

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Especialização: Produção e Gestão do
Ambiente Construído

Olivia Catelan Marques

ANÁLISE DE SISTEMA DE PAINÉIS DE PVC
PREENCHIDOS COM CONCRETO QUANTOS AOS
CRITÉRIOS ESTRUTURAIS DA NORMA DE
DESEMPENHO ABNT NBR 15575: 2013

Belo Horizonte,
2015.

OLIVIA CATELAN MARQUES

**ANÁLISE DE SISTEMA DE PAINÉIS DE PVC
PREENCHIDOS COM CONCRETO QUANTOS AOS
CRITÉRIOS ESTRUTURAIS DA NORMA DE
DESEMPENHO ABNT NBR 15575: 2013**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Dept de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador(a): White José dos Santos

**Belo Horizonte,
2015.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo apoio sempre incondicional. Aos amigos pela paciência.

Ao professor White José dos Santos, pela paciência e por estar sempre disposto a ajudar.

RESUMO

A busca pela integração entre os projetos e a boa concepção do projeto já é uma realidade no mundo. No Brasil, com o surgimento da norma de desempenho e sua validade legal, a indústria da construção civil começa a repensar as antigas práticas. Agora, os projetos devem ser repensados e integrados, buscando sempre atender as exigências da norma, pois todos os aspectos da edificação passam a ser parte importante do todo. Neste trabalho foi realizado um estudo sobre o desempenho estrutural exigido por norma, com estudo de caso dos perfis de PVC preenchidos com concreto. Parado o melhor entendimento da norma, foram criados fluxogramas para serem seguidos como passo a passo para aprovação do desempenho estrutural. Na verificação foi possível constatar que o sistema estudado, de acordo com os dados da DATec Nº 017, é aprovado pela ABNT NBR 15575:2013. Porém, para cada obra, devem ser feitas refeitas a verificações, pois as configurações mudam de acordo com o projeto. Além disso, todos os aspectos da norma devem ser verificados para total aprovação, uma vez que esse projeto só abrange o desempenho estrutural.

Palavras-chave: PVC, norma de desempenho, NBR 15575, aprovação, desempenho estrutural.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de tipos de perfis de PVC	15
Figura 2 - Montagem e escoramento do perfis	16
Figura 3 - Concretagem de uma casa com perfis de PVC com bombeamento	17
Figura 4 - Fluxograma com passo a passo para aprovação do desempenho estrutural	36
Figura 5 - Fluxograma da Etapa 1.	37
Figura 6 - Fluxograma da Etapa 2.	38
Figura 7 - Fluxograma da Etapa 3.	39
Figura 8 - Fluxograma ensaio de corpo mole.....	40
Figura 9 - Fluxograma ensaio de corpo duro.	41
Figura 10 - Fluxograma Etapa 4.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Deslocamentos-limites para cargas permanentes e cargas acidentais em geral.....	21
Tabela 2 - Flechas máximas para vigas e lajes (cargas gravitacionais permanentes e acidentais).....	22
Tabela 3 - Critérios e níveis de desempenho para elementos estruturais localizados na fachada da edificação, em exteriores acessíveis ao público - Impacto de corpo mole na face externa, ou seja, de fora para dentro.....	25
Tabela 4 - Critérios e níveis de desempenho para elementos estruturais localizados no interior da edificação e na fachada - Impacto de corpo mole na face interna, ou seja, de dentro para fora	26
Tabela 5 - Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo mole em pisos.....	27
Tabela 6 - Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo duro na face externa de elementos estruturais localizados na fachada da edificação e nas faces externas acessíveis ao público	28
Tabela 7 - Critérios e níveis de desempenho para elementos estruturais localizados no interior da edificação e na fachada.....	29
Tabela 8 - Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo duro em pisos.....	30
Tabela 9 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica	43
Tabela 10 - Média dos resultados do ensaio de impacto Charpy, antes e após envelhecimento.....	45

Tabela 11 - Média dos resultados do ensaio de tensão à flexão, antes e após envelhecimento acelerado	45
--	----

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBCI - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

DATec - Diretriz de Avaliação Técnica

NBR - Norma Brasileira

PVC - Policloreto de polivinila

SINAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1: OBJETIVO	13
CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. PAINÉIS DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO (CONCRETO/PVC)	14
2.2. EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – NORMA DE DESEMPENHO	18
2.3. REQUISITOS PARA OS SISTEMAS ESTRUTURAIS.....	19
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA.....	34
CAPÍTULO 4: ESTUDO DE CASO	35
4.1. PROPOSTA DE VERIFICAÇÃO.....	35
4.2. VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO.....	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

INTRODUÇÃO

A tendência atual é que os projetos dos edifícios sejam concebidos com enfoque em desempenho, isto é, desde a fase de concepção, nas definições das exigências do programa de necessidades, os requisitos de desempenho já são levados em conta. (OLIVEIRA e MITIDIERI FILHO, 2012)

De acordo com Oliveira e Mitidieri Filho (2012), o Brasil se distingue de outros países pela prática de projetos. No exterior os projetos se iniciam pelas definições do desempenho do produto-edifício para que depois sejam definidas as tecnologias construtivas, já no Brasil só posteriormente as definições técnicas que são consideradas as exigências de desempenho. Com a entrada da norma brasileira de desempenho de edifícios habitacionais, ABNT NBR 15.575: 2013, esse cenário tende a mudar.

Assim, os sistemas construtivos devem se adequar a essa nova realidade, garantindo que as exigências da norma sejam atendidas e por consequência, se mantendo em um mercado cada vez mais exigente. Para essa adequação, as medidas necessárias não possuem grande diferença daquelas já exigidas pelas normas específicas, uma vez que a ABNT NBR 15.575: 2013 sempre recorre a norma prescritiva do sistema avaliado.

Segundo a CBCI (2013) a norma de desempenho é a primeira a definir como um edifício deve se comportar ao longo do tempo para atender as expectativas dos usuários (conforto e segurança no uso).

Para Bôas (2013) o que a norma faz é consolidar o entendimento das outras normas prescritivas, com uma nova visão. Assim, para quem cumpria as normas

corretamente, as mudanças serão muito pouco significativas. Já as empresas que não cumpriam as normas técnicas anteriores terão que se adequar em seus procedimentos.

No caso de conflito, diferença ou divergência de critérios ou métodos entre as normas prescritivas e esta norma, deve-se atender a todos os critérios e métodos de todas as normas (ABNT NBR 15575: 2013).

Nesse processo, as soluções técnicas utilizadas devem ser economicamente viáveis e adequadas a cada situação de uso, propósitos nem sempre alcançados. Assim, essa nova exigência promove a busca por novas tecnologias e aumento da qualidade daquelas já existentes.

Segundo o CBCI (2013) é consenso entre especialistas que a Norma vai trazer, de fato, muitos avanços a toda a cadeia da indústria da construção, estabelecendo uma relação de responsabilidade maior entre todos os participantes do processo de edificação, do fabricante ao consumidor.

De acordo com Oliveira e Mitidieri Filho (2012), quando a tecnologia a ser selecionada for considerada inovadora, será necessário que o fornecedor faça sua avaliação técnica ou esteja disposto a realizá-la, para que possa disponibilizar aos usuários seus parâmetros de desempenho potencial. Assim, as tecnologias inovadoras que apresentem Documento de Avaliação Técnica (DATec), no SINAT, estão garantidas que dispõe dessas informações técnicas.

Segundo o SINAT (2015), seu escopo procura a harmonização de procedimentos para a avaliação de novos produtos para a construção, quando não existem normas técnicas prescritivas específicas aplicáveis ao produto. Essa harmonização é

necessária para assegurar que todos os aspectos relevantes ao comportamento em uso de um produto de construção sejam considerados no processo de avaliação.

CAPÍTULO 1: OBJETIVO

O objetivo geral desse trabalho consiste de um estudo de caso com uma construção com painéis de PVC preenchidos com concreto, para indicar diretrizes para a análise de desempenho estrutural de uma edificação, segundo a ABNT NBR 15.575: 2013.

Para viabilizar o objetivo geral, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Revisão bibliográfica da ABNT NBR 15575 e do sistema de painéis de PVC preenchidos com concreto;
- Montagem da proposta para verificação do desempenho estrutural segundo a ABNT NBR 15575;
- Verificação e validação da proposta de verificação usando como estudo de caso do sistema de painéis de PVC preenchidos com concreto.

CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PAINÉIS DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO (CONCRETO/PVC)

O sistema construtivo Concreto-PVC nasceu da junção de dois importantes materiais, já consagrados pela construção civil: o concreto e o PVC. Leves e modulares, os perfis de PVC são unidos por um sistema perfeito de encaixe, compondo um desenho que remete às fôrmas convencionais de madeira usadas em concretagem, sendo que neste sistema as formas não serão removidas (BRASKEM, 2014).

