

MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional da Habitação
Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)
Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT)

Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos

DIRETRIZ SINAT

Nº 004 – Revisão 01

**Paredes estruturais constituídas de painéis de PVC
preenchidos com concreto**
(Paredes de concreto com formas de PVC incorporadas)

Brasília, abril de 2017

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. OBJETO | 1 |
| 1.2. RESTRIÇÕES DE USO | 1 |
| 1.3. CAMPO DE APLICAÇÃO | 2 |
| 1.4. TERMINOLOGIA | 3 |
| 1.5. DOCUMENTOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES | 4 |
| 2. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO | 6 |
| 3. REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO | 7 |
| 3.1. DESEMPENHO ESTRUTURAL | 7 |
| 3.1.1. ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA ESTRUTURAL DOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNOS E EXTERNOS – (ESTADO LIMITE ÚLTIMO) | 7 |
| 3.1.2. DESLOCAMENTO, FISSURAS E OCORRÊNCIA DE FALHAS NOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS – (ESTADO LIMITE DE SERVIÇO) | 7 |
| 3.1.3. RESISTÊNCIA ÀS SOLICITAÇÕES DE CARGAS DE PEÇAS SUSPENSAS ATUANTES NOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNOS E EXTERNOS | 7 |
| 3.1.3.1. CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE OUTROS DISPOSITIVOS | 8 |
| 3.1.3.2. PREMISSAS DE PROJETO | 8 |
| 3.1.4. RESISTÊNCIA A IMPACTOS DE CORPO MOLE | 9 |
| 3.1.4.1. IMPACTOS DE CORPO-MOLE PARA PAREDES EXTERNAS | 9 |
| 3.1.4.2. IMPACTOS DE CORPO-MOLE PARA PAREDES INTERNAS | 10 |
| 3.1.5. AÇÕES TRANSMITIDAS POR PORTAS | 10 |
| 3.1.6. RESISTÊNCIA A IMPACTO DE CORPO DURO | 10 |
| 3.1.6.1. IMPACTOS DE CORPO-DURO PARA PAREDES EXTERNAS | 10 |
| 3.1.6.2. IMPACTOS DE CORPO-DURO PARA PAREDES INTERNAS | 11 |
| 3.1.7. CARGAS DE OCUPAÇÃO INCIDENTES EM PARAPEITOS DE JANELAS | 11 |
| 3.1.7.1. AÇÕES ESTÁTICAS HORIZONTAIS, ESTÁTICAS VERTICAIS E DE IMPACTOS INCIDENTES EM PARAPEITOS | 11 |
| 3.2. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO | 11 |
| 3.2.1. DIFICULDADE DE INFLAMAÇÃO GENERALIZADA | 11 |
| 3.2.2. AVALIAÇÃO DA REAÇÃO AO FOGO DA FACE INTERNA DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAIS E RESPECTIVOS MIOLOS ISOLANTES TÉRMICOS E ABSORVENTES ACÚSTICOS | 11 |
| 3.2.3. AVALIAÇÃO DA REAÇÃO AO FOGO DA FACE EXTERNA DAS VEDAÇÕES VERTICAIS QUE COMPÕEM A FACHADA | 12 |
| 3.2.4. LIMITAÇÃO DA DENSIDADE ÓTICA DE FUMAÇA | 13 |
| 3.2.5. RESISTÊNCIA AO FOGO | 13 |
| 3.3. ESTANQUEIDADE À ÁGUA | 13 |
| 3.3.1. ESTANQUEIDADE À ÁGUA DE CHUVA EM SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS EXTERNAS (FACHADAS) | 13 |
| 3.4. DESEMPENHO HIGROTÉRMICO | 14 |
| 3.4.1. DESEMPENHO TÉRMICO | 14 |
| 3.4.1.1. CRITÉRIOS PARA O PROCEDIMENTO SIMPLIFICADO | 14 |
| 3.4.1.2. EXIGÊNCIAS PARA AS PAREDES EXTERNAS DO EDIFÍCIO | 14 |
| 3.4.1.3. CRITÉRIOS PARA OS PROCEDIMENTOS DE SIMULAÇÃO | 15 |
| 3.4.2. <i>Período de condensação</i> | 15 |
| 3.5. DESEMPENHO ACÚSTICO | 15 |
| 3.6. DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE | 16 |
| 3.6.1. VIDA ÚTIL DE PROJETO DOS ELEMENTOS (VUP) | 17 |
| 3.6.2. MANUTENIBILIDADE DOS ELEMENTOS | 17 |
| 3.6.3. PREMISSAS DE PROJETO | 18 |
| 3.6.4. RESISTÊNCIA DOS PAINÉIS DE PVC AOS RAIOS ULTRAVIOLETAS | 18 |
| 3.6.5. RESISTÊNCIA AO CALOR E CHOQUE TÉRMICO – PAREDES DE FACHADA | 18 |
| 3.6.6. RESISTÊNCIA AO ENVELHECIMENTO NATURAL – PAREDES DE FACHADA | 18 |
| 4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO | 19 |
| 4.1. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES | 19 |
| 4.2. DESEMPENHO ESTRUTURAL | 20 |
| 4.2.1. ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA DOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNOS E EXTERNOS – (ESTADO LIMITE ÚLTIMO) | 20 |
| 4.2.2. DESLOCAMENTO, FISSURAS E OCORRÊNCIA DE FALHAS NOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS – (ESTADO LIMITE DE SERVIÇO) | 20 |
| 4.2.3. RESISTÊNCIA ÀS SOLICITAÇÕES DE CARGAS DE PEÇAS SUSPENSAS ATUANTES NOS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNOS E EXTERNOS | 20 |
| 4.2.4. RESISTÊNCIA A IMPACTOS DE CORPO MOLE | 20 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.2.4.1. | IMPACTOS DE CORPO MOLE PARA PAREDES EXTERNAS E INTERNAS..... | 20 |
| 4.2.5. | AÇÕES TRANSMITIDAS POR PORTAS..... | 21 |
| 4.2.6. | RESISTÊNCIA A IMPACTO DE CORPO DURO..... | 21 |
| 4.2.7. | CARGAS DE OCUPAÇÃO INCIDENTES EM PARAPEITOS DE JANELAS..... | 21 |
| 4.3. | SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO..... | 21 |
| 4.3.1. | DIFICULDADE DE INFLAMAÇÃO GENERALIZADA..... | 21 |
| 4.3.2. | LIMITAÇÃO DA DENSIDADE ÓTICA DE FUMAÇA..... | 21 |
| 4.3.3. | RESISTÊNCIA AO FOGO..... | 21 |
| 4.4. | ESTANQUEIDADE À ÁGUA..... | 21 |
| 4.4.1. | ESTANQUEIDADE À ÁGUA DE CHUVA EM SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS EXTERNAS (FACHADAS)..... | 21 |
| 4.5. | DESEMPENHO HIGROTÉRMICO..... | 22 |
| 4.5.1. | DESEMPENHO TÉRMICO..... | 22 |
| 4.5.1.1. | PROCEDIMENTO SIMPLIFICADO..... | 22 |
| 4.5.1.2. | PROCEDIMENTO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL..... | 22 |
| 4.5.2. | DESEMPENHO HIGROTÉRMICO..... | 22 |
| 4.6. | DESEMPENHO ACÚSTICO..... | 22 |
| 4.7. | DURABILIDADE E MANUTENABILIDADE..... | 23 |
| 4.7.1. | VIDA ÚTIL DE PROJETO DOS ELEMENTOS (VUP)..... | 23 |
| 4.7.2. | MANUTENABILIDADE DOS ELEMENTOS..... | 23 |
| 4.7.3. | RESISTÊNCIA DOS PAINÉIS DE PVC AOS RAIOS ULTRAVIOLETAS..... | 23 |
| 4.7.4. | RESISTÊNCIA A AÇÃO DE CALOR E CHOQUE TÉRMICO – PAREDE DE FACHADA..... | 23 |
| 4.7.5. | RESISTÊNCIA AO ENVELHECIMENTO NATURAL – PAREDE DE FACHADA..... | 23 |
| 5. | ANÁLISE GLOBAL DO DESEMPENHO DO PRODUTO..... | 23 |
| 6. | CONTROLE DE QUALIDADE..... | 23 |
| 6.1. | CONTROLE DA QUALIDADE NA MONTAGEM..... | 23 |
| 6.2. | CONTROLE DA QUALIDADE NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DOS PERFIS DE PVC..... | 24 |
| 6.3. | CONTROLE DE ACEITAÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES EM CANTEIRO DE OBRAS..... | 25 |
| 6.4. | CONTROLE DA EXECUÇÃO EM CANTEIRO DE OBRAS..... | 26 |
| | ANEXO A - ESTUDO DO DESEMPENHO TÉRMICO..... | 28 |
| | <i>Nível de desempenho.....</i> | <i>34</i> |
| | ANEXO B – MÉTODO DE ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CINZAS DOS PERFIS..... | 35 |

DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS FORMADOS POR PAREDES ESTRUTURAIS CONSTITUÍDAS DE PAINÉIS DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Objeto

Os sistemas construtivos que integram o objeto desta diretriz são aqueles formados por paredes internas e externas com função estrutural, constituídas por painéis de PVC preenchidos com concreto. Os painéis de PVC são utilizados como fôrmas e ficam incorporados à parede, tendo também função de revestimento e acabamento final.

Os painéis de PVC são acoplados entre si por meio de encaixes nas laterais. As paredes são ancoradas à fundação, possuem armaduras verticais nos encontros entre paredes e nas laterais dos vãos de portas e janelas, armaduras horizontais nas vergas, contravergas e no nível de respaldo da parede, como uma cinta de amarração.

O concreto comum empregado é auto-adensável, para possibilitar o preenchimento das fôrmas de PVC sem necessidade de vibração mecânica.

Esta diretriz não contempla requisitos e critérios para avaliar eventuais revestimentos ou acabamentos aplicados sobre os perfis de PVC das paredes.

1.2. Restrições de uso

As restrições específicas de cada produto devem ser consignadas nos respectivos DATec's.

Os elementos convencionais, como pisos, lajes, coberturas, instalações hidráulicas e elétricas, esquadrias, fundações e contenções (muros de arrimo) não são objeto desta Diretriz; caso necessário, serão tratadas somente as interfaces destes elementos com o produto alvo desta Diretriz.

As interfaces entre elementos convencionais e inovadores devem ser consideradas e detalhadas nos projetos, tais como vínculos ou interfaces com a fundação, interfaces entre paredes e o piso ou laje, interfaces e ligações com a cobertura, detalhes de fixação e de interfaces entre esquadrias e paredes, interfaces com instalações, entre outros.

