

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Daniel Mendes de Leão

**VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DE REVESTIMENTOS
DE PISOS INTERNOS EM CONSTRUTORA DE
PORTO ALEGRE**

Porto Alegre
dezembro 2012

DANIEL MENDES DE LEÃO

**VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DE REVESTIMENTOS
DE PISOS INTERNOS EM CONSTRUTORA DE
PORTO ALEGRE**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Luis Carlos Bonin

Porto Alegre
dezembro 2012

DANIEL MENDES DE LEÃO

**VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DE REVESTIMENTOS
DE PISOS INTERNOS EM CONSTRUTORA DE
PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2012

Prof. Luis Carlos Bonin
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Eng. Paulo César Perez Baldasso (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Arq. Laís Zucchetti (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Luis Carlos Bonin (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Delacir e Maria Helena,
que sempre me apoiaram e especialmente durante o período
do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus irmãos, Alessandra e Luciano, por sempre acreditarem em mim.

Agradeço às minhas afilhadas Juliana e Manuela, e meus sobrinhos Marco Antônio e Vinícius, por serem uma fonte de alegrias.

Agradeço a toda a minha família, por tudo que representam para mim.

Agradeço ao professor Luis Carlos Bonin, meu orientador, pela dedicação e conhecimentos prestados na obtenção deste trabalho.

Agradeço à professora Carin Maria Schmitt pela paciência e sabedoria em sala de aula.

Agradeço aos meus amigos, Paulo e Simone Baldasso, pelo carinho e apoio incondicional.

Agradeço a todos os professores e colegas de faculdade, pela parceria em todos esses anos.

Agradeço a todos os amigos que contribuíram de alguma forma para a elaboração deste trabalho.

A maioria se esforça tão pouco na investigação da verdade que
aceita prontamente a primeira história que lhe vem à mão.

Tucídides

RESUMO

A abordagem de desempenho na construção civil pode significar o início de uma mudança rumo ao desenvolvimento de novas tecnologias e práticas construtivas, a partir de Normas que visem à flexibilidade de escolhas e busquem a qualidade do ambiente construído. Os revestimentos de pisos internos fazem parte de um dos mais importantes subsistemas da edificação, devendo transmitir ao usuário segurança e habitabilidade. Este trabalho busca verificar o desempenho dos revestimentos de pisos internos utilizados por uma construtora de Porto Alegre, através da análise das informações técnicas obtidas dos fornecedores em relação aos requisitos de desempenho exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho. Assim, primeiro foi apresentada a importância da abordagem de desempenho como um método não prescritivo e flexível, estabelecendo as exigências de desempenho para que a edificação e suas partes cumpram suas funções. Após, foram indicadas as exigências de desempenho para sistemas de pisos internos e seu revestimento, através de documentação técnica e normativa nacional e internacional. Com isso, este trabalho estabeleceu os requisitos de desempenho aplicáveis para revestimentos de pisos internos em duas partes. Na primeira parte, através de um comparativo entre a Norma NBR 15.575-3/2008 e seu projeto de revisão de 2012. Na segunda parte, propondo requisitos adicionais de desempenho a partir da bibliografia pesquisada. A partir de uma amostra de vinte obras de uma construtora de Porto Alegre, foram selecionados os revestimentos cerâmicos, vinílicos, laminados e têxteis de carpete. Para cada um destes revestimentos, dois fornecedores disponibilizaram as informações técnicas de seus produtos, através de seus sites eletrônicos. Na verificação do desempenho, as informações obtidas destes fornecedores foram diferentes para cada tipo de revestimento e entre os diversos fornecedores, além de apresentar vários vazios informativos. Como consideração final, este trabalho permitiu verificar que as informações disponibilizadas pelos fornecedores necessitam de uma melhor adequação à Norma Brasileira de Desempenho, porém existem muitas informações em conformidade com esta Norma.

Palavras-chave: Revestimento de Piso Interno. Desempenho em Pisos. NBR 15.575-3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da pesquisa	19
Figura 2 – Matriz de partes e atributos: (a) prescritiva e (b) desempenho.....	22
Figura 3 – Traduzindo as necessidades dos usuários para os atributos da edificação.....	24
Figura 4 – Quatro níveis gerais do sistema regulatório de desempenho.....	25
Figura 5 – Exemplo genérico de um sistema de pisos e seus elementos.....	27
Figura 6 – Desempenho ao longo do tempo.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos requisitos de desempenho.....	56
Quadro 2 – Classificação das obras da construtora.....	58
Quadro 3 – Revestimentos de pisos internos utilizados pela construtora.....	59
Quadro 4 – Características do revestimento cerâmico – Fornecedor B.....	61
Quadro 5 – Características do revestimento cerâmico – Fornecedor C.....	62
Quadro 6 – Características do revestimento vinílico – Fornecedor A.....	63
Quadro 7 – Características do revestimento vinílico – Fornecedor B.....	65
Quadro 8 – Características do revestimento laminado – Fornecedor A.....	67
Quadro 9 – Características do revestimento laminado – Fornecedor B.....	68
Quadro 10 – Características do revestimento têxtil de carpete – Fornecedor A.....	69
Quadro 11 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos cerâmicos.....	71
Quadro 12 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos vinílicos.....	73
Quadro 13 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos laminados.....	74
Quadro 14 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos têxteis de carpete.....	76
Quadro 15 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos internos em relação aos requisitos adicionais.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo mole em pisos.....	40
Tabela 2 – Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo duro em sistemas de pisos.....	41
Tabela 3 – Índices máximos de propagação superficial de chamas.....	42
Tabela 4 – Resistência mínima ao fogo de pisos de compartimentação entre unidades habitacionais (entrepisos).....	43
Tabela 5 – Densidade ótica de fumaça máxima do piso (Dm).....	43
Tabela 6 – Classificação da camada de acabamento quanto ao comportamento de reação ao fogo da face superior do sistema de piso.....	44
Tabela 7 – Coeficiente de atrito dinâmico do piso.....	46
Tabela 8 – Critério e nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado, $L'_{nT,w}$	48
Tabela 9 – Critérios de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$ para ensaios de campo e R_w para ensaios em laboratório.....	49
Tabela 10 – Critérios de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$	50
Tabela 11 – Vida útil de projeto mínima e superior (VUP).....	53

LISTA DE SIGLAS

ASTM – American Society for Testing and Materials

CIB – Conseil International du Batiment (International Council for Building Research Studies and Documentation)

CTE – Código Técnico de la Edificación

ISO – International Organization for Standardization

PeBBu – Performance Based Building Thematic Network

VUP – Vida útil de projeto

LISTA DE SÍMBOLOS

J – energia de impacto (J)

d_v – deslocamentos instantâneos verticais (mm)

d_{vr} – deslocamentos residuais verticais (mm)

L – largura do protótipo do piso construído a ser ensaiado (m)

TRRF – tempo requerido de resistência ao fogo (min)

D_m – densidade específica óptica máxima de fumaça (sem unidade)

ΔT – variação da temperatura no interior do forno ($^{\circ}\text{C}$)

Δm – variação da massa do corpo de prova (%)

t_f – tempo de flamejamento do corpo de prova (s)

FS – tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado (s)

$L'_{nT,w}$ – nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado (dB)

$D_{nT,w}$ – diferença padronizada de nível ponderada (dB)

R_w – índice de redução sonora ponderada (dB)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	17
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	17
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	17
2.2.1 Objetivo Principal	17
2.2.2 Objetivos Secundários	17
2.3 PRESSUPOSTO	18
2.4 DELIMITAÇÕES	18
2.5 LIMITAÇÕES	18
2.6 DELINEAMENTO	18
3 DESEMPENHO EM SISTEMAS DE PISOS INTERNOS.....	21
3.1 ABORDAGEM DE DESEMPENHO EM EDIFICAÇÕES.....	21
3.1.1 Da abordagem prescritiva para a abordagem de desempenho.....	21
3.1.2 Necessidades dos usuários.....	23
3.1.3 Atributos de desempenho.....	25
3.1.4 Aplicação da abordagem de desempenho.....	26
3.2 EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO PARA SISTEMAS DE PISOS INTERNOS E SEU REVESTIMENTO.....	27
3.2.1 Exigência de segurança estrutural.....	29
3.2.2 Exigência de segurança contra incêndio.....	29
3.2.3 Exigência de segurança no uso e na operação.....	30
3.2.4 Exigência de estanqueidade.....	31
3.2.5 Exigência de desempenho térmico.....	32
3.2.6 Exigência de desempenho acústico.....	32
3.2.7 Exigência de saúde, higiene e qualidade do ar.....	33
3.2.8 Exigência de conforto tátil, visual e antropodinâmico.....	33
3.2.9 Exigência de durabilidade e manutenibilidade.....	34
3.2.10 Exigência de adequação ambiental.....	37
4 DESEMPENHO DOS REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS.....	38
4.1 REQUISITOS FUNCIONAIS EXIGIDOS PELA NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO PARA REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS.....	39
4.1.1 Requisitos de segurança estrutural.....	40
4.1.1.1 Resistência a impactos de corpo-mole e de corpo-duro.....	40

