de atuação do programa. Em 2005, através da portaria nº 118 de 15 de março, outra revisão importante é realizada. O até então Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SiQ) tem a sua nomenclatura alterada para Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC). Nos anos subsequentes outros sistemas foram incorporados ao programa: o SINAT (Sistema Nacional de Avaliações técnicas) em 2007 e o SiMAC (Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos) em 2009.

O sistema de avaliação da conformidade de empresas da construção civil (SiAC) é composto por diversos requisitos, e foi elaborado em concordância com o ciclo PDCA de Deaming (Plan, Do, Check e Act), sigla em inglês que tem como tradução: Planejar, Executar, Verificar e Agir. Trata-se de uma metodologia de controle total da qualidade do produto. Pode ser resumido, segundo Ishikawa, K. e Campos, nas seguintes etapas: **P – Plan - Planejar:** Estabelecer metas e métodos para alcançar as metas propostas. **D – Do – Executar:** Executar tarefas conforme previsto no planejamento e coletar dados para a verificação do processo. Pontos essenciais: educação e treinamento dos envolvidos nas atividades. **C – Check – Verificar:** Durante a execução são coletados dados, que terão seus resultados alcançados



comparados com as metas determinadas. **A – Act – Atuar Corretivamente:** Atuar nos processos de acordo com os resultados obtidos. As formas de atuação podem ser: se a meta foi atingida, o processo pode ser padronizado e adotado; se a meta não foi atingida deve-se agir sobre as causas raízes das metas não alcançadas. Dessa forma, o SiAC como um todo, se bem implantado, tende a proporcionar diversos benefícios às organizações, conforme supracitado. Existem 2 níveis de certificação como opção de adesão para as empresas, A e B. Sendo o nível A o completo atendimento de todos os requisitos e o nível B o atendimento parcial.

Desde então o SiAC teve outras revisões e mudanças, sendo as principais: o realinhamento dos requisitos com as numerações e equivalências com a ISO 9001:2015, e a inclusão da necessidade de atendimento à norma de desempenho (NBR 15575-2013). De acordo com o Guia Orientativo da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a norma de desempenho pode ser definida como: Conjunto de critérios estabelecidos para uma edificação habitacional e seus sistemas, com base em requisitos do usuário, independentemente da sua forma ou dos materiais constituintes. A norma de desempenho define parâmetros técnicos (formas de medir) para o desempenho estrutural, desempenho térmico, desempenho acústico, desempenho lumínico, durabilidade e manutenção, segurança contra incêndio, segurança no uso e na operação, estanqueidade, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico e adequação ambiental nas edificações do território nacional. É uma norma extensa, e que possui menção a diversas outras normas brasileiras e internacionais. É composta por 6 partes, sendo elas:

- **Parte 1:** Requisitos gerais;
- **Parte 2:** Requisitos para os sistemas estruturais;
- **Parte 3:** Requisitos para os sistemas de pisos;
- **Parte 4:** Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
- **Parte 5:** Requisitos para os sistemas de coberturas;
- **Parte 6:** Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Seus níveis de atendimento podem ser classificados em: Mínimo (M), Intermediário (I) e superior (S). Sendo que cada requisito normativo contém a diretriz com o nível de atendimento mínimo, dentre as três classificações.

Correlacionando o SiAC e a NBR 15575:2013, encontramos no referencial normativo a obrigatoriedade de construtoras certificadas no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no habitat (PBQP-h), no sistema SiAC, apresentarem dois documentos de análise

de atendimento da norma de desempenho em seus produtos, elaborados em fases distintas: o PDE (Perfil de Desempenho da Edificação) e o PCT (Plano de Controle Tecnológico).

De acordo com o regimento SiAC de 2021, do Ministério de Desenvolvimento Regional, Perfil de desempenho da edificação (PDE) é definido como: documento de entrada de projeto que registra os requisitos dos usuários e respectivos níveis de desempenho a serem atendidos por uma edificação habitacional, conforme definido no item 4 da ABNT NBR 15575 – Parte 1: Requisitos Gerais. Este documento tem elaboração obrigatória conforme o regimento, e é definido como uma entrada de projeto, isto é, requisitos essenciais para os tipos específicos de obras a serem projetadas. Ou seja, é um documento pertencente ao setor de desenvolvimento de produtos/projetos, e tem seu preenchimento realizado de forma construtiva e constante, até a finalização dos projetos e a transformação do projeto em obra. Através deste documento é possível definir os critérios de atendimento em projeto, analisar os recebimentos dos projetistas, se aplicável, bem como realizar a devida análise crítica. Após a análise destes requisitos, em conjunto com os envolvidos em qualidade de obras, serão definidos os sistemas construtivos adotados, bem como em qual fase da edificação será realizada cada verificação e validação de atendimento à ABNT NBR 15575.

De acordo com o regimento SiAC de 2021, Plano de Controle Tecnológico (PCT) é definido como: documento referido no Plano da Qualidade da Obra que relaciona os meios, as frequências e os responsáveis pela realização dos ensaios dos materiais controlados a serem aplicados e serviços controlados a serem executados em uma obra, que comprovem o atendimento às normas técnicas aplicáveis e aos requisitos dos projetos. Para o caso de obra de edificação habitacional, deve-se ainda considerar os requisitos definidos nos projetos e especificações para atendimento à ABNT NBR 15575. Por se tratar de um registro obrigatório, as construtoras possuem os mais variados modelos, e as fases/frequências de elaboração/atualização podem variar de construtora para construtora. No Anexo I encontram-se demonstrados modelos de atendimento do PCT e no Anexo II os do PDE, utilizados pela construtora 1.