Para os projetos com sistemas de paredes estruturais de concreto com forma de PVC deve-se fazer uma análise do potencial de surgimento de problemas de umidade, em razão, dentre outros, da condensação de umidade interna às unidades. Assim, o DATEC deve mostrar uma análise de projeto tipo e, para cada empreendimento, essa análise deve ser feita, considerando ao menos os aspectos a seguir listados:

- Implantação das unidades (posição em relação ao Norte), ou, em caso dessa não estar previamente definida, as mesmas estabelecidas no item A.1.3-b do Anexo A da ABNT NBR 15575-1 (2013);
- Dados climáticos do local de implantação do empreendimento;
- Topografia do terreno e seu impacto sobre a incidência de vento (coeficiente de pressão da ABNT NBR 6123);

- Projeto de arquitetura (dimensões em planta dos cômodos, dimensões dos caixilhos – área de ventilação, ático ventilado ou não, e pé-direito);
- Possibilidade de renovação de ar pela existência de ventilação cruzada;
- Abertura de ventilação adequada, principalmente em banheiro e cozinha (sem exigência da ABNT NBR 15575);
- Desempenho de um sistema construtivo convencional nas mesmas condições.

Tubulações de gás devem ser posicionadas externamente às paredes. Tubulações hidrossanitárias devem ser posicionadas externamente às paredes ou em shafts específicos ou outra solução que permita a manutenção das tubulações sem a necessidade da quebra do concreto. O manual técnico do produto deve estabelecer o diâmetro máximo da tubulação que pode ser embutida. Tal informação deve ser validada por profissional habilitado.

As informações constantes do Manual Técnico de uso e manutenção do produto (paredes) devem ser consideradas no Manual de Uso e Manutenção da unidade habitacional entregue ao usuário.

A espessura mínima das paredes deve ser projetada em função de considerações estruturais, do projeto de instalações hidráulicas e elétricas e de outras exigências de desempenho pertinentes.

Os perfis de PVC, que constituem as fôrmas incorporadas e o revestimento das faces das paredes, somente poderão ter cores claras - absorvância (α) $\leq 0,6$ (ver definição de absorvância no item 1.4), em razão da exposição à radiação solar e às temperaturas maiores do que a temperatura de serviço máxima, que é da ordem de 60°C para os perfis de PVC.

O concreto empregado deve ter consistência auto-adensável (segundo caracterização da Tabela 1), com resistência à compressão característica aos 28 dias de no mínimo 20MPa.

Para o produto objeto dessa Diretriz, um conjunto de premissas de projeto deve ser atendido, visando evitar o contato dos componentes da base da parede com a umidade proveniente de água de chuva ou de percolação do solo:

- Adoção de beiral, em todo o perímetro da edificação, com projeção horizontal de no mínimo 600mm;
- Adoção de calçada externa ao redor da edificação, com no mínimo 100mm maior que a projeção do beiral;
- Adoção de inclinação mínima de 1% do piso da calçada em direção oposta aos componentes da base da parede;
- Adoção de desnível entre o piso externo acabado (calçada) e a base de apoio das paredes externas de, no mínimo, 50mm;
- Adoção de diferença de cota mínima de 10mm entre a base das paredes e o piso acabado dos banheiros; e desnível mínimo de 20mm entre a base das paredes e o piso acabado do box, posicionando, nos dois casos, a parede no nível mais elevado, minimizando contato com água;

1.3. Campo de aplicação

Paredes estruturais para construção de unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados) isoladas e geminadas, casas sobrepostas e unidades habitacionais multifamiliares (edificações de dois pavimentos - térreo mais um pavimento superior), desde que as lajes entre pavimentos sejam convencionais e atendam às normas brasileiras vigentes.

Os subsistemas convencionais, como fundações, esquadrias, instalações hidráulicas e elétricas e demais elementos ou componentes convencionais não são objeto desta diretriz, porém devem ser consideradas as interfaces entre subsistemas convencionais e inovadores, como interfaces entre paredes e pisos externos e internos, entre paredes e esquadrias, entre paredes ou pisos e instalações.

1.4. Terminologia

Para efeito desta Diretriz valem as definições constantes na ABNT NBR 12655, ABNT NBR 6118, ABNT NBR 15575 e ABNT NBR 15823-1 e nos demais documentos técnicos complementares. São definições específicas, ou importantes, dessa Diretriz:

Absortância_(α): quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (é a fração absorvida quando a radiação incide sobre uma superfície real).

Altura da edificação: é a medida em metros entre o ponto que caracteriza a saída ao nível de descarga, sob a projeção do paramento externo da parede da edificação, ao piso do último pavimento, excluindo-se áticos, casas de máquinas, barriletes, reservatórios de água e assemelhados. Nos casos onde os subsolos tenham ocupação distinta de estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectivas dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana, a mensuração da altura será a partir do piso mais baixo do subsolo ocupado.

Capacidade térmica: quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema em KJ/(m².K) calculada conforme ABNT NBR 15220-2.

Concreto normal (C)¹: concreto com massa específica seca, de acordo com a NBR 9778, compreendida entre 2.000kg/m³ e 2.800kg/m³.

Concreto auto-adensável (CAA)²: concreto que é capaz de fluir, auto-adensar pelo seu peso próprio, preencher a forma e passar por embutidos (armaduras, dutos, insertos), enquanto mantém sua homogeneidade nas etapas de mistura, transporte, lançamento e acabamento.

Viscosidade plástica aparente do concreto²: propriedade que está relacionada com a consistência da mistura (coesão) e que influencia na resistência do concreto ao escoamento. Quanto maior a viscosidade, maior a resistência ao escoamento.

Contra-verga: perfil utilizado horizontalmente no limite inferior das aberturas (janelas e outras).

Espessura do perfil de PVC: espessura dos perfis de PVC que constituem o painel empregado como fôrma e revestimento de parede (t).

Espessura da parede: soma da espessura do painel de PVC e da espessura do concreto (e).

Escoramentos provisórios: fixações provisórias empregadas durante a concretagem e cura das paredes com formas de PVC incorporadas.

Transmitância térmica: transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo; nesse caso, dos vidros e dos componentes opacos das paredes externas e coberturas, incluindo as resistências superficiais

¹ NBR8953:2015

² NBR15823-1:2010

interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes. A transmitância térmica deve ser calculada utilizando o método de cálculo da ABNT NBR 15220-2 ou determinada através do método da caixa quente protegida da ABNT NBR 6488.

1.5. Documentos técnicos complementares

A seguir listam-se as normas técnicas referenciadas no decorrer desta diretriz.

• Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

NBR 5426/1989 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.

NBR 5628/2001 - Componentes construtivos estruturais - Determinação da resistência ao fogo.

NBR 5739/2007 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

NBR 6118/2014 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

NBR 6123/1988 - Forças Devidas ao Vento em Edificações.

NBR 8953/2015 - Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência

NBR 9442/1986 - Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante.

NBR 9778/2005 - Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.

NBR 11675/1990 - Divisórias leves internas moduladas - Verificação da resistência a impactos.

NBR12655/2015 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento.

NBR 14289/2014-2 – Perfis de PVC rígido para forros – Parte 2: Métodos de ensaio.

NBR 14432/2001 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificação - Procedimento; Emenda em 2001.

NBR 15200/2012 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.

NBR 15220-1/2005 - Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades.

NBR 15220-2/2005 - Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.

NBR 15220-3/2005 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.

NBR15823-1/2010 – Concreto auto-adensável - Parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco.

NBR15823-2/2010 – Concreto auto-adensável - Parte 2: Determinação do espalhamento e do tempo de escoamento - Método do cone de Abrams.

NBR 15575-1/2013 - Edificações habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais.

NBR 15575-2/2013 - Edificações habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

NBR 15575-3/2013 - Edificações habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos.

NBR 15575-4/2013 - Edificações habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas.

NBR 15575-5/2013 - Edificações habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas.

NBR 5674:2012 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.

NBR 14037:2011 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.

ABNT NBR NM 67/1998 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.

NBR ISO 105-A02:2006 – Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte A02: Escala de cinza para avaliação da alteração da cor.

CORPO DE BOMBEIROS/ 2001- Instrução Técnica – IT nº 10/01. Controle de materiais de acabamento e revestimento.

• International Organization Standardization (ISO)

ISO 4892/2006 Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 3: Fluorescent UV Lamp, part 3.

ISO 717-1/1996 Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 1: Airborne sound insulation.

ISO 140-3/1995 Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation between rooms.

ISO 8256/2004 - Plastics - Determination of tensile-impact strength.

ISO 179/1fA:2010 – Plastics - Determination of Charpy impact properties - Part 1: Non-instrumented impact test / method 1fA.

• American Society for Testing Materials (ASTM)

ASTM G154/ 2006 - Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials.

ASTM D6110/ 2008 Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastic.

ASTM D790 - Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.

ASTM E662/ 2009- Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials.

ASTM E84/2010 - Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials.

ASTM G155-13 - Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials.

ASTM D2244 - Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates

2. Caracterização do produto

As principais características do concreto e do PVC, principais componentes do produto objeto desta Diretriz são descritas na Tabela 1. Tais características devem constar em projetos e ser objeto de análise e controle.

Tabela 1 - Requisitos para caracterização dos materiais e componentes que formam os sistemas construtivos objetos desta Diretriz

| Item | Requisitos | Indicador de conformidade |
|----------|---|--|
| A | Painéis de PVC rígido | |
| A.1 | Espessura dos perfis | Conforme especificação de projeto, devendo ser $\geq 1,7\text{mm}$ |
| A.2 | Cor dos perfis | Conforme especificação de projeto, devendo ter $(\alpha) \leq 0,6$ |
| A.3 | Resistência do PVC aos raios ultravioleta (exposição de placas de PVC em câmara de CUV-UVB) | 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada de UVB |
| A.4 | Módulo de elasticidade na flexão (antes e após 2.000h de exposição em CUV) | $R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$ |
| A.5 | Resistência ao impacto (antes e após 2.000h de exposição em CUV) ³ | $R_{\text{ensaio- impacto charpy inicial (ISO179-1)}} \geq 55\text{KJ/m}^2$ (Corpo) ou |
| | | $R_{\text{ensaio- impacto charpy inicial (ASTM D6110)}} \geq 12\text{KJ/m}^2$ $R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$ |
| A.6 | Resistência à alteração de cor aos raios ultravioletas | $\Delta E \leq 3$ após exposição de 1.600h em câmara de arco de xenônio |
| A.7 | Temperatura de amolecimento Vicat | $\geq 75^{\circ}\text{C}$ informação que deve constar do projeto e do DATEC específico |
| A.8 | Caracterização do substrato pelo teor de cinzas ⁴ | informação que deve constar do projeto e do DATEC específico |
| A.9 | Caracterização por fluorescência de raios-X | informação que deve constar do projeto e do DATEC específico (Os perfis com coextrusão devem caracterizar ambas as faces) |
| B | Concreto fresco e endurecido | |
| B.1 | Espalhamento do concreto (estado fresco) | Concreto auto-adensável: Classe de espalhamento SF1, SF2 ou SF3 (conforme especificação do proponente) |
| B.2 | Classe de viscosidade plástica aparente t_{500} (sob fluxo livre) (estado fresco) | VS1 ($t_{500} \leq 2\text{s}$) |
| B.3 | Resistência à compressão na retirada dos escoramentos provisórios | Conforme especificação de projeto |
| B.4 | Resistência característica à compressão aos 28 dias, ou outra idade em razão de situações específicas | Conforme especificação de projeto, sendo no mínimo 20MPa |
| B.5 | Absorção de água e índice de vazios (estado endurecido) | Conforme especificação de projeto |
| B.6 | Massa específica seca (estado endurecido) | Conforme especificação de projeto |

³ Para perfis com espessura $< 3\text{mm}$ o método de ensaio deverá ser, necessariamente, a ISO 179-1

⁴ O produto será avaliado segundo os critérios desta Diretriz e, caso aprovado, passará a ser o padrão do proponente

3. Requisitos e critérios de desempenho

Os requisitos e critérios a seguir transcritos correspondem àqueles especificados na NBR 15575 (parte 1 a 5) e outras normas pertinentes.