Segundo a Braskem (2014), o sistema é constituído por perfis modulares de PVC de encaixe perfeito, cuja leveza e simplicidade de montagem torna o processo inovador. Seu interior é preenchido por concreto e aço. A facilidade de incorporar instalações elétricas e hidráulicas, bem como a possibilidade de futuras ampliações e variadas respostas de acabamento, quando desejado, dão flexibilidade e versatilidade ao Concreto-PVC.

Atualmente, existem no mercado diversos formatos de painéis, variando de acordo com quem o fabrica. A Figura 1 mostra dois exemplos.

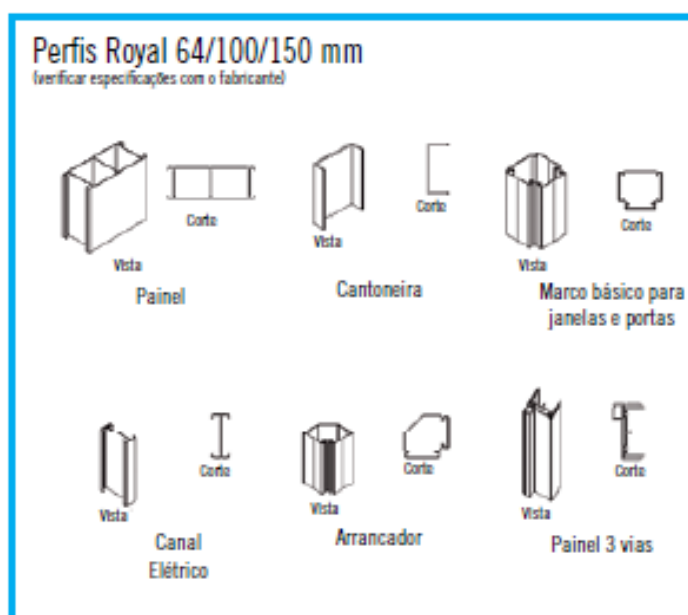
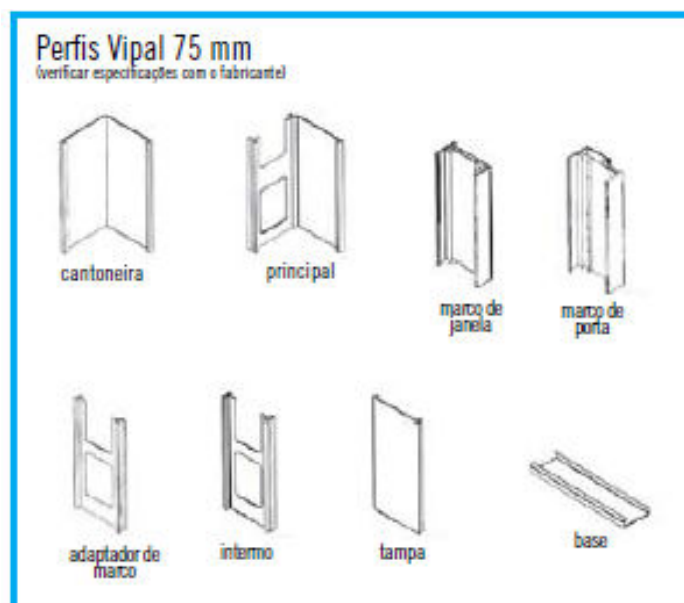


Figura 1 - Exemplos de tipos de perfis de PVC

Fonte : Braskem, 2014

Segundo Ferrari (2011), o sistema possui algumas particularidades, como:

- Resistente à ação de fungos, bactérias, insetos e roedores
- Resistente às intempéries (sol, chuva, vento e maresia)
- Resistente à maioria dos reagentes químicos

- Bom isolante térmico, elétrico e acústico
- Impermeável a gases e líquidos
- Versátil e ambientalmente correto

O processo construtivo do sistema é simples, porém alguns cuidados devem ser tomados durante a sua montagem.

Segundo o Manual de montagem - Sistema RBS (2014), a etapa de fundações já deve possuir em seu projeto o posicionamento das entradas e saídas de água e esgoto, e ligação com as paredes é feita por meio de grautemaneto de barras de aço já previamente determinadas em projeto.

De acordo com o Manual de montagem - Sistema RBS (2014), os perfis são montados de acordo com o projeto fornecido pelo fabricante, seguindo a identificação fornecida. Geralmente a montagem se inicia por um dos cantos para fornecer estabilidade e facilitar o processo. Após todos os perfis encaixados, ocorre a montagem dos escoramentos, garantindo que todos os elementos estejam alinhados e no prumo, como mostra a Figura 2.



Figura 2 - Montagem e escoramento do perfis

Fonte: Braskem, 2014

Após feita a estrutura de fundações, e colocados os perfis das paredes, são embutidas as tubulações elétricas e hidráulicas, bem como suas aberturas na face do PVC. Essas tubulação podem ser colocadas normalmente, porém com o cuidado de serem projetadas evitando curvas no interior do perfil. Elas podem ser distribuídas no topo, ou na base da parede (Manual de montagem - Sistema RBS, 2014).

Além disso, são colocadas as armaduras dentro dos perfis, já previstas em projeto, nos pontos críticos, como laterais de portas e janelas, vergas e contra vergas. Feito isso, a modulação é escorada para posterior concretagem (Manual de montagem - Sistema RBS, 2014).

O concreto indicado para o preenchimento das fôrmas de PVC deve possui resistência característica igual a 20 MPa e é modificado com aditivo plastificante, que garante a alta fluidez (slump de 21 cm \pm 3 cm) e elimina a necessidade do uso de vibrador, uma vez que não é indicada a utilização do mesmo nas paredes. Além disso, a concretagem pode ser feita manualmente, com o auxílio de baldes, ou com bombas, como mostra a Figura 3 (TECHNE, 2013; Manual de montagem - Sistema RBS, 2014).



Figura 3 - Concretagem de uma casa com perfis de PVC com bombeamento

Fonte : Braskem, 2014

De acordo com o Manual de montagem - Sistema RBS (2014), a concretagem deve ser realizada em camadas e pode ser feita de forma contínua, caso respeite o tempo entre camadas. Após realizada a concretagem, é feita a limpeza das paredes e são colocados as portas e janelas, bem como as outras etapas de montagem da edificação, como telhados, lajes, pisos, etc. O sistema não exige acabamento nas paredes, sendo a forma de PVC o revestimento final, porém pode-se colocar, caso seja a vontade do usuário.

“Tomando-se como referência a execução de uma casa de 43 m² construída com esse sistema construtivo, a produtividade estimada é de 2,41 Hh/m², com um prazo de execução de 12,9 dias. Os painéis de uma casa, por exemplo, podem ser montados e travados por quatro pessoas em apenas um dia de trabalho, possibilitando a execução da etapa de concretagem logo no dia seguinte.” (TECHNE, 2013).

2.2. EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – NORMA DE DESEMPENHO

Após um amplo incentivo do governo à construção de habitações populares no Brasil, surgiu a necessidade de uma norma regulamentadora que garantisse uma qualidade mínima dos empreendimentos. A ABNT NBR 15575: 2013 vem de encontro a isso, exigindo desempenho mínimo aos diversos sistemas que compõem uma edificação. São avaliados diversos fatores, que vão do desempenho estrutural a sustentabilidade da edificação.

Nesse trabalho, será dada a ênfase a avaliação da parte estrutural exigida pela norma, porém, para uma avaliação completa da edificação, deve-se avaliar todos os tópicos pertinentes na norma, sendo eles: Parte 1 - Requisitos gerais, Parte 2 - Requisitos para os sistemas estruturais, Parte 3 - Requisitos para os sistemas de piso, 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.

2.3. REQUISITOS PARA OS SISTEMAS ESTRUTURAIS

A ABNT NBR 15575: 2013 explora conceitos não considerados nas normas prescritivas específicas, como a durabilidade dos sistemas, manutenibilidade da edificação, conforto tátil e antropodinâmico dos usuários. Esses aspectos buscam alcançar uma qualidade técnica superior ao que está sendo encontrado nas atuais obras, garantindo ao usuário um produto durável e com o desempenho esperado

Na avaliação estrutural, isso não é diferente. A norma tenta abranger um maior número de exigências, aceitando além dos sistemas já consagrados por normas específicas, os sistemas inovadores.

- Requisitos gerais para a edificação

Segundo a ABNT NBR 15575: 2013, a edificação deve atender a vida útil do projeto, ou seja: não ruir ou perder estabilidade; prover segurança aos usuários sobre ações decorrentes da utilização normal da edificação; não provocar sensação de insegurança ao usuário devido a deformações quaisquer; não prejudicar manobra normal de partes móveis, como esquadrias ou quaisquer instalações; cumprir as disposições exigidas por norma relativas às interações com o solo e entorno da edificação.