## 2.2. ESTUDO DE CASO

Através dos Planos de Controle Tecnológico (PCT) das obras das construtoras 1 e 2 foram definidos os ensaios a serem realizados em cada uma das obras, e suas respectivas fases para agendamento. Além destes ensaios contratados, os demais itens aplicáveis foram atendidos através de outras metodologias: laudos dos fornecedores, simulações, análises de projeto etc.

No presente estudo de caso, devido a extensão e complexidade de cada ensaio realizado, os resultados obtidos em cada uma das construtoras e suas respectivas análises serão apresentadas em sequência, juntamente com a fundamentação teórica individual de cada requisito contida nos referenciais normativos.

### 2.3. ENSAIOS REALIZADOS

Para que as edificações alcancem os padrões mínimos de desempenho, além de materiais validados e adquiridos de fornecedores qualificados, mão de obra competente e correta execução, é preciso acompanhar e testar a eficácia da aplicação desses elementos em conjunto. Para isso, a norma de desempenho estabelece os critérios de atendimento de cada requisito, através da realização de ensaios nos materiais – estes, geralmente, são fornecidos pelos fabricantes, antes da aquisição dos mesmos (qualificação) – ou também ensaios para os sistemas construtivos, que podem ser realizados através de ensaios in loco, laboratórios protótipos, ou até mesmo simulações.

Sendo assim, as duas construtoras apresentadas neste trabalho, após análise de aplicabilidade dos requisitos, qualificação e contratação de prestadores de serviço especializados, realizaram ensaios para verificação do atendimento de seus sistemas construtivos em suas respectivas obras.

Devido a logística, foi possível acompanhar presencialmente apenas os ensaios realizados na construtora 1. Os registros fotográficos coletados durante a realização dos ensaios serão apresentados neste estudo de caso para demonstrar o método e a forma de execução dos ensaios. Para demonstração dos resultados as imagens utilizadas serão coletadas dos laudos fornecidos pela empresa terceirizada contratada.

A construtora 1, localizada no município de Araucária tem como características principais do sistema construtivo as seguintes especificações:

**SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO:** alvenaria estrutural de blocos cerâmicos (11,5x19x29cm), revestimento interno das áreas molhadas/molháveis composto de chapisco, emboço e placas cerâmicas, da marca Cecafi, com argamassa de assentamento AC-II da marca Quatzolit, revestimento das áreas secas chapisco rolado e aplicação de gesso, com aproximadamente 0,5cm. Espessura aproximada de área seca com área seca: 12,5cm.

**SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO/ EXTERNO (SVVIE)** – alvenaria estrutural de blocos cerâmicos (11,5x19x29), parede externa com revestimento de chapisco rolado, emboço e reboco, e acabamento em pintura/textura, com aproximadamente 2,0cm de

espessura. Parede interna revestida com chapisco rolado e aplicação de gesso, com aproximadamente 0,5cm de espessura. Espessura aproximada da vedação vertical externa/interna: 14,0cm.

A construtora 2, localizada no município de Ponta Grossa, tem como características principais do sistema construtivo as seguintes especificações:

**SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO (SVVI)** - alvenaria estrutural de blocos cerâmicos (11,5x19x29cm), revestimento interno das áreas molhadas/molháveis composto de chapisco rolado, placas cerâmicas da marca Cristofolletti e com aplicação de argamassa de assentamento AC-II da marca Quartzolit, revestimento das áreas secas chapisco rolado e aplicação de gesso, com aproximadamente 0,5cm. Espessura aproximada de área seca com área seca: 12,5cm.

**SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO/EXTERNO (SVVIE)** - alvenaria estrutural de blocos cerâmicos (11,5x19x29), parede externa com revestimento de chapisco convencional, emboço e reboco, e acabamento em pintura/textura, com aproximadamente 2,0cm de espessura. Parede interna revestida com chapisco rolado e aplicação de gesso, com aproximadamente 0,5cm de espessura. Espessura aproximada da vedação vertical externa/interna: 14,5cm.

Os ensaios na construtora 1 foram realizados nos dias 08 e 09/03/2021, e na construtora 2, realizados no dia 11/02/2021.

### **2.3.1. Resistência à Cargas Suspensas**

O item 7 da ABNT NBR 15575 - parte 4, trata a respeito do desempenho estrutural das edificações. Seu requisito 7.3 abrange os critérios quanto a solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas. Neste requisito estão estabelecidos critérios para a capacidade de suporte que as vedações verticais internas e externas devem apresentar, de acordo com as cargas de ensaio aplicadas para os dispositivos de fixação padrão do tipo mão-francesa, conforme o exposto na Tabela 2 do tópico 7.3.1. do referencial normativo. Como resultado não pode apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos e/ou residuais, lascamentos ou rupturas, não pode permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação, nem o seu esmagamento. A normativa em questão também estabelece no tópico 7.3.2 critérios para a avaliação de outros dispositivos de fixação que podem ser considerados. Também no tópico sequencial, de número 7.3.3.2, está definido que o nível de desempenho de aceitação é o M (denominador mínimo), e no Anexo F, Tabela F, estão os critérios das cargas de ensaio e desempenho que correspondem ao denominador mínimo. Em

seu anexo A, estão contidas as diretrizes para o método do ensaio, que compreende sujeitar os sistemas de vedações verticais aos esforços fletores e de cisalhamento, através de aparelhagem padronizada por este referencial normativo condizente com o corpo de prova. As cargas aplicadas no ensaio, representam as forças que serão geradas pela fixação de peças suspensas, sendo essas, armários, prateleiras, lavatórios etc.