3.1. Desempenho estrutural

3.1.1. Estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedações verticais internos e externos – (Estado limite último)

Para cada tipo de unidade habitacional e para cada local de implantação é essencial que seja elaborado um cálculo estrutural específico, por profissional habilitado, com a respectiva memória de cálculo.

As paredes estruturais e suas ligações (espessura e armaduras), bem como a resistência característica do concreto devem ser dimensionadas em função de cargas verticais, provenientes do peso próprio e sobrecargas, e de cargas laterais, provenientes de carga de vento, que devem ser consideradas conforme a ABNT NBR 6123.

A memória de cálculo deve apresentar hipóteses de cálculo, cargas consideradas, incluindo cargas da cobertura, dimensionamento das espessuras de paredes e das armaduras (armaduras estruturais, construtivas e de reforços de vãos) e análise da estabilidade da unidade habitacional considerada.

O projeto estrutural deve apresentar os detalhes das armaduras das paredes, incluindo as armaduras das vergas, contra-vergas e das ligações entre paredes, das ligações entre paredes e fundação e das ligações entre paredes e lajes.

3.1.2. Deslocamento, fissuras e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas – (Estado limite de serviço)

Não ocasionar deslocamentos ou fissuras excessivas às paredes estruturais, levando-se em consideração as ações permanentes e de utilização, nem impedir o livre funcionamento de elementos e componentes do edifício, tais como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento das instalações.

Portanto, sob a ação de cargas gravitacionais, de temperatura, de vento, recalques diferenciais das fundações ou quaisquer outras solicitações passíveis de atuarem sobre a construção, os elementos estruturais (parede de concreto com forma de PVC incorporada) não devem apresentar deslocamentos maiores que os estabelecidos na Tabela 1 da NBR 15.575-2:2013.

Os SVVIE, considerando as combinações de cargas, devem atender aos limites de deslocamentos instantâneos (d_{ir}) e residuais (d_{irr}) indicados na Tabela 1 da NBR15575-4:2013, sem apresentar falhas que caracterizem o estado-limite de serviço.

3.1.3. Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações verticais internos e externos

Resistir às solicitações originadas pela fixação de peças suspensas (armários, prateleiras, lavatórios, hidrantes, quadros e outros); atendendo ao critério da NBR 15.575 -4.

Tabela 2 - Peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão, com carga padrão

| Carga de uso aplicada em cada ponto | Carga de uso aplicada em cada peça | Critérios de desempenho |
|---|------------------------------------|---|
| 0,4kN | 0,8kN | Ocorrência de fissuras toleráveis. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$; $d_{hr} < h/2500$ |
| Onde: h é altura do elemento parede; d_h é o deslocamento horizontal; d_{hr} é o deslocamento residual. | | |

3.1.3.1. Critérios para avaliação de outros dispositivos

- a) além da mão-francesa padrão, prevista na Tabela 14 da NBR15575-4, podem ser considerados outros tipos de peças suspensas. Podem ser considerados outros tipos de mão-francesa além da mão-francesa padrão. Convém que sejam considerados pelo menos mais dois tipos de fixação:
- cantoneira, L, com lados de comprimento igual a 100mm, largura de 25mm, para um ponto de aplicação de carga, com excentricidade de 75mm em relação à face da parede;
 - dispositivo recomendado pelo fabricante ou proponente da tecnologia, para aplicação de cargas faceando a parede, ou seja, sem excentricidade; caso não haja indicação específica do fabricante, adotar arruela de aço de 25mm de diâmetro e 3mm de espessura, como corpo de apoio;
- b) pode-se considerar que a carga de ensaio mencionada na Tabela 14 da NBR15575-4, de longa duração (24h no ensaio), contemple um coeficiente de segurança da ordem de dois, em relação a situações típicas de uso; a carga de serviço ou de uso, neste caso, é a metade da carga adotada no ensaio. Para cargas de curta duração, determinadas em ensaios, com aplicação contínua da carga até a ruptura do elemento ou falência do sistema de fixação, considerar um coeficiente de segurança de 3 (três) para as cargas de uso ou de serviço das fixações, em relação à carga de ruptura, verificando-se a resistência dos sistemas de fixação possíveis de serem empregados no tipo de sistema considerado. De forma geral, a carga de uso ou de serviço deve ser considerada como sendo igual ao menor dos dois valores seguintes: 1/3 (um terço) da carga de ruptura, ou a carga que provocar um deslocamento horizontal superior a $h/500$;
- c) para qualquer sistema de fixação recomendado, deve ser estabelecida a carga máxima de uso, incluindo as cargas aplicadas muito próximas à face da parede. Caso o fabricante recomende um valor-limite da distância entre dois pontos de fixação, este valor deve ser considerado no ensaio, a despeito da mão-francesa padrão ter sido considerada com 500mm entre pontos de aplicação de carga. Neste caso deve ser reformulada a distância entre pontos de fixação do equipamento de ensaio.

No caso de “redes de dormir”, considerar uma carga de uso de 2kN, aplicada em ângulo de 60° em relação à face da vedação. Nesta situação, pode-se permitir um coeficiente de segurança igual a 2 para a carga de ruptura. Não pode haver ocorrência de destacamento dos dispositivos de fixação ou falhas que prejudiquem o estado-limite de utilização para as cargas de serviço. Este critério é aplicável somente se prevista tal condição de uso para a edificação.

3.1.3.2. Premissas de projeto

O projeto deve indicar as cargas de uso.

O projeto deve indicar os dispositivos e sistemas de fixação, incluindo detalhes típicos.

O projeto deve estabelecer as cargas de uso ou de serviço a serem aplicadas, para cada situação.

O projeto deve indicar possíveis locais de aplicação de cargas suspensas, assim como os locais restritos à aplicação de cargas suspensas.

3.1.4. Resistência a impactos de corpo mole

As paredes de concreto com fôrma de PVC incorporada não devem sofrer ruptura, instabilidade, além de não poderem apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer tipo de falha, nem provocar danos a componentes, instalações ou aos acabamentos sob energias de impacto, conforme critérios expostos nas tabelas 3 a 5.

3.1.4.1. Impactos de corpo-mole para paredes externas

A parede de concreto com fôrma de PVC incorporada deve atender aos critérios da Tabela 3 e da Tabela 4, conforme NBR 15575-4.

Tabela 3 – Impactos de corpo mole de paredes externas (fachadas) com função estrutural com mais de um pavimento

| Impacto | Energia de impacto de corpo mole J | Critério de desempenho |
|--|------------------------------------|---|
| Impactos externos (ensaio a ser feito no pavimento térreo) | 960 | Não ocorrência de ruptura da parede (estado-limite último) |
| | 720 | |
| | 480 | Não ocorrência de falhas ou rupturas localizadas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) |
| | 360 | |
| | 240 | Não ocorrência de falhas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) (Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$) |
| | 180 | Não ocorrência de falhas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) |
| 120 | | |
| Impacto interno (ensaio a ser feito em qualquer pavimento) | 480 | Não ocorrência de ruptura e nem traspasse da parede pelo corpo percussor do impacto (estado-limite último) |
| | 240 | |
| | 180 | Não ocorrência de falhas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) |
| | 120 | Não ocorrência de falhas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) (Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$) |

Tabela 4 - Resistência a impactos de corpo mole de paredes externas com função estrutural (casas térreas)

| Impacto | Energia de impacto de corpo mole J | Critérios de desempenho |
|-----------------|------------------------------------|---|
| Impacto externo | 720 | Não ocorrência de ruína da parede (estado-limite último) |
| | 480 | Não ocorrência de ruína da parede (estado-limite último) |
| | 360 | |
| | 240 | Não ocorrência de falhas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) (Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$) |
| | 180 | Não ocorrências de falhas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) |
| 120 | | |
| Impacto interno | 480 | Não ocorrência de ruína da parede (estado-limite último) |
| | 240 | |
| | 180 | Não ocorrência de falhas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) |
| | 120 | Não ocorrência de falhas na parede e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) (Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$) |

3.1.4.2. Impactos de corpo-mole para paredes internas

Atender aos critérios da Tabela 5, conforme NBR 15575-4.

Tabela 5 – Resistência a impactos de corpo mole em paredes estruturais internas (casas térreas e sobrados)

| Elemento | Energia de impacto de corpo mole J | Critério de desempenho |
|------------------------------|------------------------------------|--|
| Parede com função estrutural | 360 | Não ocorrência de ruptura da parede (estado-limite último) |
| | 240 | São permitidas falhas localizadas nas paredes e no revestimento de PVC |
| | 180 | Não ocorrência de falhas generalizadas nas paredes e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) |
| | 120 | Não ocorrência de falhas na paredes e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) (Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$) |
| | 60 | Não ocorrência de falhas ns paredes e no revestimento de PVC (estado-limite de serviço) |

3.1.5. Ações transmitidas por portas

Atender aos critérios especificados na NBR 15575-4.

Premissas de projeto: o projeto deve mostrar a quantidade e tipo de fixação a ser usada entre marco de porta e parede, bem como os eventuais reforços a serem incorporados na parede na região de vãos de portas e janelas.

As paredes externas e internas, suas ligações e vinculações, devem permitir o acoplamento de portas resistindo à ação de fechamentos bruscos das folhas de portas e impactos nas folhas de portas nas seguintes condições:

- submetidas as portas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não devem apresentar falhas, tais como rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco com a parede, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros;
- sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240J, aplicado no centro geométrico da folha de porta, não deverá ocorrer arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. Admite-se, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, tais como fissuração e estilhaçamentos.

3.1.6. Resistência a impacto de corpo duro

3.1.6.1. Impactos de corpo-duro para paredes externas

Atender aos critérios da Tabela 6, conforme NBR 15575-4.

Tabela 6 – Impactos de corpo-duro para paredes de fachadas com função estrutural

| Impacto | Energia de impacto de corpo duro J | Critério de desempenho |
|---|------------------------------------|--|
| Impacto externo (acesso externo do público) | 3,75 | Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço inclusive no revestimento de PVC |
| | 20 | Não ocorrência de ruptura e traspasse da parede (estado-limite último) |
| Impacto interno (todos os pavimentos) | 2,5 | Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço inclusive no revestimento de PVC |
| | 10 | Não ocorrência de ruptura e traspasse da parede (estado-limite último) |

3.1.6.2. Impactos de corpo-duro para paredes internas

Atender aos critérios da Tabela 7, conforme NBR 15575-4.

Tabela 7 – Impactos de corpo-duro para vedações verticais internas

| Energia de impacto de corpo-duro J | Critério de desempenho |
|------------------------------------|---|
| 2,5 | Não ocorrência de falhas no revestimento de PVC que comprometam o estado-limite de serviço |
| 10 | Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado-limite último) |

3.1.7. Cargas de ocupação incidentes em parapeitos de janelas

Resistir à ação das cargas de ocupação que atuam nos parapeitos da edificação habitacional. O esforço aplicado é representado por:

- Esforço estático horizontal;
- Esforço estático vertical;
- Resistência a impactos.