- Requisito - Estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função estrutural

Esta parte da ABNT NBR 15575 trata dos requisitos para os sistemas estruturais aplicáveis a edificações habitacionais com respeito ao desempenho estrutural, analisado do ponto de vista dos estados-limites último e de serviço pelo método semi probabilístico de projeto estrutural. (ABNT NBR 15575: 2013)

Para a análise dos componentes estruturais, a ABNT NBR 15575: 2013 indica a utilização das normas prescritivas específicas, quando existentes, comprovando o desempenho no estado-limite último.

Quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais e componentes que constituem o sistema, não for conhecida e consolidada por experimentação, ou não existir Norma Brasileira, permite-se, desde que aplicado a edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, estabelecer uma resistência mínima de projeto através de ensaios destrutivos e do traçado do correspondente diagrama carga x deslocamento. (ABNT NBR 15575: 2013)

Na avaliação carga x deslocamento, o ensaio deve conduzir a um resultado comparativo entre a resistência última encontrada no ensaio, que deve ser maior, e a aceita pela NBR 8681- Ações e segurança nas estruturas - Procedimento.

- Requisito - Deformações ou estado de fissuração do sistema

De acordo com a ABNT NBR 15575: 2013, não devem ocorrer deslocamentos ou fissuras excessivas aos elementos de construção vinculados ao sistema estrutural,

devido a ações permanentes e de utilização. Os elementos estruturais devem estar de acordo com limites específicos, como mostram a Tabela 1 e a Tabela 2.

Tabela 1 - Deslocamentos-limites para cargas permanentes e cargas acidentais em geral

Razão da limitação	Elemento	Deslocamento-limite	Tipo de deslocamento
Visual/insegurança psicológica	Pilares, paredes, vigas, lajes (componentes visíveis)	L/250 ou H/300 (1)	Deslocamento final incluindo fluência (carga total)
Destacamento, fissuras em vedações ou acabamentos, falhas na operação de caixilhos e instalações	Caixilhos, instalações, vedações e acabamentos rígidos (pisos, forros, etc.)	L/800	Parcela da flecha ocorrida após a instalação da carga correspondente ao elemento em análise (parede, piso etc.)
	Divisórias leves, acabamentos flexíveis (pisos, forros, etc.)	L/600	
Destacamento e fissuras em vedações	Paredes e/ou acabamentos rígidos	L/500 ou H/500(1)	Distorção horizontal ou vertical provocada por variações de temperatura ou ação do vento, distorção angular devida ao recalque de fundações (deslocamentos totais)
	Paredes e acabamentos flexíveis	L/400 ou H/400 (1)	

H é a altura do elemento estrutural

L é o vão teórico do elemento estrutural

(1) Para qualquer tipo de solicitação, o deslocamento horizontal máximo no topo do edifício deve ser limitado a $H_{total}/500$ ou 3 cm, respeitando-se o menor dos dois limites

NOTA Não podem ser aceitas falhas, a menos daquelas que estejam dentro dos limites previstos nas normas prescritivas específicas.

Fonte: ABNT NBR 15575:2013

Tabela 2 - Flechas máximas para vigas e lajes (cargas gravitacionais permanentes e acidentais)

Parcela de carga permanente sobre vigas e lajes		Flecha imediata (1)			Flecha final (total) (3)
		Sgk	Sqk	Sgk+0,7Sqk	Sgk+0,7Sqk
Paredes monolíticas, em alvenaria ou painéis unidos ou rejuntados com material rígido	Com aberturas (2)	L/100 0	L/280 0	L/800	L/400
	Sem aberturas	L/750	L/210 0	L/600	L/340
Paredes em painéis com juntas flexíveis, divisórias leves, gesso acartonado	Com aberturas (2)	L/105 0	L/170 0	L/730	L/330
	Sem aberturas	L/850	L/140 0	L/600	L/300
Pisos	Constituídos e/ou revestidos com material rígido	L/700	L/150 0	L/530	L/320
	Constituídos e/ou revestidos com material flexível	L/750	L/120 0	L/520	L/280
Forros	Constituídos e/ou revestidos com material rígido	L/600	L/170 0	L/480	L/300
	Constituídos e/ou revestidos com material flexível	L/560	L/160 0	L/450	L/260
Laje com cobertura impermeabilizada, com inclinação $i \geq 2\%$		L/850	L/140 0	L/600	L/320
Vigas calha com inclinação $i \geq 2\%$		L/750	-	-	L/300

L é o vão teórico

(1) Para vigas e lajes em balanço, admitem-se deslocamentos correspondentes a 1,5 vez os respectivos valores indicados.

(2) No caso do emprego de dispositivos e detalhes construtivos que absorvam as tensões concentradas no contorno das aberturas das portas e janelas, as paredes podem ser consideradas "sem aberturas".

(3) Para a verificação dos deslocamentos na flecha final, reduzir a rigidez dos elementos analisados pela metade.

Fonte: ABNT NBR 15575:2013

A ABNT NBR 15575: 2013 indica que as cargas permanentes e acidentais devem ser consideradas conforme a ABNT NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Porém, para casos mais gerais, a análise das deformações podem ser consideradas apenas ações permanentes e acidentais (sobrecargas) características, tomando-se valores específicos.

Quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais e componentes que constituem o sistema, não for conhecida e consolidada por experimentação, ou não existir Norma Brasileira, é possível estabelecer uma modelagem matemática do comportamento conjunto para as deformações de serviço através de ensaios destrutivos e do traçado do correspondente diagrama carga x deslocamento, desde que aplicado a edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. (ABNT NBR 15575: 2013)

Na avaliação carga x deslocamento, o ensaio deve conduzir a um resultado comparativo entre a resistência de serviço encontrada no ensaio, que deve ser maior, e a aceita pela NBR 8681- Ações e segurança nas estruturas - Procedimento.

- Requisito: Impactos de corpo mole e corpo duro

Segundo a ABNT NBR 15575: 2013, são dispensadas da verificação dos ensaios de corpo mole e corpo duro as estruturas projetadas conforme as ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos, ABNT NBR 7190 - Projeto de estruturas de madeira, ABNT NBR 8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios (método dos estados limites), ABNT NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, ABNT NBR 10837 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, ABNT NBR 14762 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio - Procedimento.

1. Ensaio de corpo mole

Segundo a ABNT NBR 15575: 2013, os componentes da estrutura sobre a ação de impactos de corpo mole, devem: não sofrer ruptura ou instabilidade sobre as energias de impacto estabelecidas, respeitar os limites de deformação e não devem causar danos a outros componentes acoplados aos componentes sob ensaio.

Além disso, a ABNT NBR 15575: 2013 indica que devem ser feitos ensaios de impacto de corpo mole, realizados em laboratório ou em protótipo ou obra, procurando representar fielmente as condições executivas da obra, inclusive tipos de apoio/vinculações, conforme método de ensaio indicado.

As limitações de deslocamento instantâneos e residuais, para os níveis mínimo (M), intermediário(I) e superior(S), são apresentados nas Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5, sendo:

d_h ou d_v - Deslocamentos instantâneos

d_{hr} ou d_{vr} - Deslocamentos residuais

h - Referente aos deslocamentos horizontais

v - Referente aos deslocamentos verticais

Tabela 3 - Critérios e níveis de desempenho para elementos estruturais localizados na fachada da edificação, em exteriores acessíveis ao público - Impacto de corpo mole na face externa, ou seja, de fora para dentro

Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho	Níveis de desempenho		
		M	I	S
960	Não ocorrência de ruína. Não ocorrência de falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).			x
960	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).		x	
720	Não ocorrência de ruína. Não ocorrência de falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).			x
720	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).	x	x	
480	Não ocorrência de ruína. Não ocorrência de falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).		x	x
480	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).	x		
360	Não ocorrência de falhas. Limitação do deslocamento horizontal: dh ≤ h/250 e dhr ≤ h/1250 para pilares, sendo h a altura do pilar; dh ≤ L/200 e dhr ≤ L/1000 para vigas, sendo Lo vão teórico da viga.		x	x
360	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).	x		
240	Não ocorrência de falhas. Limitação do deslocamento horizontal: dh ≤ h/250 e dhr ≤ h/1250 para pilares, sendo h a altura do pilar; dh ≤ L/200 e dhr ≤ L/1000 para vigas, sendo Lo vão teórico da viga.	x	x	x
180	Não ocorrência de falhas.	x	x	x
120	Não ocorrência de falhas.	x	x	x

Fonte: ABNT NBR 15575:2013

Tabela 4 - Critérios e níveis de desempenho para elementos estruturais localizados no interior da edificação e na fachada - Impacto de corpo mole na face interna, ou seja, de dentro para fora

Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho	Níveis de desempenho		
		M	I	S
480	Não ocorrência de ruína. Não ocorrência de falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).			x
480	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).		x	
360	Não ocorrência de falhas. Não ocorrência de falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).			x
360	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).	x	x	
240	Não ocorrência de falhas. Limitação do deslocamento horizontal: dh ≤ h/250 e dhr ≤ h/1000 para pilares, sendo h a altura do pilar; dh ≤ L/200 e dhr ≤ L/1000 para vigas, sendo Lo vão teórico da viga.		x	x
180	Não ocorrência de falhas.	x	x	x
120	Não ocorrência de falhas. Limitação do deslocamento horizontal: dh ≤ h/250 e dhr ≤ h/1250 para pilares, sendo h a altura do pilar; dh ≤ L/200 e dhr ≤ L/1000 para vigas, sendo Lo vão teórico da viga.	x	x	x

Fonte: ABNT NBR 15575:2013

Tabela 5 - Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo mole em pisos

Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho	Níveis de desempenho		
		M	I	S
960	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).		x	x
720	Não ocorrência de ruína. Não ocorrência de falhas.			x
720	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).	x	x	
480	Não ocorrência de ruína. Não ocorrência de falhas.		x	x
480	Não ocorrência de ruína; são admitidas falhas localizadas (fissuras, destacamentos e outras).	x		
360	Não ocorrência de falhas. Limitação do deslocamento vertical: $dv \leq L/300$ e $dvr \leq L/900$.		x	x
360	Não ocorrência de falhas.	x		
240	Não ocorrência de falhas. Limitação do deslocamento horizontal: $dv \leq L/300$ e $dvr \leq L/900$.	x	x	x
120	Não ocorrência de falhas.	x	x	x

Fonte: ABNT NBR 15575:2013

Alguns componentes específicos devem ser considerados na avaliação. Assim, a ABNT NBR 15575: 2013 prevê que para cada situação deve-se considerar alguns ensaios específicos com energias já previstas na norma.

2. Ensaio de corpo duro

Segundo a ABNT NBR 15575: 2013, os componentes, sob a ação de impactos de corpo duro, não devem sofrer ruptura ou traspassamento sob qualquer energia de impacto, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, lascamentos e outros danos em impactos de segurança.

As verificações da resistência e depressão provocada pelo impacto de corpo duro, por meio de ensaios de laboratório, deve ser realizado com o corpo-de-prova que represente fielmente as condições da obra, inclusive tipos de apoio/vinculações, conforme método de ensaio indicado (ABNT NBR 15575: 2013).

A Tabela 6, Tabela 7 e a Tabela 8 mostram os critérios e níveis de desempenho para os elementos estruturais.

Tabela 6 - Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo duro na face externa de elementos estruturais localizados na fachada da edificação e nas faces externas acessíveis ao público

Energia de impacto (a) de corpo duro J	Critério de desempenho	Nível de desempenho
3,75	Não ocorrência de falhas. Mossas com qualquer profundidade.	M
20	Não ocorrência de ruína ou traspassamento. Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.	
3,75	Não ocorrência de falhas. Profundidade da mossa: $p \leq 5$ mm.	I
20	Não ocorrência de ruína ou traspassamento. Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.	
3,75	Não ocorrência de falhas. Profundidade da mossa: $p \leq 2$ mm.	S
20	Não ocorrência de ruína ou traspassamento. Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.	

(a) Sentido do impacto de fora para dentro

Fonte: ABNT NBR 15575:2013

Tabela 7 - Critérios e níveis de desempenho para elementos estruturais localizados no interior da edificação e na fachada

Energia de impacto (a) de corpo duro J	Critério de desempenho	Nível de desempenho	
2,5	Não ocorrência de falhas.	M	
	Mossas com qualquer profundidade.		
10	Não ocorrência de ruína ou traspasseamento.		
	Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.		
2,5	Não ocorrência de falhas.		I
	Profundidade da mossa: $p \leq 5$ mm.		
10	Não ocorrência de ruína ou traspasseamento.		
	Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.		
2,5	Não ocorrência de falhas.	S	
	Profundidade da mossa: $p \leq 2$ mm.		
10	Não ocorrência de ruína ou traspasseamento.		
	Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.		

(a) Sentido do impacto de fora para dentro

Fonte: ABNT NBR 15575:2013

Tabela 8 - Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo duro em pisos

Energia de impacto de corpo duro J	Critério de desempenho	Nível de desempenho
5	Não ocorrência de falhas. Mossas com qualquer profundidade.	M
30	Não ocorrência de ruína ou traspassamento. Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.	
5	Não ocorrência de falhas. Profundidade da mocha: $p \leq 5$ mm.	I
30	Não ocorrência de ruína ou traspassamento. Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.	
5	Não ocorrência de falhas. Profundidade da mocha: $p \leq 2$ mm.	S
30	Não ocorrência de ruína ou traspassamento. Admitidas falhas superficiais com mossas, fissuras e desagregações.	

Fonte: ABNT NBR 15575:2013

- Segurança contra incêndio

A ABNT NBR 15575: 2013, exige que as medidas de segurança contra incêndio busquem proteger a vida dos ocupantes das edificações, dificultar a propagação do fogo, proporcionar meios de controle e extinção do incêndio, além de dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

Nos critérios relativos a dificultar o princípio de incêndio, a ABNT NBR 15575: 2013 exige proteção contra descargas atmosféricas, proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas e proteção contra riscos de vazamento nas instalações de gás, sendo todas baseadas nas normas prescritivas específicas.

Segundo a ABNT NBR 15575: 2013, os materiais de revestimento devem ter as características de propagação de chamas controlada.

Os requisitos de segurança estrutural exigidos pela ABNT NBR 15575: 2013, buscam minimizar o risco de colapso estrutural da edificação em situação de incêndio.

- Segurança no uso e na operação

A segurança no uso e operação dos sistemas e componentes da edificação habitacional deve ser pensada em projeto, dando especial atenção às que dizem respeito a agentes agressivos (ABNT NBR 15575: 2013).

- Estanqueidade

Deve ser considerado em projeto todas as fontes de água e umidade que a edificação possa vir a ter, pois a umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído (ABNT NBR 15575: 2013).

- Durabilidade e manutenibilidade

A ABNT NBR 15575: 2013 pede que o sistema conserve a segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à vida útil.

A estrutura principal e os elementos que fazem parte do sistema estrutural, devem ser projetados e construídos de modo que garantam sua plena funcionalidade durante toda a vida útil da edificação, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e utilizados conforme pensado em projeto, além de serem submetidos a intervenções periódicas de manutenção e conservação, segundo instruções contidas no manual de operação (ABNT NBR 15575: 2013).

Para isso, a ABNT NBR 15575: 2013 pede a comprovação desse atendimento deve ser verificada por meio de um dos três tópicos:

1- Análise do projeto, avaliando materiais utilizados, detalhes construtivos e atendendo as disposições das normas específicas de cada sistema;

2- Ensaio físico-químico e ensaio de envelhecimento acelerado;

3- Aplicação de modelos para previsão do avanço de frentes de carbonatação, cloretos, corrosão e outros.

A ABNT NBR 15575: 2013 prevê a existência do manual de operação, uso e manutenção fornecido pelo incorporador ou construtora. Nele, devem estar presentes as previstas manutenções preventivas sistemáticas e de caráter corretivo para que a estrutura atenda a vida útil de projeto, sendo elas:

- recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes da utilização inadequada;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das inspeções prediais;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
- técnicas, processos, equipamentos, especificações e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para diferentes modalidades de manutenção.

Essa verificação deve seguir as diretrizes estipuladas pela NBR 15575, parte 1.

- Saúde, higiene e qualidade do ar

As exigências relativas à saúde devem atender a legislação vigente (ABNT NBR 15575: 2013).

- Adequação ambiental

Segunda a ABNT NBR 15575: 2013, a avaliação dos impactos ambientais resultantes da cadeia produtiva da construção ainda não é possível, logo, não existem métodos ou critérios relacionados a isso.

De forma geral, os empreendimentos e sua infra-estrutura (arruamento, drenagem, rede de água, gás, esgoto, telefonia, energia) devem ser projetados, construídos e mantidos de forma a minimizar as alterações no ambiente (ABNT NBR 15575: 2013).

Portanto, a norma indica um uso racional dos recursos naturais, bem como sua reutilização, não desperdício e gestão de resíduos. Assim, a obra se torna mais ecologicamente correta e produtiva.

A ABNT NBR 15575: 2013 exige avaliação dos seguintes tópicos no desempenho estrutural: segurança estrutural, segurança contra incêndio, segurança ao uso e operação, estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, desempenho lumínico, durabilidade e manutenibilidade, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico, adequação ambiental. Para o estudo realizado nesse trabalho, alguns desses tópicos não se mostram relevantes, porém para um estudo completo de desempenho da edificação eles devem ser adotados, bem como todas as partes que compõem a ABNT NBR 15575: 2013.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica da norma ABNT NBR 15575 - Desempenho estrutural e do sistema de painéis de PVC preenchidos com concreto, além de dissertações, teses e artigos relacionados aos assuntos abordados.

Em seguida foi desenvolvido uma proposta de verificação do desempenho estrutural , com objetivo de validar o sistema perante a norma. Para isso foram criados fluxogramas que facilitam a compreensão e o passo a passo de verificação.