4.4.1.2 Cargas verticais concentradas.....	41
4.1.2 Requisitos de segurança contra incêndio.....	42
4.1.2.1 Propagação superficial de chamas.....	42
4.1.2.2 Resistência ao fogo.....	43
4.1.2.3 Facilidade de fuga.....	43
4.1.2.4 Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso.....	44
4.1.3 Requisitos de segurança no uso e na operação.....	45
4.1.3.1 Resistência ao escorregamento.....	45
4.1.3.2 Segurança na circulação.....	46
4.1.3.3 Segurança no contato direto.....	46
4.1.4 Requisitos de estanqueidade.....	47
4.1.4.1 Estanqueidade de pisos de áreas molháveis da habitação.....	47
4.1.4.2 Estanqueidade de pisos e lajes de áreas molhadas.....	47
4.1.5 Requisitos de desempenho térmico.....	47
4.1.6 Requisitos de desempenho acústico.....	48
4.1.6.1 Ruído de impacto em piso.....	48
4.1.6.2 Isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades habitacionais.....	49
4.1.7 Requisitos de saúde, higiene e qualidade do ar.....	50
4.1.8 Requisitos de conforto tátil, visual e antropodinâmico.....	50
4.1.9 Requisitos de durabilidade e manutenibilidade.....	51
4.1.9.1 Resistência à umidade dos pisos de áreas molháveis.....	51
4.1.9.2 Resistência ao ataque químico dos pisos de áreas molhadas e molháveis.....	52
4.1.9.3 Resistência ao desgaste em uso.....	52
4.1.9.4 Vida útil.....	53
4.1.10 Requisitos de adequação ambiental.....	53
4.2 REQUISITOS ADICIONAIS DE DESEMPENHO PARA REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS.....	54
4.2.1 Requisito adicional de segurança no uso e na operação.....	54
4.2.2 Requisitos adicionais de desempenho térmico.....	54
4.2.3 Requisito adicional de conforto visual.....	55
4.2.4 Requisito adicional de durabilidade.....	55
4.3 RESUMO DOS REQUISITOS DE DESEMPENHO.....	55
4.4 SELEÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS.....	57
4.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS SELECIONADOS.....	60

4.5.1 Revestimentos cerâmicos.....	61
4.5.1.1 Revestimento cerâmico do fornecedor B.....	61
4.5.1.2 Revestimento cerâmico do fornecedor C.....	62
4.5.2 Revestimentos vinílicos.....	62
4.5.2.1 Revestimento vinílico do fornecedor A.....	63
4.5.2.2 Revestimento vinílico do fornecedor B.....	64
4.5.3 Revestimentos laminados.....	66
4.5.3.1 Revestimento laminado do fornecedor A.....	66
4.5.3.2 Revestimento laminado do fornecedor B.....	67
4.5.4 Revestimentos têxteis de carpete.....	68
4.5.4.1 Revestimento têxtil de carpete do fornecedor A.....	68
4.5.4.2 Revestimento têxtil de carpete do fornecedor B.....	69
4.6 VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DOS REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS.....	70
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é normalmente citada como uma das indústrias mais difíceis para a implementação de técnicas que melhorem a qualidade das edificações, seja pela complexidade de interação entre os diversos agentes intervenientes ou pela ausência de incentivos para mudar. No Brasil, este problema ainda é agravado pela falta de treinamento, gerando uma mão de obra desqualificada. A abordagem de desempenho surgiu como uma alternativa para solucionar este problema, através de Normas que visem atender às exigências dos usuários e que incentivem inovações tecnológicas para o melhoramento das técnicas construtivas.

Esta abordagem consiste, essencialmente, na aplicação de uma análise rigorosa, com uso de métodos científicos para estudar o edifício e suas partes, de maneira a pensar e trabalhar em termos de fins e não de meios para atingir os requisitos de desempenho que a construção deve atender (INTERNATIONAL COUNCIL FOR BUILDING RESEARCH STUDIES AND DOCUMENTATION, 1982, p. 4). Dentre todos os subsistemas que compõem o edifício, este trabalho está focado nas exigências funcionais de desempenho dos revestimentos de pisos internos. Estes revestimentos têm importância significativa para o bem estar dos usuários. Suas propriedades devem atender, pelo menos, o mínimo exigido pelos requisitos obrigatórios definidos por regulações ou normas de desempenho.

No Brasil, os primeiros estudos sobre a abordagem de desempenho na construção civil provêm da década de 80 e, surgiu como regulamentação construtiva pela Norma Brasileira de Desempenho em 2008. A partir dos conceitos da abordagem de desempenho, esta Norma permite uma maior flexibilidade construtiva, com várias alternativas para se chegar a determinado resultado exigido. Isto gera como consequência a busca constante por inovação tecnológica para melhorar a qualidade da construção e reduzir seus custos, sem que isto signifique comprometer seu desempenho final.

Este trabalho tem o objetivo de verificar o desempenho dos revestimentos de pisos internos utilizados por uma construtora de Porto Alegre, a partir das informações técnicas disponibilizadas pelos seus fabricantes, no intuito de saber se estas informações estão de acordo com o exigido pela Norma Brasileira de Desempenho. Também é possível verificar a quantidade e a qualidade destas informações para cada revestimento selecionado, além dos

vazios informativos existentes. Para complementar o trabalho, são propostos requisitos adicionais de desempenho em relação à Norma Brasileira, baseados em documentação técnica e normativa nacional e internacional.

No primeiro capítulo deste trabalho é apresentada a introdução do tema proposto, com sua contextualização e justificativa.

No segundo capítulo, são apresentadas as diretrizes de pesquisa, no qual é indicada a questão de pesquisa, os objetivos, pressuposto, delimitações, limitações e delineamento do trabalho.

No terceiro capítulo, este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica de modo a introduzir o tema da abordagem de desempenho, além de indicar as exigências de desempenho para sistemas de pisos internos e, mais particularmente, sua camada de revestimento.

No quarto capítulo, são indicados os requisitos exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho para revestimentos de pisos internos, além de apresentar os requisitos adicionais propostos. Neste capítulo também são apresentados os revestimentos de pisos selecionados utilizados pela construtora e as informações técnicas disponibilizadas por seus fornecedores. Por fim, é verificado o desempenho destes revestimentos a partir da análise das informações obtidas.

No quinto e último capítulo, são apresentadas as considerações finais para todo o trabalho.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: os revestimentos de pisos internos, de uso corrente na construção brasileira contemporânea, atendem aos requisitos exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a verificação do desempenho dos revestimentos de pisos internos através da aplicação dos requisitos funcionais exigidos pela NBR 15.575-3/2008, assim como seu projeto de revisão de 2012, tendo como referência os revestimentos utilizados por uma construtora de Porto Alegre.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) determinação dos requisitos funcionais de desempenho exigidos pela NBR 15.575-3/2008, assim como seu projeto de revisão de 2012, para os revestimentos de pisos internos;
- b) proposição de requisitos adicionais de desempenho extraídos de documentação técnica e normativa complementar para os revestimentos de pisos internos;

- c) identificação dos vazios informativos referente aos requisitos de desempenho exigidos pela NBR 15.575-3/2008, assim como seu projeto de revisão de 2012, para os revestimentos de pisos internos.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que os materiais e técnicas construtivas utilizadas pela construtora estão de acordo com as especificações recomendadas pelos fabricantes.

2.4 DELIMITAÇÕES

As delimitações do trabalho estão relacionadas a seguir:

- a) os sistemas de revestimentos de pisos internos avaliados neste trabalho foram extraídos de uma amostra de vinte obras executadas, ou em processo de execução, por uma construtora de Porto Alegre;
- b) quatro sistemas de revestimentos de pisos internos foram selecionados a partir da amostra das obras da construtora de Porto Alegre;
- c) dois fornecedores diferentes foram selecionados para cada um dos sistemas de revestimentos de pisos internos escolhidos a partir da amostra das obras da construtora de Porto Alegre.