3.1.7.1. Ações estáticas horizontais, estáticas verticais e de impactos incidentes em parapeitos

Os parapeitos de janelas devem atender aos esforços mecânicos, da mesma forma que os guarda-corpos. No caso de impactos de corpo mole e corpo duro aplicam-se os critérios previstos nos itens 7.4.1, 7.5.1 e 7.7.1 da NBR 15575.

3.2. Segurança contra incêndio

Os requisitos de segurança contra incêndio dos elementos de vedações verticais objeto dessa diretriz (paredes de concreto com forma de PVC incorporada) são expressos por:

- a) reação ao fogo dos materiais de acabamento das vedações verticais (dificuldade de inflamação generalizada – limitar índice de propagação de chama);
- b) facilidade de fuga, avaliada pelas características de desenvolvimento de fumaça dos materiais de revestimento e acabamento das vedações verticais (limitação da densidade ótica de fumaça);
- c) resistência ao fogo dos elementos construtivos, particularmente das paredes estruturais e de compartimentação (parede que divide duas unidades habitacionais).

3.2.1. Dificuldade de inflamação generalizada

Atender o critério de propagação superficial de chamas especificado na ABNT NBR 15575-1. Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento térmico e absorventes acústicos empregados na face interna dos sistemas ou elementos que compõem o edifício devem ter as características de propagação de chamas controladas, de forma a atender as exigências para SVVIE – sistemas de vedação vertical internos e externos.

3.2.2. Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedação verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos

As superfícies internas das vedações verticais externas (fachadas) e ambas as superfícies das vedações verticais internas devem classificar-se como:

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

I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;

I ou II A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação;

I ou II A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, porém com Dm (densidade específica óptica máxima de fumaça) inferior a 100.

Os materiais empregados no meio das paredes (miolo), sejam externas ou internas, devem ser classificados como I, II A ou III A.

Estas classificações constam na Tabela 8.

Tabela 8 - Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 9442

| Classe | Método de ensaio | | |
|---|--|-------------------------------------|----------------|
| | ISO 1182 | ABNT NBR 9442 | ASTM E662 |
| I | Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$ $t_r \leq 10\text{s}$ | - | - |
| II | A | Combustível $l_p \leq 25$ | $D_m \leq 450$ |
| | B | Combustível $l_p \leq 25$ | $D_m > 450$ |
| III | A | Combustível $25 < l_p \leq 75$ | $D_m \leq 450$ |
| | B | Combustível $25 < l_p \leq 75$ | $D_m > 450$ |
| IV | A | Combustível $75 < l_p \leq 150$ | $D_m \leq 450$ |
| | B | Combustível $75 < l_p \leq 150$ | $D_m > 450$ |
| V | A | Combustível $150 < l_p \leq 400$ | $D_m \leq 450$ |
| | B | Combustível $150 < l_p \leq 400$ | $D_m > 450$ |
| VI | Combustível | $l_p > 400$ | - |
| NOTAS l_p – Índice de propagação superficial de chama. D_m – Densidade específica óptica máxima de fumaça. Δm – Variação da massa do corpo de prova. t_r – Tempo de flamejamento do corpo de prova. ΔT – Variação da temperatura no interior do forno. | | | |

3.2.3. Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada

As superfícies externas das paredes que compõem a fachada devem classificar-se como I ou II B.

Estas classificações constam na Tabela 8.

3.2.4. Limitação da densidade ótica de fumaça

Os materiais de revestimento e acabamento interno empregados em paredes devem ter as características de desenvolvimento de fumaça – medida pela densidade ótica de fumaça – controladas, sendo especificada densidade ótica de fumaça – $D_m \leq 450$ (categoria A).

Caso o material de revestimento e acabamento interno das vedações verticais for composto pelo próprio PVC avaliado no ensaio de reação ao fogo, conforme o item 3.2.2 desta Diretriz, esta avaliação de limitação da densidade ótica de fumaça é dispensada.

3.2.5. Resistência ao fogo

Os sistemas ou elementos que integram os edifícios habitacionais devem atender a ABNT NBR 14432 para minimizar a propagação do incêndio, assegurando estabilidade, estanqueidade e isolamento.

Considera-se que as paredes de geminação (paredes entre unidades) de casas térreas geminadas e de sobrados geminados são elementos de compartimentação horizontal e devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos, assegurando estanqueidade a chamas, isolamento térmico e estabilidade (integridade estrutural).

No caso de unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas ou sobrados) isoladas ou geminadas, casas sobrepostas e unidades habitacionais multifamiliares (edificações de dois pavimentos - térreo mais um pavimento superior), é requerida resistência ao fogo de 30 minutos para o sistema de vedação vertical externo e interno, somente na cozinha e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás, desde que a altura da edificação seja de, no máximo 12m.

3.3. Estanqueidade à água

No caso da estanqueidade à água do sistema de vedações verticais objeto desta Diretriz, são consideradas duas fontes de umidade:

- internas, como água decorrente dos processos de uso e limpeza dos ambientes, vapor de água gerado nas atividades normais de uso, condensação de vapor de água e vazamentos de instalações;
- externas, como ascensão de umidade do solo pelas fundações e infiltração de água de chuva pelas fachadas, lajes expostas e coberturas.

Em relação às fontes de umidade internas, sendo o PVC um material impermeável, não há necessidade de ensaio, visto ser um material com potencial para garantir a estanqueidade. Quanto às fontes de umidade externas, as juntas entre perfis de PVC e as juntas entre parede e janela e parede e fundação, devem garantir a estanqueidade às águas externas.

3.3.1. Estanqueidade à água de chuva em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)

O sistema de vedação vertical externa deve atender aos critérios da NBR 15575-4, considerando-se a ação dos ventos.

Premissas de projeto: o projeto deve especificar detalhes que favoreçam a estanqueidade à água das fachadas. É necessário que sejam previstos detalhes como pingadeiras, ressalto, juntas no encontro com a calçada externa e parede, e beirais de telhado. Além disso, detalhes de fixação e vedação entre caixilho e parede devem constar do projeto.

3.4. Desempenho higrotérmico

3.4.1. Desempenho térmico

A edificação deve reunir características que atendam aos critérios de desempenho térmico estabelecidas na ABNT NBR 15575-1, respeitando as características bioclimáticas das diferentes regiões brasileiras definidas na ABNT NBR 15220-3 e considerando que o desempenho térmico do edifício depende do comportamento interativo entre paredes externas e cobertura.

A avaliação dos sistemas de vedação de fachadas e coberturas, conforme ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5 respectivamente deve ser obtida por meio do procedimento simplificado. Para os casos em que a avaliação da capacidade térmica e transmitância térmica conforme os critérios e métodos estabelecidos nas ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5, resultem em desempenho térmico insatisfatório, o projetista deve avaliar o desempenho térmico da edificação como um todo pelo método da simulação computacional conforme o item 11.2 da norma ABNT NBR 15575-1, considerando-se os dados das cidades representativas indicados no Anexo A desta Diretriz.

3.4.1.1. Critérios para o Procedimento Simplificado

No Procedimento Simplificado deve-se verificar o atendimento aos critérios de desempenho térmico estabelecidos para as paredes externas e a cobertura, conforme apresentado nos subitens a seguir.

3.4.1.2. Exigências para as paredes externas do edifício

Para o sistema de vedação do edifício devem ser atendidos os requisitos e critérios relativos aos seguintes itens:

- a) transmitância das paredes externas;
- b) capacidade térmica das paredes externas;

Com relação à transmitância térmica das paredes externas, os valores máximos admissíveis devem ser os estabelecidos na Tabela 9, conforme item 11.2.1 da ABNT NBR 15575-4:2013.

Tabela 9 - Transmitância térmica de paredes externas

| Transmitância térmica U | | |
|--|-------------------------|----------------------|
| W/m ² .K | | |
| Zonas 1 e 2 | Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8 | |
| U ≤ 2,5 | α ^a ≤ 0,6 | α ^a > 0,6 |
| | U ≤ 3,7 | U ≤ 2,5 |
| ^a α é absortância à radiação solar da superfície externa da parede. | | |

Para a capacidade térmica das paredes externas, os valores mínimos admissíveis são apresentados na Tabela 10, conforme item 11.2.2 da ABNT NBR 15575-4:2013.

Tabela 10 – Capacidade térmica de paredes externas

| Capacidade térmica (CT) | |
|----------------------------|---------------|
| kJ/(m ² .K) | |
| Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 | Zona 8 |
| ≥ 130 | Sem exigência |

3.4.1.3. Critérios para os Procedimentos de Simulação

O Procedimento de Simulação é feito por meio de simulação computacional do desempenho térmico, a partir dos dados de projeto do edifício.

O Procedimento de Simulação do sistema construtivo alvo dessa Diretriz deve possibilitar que a edificação apresente desempenho térmico que se enquadre no nível mínimo (M) do critério estabelecido na ABNT NBR 15575-1, ou seja, para edificações implantadas nas diferentes zonas climáticas brasileiras, considerando as situações limítrofes de calor e frio no interior dessas edificações com relação ao ambiente externo, no verão e no inverno, respectivamente, os critérios mínimos de desempenho térmico são os constantes do Anexo A.

3.4.2 Período de condensação

O número de horas em que há risco de condensação para o sistema de paredes objeto desta Diretriz, em um período de um ano, considerando as condições estabelecidas no item 1.2, pode ser, no máximo, 20% maior que aquele de uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos de 140 mm de espessura com revestimento de argamassa de 20 mm de espessura em ambas as faces no mesmo período.

Para isso deve-se fazer simulação, considerando as condições do item 1.2, utilizando software que faça balanço simultâneo de calor e umidade em regime transitório, como exemplo o Energy Plus.

3.5. Desempenho acústico

No caso dos sistemas construtivos objeto desta diretriz, é considerado o isolamento sonoro aos ruídos externos, proporcionado por paredes de fachadas e o isolamento sonoro aos ruídos internos, proporcionados por paredes internas.

Para avaliação do desempenho acústico, seja de paredes externas ou internas, deve-se:

- Caracterizar o índice de redução sonora ponderado (R_w) da parede cega, fornecendo valores de referência de cálculo para projetos, através de ensaio segundo o método de precisão realizado em laboratório. A isolação sonora da parede cega deverá ser especificada no respectivo DATec; e,
- Determinar diferença padronizada de nível ponderada a dois metros de distância da fachada ($D_{2m,nT,w}$) para as paredes externas e a diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) das paredes internas entre unidades autônomas e entre unidades e áreas comuns através do método de engenharia realizado em campo.

Os resultados devem estar em conformidade com os critérios apresentados nas Tabela 11 (fachadas) e Tabela 12 (paredes internas).