Feito isso, foi realizada a verificação do sistema de painéis de PVC preenchidos com concreto de acordo com a proposta apresentada.

CAPÍTULO 4: ESTUDO DE CASO

4.1. PROPOSTA DE VERIFICAÇÃO

Os fluxogramas mostram um passo a passo simplificado de todas as etapas que devem ser atendidas para a aprovação final da parte relativa ao desempenho estrutural da ABNT NBR 15575: 2013. Para este trabalho foi considerado um sistema com paredes estruturais.

De acordo com a Figura 4, foi definido que, para a melhor compreensão da norma bem como para facilitar o processo de aprovação, deve-se iniciar com os parâmetros de entrada e de local. Com esses dados o usuário pode iniciar o pré-dimensionamento do sistema, o qual será como um protótipo para a aceitação do sistema, podendo e devendo voltar a essa etapa sempre que não passar em algum critério. Ao voltar na etapa de pré-dimensionamento o usuário deve rever os critérios que não foram aprovados e realizar as modificações. Com isso, todo o processo irá reiniciar, voltando a Etapa 1, quantas vezes isso for necessário até que se consiga atender todos os pontos.

As etapas necessárias para a aprovação do desempenho estrutural segundo a norma são:

Etapa 1: Estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função estrutural;

Etapa 2: Deformações ou estado de fissuração do sistema estrutural;

Etapa 3: Impactos de corpo mole e corpo duro

Etapa 4: Segurança contra incêndio

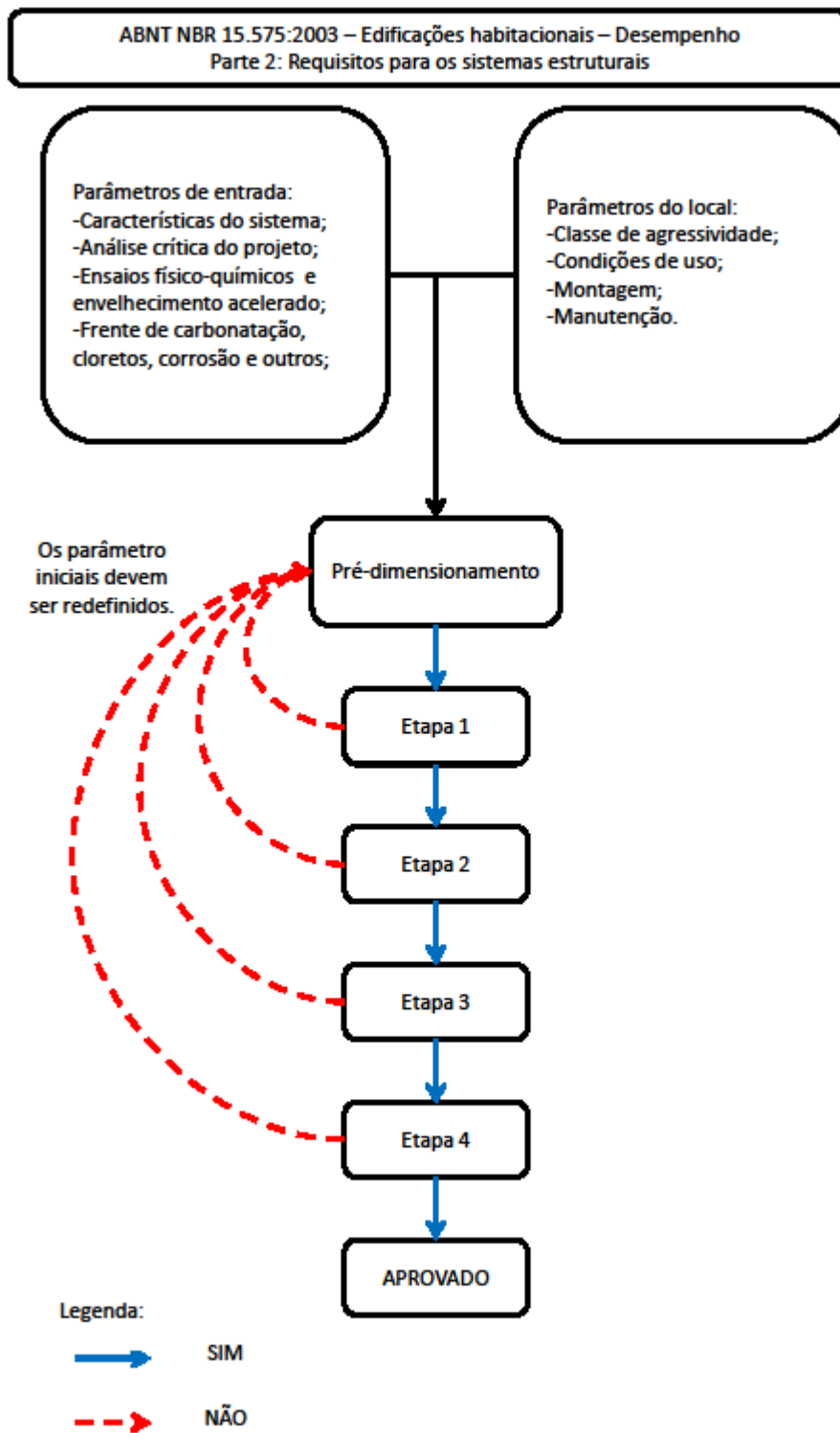


Figura 4 - Fluxograma com passo a passo para aprovação do desempenho estrutural

Fonte: Arquivo pessoal

Na Etapa 1, deve-se inicialmente saber se o sistema avaliado possui norma prescritiva ou não. A partir daí pode-se seguir dois caminhos: realizar a comprovação por meio da norma já existente ou estabelecer uma resistência mínima de projeto, por meio de ensaios destrutivos. No caso de não haver norma, o resultado da resistência mínima encontrada deve ser comparado com as exigências da ABNT NBR 8186:2003. Em ambos os casos, caso os resultados encontrados não estejam de acordo com o esperado pela norma, deve-se retornar ao pré-dimensionamento e modificar os parâmetros. A Figura 5 mostra o fluxograma da Etapa 1.

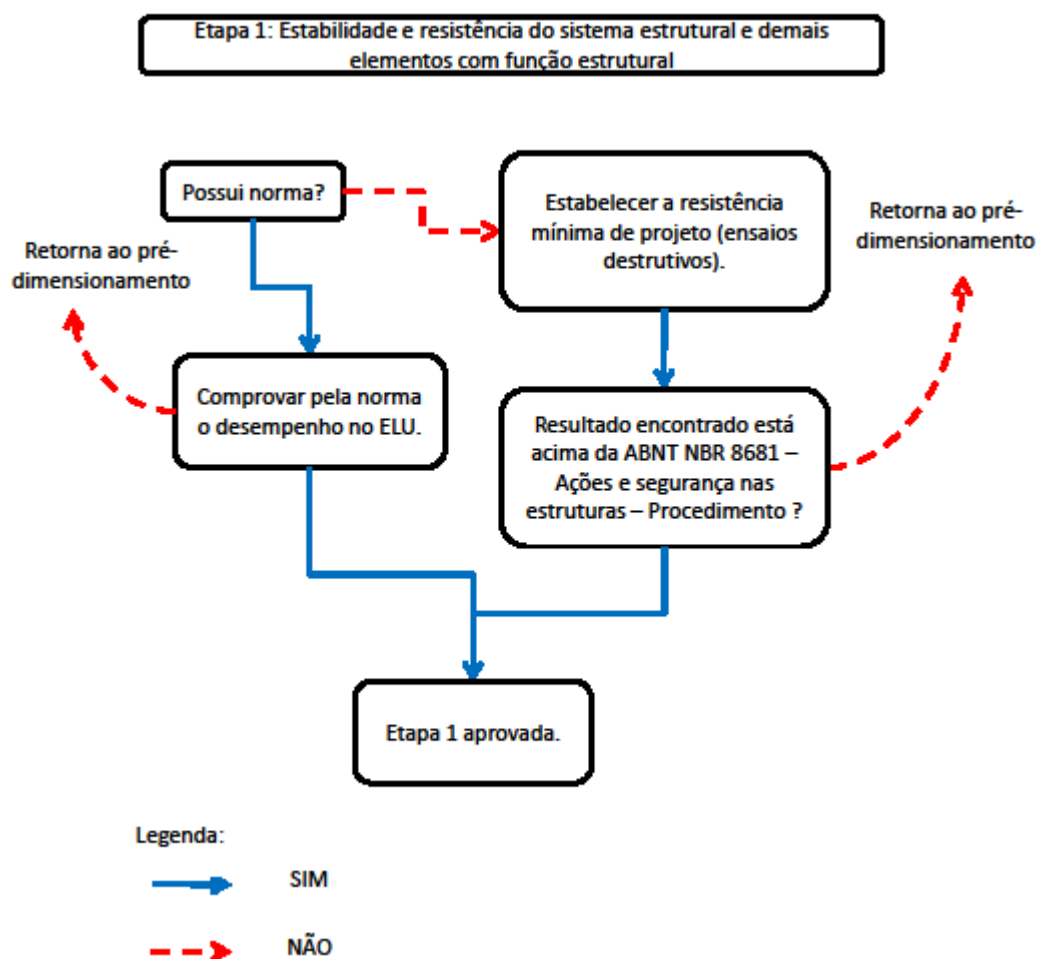


Figura 5 - Fluxograma da Etapa 1.