2.5 LIMITAÇÕES

As limitações do trabalho estão relacionadas a seguir:

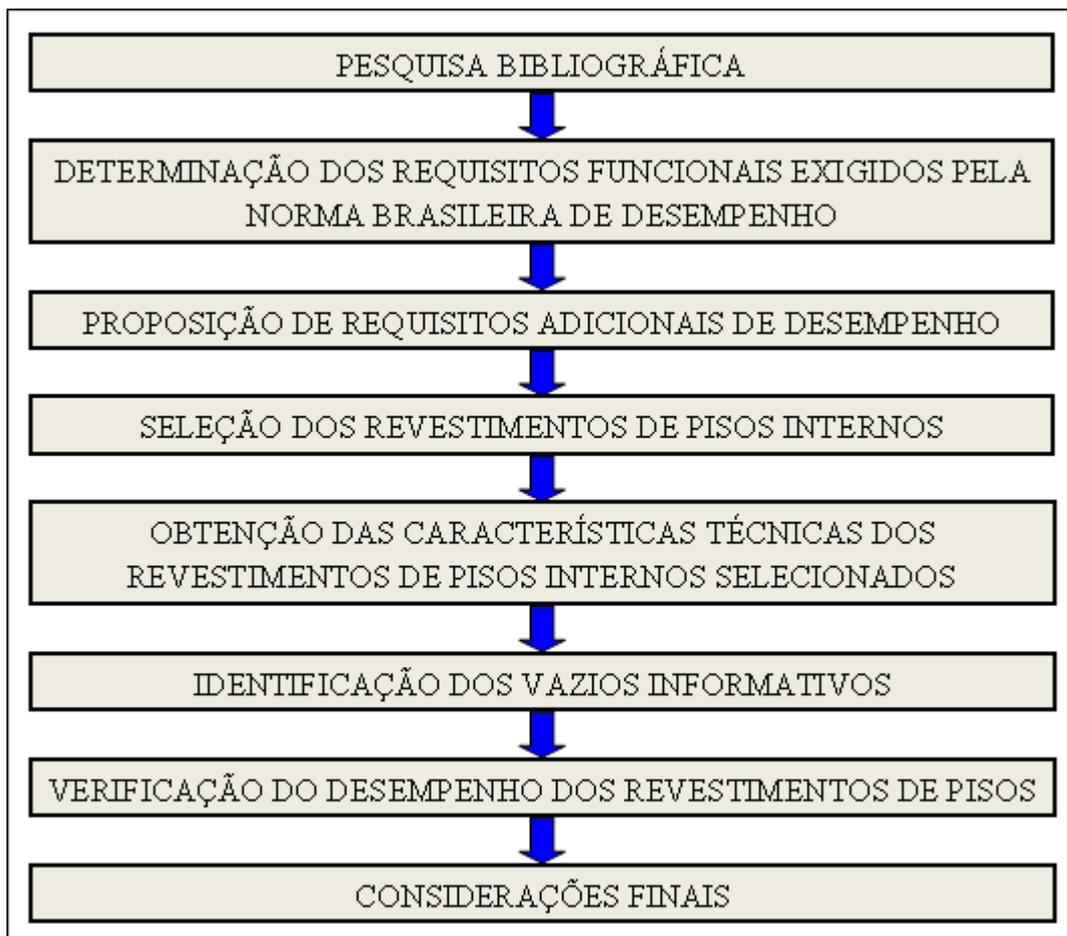
- a) a verificação do desempenho leva em consideração, exclusivamente, a influência do sistema de revestimento de piso interno, sem estender aos demais sistemas adjacentes;
- b) a verificação do atendimento aos requisitos funcionais exigidos pela NBR 15.575-3/2008, assim como seu projeto de revisão de 2012, leva em consideração, exclusivamente, as características técnicas obtidas nos sites eletrônicos dos fabricantes de revestimentos de pisos internos selecionados.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) determinação dos requisitos funcionais exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho para revestimentos de pisos internos;
- c) proposição de requisitos adicionais de desempenho para os revestimentos de pisos internos;
- d) seleção dos revestimentos de pisos internos;
- e) obtenção das características técnicas dos revestimentos de pisos internos selecionados, referente aos requisitos de desempenho exigidos e propostos;
- f) identificação dos vazios informativos referente aos requisitos de desempenho exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho;
- g) verificação do desempenho dos revestimentos de pisos internos selecionados;
- h) considerações finais.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

Na pesquisa bibliográfica, primeiramente foi apresentada a importância da abordagem de desempenho como um método eficaz para a melhoria da qualidade da construção civil. Após,

foram descritas as exigências de desempenho recomendadas para sistemas de pisos internos, e em particular, sua camada de revestimento. A principal referência para a obtenção destas exigências foi a Norma de Desempenho NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a), além de outros tipos de referências bibliográficas nacionais e internacionais, tais como: regulamentos, normas e textos técnicos.

A primeira etapa para a verificação do desempenho dos revestimentos de pisos internos foi estabelecer os requisitos exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho. Isto foi feito a partir de uma comparação entre a NBR 15.575-3/2008, que foi a primeira versão desta Norma a entrar em vigor, e o projeto de revisão desta Norma em 2012 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a), com previsão para entrar em vigor a partir de 2013. Cabe destacar que o texto deste projeto de revisão ainda está em discussão, mas esta versão consultada em setembro de 2012 é a mais atualizada disponível para este trabalho. Na segunda etapa, foram propostos requisitos adicionais de desempenho que complementassem aqueles exigidos pela Norma Brasileira. Estes requisitos foram obtidos de documentação técnica e normativa nacional e internacional.

Na terceira etapa, foram selecionados quatro tipos de sistemas de revestimentos de pisos internos e associados dois fornecedores para cada sistema, a partir de uma amostra de vinte obras executadas, ou em processo de execução, por uma construtora de Porto Alegre.

Com isso, na quarta etapa, foram apresentados os dados técnicos referentes aos requisitos exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho para cada um dos revestimentos selecionados, além dos requisitos adicionais propostos. Estes dados foram obtidos através das características técnicas fornecidas pelos sites eletrônicos dos fabricantes de revestimentos de pisos internos selecionados. A partir destes dados foi possível identificar quais os vazios informativos que cada um destes revestimentos possui.

Na última etapa, foi realizada a verificação do desempenho dos revestimentos de pisos internos selecionados, com o objetivo de analisar as informações disponibilizadas pelos fornecedores em relação ao atendimento da Norma Brasileira de Desempenho, ao impacto relativo dos vazios informativos e às vantagens dos requisitos adicionais de desempenho. Por último, nas considerações finais, foi realizada uma análise de todo o trabalho, listando as vantagens e desvantagens em relação ao tema proposto.

3 DESEMPENHO EM SISTEMAS DE PISOS INTERNOS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar as condições necessárias de desempenho para revestimentos de pisos internos e está subdividido em duas partes. A primeira parte apresenta de que forma é aplicada a abordagem de desempenho nas edificações e seus subsistemas, explicitando seus métodos, critérios e benefícios para o desenvolvimento da construção civil. Na segunda parte, são apresentadas as exigências de desempenho para sistemas de pisos internos e, em particular, sua camada de revestimento. Assim, são descritas suas características, suas utilizações e os requisitos mais recomendáveis, através de diversos documentos técnicos e normativos utilizados como referência.

3.1 ABORDAGEM DE DESEMPENHO EM EDIFICAÇÕES

Segundo Borges (2008, p. 26), o “[...] edifício é um produto que deve apresentar determinadas características que o capacitem a cumprir objetivos e funções para os quais foi projetado, quando submetido a determinadas condições de exposição e uso [...]”. Para atender a este critério, a abordagem de desempenho fornece um método técnico não prescritivo e flexível para o projeto e a construção de edificações (PERFORMANCE BASED BUILDING THEMATIC NETWORK, 2003, p. 2, tradução nossa). Sendo assim, conforme Gonçalves et al. (2003, p. 45), este método deve “[...] definir qualitativa e/ou quantitativamente quais as condições que devem ser satisfeitas por ele quando submetido às condições normais de uso e quais os métodos para avaliar se as condições estabelecidas foram atendidas.”.

3.1.1 Da abordagem prescritiva para a abordagem de desempenho

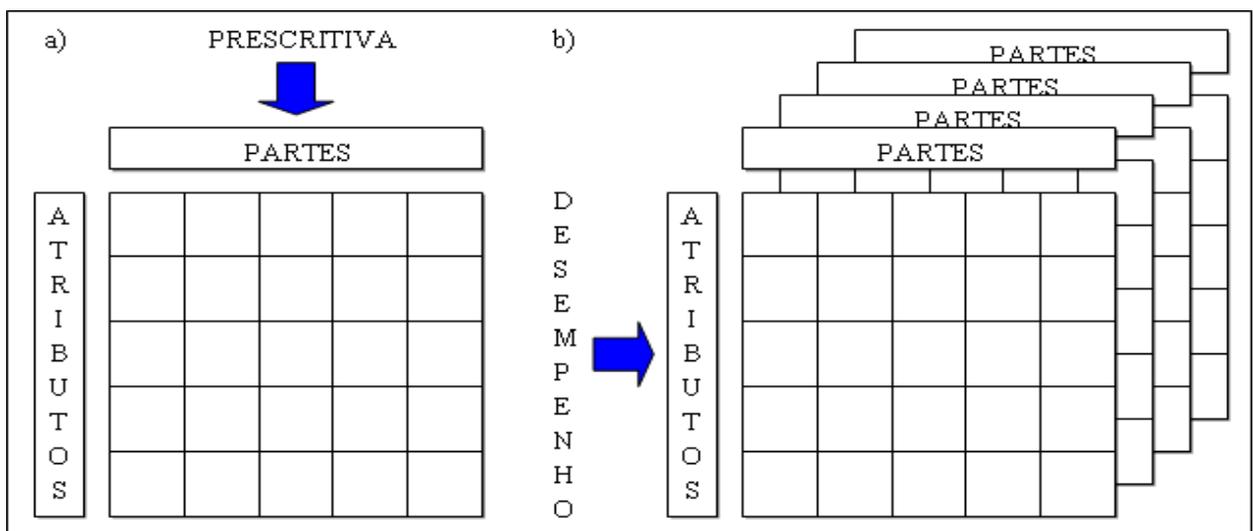
De acordo com o CIB (INTERNATIONAL COUNCIL FOR BUILDING RESEARCH STUDIES AND DOCUMENTATION, 1982, p. 4, tradução nossa), a abordagem de desempenho traz uma nova visão, ao submeter à edificação e suas partes, uma análise sistemática para tentar definir métodos unificados e consistentes. Implicando assim:

- a) compilar critérios e dados de diversas fontes de consulta do projeto, pretendendo exprimi-los nas condições usuais;
- b) estender o âmbito da análise quantitativa para aspectos de desempenho previamente tidos como óbvios;
- c) definir claramente todos os objetivos de projeto;
- d) exigir comprovação do cumprimento dos requisitos através de testes e métodos de avaliação;
- e) quando produtos ou projetos são comparados com critérios de desempenho, definir métodos de classificação e ponderação de aspectos individuais de desempenho para dar uma medida de qualidade global.