Para a execução deste ensaio, foram utilizados os materiais padronizados no Anexo A da norma e descritos no tópico A.3.1: Mão Francesas, Cargas cilíndricas, Paquímetro (para leitura de possíveis deslocamentos) e buchas de fixação e parafusos de  $\varnothing$  8 mm da marca BEMFIXA, que foi fornecida pela construtora. A execução deste ensaio consistiu-se na instalação de mãos francesas padronizadas em parede com revestimento cerâmico da unidade habitacional da construtora 1, e em parede com revestimento em gesso na construtora 2.

Foram adicionadas as cargas cilíndricas de 50 N em patamares, distribuídas igualmente em cada lado. Cada carga foi adicionada em um intervalo de 3 minutos a cada patamar até atingir a carga de serviço mínima solicitada em normativa de 0,8 KN (imagens 1 e 2), sendo mantida por 24 horas. A cada aplicação de carga, foram realizadas medições com paquímetro do deslocamento instantâneo em mm.

**Imagem 1** – Ensaio de Carga Suspensa – Construtora 1.



Fonte: O Autor (2021).

**Imagem 2** - Ensaio de Carga Suspensa – Construtora 2.



Fonte: Relatório de ensaios de desempenho (2021).

Este requisito foi atendido nas duas construtoras; tanto em relação ao sistema de parede, quanto em relação ao sistema de fixação. Os resultados obtidos enquadraram-se nas variações permitidas em norma, sendo a não ocorrência de falhas que comprometam o estado limite de serviço e limites dos deslocamentos horizontais:

- Deslocamento horizontal instantâneo ( $dh$ )  $\leq h/500$ ;
- Deslocamento horizontal residual ( $dhr$ )  $\leq h/2500$ .

Sendo  $h$ , a altura da parede ensaiada, em milímetros.

Os sistemas de vedação (paredes) não apresentaram falhas e/ou evidências visuais que comprometam o estado limite de serviço. Os resultados da construtora 2 estão demonstrados abaixo, na tabela 1. Os resultados obtidos pela construtora 1 não foram apresentados através de tabelas por não demonstrarem nenhuma ocorrência.

**Tabela 1** - Resultados obtidos da construtora 2 em relação ao ensaio de carga suspensa.

Carga (kN)	Tração em cada ponto de ancoragem (kN)	Deslocamento instantâneo – dh (mm)	Deslocamento residual após 3 min. – dhr (mm)	Ocorrências
0,1	0,05	0,00	0,00	Nenhuma
0,2	0,10	0,00	0,00	Nenhuma
0,3	0,15	0,00	0,00	Nenhuma
0,4	0,20	0,00	0,00	Nenhuma
0,5	0,25	0,00	0,00	Nenhuma
0,6	0,30	2,00	2,00	Escorregamento da bucha direita
0,7	0,35	5,00	5,00	Escorregamento da bucha direita
0,8	0,40	6,00	6,00	Escorregamento da bucha direita
24h com 0,8kN	-	0,00	0,00	Escorregamento da bucha direita
15 min. Após retirada de 0,8 kN	-	0,00	0,00	Escorregamento da bucha direita

Fonte: Relatório de ensaios de desempenho (2021).

O escorregamento final medido da bucha do lado direito (construtora 2) foi de seis milímetros, evidenciado na imagem 3 abaixo:

**Imagem 3** - Situação após 24hs (deslocamento de 6mm).

Fonte: Relatório de ensaios de desempenho (2021).

### **2.3.2. Impacto de Corpo Mole em Sistema de Vedação Vertical Interno**

O requisito normativo 7.4 – Impacto de corpo mole nos sistemas de vedação verticais internas e externas com ou sem função estrutural, menciona que os sistemas de vedações verticais internos devem resistir aos impactos de corpo mole. Este ensaio tem como objetivo avaliar a resistência do SVVIE (Sistema de Vedação Vertical Interno e Externo) a possíveis impactos acidentais causados pela utilização da edificação, tentativas de intrusão, atos de vandalismo etc. Em seu subitem 7.4.1 estão definidos os critérios de resistência a impactos de corpo mole, determinando que quando submetido a impactos de maneira progressiva do corpo mole os sistemas de vedação verticais internos ou externos não podem:

- Por impactos de segurança: se romper nem sofrer instabilidade que caracterize o estado de limite último (ELU) para forças de impacto, indicadas nas Tabelas 3 e 4 do requisito;
- Por impactos de utilização: apresentar fissura, escamação, delaminação ou outro tipo de falha que comprometa o estado de utilização, indicados nas Tabelas 3 e 4 do requisito;
- Ocasionar danos aos componentes, instalações ou acabamentos que façam parte do SVVIE de acordo com as forças de impacto, indicados nas Tabelas 3 e 4 do requisito.

Os métodos para este ensaio estão definidos na ABNT NBR 11675:2016. Para este ensaio foi considerado apenas o sistema de vedação vertical interno. Foram utilizados os aparelhos indicados pelo referencial normativo ABNT NBR 11675:2016, nos tópicos 4.1 a 4.6: Pórtico auxiliar separado do corpo de prova ensaiado, Saco cilíndrico de couro preenchido com areia seca e serragem - peso total de 40 kg, trena metálica de 8 m, tripé e Nível laser 3D e dispositivo para registro gráfico dos deslocamentos, conforme imagens 4 e 5.

A execução do ensaio foi iniciada com a realização da montagem do pórtico na região a ser ensaiada, sendo necessário ser a maior parede da unidade habitacional. Após a montagem da estrutura foi feita a fixação do saco cilíndrico com cinta de poliéster.



**Imagem 4** – Equipamentos para a realização dos ensaios de corpo mole.



Fonte: O Autor (2021).

No lado oposto da parede é executado a montagem do dispositivo de registro gráfico.