Tabela 11 – Valores mínimos recomendados da diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa , $D_{2m,nT,w}$, para ensaios de campo

| Classe de ruído | Localização da habitação | $D_{2m,nT,w}$ (dB) |
|-----------------|---|--------------------|
| I | Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas | ≥ 20 |
| II | Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruídos não enquadráveis nas classes I e II | ≥ 25 |
| III | Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação | ≥ 30 |

NOTA 1 Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há requisitos específicos
 NOTA 2 Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias, há necessidade de estudos específicos

Tabela 12 – Valores mínimos recomendados da diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes, $D_{nT,w}$, para ensaio de campo

| Elemento | $D_{nT,w}$ (dB) |
|---|-----------------|
| Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório | ≥ 40 |
| Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório | ≥ 45 |
| Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de transito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos | ≥ 40 |
| Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de transito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos | ≥ 30 |
| Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas | ≥ 45 |
| Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades) | ≥ 40 |

3.6. Durabilidade e manutenibilidade

Manter a capacidade funcional dos sistemas durante a vida útil de projeto, desde que sejam realizadas as intervenções de manutenção pré-estabelecidas.

Assim, além da verificação do atendimento das características dos componentes estabelecidas na Tabela 1, os seguintes requisitos são previstos para análise da durabilidade:

- Verificação da existência e coerência de especificações e premissas de projeto que visem atendimento à VUP, conforme ABNT NBR 15575-1;
- Verificação da existência no Manual Técnico de Uso de orientações que visem a facilidade e qualidade dos serviços de manutenção, em acordo com a ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037;
- Verificação da existência no Manual Técnico de Uso do sistema de informações sobre períodos de garantia e perda dessas garantias; Resistência à exposição aos raios ultravioletas dos componentes de acabamentos externos;

d) Resistência das paredes de fachada à ação de calor e choque térmico;

3.6.1. Vida útil de projeto dos elementos (VUP)

O projeto deve especificar o valor teórico para a Vida Útil de Projeto (VUP) para os elementos dos sistemas que o compõem, não inferiores aos estabelecidos na Tabela 13, quando submetidos a manutenções preventivas (sistemáticas) e, sempre que necessário, a manutenções corretivas e de conservação previstas no no Manual Técnico de Uso do Sistema

Tabela 13 – Vida útil de projeto mínima (VUP)

| Sistema | VUP anos |
|---|----------|
| | Mínimo |
| Estrutura | ≥ 50 |
| Vedação vertical externa (parede de concreto com forma de PVC incorporada) | ≥ 40 |
| Vedação vertical interna (parede de concreto com forma de PVC incorporada) | ≥ 20 |
| * Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a NBR5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário em atendimento à NBR14037 | |

3.6.2. Manutenibilidade dos elementos

Estabelecer em projeto e em manual técnico de uso e manutenção do sistema de paredes os prazos de Vida Útil de Projeto (VUP) de suas diversas partes ou elementos construtivos, especificando o programa de manutenção a ser adotado, com os procedimentos necessários e materiais a serem empregados em limpezas, serviços de manutenção preventiva e reparos ou substituições de materiais e componentes em conformidade com a ABNT NBR 5674 e 14037. No manual deve constar quais substâncias químicas não podem ser empregadas nas operações de limpeza e manutenção, evitando dano precoce ao perfil de PVC.

Além disso, devem existir informações importantes sobre as condições de uso, como fixação de peças suspensas nas paredes, fixação de acabamentos sobre perfis de PVC das paredes, localização das instalações (elétricas e hidráulicas), formas de realizar inspeções e manutenções nessas instalações, eventuais restrições de uso, cuidados necessários com o uso de produtos de limpeza, entre outras informações pertinentes ao uso desse sistema.

Questões relativas à possibilidade de realizar ampliações e como fazê-las também devem constar do Manual de Uso e Manutenção. Também no referido manual deve-se apresentar soluções para manutenção de trechos da parede nas regiões onde se localizam tubulações/instalações, isto é, como proceder no caso de corte das paredes, como essas devem ser recuperadas, principalmente a parte de PVC; por isso é interessante que nos trechos de parede em que as instalações sejam embutidas, existam *shafts* para inspeção da instalação predial.

Esse manual deve ser apresentado à ITA (Instituição Técnica Avaliadora) como pré-requisito para a obtenção do DATEC.

As manutenções devem ser realizadas em estrita obediência ao manual de operação, uso e manutenção do sistema construtivo fornecido pelo proponente e/ou executor do sistema construtivo.

Definir no manual técnico e/ou manual de uso, operação e manutenção os procedimentos de atendimento ao público, como as reclamações de usuários ou consumidores de produtos avaliados e com DATec's concedidos no âmbito do SiNAT, a fim de que se possa dar o encaminhamento adequado.

3.6.3. Premissas de projeto

O proponente do sistema, o construtor, o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar em projeto e em memorial de uso e manutenção do sistema todas as condições de uso, operação e manutenção do sistema, especialmente com relação a:

- interfaces entre paredes e caixilhos, parede e piso/forro, parede e laje, e parede e instalações; e demais interfaces que possam comprometer o desempenho da unidade habitacional;
- formas de fixação de peças suspensas;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
- produtos de limpeza e manutenção compatíveis com o sistema, cuidando-se para preservar as características estéticas do PVC;
- formas e produtos/materiais para fixação de eventuais acabamentos sobre os perfis de PVC;
- formas de realizar manutenções nos trechos de parede com instalações, prevendo-se *shafts* para inspeção da instalação predial.

3.6.4. Resistência dos painéis de PVC aos raios ultravioletas

Amostras do painel de PVC devem ser avaliadas conforme requisitos e critérios especificados na tabela 1, item A.

3.6.5. Resistência ao calor e choque térmico – paredes de fachada

Os painéis das paredes de fachada, incluindo o revestimento de PVC, submetidos a dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jato de água, **não** devem apresentar:

- deslocamento horizontal instantâneo superior a $h/300$, onde h é a altura do corpo-de-prova;
- ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos e outros danos.

3.6.6. Resistência ao envelhecimento natural – paredes de fachada

Os painéis das paredes de fachada, incluindo o revestimento de PVC, expostos em condições ambientais não devem apresentar, a cada avaliação semestral feita durante dois anos:

- deslocamento horizontal instantâneo superior a $h/300$, onde h é a altura do corpo-de-prova;
- ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloração e outros danos.

O atendimento a esse critério não é impedimento para a obtenção do DATEC, mas é para sua renovação.

4. Métodos de avaliação

4.1. Métodos de avaliação das características dos componentes

A **Error! Reference source not found.** mostra os requisitos a serem especificados para os componentes, seus parâmetros quantitativos e os métodos de avaliação, seja ensaios, inspeção ou medição.

Tabela 14 – Método de avaliação das características dos componentes

| Item | Requisitos | Indicador de conformidade | Método de avaliação |
|---------------------------------------|--|--|--|
| A Painéis de PVC rígido | | | |
| A.1 | Espessura dos perfis | Conforme especificação de projeto, devendo ser $\geq 1,7\text{mm}$ | Medição com paquímetro |
| A.2 | Cor dos perfis | Conforme especificação de projeto, devendo ter $(\alpha) \leq 0,6$ | Avaliação segundo Tabela B.2 da NBR15220-2:2005 (Utilizar cores de pintura como referência) |
| A.3 | Resistência do PVC aos raios ultravioletas (exposição de placas de PVC em câmara de CUV-UVB) | 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada de UVB | ASTM G154 – ciclo 2 (exposição acelerada – 4h de exposição UV a $60\pm 3^\circ\text{C}$ e 4h de condensação a $50\pm 3^\circ\text{C}$) |
| A.4 | Módulo de elasticidade na flexão (antes e após exposição de 2.000h em CUV) | $R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$ | Módulo de elasticidade na flexão: ASTM D790 |
| A.5 | Resistência ao impacto (antes e após exposição em câmara de CUV) | $R_{\text{ensaio- impacto charpy inicial (ISO179-1)}} \geq 55\text{KJ/m}^2$ ou $R_{\text{ensaio- impacto charpy inicial (ASTM D6110)}} \geq 12\text{KJ/m}^2$ | Resistência a impacto (perfis com quaisquer espessura): ISO179-1 – Corpo de prova tipo 1fA Ou Resistência a impacto (perfis com espessura $3\text{mm} < e < 12,7\text{mm}$): ASTM D6110 |
| | | $R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$ | |
| A.6 | Resistência à alteração de cor aos raios ultravioletas | $\Delta E \leq 3$ após exposição de 1.600h em câmara de arco de xenônio | Envelhecimento em câmara de xenônio: ASTM G155 – Ciclo 1 |
| | | | Cálculo do ΔE : ASTM D2244 |
| A.7 | Temperatura de amolecimento Vicat | $\geq 75^\circ\text{C}$ informação que deve constar do projeto e do DATEC específico | ABNT NBR 7139 ou ISO 306 (Taxa de amolecimento 50°C/h e carga aplicada de 50N) |
| A.8 | Caracterização do substrato pelo teor de cinzas | Padrão específico do fabricante | Anexo B desta Diretriz |
| A.9 | Caracterização por fluorescência de raios-X (FRX) | Padrão específico do fabricante (Os perfis com coextrusão devem caracterizar ambas as faces) | ASTM D4294 |
| B Concreto fresco e endurecido | | | |
| B1 | Espalhamento do concreto fresco | Classe de espalhamento SF1, SF2 ou SF3 (conforme especificação do projeto) | ABNT NBR 15823-2 |
| B2 | Classe de viscosidade plástica aparente t_{500} do concreto fresco | VS1 ($t_{500} \leq 2\text{s}$) | ABNT NBR 15823-2 |

| | | | |
|----|---|--|---------------|
| B3 | Resistência à compressão na retirada dos escoramentos provisórios (concreto endurecido) | Conforme especificação de projeto | ABNT NBR 5739 |
| B4 | Resistência característica à compressão aos 28 dias (concreto endurecido) | Conforme especificação de projeto, sendo no mínimo 20MPa | ABNT NBR 5739 |
| B5 | Absorção de água e índice de vazios (estado endurecido) | Conforme especificação de projeto | ABNT NBR 9778 |
| B6 | Massa específica seca (estado endurecido) | Conforme especificação de projeto | ABNT NBR 9778 |

4.2. Desempenho estrutural

4.2.1. Estabilidade e resistência dos sistemas de vedações verticais internos e externos – (Estado limite último)

Estabelecer uma resistência última de projeto através de ensaios destrutivos e do traçado do correspondente diagrama carga x deslocamento, conforme indicado no Anexo A da NBR 15575-2. Os ensaios devem reproduzir a mesma condição do emprego na obra, com altura prevista para o pé-direito e largura mínima de 1,20m.

A resistência das paredes estruturais deve ser verificada a partir de três ensaios, para a solicitação $S_d = \gamma_g S_{gk} + \gamma_q S_{qk} + \gamma_w S_{wk}$; as cargas devidas ao vento devem ser consideradas somente se produzirem esforços de compressão em painéis e trechos de parede (no caso de sucção devem ser desconsideradas). No ensaio, a carga vertical no topo da parede deve ser prevista com a excentricidade acidental $e(a)=b/30 \geq 1\text{cm}$, sendo “b” a espessura da parede, além da eventual excentricidade do projeto.

Deve ser analisada a estabilidade global um “projeto modelo” através de modelos teóricos e analíticos utilizando os dados obtidos nos ensaios.

4.2.2. Deslocamento, fissuras e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas – (Estado limite de serviço)

Estabelecer modelagem matemática do comportamento conjunto para as deformações de serviço através de ensaios destrutivos e do traçado do correspondente diagrama carga x deslocamento, conforme indicado no anexo B da NBR 15575-2:2013.