Fonte: Arquivo pessoal

Após aprovado na Etapa 1, o sistema prossegue para a avaliação da Etapa 2. Nesta etapa são avaliados dois critérios em paralelo, mas que devem ser atendidos em conjunto para a aprovação. Deve-se avaliar a questão visual e de insegurança e o destacamento de fissuras, ambos com parâmetros de aceitação relativo ao deslocamento limite das paredes com aplicação de carga. Em ambos os casos, caso os resultados encontrados não estejam de acordo com o esperado pela norma, deve-se retornar ao pré-dimensionamento e modificar os parâmetros. A Figura 6 mostra o fluxograma desta etapa.

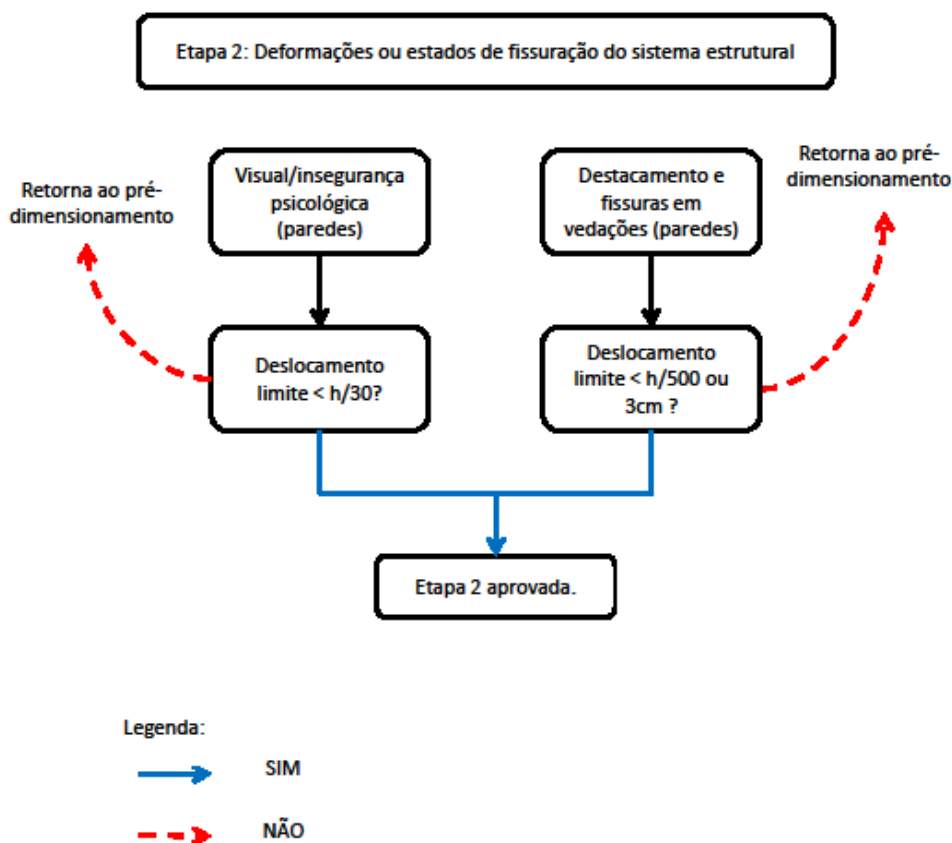


Figura 6 - Fluxograma da Etapa 2.

Fonte: Arquivo pessoal

A Etapa 3 se divide em duas vertentes, ensaio de corpo mole e ensaio de corpo duro. Para a aprovação, ambos os ensaios devem estar de acordo com as exigências da ABNT NBR 15575: 2013. Porém, o sistema é dispensado caso já possua norma prescritiva. Caso os resultados encontrados não estejam de acordo com o esperado pela norma, deve-se retornar ao pré-dimensionamento e modificar os parâmetros. A Figura 7 mostra o fluxograma da Etapa 3.

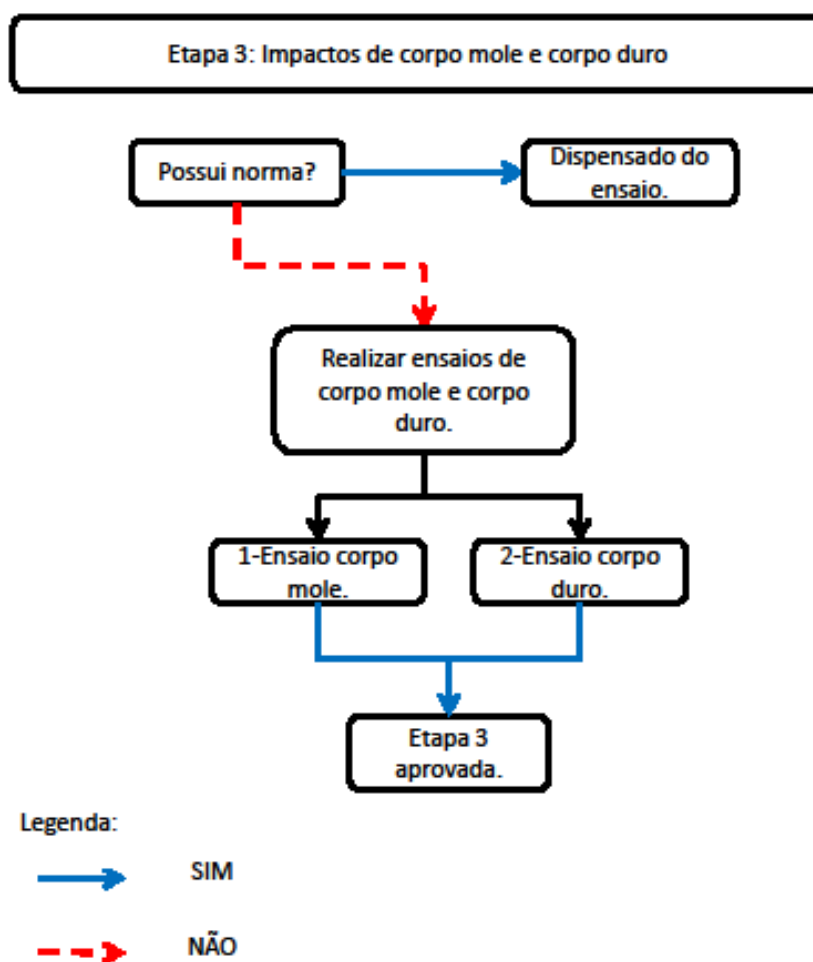


Figura 7 - Fluxograma da Etapa 3.

Fonte: Arquivo pessoal

No ensaio de corpo mole devem ser ensaiados elementos estruturais presentes na fachada em exteriores acessíveis ao público e em elementos localizados no interior e na fachada. De acordo com cada especificação, devem ser aplicados os impactos definidos por norma, como mostra a Figura 8. Caso os resultados encontrados não estejam de acordo com o esperado, deve-se retornar ao pré-dimensionamento e modificar os parâmetros.