**Imagem 5** – Instalação do equipamento para registro gráfico do ensaio.



Fonte: O Autor (2021).

Terminada a montagem dos aparelhos é iniciado o lançamento do corpo de prova. O impacto é desferido sempre no mesmo ponto sem haver repiques, em alturas determinadas de 0,30m, 0,45m, 0,60m e 0,90m, para que a energia de impacto estabelecida em norma seja atingida. Assim que o corpo cilíndrico atinge o sistema de vedação vertical interno (SVVI) o medidor gráfico realiza o registro de deslocamentos instantâneos, residuais e possíveis falhas.

Os resultados obtidos através da medição do registro gráfico, das construtoras 1 e 2, estão demonstrados através da tabela 2 e 3.

**Tabela 2** – Resultados obtidos no ensaio de corpo mole do SVVI da construtora 1.

<b>m (kg)</b>	<b>h (m)</b>	<b>E (J)</b>	<b>dh (mm)</b>	<b>dhr (mm)</b>	<b>Ocorrências</b>
40	0,30	120	1,2	0,0	Nenhuma
40	0,45	180	2,1	0,0	Nenhuma
40	0,60	240	2,4	0,0	Nenhuma
40	0,90	480	2,9	0,0	Nenhuma

Fonte: Relatório de desempenho (2021).

**Tabela 3** – Resultados obtidos no ensaio de corpo mole do SVVI da construtora 2.

<b>m (kg)</b>	<b>h (m)</b>	<b>E (J)</b>	<b>dh (mm)</b>	<b>dhr (mm)</b>	<b>Ocorrências</b>
40	0,30	120	0,0	0,0	Nenhuma
40	0,45	180	0,0	0,0	Nenhuma
40	0,60	240	0,0	0,0	Nenhuma
40	0,90	480	0,5	0,0	Nenhuma

Fonte: Relatório de desempenho (2021).

Os sistemas ensaiados das duas construtoras não apresentaram rupturas, instabilidades, fissuras, escamações, delaminações e outros danos sob as energias de impacto estabelecidas na NBR 15575-4, comprovando o atendimento do requisito.

### 2.3.3. Impacto de Corpo Duro em Sistema de Vedação Vertical Interno

O ensaio de impacto de corpo duro em sistema de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural, é requisitado no item normativo 7.6.1 da parte 4. Em seu critério diz que sob a ação de impactos de corpo duro, as vedações verticais internas e externas (fachadas) não podem apresentar fissurações, escamações, delaminação ou qualquer tipo de dano (impactos de utilização), ruptura ou traspassamento. As tabelas 7 e 8 deste item apresentam os critérios de desempenho.

O método avaliativo é regulamentado pelo anexo B, constante na parte 4 da NBR 15575 e pela ABNT NBR 11675. Para este ensaio, consideramos apenas as vedações verticais internas. Este ensaio consiste na liberação pendular, em repouso, de um corpo com sua massa conhecida, sendo necessário a realização de 10 impactos de cada energia para as duas alturas determinadas na Tabela B.1 do anexo B da NBR 15575-4. Para a realização do ensaio foram utilizados a aparelhagem indicada pelo referencial normativo ABNT NBR 11675:2016, nos tópicos 4.1 a

4.6 e demonstradas através da imagem 6: Pórtico auxiliar separado do corpo de prova ensaiado; duas esferas de aço, com massas de 0,5 kg e 1,0 Kg, fixadas em cabo de aço flexível; trena metálica de 8 m; tripé e Nível laser 3D; paquímetro de profundidade para medição dos deslocamentos, com resolução de 0,1mm, marca Digimess.

A execução do ensaio iniciou-se pela montagem do pórtico auxiliar, sendo posicionado na maior parede da unidade, após é realizado a fixação das esferas.

**Imagem 6** – Instalação do equipamento para ensaio de impacto de corpo duro.



Fonte: O Autor (2021).

Os primeiros 10 lançamentos são realizados com a esfera de 0,5 kg a uma altura de 0,5 m, atingindo o SVVI com uma energia de 2,5 J. Cada lançamento é feito em pontos diferentes com distâncias iguais entre si. Logo após são realizados os lançamentos com a esfera de 1,0 kg a uma altura de 1,0m que atingem o SVVI com uma energia de 10 J. Cada lançamento é feito em pontos diferentes com distâncias iguais entre si.

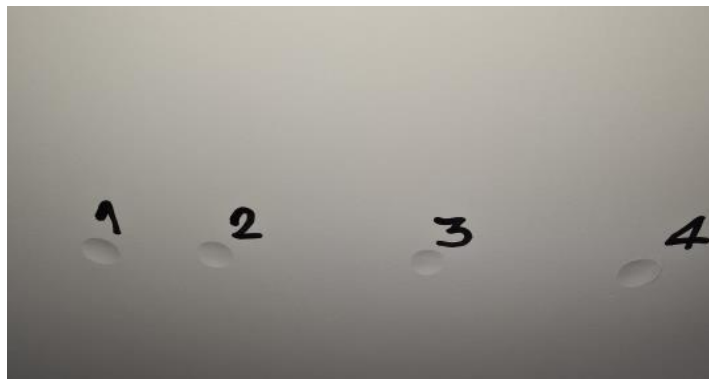
Nas imagens 7 e 8 encontram-se demonstrados os ensaios nas construtoras 1 e 2.

**Imagem 7** – Área de ensaio após aplicação dos impactos – construtora 1.



Fonte: O Autor (2021).

**Imagem 8** – Mossas obtidas (esfera 1 kg) – construtora 2.



Fonte: Relatório de ensaios de desempenho (2021).