Esta nova visão, contrasta com o uso de requisitos e especificações prescritivas. Segundo Borges e Sabbatini (2008, p. 9), estas “[...] normas prescritivas baseiam-se na experiência passada, e procuram atender as necessidades sociais reconhecidas, evitando a repetição de danos causados por acidentes ou situações perigosas.”. Além disso, neste tipo de abordagem, o desempenho final do sistema está relacionado de forma dependente com as soluções utilizadas para todos os seus componentes (BORGES, 2008, p. 29). Com isso, estas normas oferecem escolhas simples ou limitadas de soluções.

A diferença entre a abordagem de desempenho e a tradicional, prescritiva, é demonstrada na figura 2 em forma de uma matriz de partes e atributos.

Figura 2 – Matriz de partes e atributos: (a) prescritiva e (b) desempenho



(fonte: adaptada de HATTIS ; BECKER, 2001, tradução nossa)

Nesta figura, adaptada de Hattis e Becker (2001, p. 414), os autores demonstram que a abordagem prescritiva atua nas diversas partes da edificação de forma a descrevê-las e especificá-las, resultando em um conjunto único de atributos para toda a edificação. Em contraste, o conceito de desempenho aborda os atributos da edificação, que após serem descritos e especificados, podem ser obtidos por qualquer combinação de diferentes partes da edificação.

3.1.2 Necessidades dos usuários

Hattis e Becker (2001, p. 415, tradução nossa) apontam que os atributos da edificação estão relacionados às experiências de ocupação dos usuários na edificação ao cumprirem suas necessidades físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais. Assim, segundo os autores, a necessidade do usuário:

[...] é uma afirmação das condições necessárias para apoiar as atividades e comportamentos a serem realizadas em relação ao edifício pelos seus ocupantes ou outros utilizadores, definidos em termos de parâmetros de comportamento humano, tais como motor, cinético, fisiológico, psicológico e emocional.

As necessidades dos usuários são vinculadas ao uso de cada edificação, e estas necessidades variam conforme as atividades e os comportamentos de seus ocupantes. Por conseguinte, estas necessidades adquirem um caráter sociológico e, portanto, podem ser abordadas de diferentes formas, dependendo do interesse de cada sociedade ou país.

A Norma ISO 6241 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION¹, 1984 apud BORGES, 2008, p. 31-32) estabeleceu as necessidades ou exigências dos usuários para edificações. Desde então, elas servem de referência para todas as demais normas, e estão relacionadas a seguir:

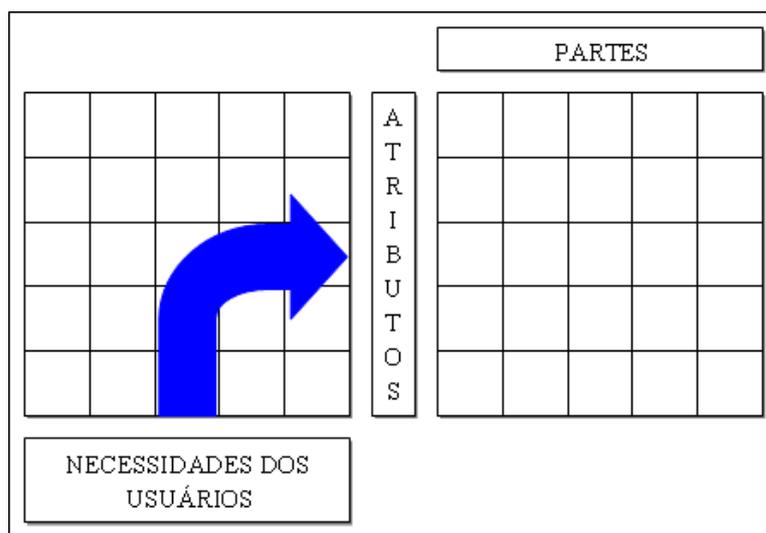
- a) exigências de estabilidade (resistência mecânica e de impactos);
- b) exigências de segurança contra incêndio (risco de irrupção e difusão);
- c) exigências de segurança em uso (agentes agressivos, movimentação, etc.)
- d) exigências de estanqueidade (ar, água e poeira);

¹ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241**: performance standards in building – principles for their preparation and factors to be considered. London, 1984.

- e) exigências térmicas e de umidade (controle de condensação, temperatura e umidade do ar);
- f) exigências de pureza do ar (ventilação e controle de odores);
- g) exigências acústicas (controle dos níveis de ruído e tempo de reverberação);
- h) exigências visuais (iluminação, aspectos de espaço e superfície, etc.);
- i) exigências táteis (propriedades da superfície);
- j) exigências dinâmicas (facilidade de movimento, etc.);
- k) exigências de higiene (condições de feitura de limpeza, etc.);
- l) exigências para a conveniência de espaços destinados a usos específicos (funcionalidade e flexibilidade);
- m) exigências de durabilidade (conservação do desempenho ao longo da vida útil);
- n) exigências econômicas (custo de manutenção e demolição).

A relação entre as necessidades dos usuários e a matriz de partes e atributos é representada na figura 3. Nesta figura, adaptada de Hattis e Becker (2001, p. 415), os autores demonstram que estas necessidades ou exigências atuam de maneira a definir os atributos da edificação, permitindo assim, que cada uma das partes especificadas possa garantir o desempenho adequado.

Figura 3 – Traduzindo as necessidades dos usuários para os atributos da edificação



(fonte: adaptada de HATTIS ; BECKER, 2001, tradução nossa)

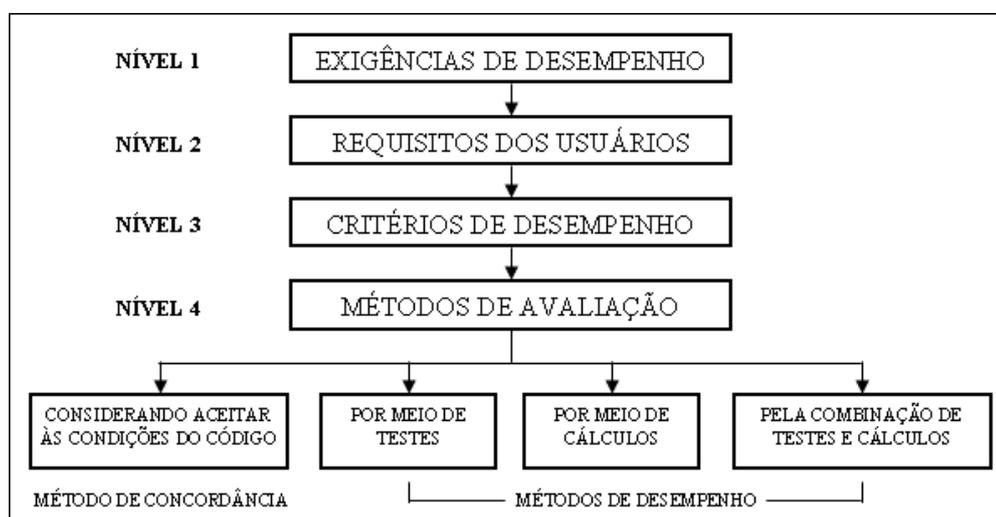
3.1.3 Atributos de desempenho

O conceito de desempenho em edificações é aplicado em dois tipos de ações, as iniciativas e as permissivas. No primeiro caso, é chamada de produção de construção inovadora, e devido ao incentivo à liberdade de projeto, resulta em um melhor desempenho e economia. No segundo caso, estas ações estão vinculadas aos códigos e regulações das edificações, que devem proteger a saúde, a segurança e o bem estar da sociedade (GROSS 1996, p. 5, tradução nossa). Três aspectos essenciais para a obtenção de normas de desempenho devem ser considerados para atender as necessidades dos usuários:

- a) **requisitos dos usuários** – conforme a NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008b, p. 7), os requisitos de desempenho são “[...] condições que expressam qualitativamente os atributos que o edifício habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam satisfazer as exigências do usuário.”;
- b) **critérios de desempenho** – segundo a NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008b, p. 5), os critérios de desempenho são “[...] especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados.”;
- c) **métodos de avaliação** – de acordo com Hattis e Becker (2001, p. 415, tradução nossa), os métodos de avaliação são utilizados para determinar se os critérios de desempenho são atingidos através de métodos de verificação específicos.