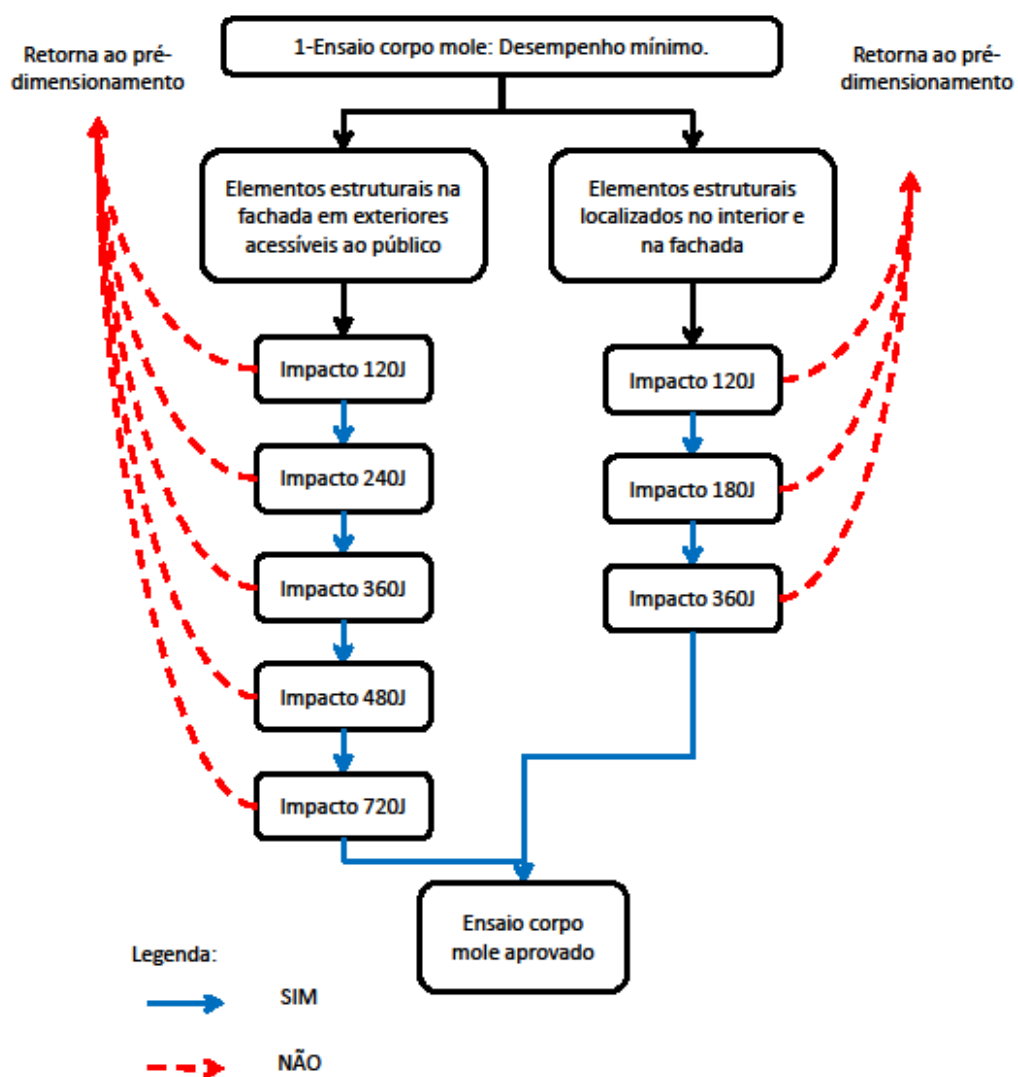


Figura 8 - Fluxograma ensaio de corpo mole.

Fonte: Arquivo pessoal

Para o ensaio de corpo duro, também são caracterizados os elementos, e assim aplicados os respectivos impactos, determinados pela norma de desempenho, como mostra a Figura 9. Assim como os ensaios anteriores, caso os resultados encontrados não estejam de acordo com o esperado pela norma, deve-se retornar ao pré-dimensionamento e modificar os parâmetros.

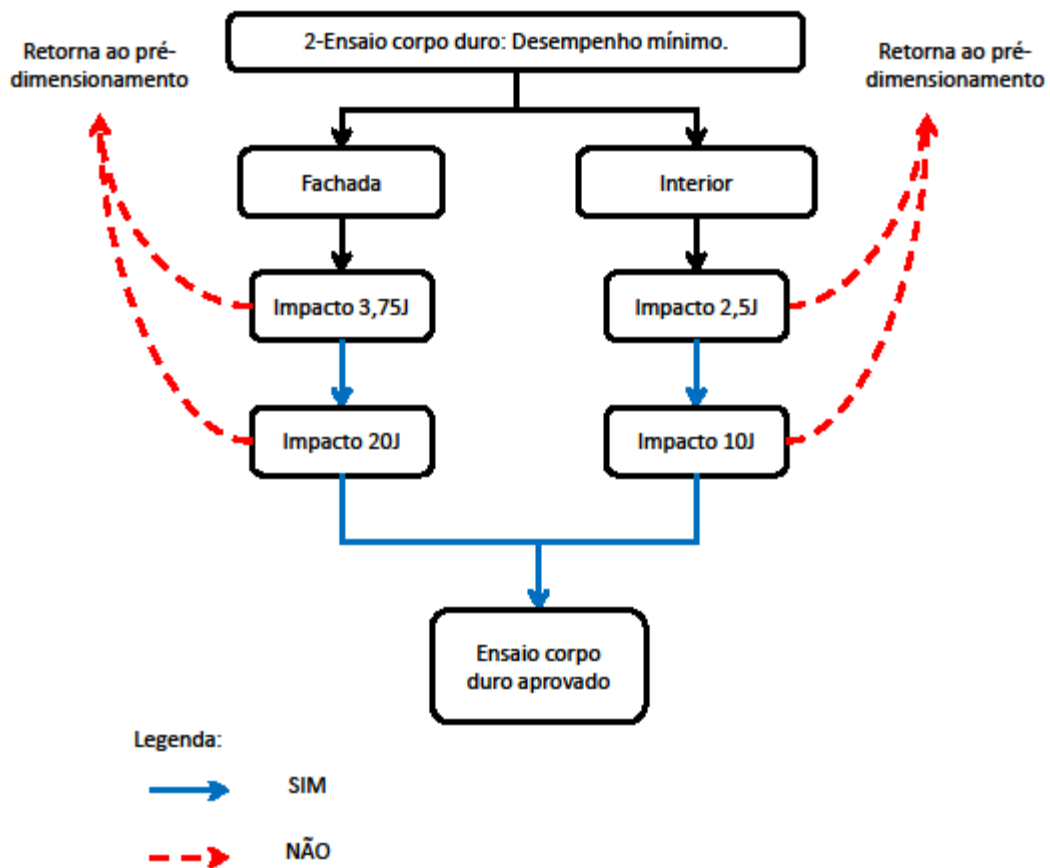


Figura 9 - Fluxograma ensaio de corpo duro.

Fonte: Arquivo pessoal

Na Etapa 4, são avaliados os critérios de segurança contra incêndio. Esta é a única etapa que não é necessário voltar ao pré-dimensionamento do sistema para realizar a revisão e ser aprovada. As alterações podem ser feitas no próprio projeto e

adequadas as exigências da norma, devendo-se buscar a não propagação do fogo e fumaça, facilitar a fuga, garantir a segurança contra princípio de incêndio e garantir a resistência estrutural por meio das normas prescritivas ou o Eurocode. Essa revisão de projeto pode ser feita por meio da troca de materiais inflamáveis, mudança do desenho arquitetônico, proteção dos elementos estruturais, proteção nas instalações elétricas e de gás, dentre outros. A Figura 10 mostra o fluxograma desta etapa.

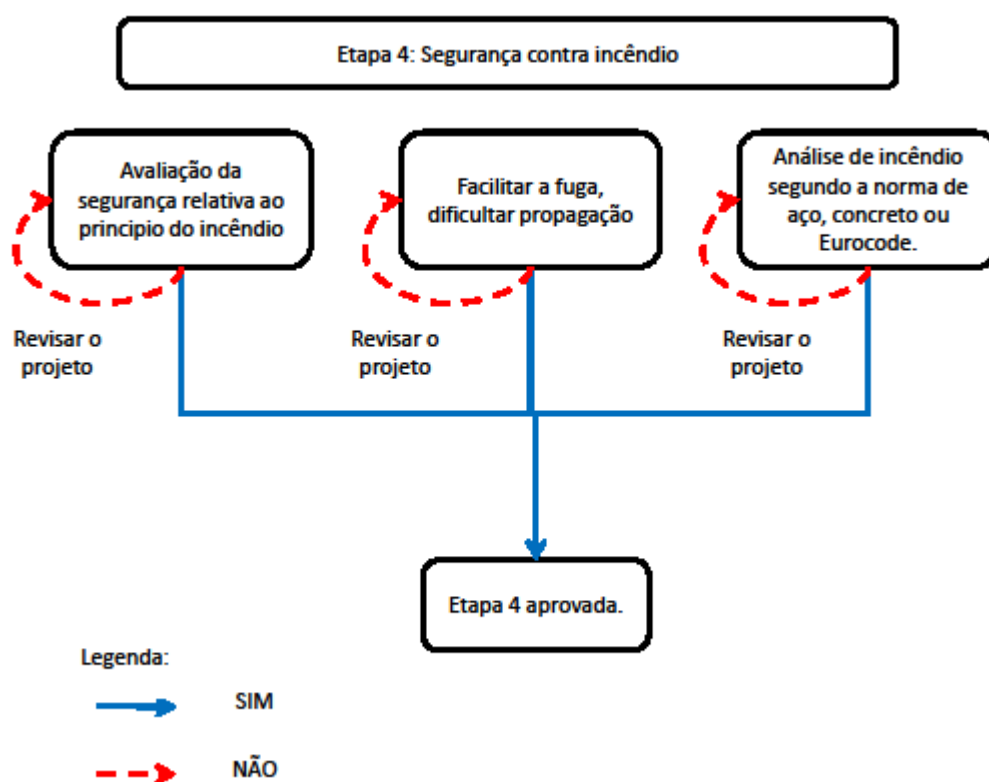


Figura 10 - Fluxograma Etapa 4.