Terminados os lançamentos, com o auxílio de um paquímetro, são medidas as profundidades das mossas geradas por cada esfera lançada durante o ensaio.

De acordo com a normativa, para energia de impacto de 2,5J não podem ocorrer falhas que comprometam o estado de limite de serviço (ELS), podendo ocorrer mossas. Para energia de impacto de 10J não pode ocorrer ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último- ELU). Os resultados obtidos pelas duas construtoras foram considerados satisfatórios, com mossas inferiores a 2mm, comprovando o atendimento do requisito, conforme demonstrados na tabela 4.

**Tabela 4** – Resultados obtidos no ensaio de impacto de corpo duro nas construtoras 1 e 2.

<b>m (kg)</b>	<b>h (m)</b>	<b>E (J)</b>	<b>Corpo de prova</b>	<b>Profundidade da mossa (mm) CONSTRUTORA 1</b>	<b>Profundidade da mossa (mm) CONSTRUTORA 2</b>	<b>Ocorrências</b>
0,5	0,5	2,5	1	0,84	0,33	mossa
0,5	0,5	2,5	2	0,98	0,43	mossa
0,5	0,5	2,5	3	0,63	0,35	mossa
0,5	0,5	2,5	4	0,94	0,45	mossa
0,5	0,5	2,5	5	0,81	0,66	mossa
0,5	0,5	2,5	6	1,17	0,73	mossa
0,5	0,5	2,5	7	0,78	0,56	mossa
0,5	0,5	2,5	8	1,03	0,26	mossa
0,5	0,5	2,5	9	0,74	0,58	mossa
0,5	0,5	2,5	10	0,81	0,36	mossa
1,00	1,00	10	1	0,66	1,24	mossa
1,00	1,00	10	2	0,64	1,10	mossa
1,00	1,00	10	3	1,19	1,21	mossa
1,00	1,00	10	4	0,74	1,03	mossa
1,00	1,00	10	5	0,62	0,95	mossa
1,00	1,00	10	6	0,81	1,21	mossa
1,00	1,00	10	7	1,21	1,18	mossa
1,00	1,00	10	8	1,02	1,34	mossa
1,00	1,00	10	9	1,26	1,01	mossa
1,00	1,00	10	10	0,48	1,10	mossa

Fonte: Relatório de ensaios de desempenho (2021).

### 2.3.4. Ações Transmitidas por Portas

O requisito 7.5 da parte 4 da NBR 15575 aborda os critérios de desempenho da edificação através da resistência a ações transmitidas por portas. De acordo com diretrizes contidas na própria norma de desempenho, os sistemas de vedação (com ou sem função estrutural) devem permitir acoplar portas e ao mesmo tempo atender a seguinte condição: Fechamento brusco repetido 10 vezes, sem que as paredes apresentem falhas (fissuras, destacar dos encontros, rupturas e outros). Este ensaio deve ser realizado conforme as diretrizes contidas na ABNT 15930 – Parte 2.

Estes ensaios não substituem os ensaios em fechaduras de embutir e nas portas. Nestes casos, as empresas se respaldam na qualificação dos fornecedores pertencentes ao Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMAC) com a participação das empresas no Programa Setorial da Qualidade (PSQ), que apresentam previamente os laudos de ensaio de seus materiais. Os ensaios foram repetidos de acordo com as tipologias de portas aplicadas em cada edificação, sendo portas de entrada, interna e dos fundos.

Para a realização dos ensaios foram utilizados equipamentos indicados pelo referencial normativo ABNT NBR 15930 Parte 2: Portas de Madeira para Edificações: Equipamento com contrapeso de 150N e medidor de umidade e temperatura FLIR mr176, demonstrados nas imagens 9 e 10.

**Imagem 9** – Equipamento com o contrapeso de 150 KN – construtora 2.



Fonte: O autor (2021).

**Imagem 10** – Equipamento com o contrapeso de 150 KN – construtora 1.



Fonte: O autor (2021).

As características construtivas adotadas por cada construtora seguem as diretrizes abaixo:

**Porta Interna – Construtora 1:** O sistema de vedação interno ensaiado é constituído de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos (11,5x19x29cm), em parede interna, revestida em gesso, com aproximadamente 0,5 cm de espessura. Externamente, revestimento em chapisco e emboço, e acabamento em pintura/textura, com aproximadamente 2,0 cm de espessura. Pé direito com 2,60m. Espessura total interna de aproximadamente 12,5cm. Altura da porta de 2,10m. Materiais, marca e colocação da porta e batentes - Dobradiças e Fechaduras – Soprano. Modelo de fechadura: Interna 40x53 CT Oval. Modelo da dobradiça: 3x2 ½. Modelo da porta: Porta Interna Branca – Colmeia, marca Pormade, 70x210x3,5cm. Fixação em espuma expansiva, aplicadas nas laterais em 3 pontos (à 20cm da base, no meio da porta e à 10 cm do batente horizontal).

**Porta interna – Construtora 2:** Sistema de vedação interno constituído por parede estrutural de blocos cerâmicos com dimensões 11,5x19x29. Revestimento interno em chapisco rolado e gesso com espessura aproximada de 0,5 cm. Espessura interna aproximada de 12,5cm. Altura da porta de 2,10m. Materiais, marca e colocação da porta e batentes - Dobradiças e Fechaduras – Soprano. Modelo da dobradiça: 3x2 ½. Modelo da porta: Porta Lisa Interna, leve,

tipo colmeia, 80x210cm. Marca: Pormade. Fixação em espuma expansiva em três pontos laterais da porta e topo à 90°.