A figura 4 representa os quatro níveis gerais do sistema regulatório de desempenho.

Figura 4 – Quatro níveis gerais do sistema regulatório de desempenho



(fonte: adaptada de FOLIENSTE et al., 1998, tradução nossa)

3.1.4 Aplicação da abordagem de desempenho

Na aplicação da abordagem, Hattis e Becker (2001, p. 413-414, tradução nossa) evidenciam os quatro objetivos que definem o desenvolvimento de normas de desempenho para habitações, formulados pela ASTM (*American Society for Testing and Materials*) e ISO (*International Organization for Standardization*):

- a) facilitar a satisfação das necessidades dos usuários em habitações;
- b) facilitar a inovação em habitações fornecendo uma estrutura sistemática para a avaliação e aceitação;
- c) facilitar a comunicação entre todos os intervenientes da construção, a fim de alcançar a escolha racional da edificação e seus produtos;
- d) facilitar o comércio internacional de sistemas e produtos da edificação, substituindo as normas prescritivas que podem servir como restrições.

Segundo Lützkendorf et al. (2005, p. 3, tradução nossa), a aplicação da abordagem de desempenho também serve de base para avaliar a contribuição da construção para o desenvolvimento sustentável, levando sempre em consideração aspectos funcionais, técnicos, econômicos, ambientais e operacionais. Assim, para Borges e Sabbatini (2008, p. 6, 16), “[...] a sustentabilidade naturalmente tornou-se a razão filosófica e a principal motivação para todo o investimento atual em pesquisas e iniciativas para a aplicação do conceito de desempenho.”. Segundo estes autores, este desenvolvimento tecnológico sustentável obtido pela aplicação do conceito de desempenho pode resultar, no contexto brasileiro, em um aumento da qualidade das edificações, através do planejamento de longo prazo e incentivos públicos.

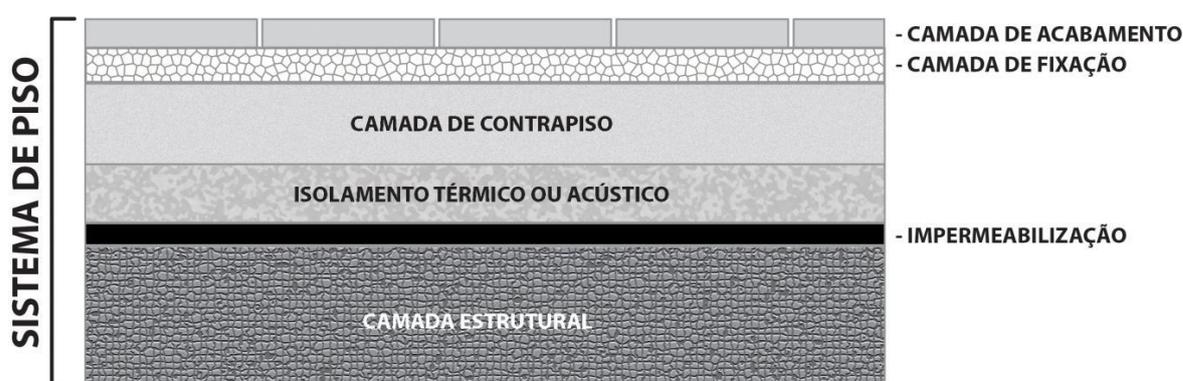
Apesar destas vantagens, a Rede Temática PeBBu (PERFORMANCE BASED BUILDING THEMATIC NETWORK, 2003, p. 34, tradução nossa) lista uma série de barreiras para a implementação da abordagem de desempenho. Algumas destas barreiras são listadas a seguir:

- a) fragmentação do projeto e da indústria da construção;
- b) mentalidade conservadora dos agentes intervenientes;
- c) incertezas quanto ao risco e responsabilidades;
- d) falta de treinamento e educação;
- e) falta de incentivos para mudar.

3.2 EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO PARA SISTEMAS DE PISOS INTERNOS E SEU REVESTIMENTO

Para determinar as exigências de desempenho mais adequadas para revestimentos de pisos internos, é preciso caracterizar o subsistema de piso, distinguindo as diversas camadas que o compõem, conforme indicado na figura 5.

Figura 5 – Exemplo genérico de um sistema de pisos e seus elementos



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a)

Conforme Barros et al. (1993, p. 4), este sistema age conjuntamente no intuito de suportar as condições de uso ao longo do tempo, através das suas características e propriedades. As camadas constituintes do piso, dependendo dos diferentes níveis de solicitação, podem ser diferenciadas pela técnica construtiva ou pelos materiais empregados. Ainda segundo os autores, o sistema de piso deve apresentar as seguintes funções:

- a) a proteção da estrutura (laje) contra a ação de agentes agressivos, evitando sua degradação precoce e, conseqüentemente, aumentando a sua durabilidade e diminuindo os custos de manutenção dos edifícios;
- b) auxiliar no comportamento global da vedação horizontal, contribuindo para o isolamento termoacústico, a estanqueidade à água e aos gases e a segurança contra o fogo e;
- c) valorizar esteticamente o edifício, pois o piso, em especial sua camada de revestimento, exerce influência significativa na determinação das características estéticas e de qualidade daquele, proporcionando o padrão de acabamento desejado.

A Norma Brasileira NBR 15.575-3/2008 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. vii, 1), que trata dos sistemas de pisos internos, estabelece quais as

exigências de desempenho necessárias a incentivar o desenvolvimento tecnológico e possibilitar as adequações necessárias para a sua utilização, e pode ser aplicada a edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, ou a sistemas de pisos, independentemente do número de pavimentos.

Para complementar as exigências de desempenho da Norma Brasileira, outros tipos de documentações foram utilizadas, tais como, regulamentos e normas de desempenho internacionais e informações técnicas relevantes para sistemas de pisos internos, ou em particular, sua camada de revestimento.

Os regulamentos de desempenho são procedimentos legislativos ou administrativos adotados por lei em determinado sistema jurídico e, incorporam as expectativas do público de como as edificações e instalações devem ser realizadas (BUKOWSKI, 2003, p. [1], tradução nossa). Estes regulamentos normalmente são de natureza qualitativa e expressam as exigências da sociedade. Neste trabalho, foram utilizados os seguintes regulamentos estrangeiros:

- a) União Europeia – *Construction Products Directive*, 1988;
- b) Nova Zelândia – *Building Regulations*, 1992;
- c) Reino Unido – *The Building Regulations*, 2010.
- d) Ontário, Canadá – *Building Code*, 2012;

As normas de desempenho são documentos técnicos mais detalhados, definindo os métodos e critérios de avaliação, e são desenvolvidos com a ajuda de especialistas técnicos e grupos privados, que geralmente possuem interesses particulares (BUKOWSKI, 2003, p. [1], tradução nossa). Estas normas geralmente são de natureza quantitativa e servem de complemento para os regulamentos. Além da Norma Brasileira de Desempenho, foram utilizadas para este trabalho, a Norma Americana ASTM (*American Society for Testing and Materials*) e a Norma Espanhola CTE (*Código Técnico de la Edificación*).

A seguir, estão apresentadas as exigências de desempenho para sistemas de pisos internos, e em particular, sua camada de revestimento. Para cada uma destas exigências, são apresentados os requisitos de desempenho necessários para que este subsistema cumpra as necessidades dos usuários, de acordo com as especificações recomendadas pelas referências bibliográficas acima citadas.

3.2.1 Exigência de segurança estrutural

O principal objetivo da exigência de segurança estrutural é permitir que o edifício, durante sua construção e uso, tenha um comportamento adequado quando submetido a ações e influências previstas (ESPANÃ, 2009a, p. i, tradução nossa). A União Europeia (1994, p. 9-10, tradução nossa) distingue três tipos diferentes de ações para que se cumpram o desempenho estrutural:

- a) permanentes geradas pela gravidade, pressões do solo ou água, etc;
- b) variáveis devido à sobrecarga, ações térmicas, etc;
- c) acidentais tais como choques, explosões ou incêndio.

Conforme as diversas combinações destas ações ao longo do tempo, a Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 4) estabelece que o sistema de pisos deva possuir resistência estrutural e estabilidade de maneira a não sofrer ruína ou deformação, colocando em risco a integridade física do usuário ou provocando insegurança na utilização. *New Zealand* (1992, p. 34, tradução nossa) complementa que este subsistema, ou qualquer outro elemento da edificação, deva ter baixa probabilidade de provocar perdas por deformações excessivas, resposta vibratória, degradação, ou outra característica física ao longo de sua vida útil. Quando submetida a estas mesmas ações, Nascimento (2007, p. 8-9) afirma que a camada de revestimento não pode apresentar fendas, fraturas ou quaisquer outros danos.

A Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 4-5) também exige que o sistema de pisos resista a impactos de corpo-mole e corpo-duro, simulando choques acidentais, e cargas verticais concentradas geradas pela utilização do edifício. Para esta Norma, os pisos não devem apresentar ruína ou danos localizados quando submetidos a estas solicitações. Barros et al. (1993, p. 8) salientam que, quando o revestimento de piso possuir espessuras reduzidas, como no caso dos têxteis e vinílicos, o principal responsável por estes esforços de puncionamento é o substrato.

3.2.2 Exigência de segurança contra incêndio

O objetivo da exigência de segurança em caso de incêndio é proteger os usuários, a um risco aceitável, de danos causados como consequência de um incêndio, através das suas

características de projeto, construção, uso e manutenção (ESPANÃ, 2010a, p. i, tradução nossa). De acordo com *New Zealand* (1992, p. 39, tradução nossa), os objetivos da proteção contra o fogo são:

- a) proteger as pessoas de um risco inaceitável de lesão ou doença causada pelo fogo;
- b) proteger outras propriedades de danos causados pelo fogo;
- c) facilitar as operações de resgate e combate ao fogo.

Procurando atingir estes objetivos, a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 6) define que os critérios necessários para verificar o desempenho dos sistemas de pisos, devem considerar a propagação das chamas, a resistência ao fogo e a facilidade de fuga dos usuários. Também o revestimento de piso, segundo Nascimento (2007, p. 10), no caso de incêndio ou acidente com materiais quentes ou inflamados, de uma maneira geral, não deve:

- a) poder inflamar-se muito facilmente;
- b) propagar muito rapidamente a chama;
- c) liberar gases tóxicos quando da sua combustão (ácidos clorídrico, cianídrico ou seus derivados).

Estas propriedades, segundo Barros et al. (1993, p. 11), estão diretamente relacionadas com o tipo de revestimento de piso utilizado, pois alguns revestimentos podem apresentar facilidade de dar início ao fogo e propagá-lo, como a madeira. Já outros, podem liberar gases tóxicos, como vinílicos e têxteis, apesar de serem auto-extinguíveis.

3.2.3 Exigência de segurança no uso e na operação

A exigência de segurança de utilização tem o objetivo de reduzir os danos causados por acidentes a um limite de risco aceitável para os usuários, de acordo com o uso da edificação ou seus subsistemas (ESPANÃ, 2010b, p. i, tradução nossa). A Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 8-10) determina que as características dos elementos utilizados em pisos devam possibilitar a circulação dos usuários, evitando escorregamentos, quedas ou lesões provocadas pela superfície do piso.

Nascimento (2007, p. 9-10) também relata que os revestimentos de pisos não devem apresentar uma superfície escorregadia, mesmo em locais úmidos ou molhados, evitando-se também ressalto entre áreas contíguas. Determinados revestimentos, segundo Barros et al. (1993, p. 10), podem tornar-se perigosamente escorregadios quando na presença de água, colocando em risco o usuário, mesmo que seu coeficiente de atrito seja adequado em condições normais.

Para evitar lesões ou mortes provocadas por queda, a União Europeia (1994, p. 112) adverte sobre os riscos existentes nas irregularidades da superfície do piso, desnível ou obstáculos inesperados. Por isso, a Norma DB SUA – *Seguridad de utilización y accesibilidad* (ESPANÑA, 2010b, p. 2, tradução nossa) recomenda que as juntas não devam apresentar um ressalto de mais que 4 mm e frestas superiores a 12 mm. Estes desníveis e irregularidades, segundo Barros et al. (1993, p. 10), estão principalmente relacionados com a separação de áreas secas e molhadas.

Segundo Nascimento (2007, p. 10), os usuários também podem sofrer lesões por eletrocussão, causadas por fugas de corrente nos revestimentos de pisos internos e provocadas por problemas na utilização de aparelhos elétricos. Por isso, estes revestimentos devem possuir condutibilidade elétrica suficientemente baixa e, portanto, resistência elétrica alta.

3.2.4 Exigência de estanqueidade

Para a Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 10), o “[...] adequado controle da umidade em um edifício habitacional ou sistema é a chave para o controle de muitas manifestações patológicas que abreviam sua vida útil [...]”, sendo a água seu principal agente de degradação.

A estanqueidade deve ser assegurada pelo revestimento de piso e suas juntas, em todos os locais em que a presença de água for permanente ou prolongada. Também devem ser previstos dispositivos construtivos para evitar a umidade ascendente do solo em pisos de pavimentos térreos (NASCIMENTO, 2007, p. 10). Atualmente, a maior parte das obras não utilizam camadas impermeáveis em pisos de áreas molháveis, deixando para o revestimento a responsabilidade de não permitir a passagem da água (BARROS et al., 1993, p. 8-9).

3.2.5 Exigência de desempenho térmico

O conforto térmico pode ser alcançado através de um conjunto de características inerentes a edificação de forma a limitar adequadamente a demanda energética, visando reduzir o risco de umidade e condensação superficial, além de limitar as perdas e ganhos de calor (ESPANÃ, 2009b, p. i, tradução nossa). Quando um elemento da edificação for submetido a um determinado diferencial de temperatura, este elemento deve fornecer a resistência necessária para a transferência de calor, de modo a minimizar a condensação da superfície mais quente (ONTARIO, 2012, p. 263, tradução nossa).

Nascimento (2007, p. 11-12) afirma que a resistência térmica dos revestimentos de piso também contribui para a redução das perdas térmicas entre pavimentos, apesar de sua pouca espessura. Além disso, informa que para melhorar as condições de conforto no inverno, estes revestimentos aplicados em pisos elevados devem possuir uma baixa condutividade térmica. Outra questão importante para Barros et al. (1993, p. 10), é a diferenciação entre um piso frio de um piso quente. A sensação de conforto do usuário em relação ao piso é relativa a diversos aspectos, tais como, clima, temperatura do ar e do piso, condutividade térmica do material, entre outros.

3.2.6 Exigência de desempenho acústico

A proteção contra ruído tem o objetivo de proteger os usuários de enfermidades produzidas por ruídos nas condições normais de utilização da edificação. Para isso, seus elementos construtivos devem possuir características acústicas adequadas para a redução de ruídos e vibrações, além de limitar o ruído reverberante nos ambientes (ESPANÃ, 2009c, p. i).

Em dormitórios de unidades habitacionais, o projeto e a construção do piso interno deve prover uma razoável resistência à passagem de som e reduzir a reverberação acústica (UNITED KINGDOM, 2010, p. 32). Normalmente, os revestimentos de pisos não empregam sistemas próprios de isolamento acústico, deixando para os materiais utilizados e das técnicas construtivas empregadas à obtenção do desempenho desejado. Esta característica é proporcionada pela maior capacidade do revestimento em se deformar, assim, materiais com menor capacidade resiliente (mais rígidos), transmitem como mais facilidade o som (BARROS et al., 1993, p. 11).

Para o isolamento acústico entre unidades habitacionais distintas, ou entre ambientes de uma mesma habitação, são considerados os requisitos de ruído de impacto no piso e o de ruído aéreo, sendo que o piso tem um importante papel de modo a proporcionar conforto acústico aos ambientes de repouso noturno, lazer e trabalho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 12).

3.2.7 Exigência de saúde, higiene e qualidade do ar

A NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008b, p. 26) define que a edificação e suas partes devem propiciar um desempenho satisfatório em relação à saúde. Para isso, os subsistemas da edificação precisam evitar o crescimento de microorganismos e reduzir a liberação de poluentes no ambiente interno, que podem ser prejudiciais aos seus usuários. Para *New Zealand* (1992, p. 68, tradução nossa), a fim de proteger os usuários de doenças, os materiais utilizados na construção não devem permitir concentrações de gases e partículas sólidas na sua superfície, ou na atmosfera do ambiente.

Nascimento (2007, p. 11) revela que os revestimentos de pisos “[...] não devem exalar, sob a ação do calor ou outras, gases nocivos ou odores incômodos.”. O autor também revela que estes revestimentos não podem ser afetados pelo processo de limpeza, quer por ações de lavagem ou abrasivas. Barros et al. (1993, p. 9) também afirmam que a higiene relativa a camada de revestimento é proporcionada pela facilidade de limpeza e salubridade do piso.

3.2.8 Exigência de conforto tátil, visual e antropodinâmico

Os revestimentos de pisos internos devem possuir na sua superfície, um acabamento suave e uniforme, de maneira a não apresentar rugosidades e defeitos abertos. Além disso, estes revestimentos devem estar presentes em todos os ambientes residenciais (ONTARIO, 2012, p. 501-502, tradução nossa). Para Barros et al. (1993, p. 9), esta regularidade da superfície do piso, denominada planeza, está relacionada tanto com o nivelamento do substrato, quanto com os materiais do revestimento escolhido, devido a espessura do tipo de revestimento.