Os elementos estruturais devem ser ensaiados nas condições de solicitação a que se pretende submetê-los na edificação, traçando o gráfico: carga x deslocamento, conforme indicado no anexo B da NBR 15575-2:2013, de forma a serem caracterizados em cada ensaio pelo deslocamento que o primeiro estabelecer uma falha.

4.2.3. Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações verticais internos e externos

Realização de ensaio de tipo, em laboratório ou protótipo, de acordo com o método de ensaio indicado no Anexo A da NBR 15575-4.

Os critérios devem ser verificados nas condições previstas pelo fornecedor, incluindo detalhes típicos, tipos de fixação e reforços necessários para fixação da peça suspensa.

4.2.4. Resistência a impactos de corpo mole

4.2.4.1. Impactos de corpo mole para paredes externas e internas

A verificação da resistência e do deslocamento das paredes deve ser feita por meio de ensaios de impacto de corpo mole a serem realizados em laboratório, em protótipo ou em obra.

O corpo-de-prova deve incluir todos os componentes típicos do sistema. Adota-se o método de ensaio de impacto de corpo mole definido na NBR 11675.

As medições dos deslocamentos podem ser feitas com extensômetros, paquímetros, réguas ou equipamentos semelhantes.

4.2.5. Ações transmitidas por portas

O fechamento brusco da porta deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15930-2.

O impacto de corpo-mole deve ser aplicado no centro geométrico da folha de porta, devidamente instalada no SVVIE. Podem ser seguidas as diretrizes gerais da ABNT NBR 15930-2, considerando impacto somente no sentido de fechamento da porta, no caso de SVVI, e tanto no sentido de fechamento como de abertura da porta, no caso de SVVE. Na montagem da porta para o ensaio, as fechaduras devem ser instaladas de acordo com o que prescreve o a ABNT NBR 14913.

4.2.6. Resistência a impacto de corpo duro

Realização de ensaio de tipo, em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo B da NBR15575-4:2013 ou NBR11675.

4.2.7. Cargas de ocupação incidentes em parapeitos de janelas

Adotar diretrizes gerais dos métodos previstos na NBR14718 e os métodos para ensaios de impacto previstos na NBR15575-4 e normas complementares.

4.3. Segurança contra incêndio

4.3.1. Dificuldade de inflamação generalizada

A comprovação, dependendo dos materiais de revestimento, acabamento e isolamento, deve ser feita mediante a realização de ensaios conforme a NBR 9442.

4.3.2. Limitação da densidade ótica de fumaça

A comprovação do índice de densidade ótica de fumaça de materiais de revestimento ou acabamento de paredes e coberturas deve ser feita mediante a realização de ensaios conforme ASTM E 662 ou ASTM E84 ou EN13823.

4.3.3. Resistência ao fogo

A resistência ao fogo dos elementos estruturais constituintes do SVVIE deve ser comprovada em ensaios realizados conforme a NBR5628.

Para elementos sem função estrutural constituintes do SVVIE, a resistência ao fogo deve ser comprovada por meio de ensaios realizados conforme a NBR10636.

4.4. Estanqueidade à água

4.4.1. Estanqueidade à água de chuva em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)

Método de avaliação conforme a NBR 15575-4.

Os corpos-de-prova (paredes e janelas) a serem ensaiados devem reproduzir fielmente o projeto, as especificações e características construtivas dos sistemas de vedações verticais externas, com especial atenção às juntas entre os elementos ou componentes.

4.5. Desempenho higratérmico

4.5.1. Desempenho térmico

A avaliação do desempenho térmico do sistema construtivo objeto desta diretriz deve ser feita considerando as condições climáticas da região na qual será implantado o edifício e as respectivas características bioclimáticas definidas na ABNT NBR 15220-3.

4.5.1.1. Procedimento Simplificado

Verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos para paredes externas e estabelecidos na NBR 15575-4; (Procedimento normativo, conforme NBR 15575-1).

- a) Transmitância térmica: a avaliação da transmitância térmica das paredes externas deve ser feita por meio de cálculos conforme procedimentos especificados na NBR 15220-2;
- b) Capacidade térmica: a avaliação da capacidade térmica das paredes externas deve ser feita por meio de cálculos conforme procedimentos especificados na NBR 15220-2.

4.5.1.2. Procedimento de Simulação computacional

Verificação do atendimento aos requisitos e critérios por meio da simulação computacional do desempenho térmico do edifício, conforme ABNT NBR 15575-1, considerando-se os dados das cidades representativas indicados no Anexo A desta Diretriz.

4.5.2 Desempenho higratérmico

Conforme item 3.4.2 desta Diretriz

4.6. Desempenho acústico

Tabela 15 - Parâmetros acústicos de verificação

| Símbolo | Descrição | Norma | Aplicação |
|----------------------|---|--------------------------|-----------------------------------|
| R _w | Índice de redução sonora ponderado | ISO 10140-2 ISO 717-1 | Parede cega |
| D _{nT,w} | Diferença padronizada de nível ponderada | ISO 16283-1 ISO 717-1 | Paredes internas em edificações |
| D _{2m,nT,w} | Diferença padronizada de nível ponderada a 2m de distância da fachada | ISO 16283-3 ISO 717-1 | Paredes de fachada em edificações |

NOTA Como as normas ISO referenciadas não possuem versão em português, foram mantidos os símbolos nelas consignados com os seguintes significados:

R_w – índice de redução sonora ponderado (weighted sound reduction index)

D_{nT,w} – diferença padronizada de nível ponderada (weighted standardized level difference).

D_{2m,nT,w} – diferença padronizada de nível ponderada a 2m (weight standardized level difference at 2m).

4.7. Durabilidade e manutenibilidade

4.7.1. Vida útil de projeto dos elementos (VUP)

Verificação do atendimento aos prazos constantes do Anexo C da ABNT NBR 15575-1, e verificação da realização das intervenções previstas no manual de uso, operação e manutenção fornecido pelo proponente do sistema, incorporador e/ou construtora, bem como evidências das correções.

4.7.2. Manutenibilidade dos elementos

Análise de projeto e do Manual de operação, uso e manutenção do sistema construtivo.

4.7.3. Resistência dos painéis de PVC aos raios ultravioletas

Conforme Tabela 14 – item A.

4.7.4. Resistência a ação de calor e choque térmico – parede de fachada

Realizar ensaio para averiguar a resistência a choque térmico dos painéis-parede, conforme Anexo E da NBR 15575-4, considerando um corpo-de-prova de no mínimo 2,40m x altura equivalente ao pé-direito do projeto com as juntas características do sistema consideradas nesse corpo-de-prova, com vínculos nas laterais (engastamento).

A temperatura máxima de ensaio deve ser 60°C e a mínima (temperatura de resfriamento) igual a temperatura ambiente (que pode variar em função da temperatura do dia).

4.7.5. Resistência ao envelhecimento natural – parede de fachada

Expor em condições ambientais uma parede de no mínimo 1,20m x altura, que será inspecionada a cada seis meses durante 02 anos. A avaliação de surgimento de falhas nessa parede será visual. A face da parede de 2,40m deve ser posicionada para o Norte.

5. Análise global do desempenho do produto

Os relatórios específicos de análise e de ensaios são consolidados em um Relatório Técnico de Avaliação, no qual é apresentada uma síntese do desempenho global do produto, considerando a análise de todos os resultados obtidos no processo de avaliação técnica do sistema construtivo, realizado no âmbito do SINAT, incluindo os ensaios de caracterização e de desempenho do sistema construtivo, com base nas exigências especificadas nesta Diretriz.

6. Controle de qualidade

6.1. Controle da qualidade na montagem

O controle da qualidade deve ser realizado pelo proponente na fase de fabricação dos painéis de PVC e na fase de execução da unidade habitacional (recebimento dos painéis de PVC e montagem das paredes com painéis de PVC e concreto).

Tanto a auditoria inicial, antes da concessão do DATec, como as auditorias periódicas, após concessão do DATec, serão realizadas na fase de execução das unidades habitacionais em canteiro de obras. As auditorias técnicas, após concessão do DATec, serão realizadas no mínimo a cada seis meses.

A Tabela 16 mostra as atividades a serem controladas pelo proponente da tecnologia ou executor, e as tabelas subsequentes mostram os documentos que devem balizar tal controle e a frequência que esses devem ocorrer.

A instituição técnica avaliadora, ITA, pode, a seu critério, solicitar a verificação de resultados de ensaios (realizar ensaios de controle – contra prova) e verificar a conformidade do procedimento de execução com a prática de controle da empresa.

Tabela 16 – Atividades objeto de controle na fase de montagem

| | |
|---|--|
| Atividade a ser controlada pelo construtor | Procedimentos de controle a serem elaborados pelo proponente e /ou construtor e verificados pela ITA |
| Controle de aceitação de materiais no canteiro-de-obras | Procedimento de controle de aceitação de painéis de PVC(itens e frequência de controle – ver Tabela 18 |
| Controle e inspeção das etapas de execução | Procedimento que conste a verificação das atividades de execução. |

6.2. Controle da qualidade no processo de fabricação dos perfis de PVC

Tabela 17 – Controle da qualidade da fabricação de perfis de PVC

| Item | Material/ componente | Requisito | Critérios/ Tolerâncias | Método de avaliação* | Amostragem/ Frequência de inspeção do produto |
|------|----------------------|---|---|---|---|
| 1 | Perfil de PVC | Uniformidade geométrica | Espessura mínima do perfil:1,7mm Comprimento: +/- 5mm; | medição com uso de equipamentos como paquímetros e trenas metálicas | ver amostragem por lote conforme NBR 5426 |
| | | Aspecto visual | ausência de falhas: | inspeção visual | |
| | | Resistência ao impacto: queda de dardo | conforme especificação de projeto, com no mínimo 10J | aceita-se variação de +/-10% (ensaio conforme NBR 14289) | |
| | | Caracterização do substrato pelo teor de cinzas | Conforme especificado no DATec | Anexo B desta Diretriz | |
| | | Caracterização por fluorescência de raios-X | Conforme especificado no DATec | ASTM D4294 | |

Os produtores/fabricantes de perfis e painéis de PVC deverão garantir rastreabilidade dos lotes entregues em canteiro-de-obra, com relação ao controle de qualidade no processo de fabricação. Sendo assim, os perfis de PVC entregues em obra devem ter identificação dos lotes e data de fabricação.