A execução do ensaio foi iniciada com a instalação do equipamento com o contrapeso de 150N. Após isso foram retiradas as fechaduras e implantado o sistema ao equipamento de fechamento brusco. Foi realizada uma abertura de 60° da folha da porta, e liberou-se a porta sob ação da massa calibrada de 15kg pela gravidade, fazendo com que a porta colida contra o batente. Este procedimento foi repetido dez vezes (1 ciclo) para a porta interna – classificadas como classe 1. E após trinta minutos, de forma visual, foi observado se os movimentos de abertura e fechamento obtiveram algum tipo de prejuízo.

Após a aplicação de um ciclo de cargas os resultados obtidos nas duas construtoras foram distintos. Para a construtora 1, nenhum evento pode ser percebido. Não ocorreram danos perceptíveis à olho nu, ou no perímetro da esquadria. O sistema manteve-se íntegro e com o fechamento adequado após a finalização do ensaio. Para a construtora 2, os resultados obtidos estão demonstrados a partir da tabela 5 e nas imagens 11 e 12:

**Tabela 5** – Resultados obtidos após 1 ciclo de cargas na porta interna da construtora 2.

<b>Aplicação de carga</b>	<b>Eventos percebidos</b>
1	Nenhum
2	Nenhum
3	Nenhum
4	Nenhum
5	Nenhum
6	Soltura da vista direita
7	Ruptura da fixação inferior e deslocamento do batente inferior à esquerda (local do impacto)
8	Aumento do deslocamento do batente inferior à esquerda (local do impacto)
9	Aumento do deslocamento do batente inferior à esquerda (local do impacto)
10	Aumento do deslocamento do batente inferior à esquerda (local do impacto)
Após 30 minutos de 10 repetições de aplicação de carga	Ruptura da fixação inferior e deslocamento do batente inferior à esquerda (local do impacto)

Fonte: Relatório de desempenho (2021).



**Imagem 11** – Desprendimento do batente da porta.



Fonte: Relatórios de Desempenho (2021).

**Imagem 12** – Desprendimento da camada de tinta.



Fonte: Relatórios de Desempenho (2021).

Na esquadria de madeira interna da construtora 2, houve danos perceptíveis à olho nu, soltura da vista, danos na fixação e fechamento da porta. Sendo assim, após finalização do ensaio o sistema não permaneceu íntegro, e o sistema de vedação juntamente com o sistema de portas apresentou falhas que comprometeram o estado de limite de serviço, não atendendo ao requisito de fechamento brusco (ações transmitidas por portas).

Importante salientar que o empreendimento da construtora 2, em que foram realizados os ensaios, encontra-se em andamento, e conforme informações coletadas com os responsáveis técnicos, os métodos construtivos e materiais aplicados serão reavaliados, e os ensaios realizados novamente para posterior validação do novo método.

### **2.3.5. Estanqueidade à Água da Chuva, considerando-se Ação dos Ventos em Sistemas de Vedação Verticais Externas (Fachadas)**

O subitem 10.1.1 da parte 4 da NBR 15575, consiste em definir os critérios que validem os sistemas de vedação vertical externa da edificação habitacional, incluída junção entre a janela e parede. Conforme as diretrizes instituídas, o sistema deve se manter estanque e não apresentar infiltrações que proporcionem borrifamentos, escorrimentos ou formação de gotas de água aderentes na face interna, de acordo com a zona de exposição, e a pressão estática a que deverá ser submetida. São admitidas pequenas manchas de umidade, com áreas limitadas. Após sete horas de realização do ensaio, casas térreas podem apresentar 10% de áreas com manchas e habitações com mais de um pavimento podem apresentar áreas inferiores a 7% (soma das áreas com manchas em relação a área total do corpo). Além deste critério, as esquadrias externas devem atender as especificações contidas na ABNT NBR 10821-2. Este requisito, conforme diretrizes da norma, pode ser atendido de 3 formas distintas: análise de projeto, ensaio em laboratório para verificar estanqueidade do sistema de vedação vertical externo ou ensaio para verificação da estanqueidade à água das esquadrias externas.

Os equipamentos utilizados para realização do ensaio foram os mesmos para as duas construtoras e estão demonstrados nas imagens 13 e 14: Câmara de formato prismático para aspersão de água com 130 cm x 170 cm, sistema de ventoinha, tubulação, reguladores de pressão e acumulação de água e micromanômetro. Os ensaios tiveram duração de 7 horas, e como os dois residenciais tratam-se de casas térreas, a vazão e pressão hidrostática aplicadas foram as mesmas: 3L/min/m<sup>2</sup> e 50Pa, respectivamente.

**Imagem 13** – Câmara prismática para aspersão de água.



Fonte: O Autor (2021).

**Imagem 14** - Sistema de ventoinha, tubulação, reguladores de pressão e acumulação de água.



Fonte: O autor (2021).

As esquadrias utilizadas pela construtora 1 foram da marca Alumasa e IBRAF/ESAF. Modelos pintados em branco, com vidros lisos, incolores e com espessura de 4mm. Pé direito de aproximadamente 260 centímetros. Combinando-se o sistema de vedação vertical externo, mencionado em tópicos anteriores, com a esquadria adotada, totalizou-se uma espessura aproximada de 14 centímetros.

As esquadrias utilizadas pela construtora 2 foram da marca IBRAP/ESAF. Combinando-se o sistema de vedação vertical externo, mencionado em tópicos anteriores, com a esquadria adotada, totalizou-se uma espessura aproximada de 14,5 centímetros.

Finalizadas as instalações dos equipamentos, foi iniciado o ensaio. Para a avaliação da estanqueidade da fachada/esquadria (situação real) à água de chuva (considerando-se a ação dos ventos) foi fixada à parede externa da fachada uma câmara de formato prismático com aspersores de água conectada a um sistema de aspersão e acumulação de água por um período de 7 horas, com vazão de 3 L/min/m<sup>2</sup> e pressão estática de 50Pa. Durante a realização do ensaio analisou-se a face oposta do local ensaiado, observando eventuais aparecimentos de manchas d'água e, caso, positivo, o percentual de manchas em relação a área total da amostra.