Fonte: Arquivo pessoal

4.2. VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO

Para a avaliação do sistema de painéis de PVC preenchidos com concreto, foram utilizados como base os dados fornecidos pela DATec N° 017- "Sistemas construtivos

formados por paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto (Sistemas de paredes com forma de PVC incorporadas)" para a avaliação do sistema em questão. Esses dados entraram em confronto com as exigências da ABNT NBR 15575: 2013 para verificação do desempenho estrutural do sistema.

Na realização dos ensaios, os componentes do sistema foram caracterizados desde a sua composição até sua montagem na estrutura. Assim, a DATec N° 017 especificou cada passo da montagem (paredes, lajes, esquadrias, instalações elétricas, hidráulicas, de gás) bem como os elementos utilizados na mesma, sempre procurando uma realidade mais próxima da obra possível.

O procedimento de execução, segundo a DATec N° 017, também buscou seguir a ordem utilizada no canteiro de obra, da fundação até a limpeza dos perfis.

Na avaliação do desempenho estrutural da DATec N° 017 foram considerados os seguintes requisitos na avaliação: resistência lateral e estabilidade global, resistência às cargas verticais, resistência a impactos de corpo mole e corpo duro, resistência a peças suspensas e resistência à solicitação de portas.

A DATec N° 017 fornece os dados dos ensaios para a resistência as cargas verticais em paredes, de acordo com a Tabela 9 abaixo.

Tabela 9 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica

Paredes	Carga de ruptura	
	Total (kN) ⁽¹⁾	Distribuída (kN/m) ao longo da largura da parede de 1,20m
P1	1.100,0	916,7
P2	936,0	780,0
P3	820,0	683,3
Média	952,0	793,3
⁽¹⁾ 1kN±=100 kgf		

Fonte : IPT, 2013.

O sistema não possui norma prescritiva, portanto necessitaria de uma resistência mínima de projeto para ser comparada com a ABNT NBR 8681: 2003. De acordo com o relatório, não foi possível determinar as cargas utilizadas para o cálculo, assim, não é possível que se realize a comparação com a norma. Assim, a avaliação da Etapa 1 não pode ser realizada.

O relatório informa que não ocorreram fissuras ou deslocamentos horizontais maiores que $h/500$ antes da ruptura nos ensaios. Assim, o sistema é aprovado na Etapa 2, tanto para o aspecto visual e de insegurança, quanto para o destacamento.

Já nos ensaios de corpo mole, o SINAT informa que não houveram problemas para as energias de 180 a 960J, atendendo a todos os critérios da norma. Não foi diferente para o ensaio de corpo duro, que não apresentou problemas para as energias de 3,755 a 20J. Além disso, foram realizados os mesmos ensaios com calor e choque térmico, também encontrando resultados satisfatórios. Assim, a Etapa 3, foi aprovada. Em relação a questão de segurança contra incêndio o relatório garante resultados satisfatórios de propagação superficial de chamas e densidade ótica de fumaça, além de garantir uma resistência ao fogo de 30 minutos. Pode-se considerar então que a Etapa 4 está atendida.

Além disso, de acordo com a DATec Nº 017 a durabilidade do sistema foi realizada por análise dos detalhes construtivos de projeto e na obra, além da realização de ensaio em perfis de PVC e trechos de paredes. Foram feitos ensaios mecânicos e de envelhecimento em câmara de CUV-B. Os resultados dos ensaios de Charpy e tensão a flexão após o envelhecimento se encontram na Tabela 10 e na Tabela 11 abaixo.

Tabela 10 - Média dos resultados do ensaio de impacto Charpy, antes e após envelhecimento

Item	Condição	Média do resultado de Impacto Charpy (kJ/m ²)	Desvio padrão (kJ/m ²)	Tipo de ruptura
Amostra de perfil de PVC usado em fôrmas de parede	Original	14,5	2,9	Quebra completa
	Envelhecida	13,3	1,4	Quebra completa

Fonte : IPT, 2013

Tabela 11 - Média dos resultados do ensaio de tensão à flexão, antes e após envelhecimento acelerado

Item	Condição	Tensão de flexão a 5% (MPa).	Desvio padrão dos resultados de determinação da tensão à flexão (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)	Desvio padrão dos resultados da determinação do módulo de elasticidade (MPa)
Amostra de perfil de PVC usado em fôrmas de parede	Original	71	2	3232	134
	Envelhecida	75	2	2786	328

Fonte : IPT, 2013

Para a DATec N° 017, os resultados encontrados após o envelhecimento não podem apresentar redução superior a 30% em relação as amostras originais, logo o encontrado pelo ensaio está dentro do limite estabelecido.

No ensaio de resistência da parede à ação de calor e choque térmico a parede não apresentou ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos e outros danos, nem deslocamento horizontal instantâneo superior a h/300, considerando o resultado do ensaio satisfatório (IPT, 2013).

Também foram feitos ensaios para avaliar a resistência de corpo mole e corpo duro após o ensaio de calor e choque térmico, e foram encontrados resultados satisfatórios (IPT, 2013).

Em relação a segurança ao fogo, a DATec N° 017 informa que foram realizados ensaios de determinação do índice de propagação superficial de chamas e densidade ótica de fumaça, conforme ASTM E 662. Os resultados mostraram que os resultados foram satisfatórios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da revisão bibliográfica feita, conseguiu-se verificar as que as exigências da norma do desempenho estrutural não são vastas, e muitas vezes complexas. Porém tentam abranger todas as situações, possibilitando que além das tecnologias tradicionais, as novas tecnologias também consigam a aprovação da mesma.

Ainda há muito para se ajustar na concepção dos critérios da norma, ela não facilita o acesso do usuário e por muitas vezes confunde o raciocínio para a adequação do sistema. Visto que é uma norma recente, e ainda está no processo de aceitação na construção civil, espera-se que hajam melhorias reais nos próximos anos, que possam facilitar aos participantes do processo colocar a qualidade esperada no produto final, não só na parte de desempenho estrutural, mas em todos os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 15575:2013.

Devido a essa complexidade de entendimento dos critérios da norma, os fluxogramas vieram para tentar facilitar o processo de aprovação da norma. Utilizando com base os fluxogramas desse trabalho, o sistema pode encontrar problemas na Etapa 1, uma vez que não foi possível determinar as cargas de cálculo no relatório, o sistema não iria ser aprovado. Acreditando no processo definido pelo SINAT, pode-se aceitar que a etapa foi aprovada e os dados foram apenas não divulgados.

Assim, uma vez que a Etapa 1 foi aprovada, e todas as outras não apresentaram problemas, pode-se definir que o sistema obteve aprovação de desempenho estrutural pela ABNT NBR 15575: 2013, segundo os fluxogramas definidos por esse trabalho. Vale a pena ressaltar que, para cada projeto, é indicado que sejam feitas verificações específicas, mesmo que o sistema já tenha sido aprovado anteriormente.

O trabalho buscou apenas a verificação do desempenho estrutural da edificação, porém para a completa aceitação da ABNT NBR 15575: 2013 devem ser verificados todos os outros aspectos exigidos pela norma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

BÔAS, F. V. **Câmara brasileira da indústria da construção**. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sites/default/files/ENTREVISTA%20FABIO%20VILLAS%20BOAS.pdf>> Acesso em: 07 jun. 2015, 10:00.

BRASKEM.**Sistema construtivo Concreto/PVC**. Disponível em:<http://www.concretopvc.com.br/upload/sites_braskem/pt/concreto_pvc/publicacoes/suplemento29_07_final.pdf> Acessado em: 28 mai. 2015, 15:30.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **ABNT publica norma de desempenho 15.575 – desempenho de edificações habitacionais**. Disponível em: < <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/abnt-publica-norma-de-desempenho-15-575-desempenho-de-edificacoes-habitacio>> Acesso em: 07 jun. 2015, 14:00.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **DATec Nº 017 - Sistema Construtivo Global de paredes constituídas por painéis de PVC preenchidos com concreto.** São Paulo, 2013.

FERRARI, T (2011). **"Concreto – PVC" A Utilização do Sistema Royal para construção de casas populares.** Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/63/anexo/royaldobra.pdf>

>. Acessado em: 28 mai. 2015, 14:00.

OLIVEIRA, L.A.; MITIDIERI FILHO, C.V. O projeto de edifícios habitacionais considerando a norma brasileira de desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, vol. 7, n.1, p 90-100, Maio, 2012.

Royal Industrial do Brasil (2014). **Manual de montagem – Sistema RBS – 64mm.** Serra, Espírito Santo, Brasil.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS - SINAT. **Projetos - Sistema nacional de avaliações técnicas.** Disponível em: < http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php> Acesso em: 28 mai. 2015, 14:50.

TÉCHNE. **Sistema construtivo para casas e sobrados usa painéis de PVC preenchidos com concreto.** Disponível em :< <http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/199/artigo2999683.aspx>> Acesso em: 27 mai. 2015, 14:42.