6.3. Controle de aceitação de materiais e componentes em canteiro de obras

Tabela 18 – Controle de aceitação de materiais: métodos e frequências de avaliação

| Item | Material/ componente | Requisito | Método de avaliação* | Amostragem/ Freqüência de inspeção do produto |
|----------|-----------------------------------|--|---|---|
| 1 | Concreto preparado em obra | | | |
| 1.1 | Concreto fresco | Espalhamento | ABNT NBR 15823-2 | Definição de amostragem segundo a ABNT NBR12655 |
| 1.2 | Agregado (areia / brita) | Tipo e granulometria | ABNT NBR 7211 | |
| 1.3 | Aglomerante | Marca, tipo, classe, quantidade e validade | Verificar visualmente tipo e quantidade. Avaliação de relatórios de controle tecnológico do fabricante em conformidade com seu tipo e classe | |
| 1.4 | Aditivos | Tipo e quantidade | Avaliação de relatórios de controle tecnológico do fabricante em conformidade com seu tipo e classe (ABNT NBR 11768) | |
| 1.5 | Concreto endurecido | Resistência à compressão | Ensaio conforme a ABNT NBR 5739 | |
| 2 | Concreto dosado em central | | | |
| 2.1 | Concreto fresco | Espalhamento | ABNT NBR 15823-2 | NBR12655 |
| 2.2 | Concreto endurecido | Resistência à compressão | Ensaio conforme a ABNT NBR 5739 | |
| 3 | Armadura | | | |
| 3.1 | Caracterização geométrica | Diâmetro das barras | Medição com paquímetro ou trena metálica | Lote de recebimento ABNT NBR 7480 |
| 3.2 | Condições de fornecimento | Avaliar informações fornecidas pelo produtor | Nome do produto e identificação da unidade produtora; Categoria; diâmetro nominal em milímetros; comprimento em metros, quando aplicável; massa em Kg, ou número de peças; identificação para a rastreabilidade ao processo produtivo | Lote de recebimento ABNT NBR 7480 |
| 4 | Fôrmas de PVC | | | |

| | | | | |
|-----|---|---|--|-----------------------|
| 3.1 | Tolerâncias geométricas | Espessura mínima do perfil de PVC (t): 1,7mm; Comprimento: ± 5mm; Espessura da parede (e): ±0,4mm (quando e ≤80mm); ±0,6mm (quando e > 80mm); | Conferência com uso de trena e paquímetro | Lote recebido na obra |
| 3.2 | Cor (análise para recebimento dos perfis) | Especificação de projeto | Observação visual, a 1m de distância do corpo-de-prova | |
| 3.3 | Integridade das nervuras internas | Admite-se falhas somente nos primeiros 25cm, no topo ou na base dos painéis | Inspeção visual | |
| 3.4 | Caracterização do substrato pelo teor de cinzas | Conforme especificado no DATec | Anexo B desta Diretriz (Análise de ensaios fornecidos pelo fabricante) | |
| 3.5 | Caracterização por fluorescência de raios-X | Conforme especificado no DATec | ASTM D4294 (Análise de ensaios fornecidos pelo fabricante) | |

Caso outros materiais diferentes dos que constam da tabela anterior sejam empregados, precisam também ser avaliados antes do seu recebimento em canteiro-de-obras. A ITA a seu critério pode solicitar, ou realizar, ensaios de verificação do PVC relativo à densidade óptica de fumaça e resistência à UV, esse último conforme tabela 1.

6.4. Controle da execução em canteiro de obras

A Tabela 19 exemplifica as principais atividades a serem controladas pelo executor/ montador dos elementos.

Tabela 19 – Exemplo das principais atividades a verificar durante a montagem – parede

| Item | Etapas | Requisito | Método de avaliação |
|------|--|---|---|
| 1 | Marcação da obra | Conforme especificação de projeto (projeto executivo e projeto para produção) | Inspeção visual baseada em projeto e procedimento de execução |
| 2 | Nivelamento do terreno e marcação da fundação | | |
| 3 | Posicionamento e fixação de perfis-guia no piso - radier | | |
| 4 | Posicionamento dos eletrodutos | | |
| 5 | Posicionamento de tubos de hidráulica | | |
| 6 | Concretagem da fundação e posicionamento de ferros de arranques | | |
| 7 | Marcação do eixo das paredes externas | | |
| 8 | Posicionamento e encaixe dos painéis de PVC | | |
| 9 | Colocação das armaduras construtivas | | |
| 10 | Posicionamento dos marcos de janelas e portas | | |
| 11 | Montagem dos escoramentos provisórios das paredes e vãos de janelas e portas | | |
| 12 | Concretagem (identificar método de concretagem) | | |

| | | | |
|----|--|---|---|
| 13 | Verificação do lançamento do concreto | | |
| 14 | Limpeza das fôrmas após concretagem | Tipo de produto | |
| 15 | Verificar posicionamento das armaduras, eletrodutos e tubos | As armaduras, eletrodutos e tubos de hidráulica não devem encostar na face interna das formas | Observação visual durante concretagem |
| 16 | Verificação de eventuais “ninhos” de concretagem | Não deve existir ninhos de concretagem (ausência de som oco) | Bater em várias regiões da parede, principalmente sob vaões de janelas, utilizando martelo de borracha. |
| 17 | Retirada de escoramento provisório | Conforme especificação de projeto | |
| 18 | Irregularidade superficial na régua de 2m | $\pm 2\text{mm/m}$ | |
| 19 | Deformação dos vãos das janelas | $\pm 2\text{mm/vão}$; medido no meio do vão | |
| 20 | Abertura de juntas entre perfis | Não deve apresentar aberturas | Inspeção visual |
| 21 | Prumo/Alinhamento vertical e horizontal das paredes e perfis | $\pm 5\text{mm/m}$ | Medição com prumo de face |
| 22 | Manchamento e imperfeições na superfície do PVC após a concretagem | Não deve apresentar manchamento ou imperfeições significativas | Inspeção visual |
| 23 | Ataques químicos de aditivos de concreto | Não deve apresentar deterioração do PVC por ataque químico | Inspeção visual |

Estas atividades devem constar de procedimento de montagem do sistema. A conformidade e aplicação desse procedimento serão verificadas pela ITA. Cada obra deve ter seu procedimento de execução específico.

No projeto para produção deve constar também planejamento de armazenamento das peças e equipamentos de transporte que serão necessários.

Depois de finalizada a execução das paredes é necessária realizar inspeção visual do sistema construtivo montado para identificar a existência de eventuais não conformidades, como deformações excessivas dos perfis de PVC, vazamento de concreto por entre as juntas dos painéis de PVC, quebras ou fissuras dos painéis de PVC, ou outros que possam causar prejuízos ao desempenho do sistema. Caso alguma não-conformidade seja encontrada, é imprescindível a identificação de suas causas e sua correção de forma adequada.

Anexo A - Estudo do desempenho térmico

A1. Generalidades

A edificação habitacional deve reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico, considerando-se a zona bioclimática definida na ABNT NBR 15220-3.

A2. Método da Simulação computacional – Introdução

Para a avaliação de desempenho térmico por simulação computacional os requisitos e critérios são detalhados em A3 e A4.

Para a realização das simulações computacionais devem ser utilizadas como referência as Tabelas A4, A5 e A6, que fornecem informações sobre a localização geográfica de cidades brasileiras representativas das zonas bioclimáticas (adotadas pelo Comitê Técnico do SiNAT) e os dados climáticos correspondentes aos dias típicos de projeto de verão e de inverno.

Para a realização das simulações computacionais recomenda-se o emprego do programa EnergyPlus. Outros programas de simulação podem ser utilizados, desde que permitam a determinação do comportamento térmico de edificações sob condições dinâmicas de exposição ao clima, sendo capazes de reproduzir os efeitos de inércia térmica e sejam validados pela ASHRAE Standard 140.

Para a geometria do modelo de simulação, deve ser considerada a habitação como um todo e cada ambiente como uma zona térmica. Na composição de materiais para a simulação deve-se utilizar dados das propriedades térmicas dos materiais e/ou componentes construtivos:

- obtidos em laboratório, através de método de ensaio normalizado. Para os ensaios de laboratório, recomenda-se a utilização dos métodos apresentados na Tabela A1;
- na ausência destes dados ou na impossibilidade de obtê-los junto aos fabricantes, é permitido utilizar os dados disponibilizados na ABNT NBR 15220-2 como referência.

Tabela A1 – Métodos de medição de propriedades térmicas de materiais e elementos construtivos

| Propriedade | Determinação |
|---|--|
| Condutividade térmica | ASTM C518 ou ASTM C177 ou ISO 8302 |
| Calor específico | Medição ASTM C351 – 92b |
| Densidade de massa aparente | Medição conforme método de ensaio preferencialmente normalizado, específico para o material |
| Emissividade | Medição JIS A 1423/ASTM C1371 – 04A |
| Absortância à radiação solar | Medição ANSI/ASHRAE 74/88 ASTM E1918-06, ASTM E903-96 |
| Resistência ou transmitância térmica de elementos | Medição conforme ABNT NBR 6488 ou cálculo conforme ABNT NBR 15220-2, tomando-se por base valores de condutividade térmica medidos ASTM E903-96 |
| Características fotoenergéticas (vidros) | EN 410 – 1998/EN 12898 |

A3. Requisitos de desempenho no verão

Apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional menor ou igual ao ambiente externo, para o dia típico de projeto de verão.

a. Critério – Valores máximos de temperatura

O valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, tais como, salas e dormitórios, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior.

O nível para aceitação é o M (denominado mínimo), conforme critério apresentado na Tabela A2.

Tabela A2 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão

| Nível de desempenho | Critério | |
|--|----------------------------|----------------------------|
| | Zonas 1 a 7 | Zona 8 |
| M | $T_{i,Máx} \leq T_{e,Máx}$ | $T_{i,Máx} \leq T_{e,Máx}$ |
| <p>$T_{i,Máx}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius. $T_{e,Máx}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius. NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.</p> | | |

A4. Requisitos de desempenho no inverno

Apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional maior ou igual a temperatura do ambiente externo acrescida de 3°C, no dia típico de projeto de inverno, para as zonas bioclimáticas 1 a 5. Para as zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 não é necessário realizar avaliação de desempenho térmico de projeto para o inverno.

a. Critério – Valores mínimos de temperatura

Os valores mínimos diários da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, tais como, salas e dormitórios, no dia típico de projeto de inverno, devem ser sempre maiores ou iguais à temperatura mínima externa acrescida de 3°C.

O nível para aceitação é o M (denominado mínimo), conforme critério apresentado na Tabela A3.

Tabela A3 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno

| Nível de desempenho | Critério | |
|---|--|--|
| | Zonas bioclimáticas 1 a 5 | Zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 |
| M | $T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 3 \text{ } ^\circ\text{C})$ | Nestas zonas, este critério não pode ser verificado. |
| <p>$T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius. NOTA : Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.</p> | | |

Edificações em fase de projeto

A avaliação deve ser feita para um dia típico de projeto, para o período de verão e de inverno, considerando-se os dados das cidades representativas conforme apresentado nas Tabelas A4, A5 e A6.

Para conjuntos habitacionais ou edifícios multipisos, selecionar unidades habitacionais representativas conforme estabelecido a seguir:

- em unidades isoladas ou conjunto habitacional de edificações térreas, selecionar a unidade habitacional com o maior número de paredes expostas à incidência de sol;
- em edifício multipiso, selecionar a unidade do último andar com o maior número de paredes expostas, e cobertura exposta à incidência de sol.

b. Simular todos os recintos da unidade habitacional, considerando as trocas térmicas entre os seus ambientes e avaliar os resultados dos recintos dormitórios e salas, considerando as condições apresentadas abaixo:

- Na entrada de dados, considerar que os recintos adjacentes, de outras unidades habitacionais, separados, portanto, por paredes de geminação ou entrepisos, apresentem a mesma condição térmica do ambiente que está sendo simulado;
- A orientação da edificação deve ser posicionada de tal forma que a unidade a ser avaliada tenha a condição mais crítica do ponto de vista térmico.