As amostras das duas construtoras, conforme exemplificado na imagem 15, após o período estabelecido em norma para realização do ensaio, apresentaram pequenas quantidades de penetração de água pelo sistema de vedação externo (fachada), pela interface esquadria/parede.

**Imagem 15** - Face interna do local do ensaio da construtora 2 após aspersão de 420min.



Fonte: Relatório de desempenho (2021).

Os sistemas de vedação (parede) não apresentaram falhas e/ou evidências visuais decorrentes da aspersão e as áreas analisadas atenderam o limite de 10% de manchas estabelecido na NBR 15575/2013. Desta forma, os dois ensaios realizados atenderam aos critérios de desempenho estabelecidos na NBR 15575.

Quanto ao critério de estanqueidade à água das esquadrias externas, foram comprovados os atendimentos através da apresentação dos relatórios de ensaios realizados pelos fabricantes nas esquadrias adquiridas testificando o atendimento à ABNT NBR 10821-2.

### 3. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar os ensaios realizados em duas empresas distintas, no estado do Paraná, no que diz respeito ao atendimento da norma de desempenho das edificações e suas conclusões sobre os métodos construtivos.

Os projetos executados foram elaborados e controlados nas normativas aplicáveis à alvenaria estrutural – ABNT NBR 16868:2020 – Alvenaria estrutural, e demais normas referenciadas. E além dos ensaios apresentados neste trabalho, durante a execução da obra muitos outros são realizados para validação do atendimento à norma de desempenho, como: ensaio de resistência do concreto, graute, blocos, prismas, argamassas, validações através de fichas de verificação de serviço (FVS), entre outros.

Ademais, ambas as construtoras tiveram seus sistemas de gestão auditados no ano de 2021, após a realização dos ensaios mencionados no presente trabalho, e obtiveram conformidade em seus itens e suas certificações renovadas. Esta recertificação é um indicador da conformidade de atendimento da norma de desempenho, que teve seu atendimento analisado por organismo certificador externo, desde a fase de projeto, aquisição de insumos, contratação e execução de serviços, até a fase de entrega de produto, quando aplicável.

Finalizadas as pesquisas e análises dos resultados, pode observar-se a interferência que os métodos construtivos, a escolha dos materiais e o controle de execução refletiram nos resultados finais obtidos nos ensaios. Mesmo tratando-se de duas empresas atuantes nas habitações de interesse social e com metodologias principais similares, os resultados obtidos foram distintos. Em alguns ensaios os desempenhos foram superiores ou inferiores entre elas, e mesmo assim, em ambas houve o atendimento dos requisitos.

Dentre as principais diferenças construtivas dos métodos analisados, e que podem ter interferência com os resultados obtidos estão: aplicação de chapisco de forma convencional e rolado, ensaio de carga suspensa em parede com e sem revestimento cerâmico, quantidade de pontos de aplicação de espuma expansiva para fixação de esquadrias de madeira.

Os ensaios in loco, após execução do sistema, possuem um risco significativo e a condição ideal é buscar o atendimento do requisito via projeto executivo, especificação técnica

de materiais, componentes ensaiados ou ensaio em protótipo. É apropriado mencionar que ambas as construtoras demonstraram o atendimento a norma de desempenho nos ensaios analisados, e que para uma análise completa do atendimento da normativa deve ser realizada análise das demais etapas de desenvolvimento do produto.

Através deste trabalho pode-se perceber o comprometimento das empresas quanto ao atendimento dos requisitos, com a busca pelo emprego de materiais compatíveis para o desempenho do sistema, com condições de custo viáveis e que não causem grandes impactos no orçamento, bem como desenvolver produtos que tenham o desempenho avaliado desde a fase de projeto. Sendo assim os projetos tornam-se cada vez mais multissetoriais e multidisciplinares, com o envolvimento dos mais diversos profissionais, nas mais diversas fases. A Norma de Desempenho trouxe novas responsabilidades para projetistas, incorporadora e construtora, e também para os usuários, especificando suas responsabilidades com ações referentes a manutenções preventivas e cuidados gerais, que visem atender a vida útil da edificação.

Dessa forma podemos concluir que os sistemas adotados, seus métodos construtivos e materiais aplicados são, em sua maioria, eficazes e garantem o atendimento aos requisitos aplicáveis da norma de desempenho.

## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11675. Divisórias leves internas moduladas - Verificação da resistência aos impactos. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14992: Argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-4: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15930 Parte 2: Portas de Madeira para Edificações. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16868 Parte 1 - Projetos: Alvenaria Estrutural. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16868 Parte 2 – Execução e Controle de Obras: Alvenaria Estrutural. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16868 Parte 3 – Métodos de Ensaio: Alvenaria Estrutural. Rio de Janeiro, 2020.

BAUER, L.A. FALCÃO. Materiais de Construção – Volume 1. Rio de Janeiro, LTC, 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT 15575/2013. /Câmara Brasileira da Indústria da Construção – Fortaleza: Gadiolli Cipolla Comunicação, 2013.

FURLANETO, PEDRO EGIDIO PIMENTEL. Estudo de Caso Sobre os Impactos da Norma de Desempenho, ABNT NBR 15575: 2013, no mercado de residências unifamiliares populares. Orientador: Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior. 2017. 63f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2016.2/estudo-de-caso-sobre-os-impactos-da-norma-de-desempenho-abnt-nbr-15575-2013-no-mercado-de-residencias-unifamiliares-populares.pdf>. Acesso em abril de 2021.