Nascimento (2007, p. 13-14) afirma que a regularidade do revestimento de piso é necessária para que haja comodidade de locomoção e que, dentro do possível, não apresente defeitos

aparentes que provoquem desconforto visual. Ainda segundo o autor, estes revestimentos devem apresentar uniformidade de cor e brilho, para não provocar contrastes incômodos aos usuários, e também, apresentar uma variação uniforme e contínua ao longo do tempo.

3.2.9 Exigência de durabilidade e manutenibilidade

A Norma ASTM E2136 – 04 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2004, p. 6, 38, tradução nossa) afirma que a durabilidade é a capacidade do edifício e suas partes de manter a sua capacidade de manutenção em um determinado tempo específico. Já a manutenibilidade é a capacidade do edifício e suas partes de executarem as funções para o qual foram projetados neste mesmo tempo. Esta Norma apresenta os seguintes fatores de degradação, que afetam os revestimentos de pisos internos de habitações e os requisitos necessários de durabilidade:

- a) luz do sol – não devem alterar sua cor e textura quando expostos à luz do sol;
- b) impactos pontuais – devem resistir ao impacto de objetos jogados sem sofrer alterações, tais como, rachaduras, lascas, bolhas, mossas, furos;
- c) lavar e esfregar – devem suportar o serviço de limpeza e seus agentes, sem amolecer ou sofrer uma leve abrasão com desbotamento de sua cor;
- d) riscar – devem ter índices aceitáveis de resistência ao risco;
- e) químicos – devem resistir à exposição de agentes químicos sem evidenciar a presença de rachaduras, inchaço e escamação;
- f) manchas – não devem sofrer descoloração, escamação, rachaduras, inchaço ou corrosão, na aplicação e na retirada, de substâncias colorantes comuns utilizadas em residências, tais como, agentes de limpeza, sangue e café.

Segundo Barros et al. (1993, p. 12), outros fatores também podem comprometer a durabilidade dos revestimentos de pisos, são eles:

- a) movimentações de origem térmica, higroscópica ou impostas por ações externas que podem causar fissuração e destacamento do revestimento ou desagregação do conjunto;
- b) utilização de camada de fixação incompatível com o substrato ou revestimento, podendo causar o destacamento ou manchamento deste último;
- c) cultura e proliferação de microorganismos que podem provocar manchas ou mesmo destruir progressivamente os revestimentos;
- d) manchas devido à ação do fogo, que podem ocorrer, principalmente, no caso dos revestimentos têxteis e vinílicos.

A Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 17-18) exige que os sistemas de pisos internos possuam resistência à umidade, resistência ao ataque químico e resistência ao desgaste em uso, e todos estes requisitos de desempenho estão associados, respectivamente, aos fatores de degradação de exposição à água, produtos de limpeza doméstica e esforços mecânicos.

Em relação ao desempenho dos revestimentos de pisos internos, Ontario (2012, p. 502, tradução nossa) afirma que estes devem proporcionar resistência à umidade em áreas de banheiros, cozinhas, áreas de serviço, depósitos e halls de entrada públicos. Os materiais utilizados para os revestimentos destas áreas podem ser de fibras sintéticas, concreto, cerâmica e outros.

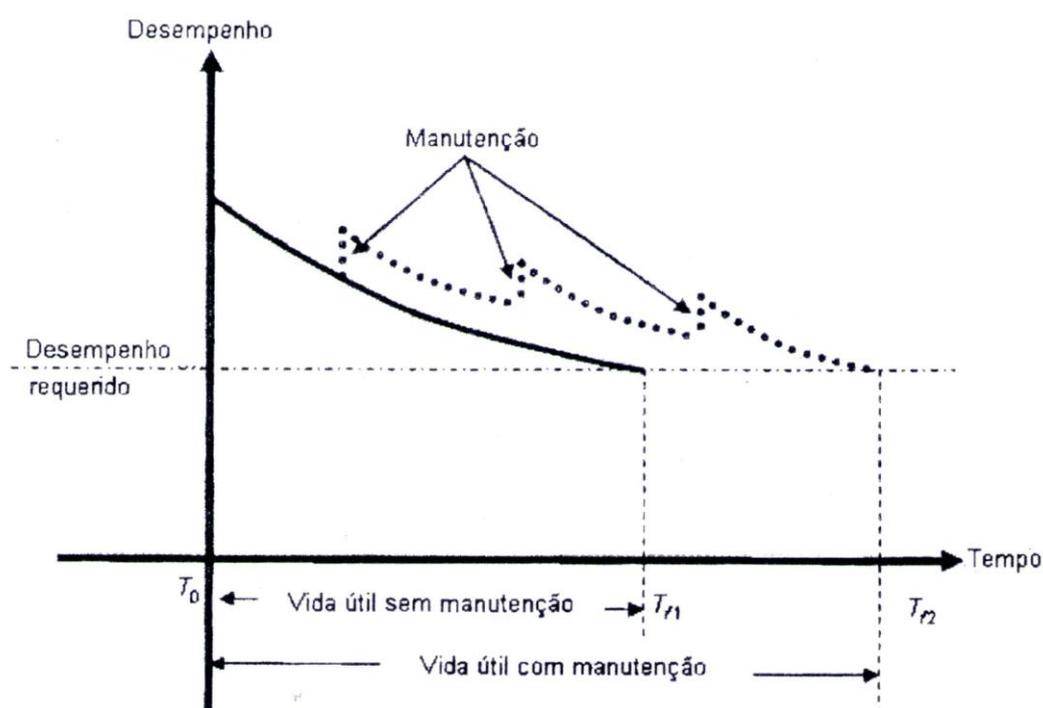
Para Barros et al. (1993, p. 7, 9), estes revestimentos também devem resistir aos ataques de agentes químicos, tais como sabões, detergentes, ácidos, entre outros. Estes produtos estão frequentemente em contato direto com esta camada, seja por quedas acidentais ou pela higienização do piso. Em relação ao desgaste em uso, estes mesmos autores afirmam que os revestimentos de pisos podem ser classificados em função da intensidade de tráfego, e propõem uma classificação aceita internacionalmente, que divide a resistência à abrasão em quatro níveis distintos:

- a) nível 1 – revestimentos para emprego em ambientes de utilização individual com circulação moderada;
- b) nível 2 – revestimentos para emprego em ambientes de utilização individual com circulação normal;
- c) nível 3 – revestimentos para emprego em ambientes de utilização coletiva com circulação normal;
- d) nível 4 – revestimentos para emprego em ambientes de utilização coletiva com circulação intensa.

Complementando os requisitos exigidos pela Norma Brasileira, Nascimento (2007, p. 16) propõe que os revestimentos de pisos internos devam possuir uma resistência ao arrancamento de modo a evitar o seu desprendimento. Para Barros et al. (1993, p. 8), esta resistência de aderência entre o substrato e a camada de revestimento depende do emprego de materiais compatíveis entre ambos, devendo ter sua qualidade comprovada.

Em decorrência destas diversas condições de serviço, a edificação e seus subsistemas não devem alterar suas características funcionais ao longo da vida útil, em função do seu envelhecimento natural. De acordo com a Norma NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008b, p. 38-39), vida útil é o tempo necessário para que a edificação e seus componentes mantenham seu desempenho. Porém, é preciso estipular em projeto, um tempo mínimo e máximo de desempenho, que atenda as exigências do usuário quanto ao custo-benefício do bem adquirido, sendo esta medida estabelecida em norma como sendo a vida útil de projeto (VUP). Segundo esta Norma, os bens duráveis de alto valor, como as edificações, devem sofrer ações de manutenção de seus ocupantes para que sua vida útil seja prolongada, conforme é apresentado na figura 6.

Figura 6 – Desempenho ao longo do tempo



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008b)

Para a Norma ASTM E2136 – 04 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2004, p. 13), o valor da vida útil mínima de projeto para revestimentos de pisos internos é de 3 a 20 anos.

3.2.10 Exigência de adequação ambiental

Apesar de não exigir critérios de desempenho e métodos de avaliação para os sistemas de pisos internos, em relação ao impacto ambiental, a Norma NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008b, p. 30-31) recomenda que, dentro das possibilidades, sejam utilizados materiais de uso sustentável e recicláveis, ou seja, que o ciclo de vida do produto provoque o menor impacto ambiental possível. Quando forem utilizados revestimentos de pisos em madeira, que esta seja com certificação legal e aprovada pelos órgãos ambientais.

4 DESEMPENHO DOS REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS

Este capítulo tem o objetivo de verificar o desempenho dos revestimentos de pisos internos através de um estudo comparativo entre as exigências da Norma Brasileira de Desempenho e as características técnicas apresentadas pelos fornecedores destes revestimentos.

As exigências de desempenho para os revestimentos de pisos internos são descritas em duas partes. A primeira parte relaciona os requisitos de desempenho exigidos pela NBR 15.575-3/2008 e o seu projeto de revisão de 2012, aplicáveis apenas para a camada de revestimento, através de critérios específicos que possam ser medidos e disponibilizados pelos fornecedores. É importante destacar que a NBR 15.575-3/2008 é a primeira versão da Norma Brasileira de Desempenho, tendo sua vigência válida a partir de 2010. Apesar de esta Norma ter sofrido duas alterações recentes, isto não acarreta numa limitação do trabalho, pois este contém o projeto de revisão mais atualizado disponível da Norma, e que deverá entrar em vigor a partir de 2013.