Como condição crítica do ponto de vista térmico, adotar:

- verão: janela do dormitório ou da sala voltada para oeste e a outra parede exposta voltada para norte. Caso não seja possível, o ambiente deve ter ao menos uma janela voltada para oeste;
- inverno: janela do dormitório ou da sala deve estar voltada para sul e a outra parede exposta voltada para leste. Caso não seja possível, o ambiente deve ter ao menos uma janela voltada para sul;
- obstrução no entorno: considerar que as paredes expostas e as janelas estão desobstruídas, ou seja, sem a presença de edificações ou vegetação nas proximidades que modifiquem a incidência de sol e/ou vento;
- obstrução por elementos construtivos previstos na edificação: dispositivos de sombreamento (por exemplo, para-sóis, marquises, beirais) devem ser considerados na simulação.

c. Condição padrão

adotar uma taxa de ventilação do ambiente de 1,0Ren/h. A taxa de renovação da cobertura deve ser a mesma, de 1,0Ren/h.

A absorvância à radiação solar das superfícies expostas deve ser definida conforme a cor e as características das superfícies externas da cobertura e das paredes expostas, conforme orientações descritas a seguir:

- cobertura: valor especificado no projeto, correspondente, portanto, ao material declarado para o telhado ou outro elemento utilizado que constitua a superfície exposta da cobertura;
- parede: assumir o valor da absorvância à radiação solar (α) correspondente à cor definida no projeto. Caso a cor não esteja definida, simular para três alternativas de cor:
 - cor clara: $\alpha = 0,3$;
 - cor média: $\alpha = 0,5$;
 - cor escura: $\alpha = 0,7$.

d. Condições de ventilação e sombreamento

A unidade habitacional que não atender aos critérios estabelecidos para o período de verão deve ser simulada novamente considerando-se as seguintes alterações:

- ventilação: configuração da taxa de ventilação de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0Ren/h) e janelas sem sombreamento;
- sombreamento: inserção de proteção solar externa ou interna da esquadria externa com dispositivo capaz de cortar no mínimo 50 % da radiação solar direta que entraria pela janela, com taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0Ren/h);
- ventilação e sombreamento: combinação das duas estratégias anteriores, ou seja, inserção de dispositivo de proteção solar e taxa de renovação do ar de 5,0Ren/h.

A5. Dados das cidades representativas (SiNAT)

As Tabelas A4, A5 e A6, demonstram os dados das cidades “representativas” das zonas bioclimáticas, que deverão constar no estudo de desempenho térmico para da o SiNAT.

Tabela A4- Dados das cidades representativas das zonas bioclimáticas brasileiras

| UF | Zona bioclimática | Cidade | Latitude | Longitude | Altitude [m] |
|-----------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| PR | 1 | Curitiba | 25,42 S | 49,27 W | 924 |
| MG | 2 | São Lourenço ¹ | 22,1 S | 45,01 W | 953 |
| SP | 3 | São Paulo | 23,5 S | 46,62 W | 792 |
| DF | 4 | Brasília | 15,78 S | 47,93 W | 1160 |
| BA | 5 | Vitória da Conquista ¹ | 14,88 S | 40,79 W | 875 |
| MS | 6 | Campo Grande | 20,45 S | 54,62 W | 530 |
| MT | 7 | Cuiabá | 15,55 S | 56,12 W | 151 |
| AM | 8 | Manaus | 3,13 S | 60,02 W | 72 |

Tabela A5 – Dados de dias típicos de verão das cidades representativas das zonas bioclimáticas brasileiras

| Cidade | Temperatura máxima diária °C | Amplitude diária de temperatura °C | Temperatura de bulbo úmido °C | Radiação solar Wh/m² | Nebulosidade décimos |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|--|-----------------------------|
| Curitiba | 31,4 | 10,2 | 21,3 | 2774 | 8 |
| São Lourenço ¹ | 31,8 | 11,7 | 21,6 | 5307 | - |
| São Paulo | 31,9 | 9,2 | 21,3 | 5180 | 6 |
| Brasília | 31,2 | 12,5 | 20,9 | 4625 | 4 |
| Vitória da Conquista ¹ | 31,7 | 10,3 | 21,0 | 5030 | - |
| Campo Grande | 33,6 | 10 | 23,6 | 5481 | 6 |
| Cuiabá | 37,8 | 12,4 | 24,8 | 4972 | 6 |
| Manaus | 34,9 | 9,1 | 26,4 | 5177 | 7 |

Tabela A6 – Dados de dias típicos de inverno das cidades representativas das zonas bioclimáticas brasileiras

| Cidade | Temperatura mínima diária °C | Amplitude diária de temperatura °C | Temperatura de bulbo úmido °C | Radiação solar Wh/m² | Nebulosidade décimos |
|---------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|--|-----------------------------|
| Curitiba | 0,7 | 11,6 | 11,0 | 1666 | 6 |
| São Lourenço ¹ | 2,62 | 16,6 | 14,0 | 3595 | - |
| São Paulo | 6,2 | 10,0 | 13,4 | 4418 | 6 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|------|---|
| Brasília | 10,0 | 12,2 | 14,8 | 4246 | 3 |
| Vitória da Conquista ¹ | 10,7 | 9,7 | 15,1 | 4110 | - |
| Campo Grande | 13,7 | 11,5 | 17,3 | 4250 | 4 |
| Cuiabá | 11,4 | 14,3 | 20,1 | 4163 | 4 |
| Manaus | 21,4 | 7,9 | 25,0 | 4523 | 7 |

¹ Os dados destas cidades não constam na norma ABNT NBR 15575, foram gerados com base em dados climáticos do INMET e dados de radiação solar global do CEPEL.

Caso a unidade habitacional ainda não atenda ao critério mínimo, pode-se fazer novo estudo, indicando o tipo de alteração necessária no projeto, ou indicar que o estudo naquela zona específica deve ser realizado após definição da implantação da unidade habitacional.

A6. Aberturas para ventilação

Apresentar aberturas, nas fachadas das habitações, com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes.

Este requisito só se aplica aos ambientes de longa permanência: salas, cozinhas e dormitórios.

a. Critério

Os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação com áreas que atendam à legislação específica do local da obra, incluindo Códigos de Obras, Códigos Sanitários e outros.

Quando não houver exigências de ordem legal, para o local de implantação da obra, devem ser adotados os valores indicados na Tabela A7.

Tabela A7 - Área mínima de ventilação em dormitórios e sala de estar

| Nível de desempenho | Aberturas para Ventilação (A) | |
|--|---------------------------------|--|
| | Zonas 1 a 7 Aberturas médias | Zona 8 Aberturas grandes |
| Mínimo | $A \geq 7\%$ da área de piso | $A \geq 12\%$ da área de piso REGIÃO NORTE DO BRASIL $A \geq 8\%$ da área de piso REGIÃO NORDESTE E SUDESTE DO BRASIL |
| Nota: nas zonas de 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de inverno. | | |

b. Método de avaliação

Análise do projeto arquitetônico, considerando, para cada ambiente de longa permanência, a seguinte relação:

$$A = 100 \cdot (A_A / A_P) (\%)$$

onde:

A_A : área efetiva de abertura de ventilação do ambiente, sendo que para o cálculo desta área somente são consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo; nesta área não são computadas as áreas de portas internas. No caso de cômodos dotados de portas-balcão ou semelhantes, na fachada do edifício, toda a área aberta resultante do deslocamento da folha móvel da porta é computada.

A_P : área de piso do ambiente.

Nível de desempenho

Os resultados obtidos devem atender valor do nível mínimo para aceitação conforme Tabela .

ANEXO B – Método de ensaio para determinação do teor de cinzas dos perfis

B1. Objetivo

Determinar o teor de cinzas em perfis de PVC.

B2. Aparelhagem

- Cadinhos de porcelana de 50 ml;
- Bico Meker;
- Mufla controlada à $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$;
- Balança com resolução de $\pm 0,0001\text{g}$;
- Dessecador;
- Capela com exaustão;
- Máquina de corte.

B3. Corpo de prova

O corpo de prova será uma amostra de 5g para cada determinação. Essa amostra deve ser cortada com o auxílio da guilhotina em pedaços pequenos ($\pm 0,5$ cm de lado).

B4. Execução do ensaio

- a. Fazer duas determinações por amostra.
- b. Aquecer o cadinho por 10 min à $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ e resfriar no dessecador até a temperatura ambiente.
- c. Determinar a massa do cadinho com precisão de $\pm 0,1\text{mg}$ (0,0001 g). As pesagens dos cadinhos e das amostras devem ser registradas na planilha de resultados
- d. Adicionar $5 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ do corpo de prova cortado.
- e. Determinar a massa do cadinho e de seu conteúdo com precisão de $\pm 0,1 \text{ mg}$ (0,0001 g).
- f. Calcular a massa “m0” de composto usado (do valor obtido em 4.5 descontar o valor em 4.3).
- g. Realizar a pré-queima. Para tal, aquece-se o cadinho no bico Meker até que a resina e qualquer produto de combustão do corpo de prova tenha sido completamente volatizado. Isto é indicado pela ausência da cor negra das paredes internas do cadinho.
- h. Colocar o cadinho na entrada da Mufla a $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ e deslocá-lo gradativa e suavemente para o interior da mufla.
- i. O cadinho deve ser movido lentamente para que os voláteis (gases e vapores) não carreguem as partículas de cinzas.
- j. Aquecer por 4 horas a $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$.

- k. Após resfriar no dessecador até a temperatura ambiente, determinar a massa do cadinho com precisão de $\pm 0,1\text{mg}$ (0,0001g).
- l. Aquecer novamente por 1h a $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$, resfriar no dessecador até a temperatura ambiente e determinar a massa do cadinho com precisão de $\pm 0,1\text{ mg}$ (0,0001g).
- m. Repetir a operação 4.12 até obter massa constante, ou seja, até duas pesagens sucessivas não diferirem por mais de 5 mg (0,005 g).
- n. Pela diferença de pesagens (pesagem final menos “m0”) calcular a massa “m1”, em gramas, de cinzas.
- o. Fazer duas determinações.
- p. Calcular os valores das porcentagens de cinzas através da fórmula da seção 5.
- q. Se os valores das duas porcentagens diferirem menos de 0,10% em valor absoluto, empregá-los para o cálculo conforme seção 5. Se os valores das duas porcentagens diferirem mais de 0,10% em valor absoluto fazer outras determinações até obter dois valores satisfatórios. No entanto, se dois valores obtidos forem individualmente menores que 0,20%, não importando a diferença entre eles, não são necessárias novas determinações.

B5. Resultados

Para cada determinação, calcular a porcentagem de cinzas até duas casas decimais, segundo a seguinte fórmula:

$$x1=(m1/m0)\times 100$$

onde:

m0 ⇒ massa, em gramas, da amostra;

m1 ⇒ massa, em gramas, de cinzas;

x1 ⇒ porcentagem de cinzas, expressa até a segunda casa decimal.

Calcular a média, até a segunda casa decimal (aproximação de 0,05) dos dois valores finalmente obtidos.

O resultado é a média da porcentagem de cinzas.