GOVERNO FEDERAL. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no habitat (PBQP-H). Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/o-pbqp-h>. Acesso em junho de 2021.

GOVERNO FEDERAL. Portaria N° 577, de 30 de março de 2021. Acesso em junho de 2021.

JUNIOR, LIERTE JOSÉ LAURENTINO. Estudo de caso: análise crítica do atendimento da NBR 15575 nos projetos de uma construtora - Navegantes/SC. Orientador: Prof. Dr. Humberto Ramos Roman. 2019. 87f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197578>. Acesso em abril de 2021.

MARCELO FABIANO COSTELLA. Norma De Desempenho De Edificações - Modelo de Aplicação em Construtoras.

WERKEMA, CRISTINA. Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2012.

## ANEXOS

## ANEXO I – MODELO DE PLANO DE CONTROLE TECNOLÓGICO

OBRA: SISTEMA/ COMPONENTE	REQUISITO	Responsável pela elaboração		Data de elaboração	REQUISITO DA NORMA	Data de atualização	MÉTODO
		REQUISITO	ENSAIO				
VEDAÇÕES	Desempenho estrutural	Resistência a cargas suspensas		4	7.3.1	Ensaio de tipo em laboratório ou protótipo, conf anexo A 15.575-4. Avaliar atendimento aos critérios da tabela F1, anexo F2	
VEDAÇÕES	Desempenho estrutural	Impacto de corpo mole SVVE - COM função estrutural - EDIFÍCIOS (FACHADA) DE FORA PARA DENTRO (TERREO)		4	7.4.1 - ANEXO F3	Ensaio conforme NBR 11675. Saco cilíndrico de couro com 350 mm de diâmetro e altura de 900 mm, cheio com areia seca ou serragem com peso de 40 kg. Avaliação conforme Tabela 3 - 7.4.1	
VEDAÇÕES	Desempenho estrutural	Impacto de corpo mole SVVE - COM função estrutural - EDIFÍCIOS (FACHADA) - DE DENTRO PARA FORA (TODOS OS PAVIMENTOS)		4	7.4.1 - ANEXO F3	Ensaio conforme NBR 11675. Saco cilíndrico de couro com 350 mm de diâmetro e altura de 900 mm, cheio com areia seca ou serragem com peso de 40 kg. Avaliação conforme Tabela 3 - 7.4.1	
VEDAÇÕES	Desempenho estrutural	Impacto de corpo mole SVVI - COM função estrutural - EDIFÍCIOS - PAREDES INTERNAS		4	7.4.1 - ANEXO F2	Ensaio conforme NBR 11675. Saco cilíndrico de couro com 350 mm de diâmetro e altura de 900 mm, cheio com areia seca ou serragem com peso de 40 kg. Avaliação conforme Tabela F2 - Anexo F parte 4	

APLICÁVEL	MEIOS	FORMA DE COMPROVAÇÃO	FREQUÊNCIA	AMOSTRAGEM	CUSTO	FASE DA OBRA PARA AGENDAR ENSAIO, SE APLICÁVEL	RESPONSÁVEL	STATUS	OBS/JUSTIFICATIVA
Sim	Análise de Projeto	Laudo de ensaio	Por sistema construtivo				Projeto	Concluído	COMPROVADO ATRAVÉS DO ENSAIO XX (metodologia ser seguida é a mesma). FAD 02, 03 e 32
Sim	Análise de Projeto	Laudo de ensaio	Por sistema construtivo				Projeto	Concluído	COMPROVADO ATRAVÉS DAS FAD 02, FAD 03 e FAD 32 DO MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO
Sim	Análise de Projeto	Laudo de ensaio	Por sistema construtivo				Projeto	Concluído	COMPROVADO ATRAVÉS DAS FAD 02, FAD 03 e FAD 32 DO MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO
Sim	Análise de Projeto	Laudo de ensaio	Por sistema construtivo				Projeto	Concluído	COMPROVADO ATRAVÉS DAS FAD 02, FAD 03 e FAD 32 DO MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO



## ANEXO II – MODELO DE PERFIL DE DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO

LEGENDA									
<b>Método de Avaliação:</b>	A1: Ensaio // A2: Inspeção // A3: Simulação // A4: Análise de Projeto								
<b>Responsáveis:</b>	C: Construtor // PA: Proj. Arq // PE: Proj. Est // PI: Proj. Inst // Pesp: Proj. Específico								
<b>Comprovações:</b>	C1: Laudo sistêmico // C2: Laudo do fornecedor // C3: Relatório de inspeção // C4: Declaração em projeto // C5: Especificação técnica // C6: Solução descrita em projeto								
Requisitos Gerais									
8 - Segurança contra incêndio									
Dificultar o princípio de incêndio									
Req.	8.2. - PT 1	Normas	Método de avaliação	Responsável	Comprovações	Atende (S/N/N <sup>AA</sup> )	Justificativa		
	8.2.1.1 - PT 1	NBR 5419	A4	PI	C4	SIM	Adotado sistema de SPDA		
	8.2.1.2 - PT 1	NBR 5410	A4	PI	C6	SIM	Indicação em prancha e memorial		
1º Análise:		2º Análise:		Conclusão:					
Responsável:		Responsável:		Responsável:					
Projeto		Nível de Desempenho Definido		Comentários		Observações			
Prancha 047RFP-SPD-EX-701-TER-SPD-R02		Mínimo		Projeto de SPDA					
Pranchas: 047RFP-ELE-EX-002-PME-TER-R01 e Memorial de Cálculo, folha 02/11		Mínimo							