Na segunda parte das exigências de desempenho, são propostos requisitos adicionais a partir de documentação técnica e normativa complementar, vista no capítulo anterior, e que não são exigidos pela Norma Brasileira. Estes requisitos são importantes para avaliar a necessidade de inclusão de novas exigências de desempenho àquelas previstas pela Norma Brasileira. Assim como na primeira parte, os requisitos descritos têm critérios específicos que possam ser medidos e disponibilizados pelos fornecedores.

Com o intuito de apresentar neste trabalho os revestimentos de pisos internos de uso corrente na construção brasileira contemporânea, foi selecionada uma construtora de Porto Alegre para fornecer uma amostra dos tipos de revestimentos por ela utilizados. Desde sua fundação, esta construtora de grande porte incorporou aproximadamente 1,2 milhão de metros quadrados, segundo dados da própria construtora, entregando cerca de 7.200 imóveis em quase 40 anos. O processo de coleta de dados junto à empresa foi estabelecido por e-mail com o propósito de receber os revestimentos de pisos internos utilizados em suas obras, não especificando um número definitivo delas. O material enviado pela empresa consta de planilhas de especificações de acabamento interno e memoriais descritivos de cada obra, em um total de 20 edificações.

Para a obtenção das características técnicas apresentadas pelos fornecedores de revestimentos de pisos internos, este trabalho segue dois princípios básicos. Os revestimentos e fornecedores escolhidos devem obrigatoriamente constar no material enviado pela empresa, caracterizando assim, seu uso na construção. Todas as informações relativas aos revestimentos de pisos devem ser exclusivamente obtidas junto aos sites eletrônicos dos fabricantes, pois são de domínio público e de fácil acesso para qualquer usuário. Assim, todos os revestimentos e seus fabricantes possuem as mesmas condições para a verificação de seu desempenho.

A verificação do desempenho dos revestimentos de pisos internos leva em consideração a quantidade e a qualidade das informações disponibilizadas pelos fornecedores destes revestimentos, e também, se são compatíveis com o estabelecido pela Norma NBR 15.575-3/2008, assim como seu projeto de revisão de 2012. Com isso, a análise destes revestimentos inclui as informações que são atendidas conforme esta Norma, as informações que não estão conforme a Norma Brasileira, mas estão embasadas por outra documentação normativa, e as informações não disponíveis.

4.1 REQUISITOS FUNCIONAIS EXIGIDOS PELA NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO PARA REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS

Para a verificação do desempenho dos revestimentos de pisos internos, é necessário estabelecer os requisitos, critérios e os métodos de avaliação exigidos pela Norma Brasileira em relação a este subsistema específico. Para isso, estão relacionados os requisitos de desempenho da Norma NBR 15.575-3/2008 que foram excluídos pelo seu projeto de revisão de 2012, os requisitos que não sofreram alteração significativa entre as duas versões, e os novos requisitos propostos pelo projeto de revisão de 2012. Todos os requisitos utilizados neste trabalho para a verificação do desempenho estão incluídos nestes três grupos propostos. Esta proposta tem o intuito de estabelecer um comparativo entre as duas versões, listando as mudanças ocorridas desde a sua primeira elaboração.

Este trabalho está relacionado com a camada de acabamento e fixação do sistema de piso interno, portanto, todos os requisitos e critérios de desempenho mencionados a seguir, devem ter aplicabilidade para esta camada de revestimento.

4.1.1 Requisitos de segurança estrutural

Para o projeto de revisão da NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 8-9), os requisitos de estabilidade, resistência estrutural e limitação dos deslocamentos verticais são restritos à camada estrutural e, portanto, não são aplicáveis a camada de revestimento de piso.

Os requisitos para a resistência a impactos de corpo-mole e corpo-duro são aplicáveis aos revestimentos de pisos, pois simulam quedas de objetos que possam danificar a superfície de acabamento. O requisito de cargas verticais concentradas também é aplicável ao revestimento de piso, pois simula deformações pontuais na camada de acabamento.

4.1.1.1 Resistência a impactos de corpo-mole e de corpo-duro

Para resistir aos impactos de corpo-mole a NBR 15.575-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008c, p. 8) estipula que o revestimento de piso deva ser submetido a um ensaio padronizado, através de diferentes energias de impacto, segundo a tabela 1.

Tabela 1 – Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo mole em pisos

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

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008c, p. 9, grifo do autor)

Nesta tabela, os revestimentos de pisos devem resistir, sem apresentar falhas, a energias de impacto de até 360 J, respeitando os limites para deslocamentos instantâneos verticais (d_v) e deslocamentos residuais verticais (d_{vr}). Estes deslocamentos são medidos em milímetros, e correspondem ao afastamento entre a elástica e o plano original da placa, quando submetida ao carregamento. O projeto de revisão da NBR 15.575-3/2012 não aplica este requisito para a camada de revestimento, portanto, é válido apenas para a NBR 15.575-3/2008.

Para a resistência aos impactos de corpo-duro, o projeto de revisão da NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 9) não permite que o revestimento de piso sofra ruptura total com uma energia de impacto de 5J, conforme especificado na tabela 2, e submete a avaliação desta resistência às normas específicas de cada produto utilizado. A Norma NBR 15.575-3/2008 apresenta praticamente os mesmos critérios, portanto, este requisito também é válido para esta versão.

Tabela 2 – Critérios e níveis de desempenho para impacto de corpo duro em sistemas de pisos

Energia de impacto de corpo duro (J)	Critério de desempenho
5	Não ocorrência de ruptura total da camada de acabamento Permitidas falhas superficiais como mossas, lascamentos, fissuras e desagregações
30	Não ocorrência de ruína e traspassamento Permitidas falhas superficiais como mossas, fissuras, lascamentos e desagregações

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 9, grifo do autor)

4.1.1.2 Cargas verticais concentradas

Segundo a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 5), os revestimentos de pisos devem resistir a cargas verticais concentradas de 1 kN aplicadas no ponto mais desfavorável, não devendo portanto, apresentar deslocamentos verticais superiores a $L/500$ (para materiais rígidos) e $L/300$ (para materiais dúcteis). O projeto de revisão da NBR 15.575-3/2012 aplica o mesmo critério para este requisito de desempenho para revestimentos de pisos.

4.1.2 Requisitos de segurança contra incêndio

Os revestimentos de pisos internos, em relação ao requisito de propagação superficial de chamas, podem contribuir para retardar a velocidade do incêndio na superfície do ambiente, se possuírem propriedades incombustíveis ou retardadoras de chamas. Para o requisito de resistência ao fogo, a camada de revestimento tem um papel secundário na propagação do incêndio entre unidades contíguas, em razão da sua reduzida espessura, porém pode contribuir possuindo propriedades incombustíveis. Ao contrário do requisito anterior, a camada de revestimento possui importância fundamental no requisito de facilidade de fuga, pois sua contribuição para a geração de fumaça no ambiente pode ser intensa, dependendo do tipo de material utilizado. Todos estes requisitos estão relacionados com a NBR 15.575-3/2008.

O projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3/2012 unificou os critérios da NBR 15.575-3/2008 em único requisito, a avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso.

4.1.2.1 Propagação superficial de chamas

De acordo com a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 6), os materiais de revestimento utilizados para pisos devem atender às características de propagação de chamas controladas, a partir do índice máximo de propagação de chamas, normatizado pela ABNT NBR 9442². Este índice, que mede o alastramento da combustão na superfície dos materiais, deve apresentar valores menores que os especificados na tabela 3, para diferentes ambientes.

Tabela 3 – Índices máximos de propagação superficial de chamas

Local	Pisos de cozinhas	Pisos de outros locais de uso privativo dentro das habitações, exceto cozinha (dormitórios, sala, área de serviço, banheiro e outros)	Pisos de outros locais de uso comum das habitações (escadas, halls e outros)
Índice máximo de propagação de chamas	150	150	25

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 6, grifo do autor)

2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9442**: materiais de Construção – determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro, 1986.

4.1.2.2 Resistência ao fogo

Segundo a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 3, 7), este requisito é caracterizado pela capacidade do revestimento de piso de isolar a ação do fogo por determinado período, visando à proteção de ambientes contíguos. O índice de medição adotado é o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), que indica o tempo mínimo necessário para o isolamento do ambiente. Este índice é normatizado pela ABNT NBR 5628³, e deverá apresentar valores maiores do que o estabelecido na tabela 4.

Tabela 4 – Resistência mínima ao fogo de pisos de compartimentação entre unidades habitacionais (entrepisos)

Função do piso	Isolamento térmico	Estanqueidade	Estabilidade
	min	min	min
Tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF)	30	30	30

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 7)

4.1.2.3 Facilidade de fuga

A Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 7) adota a densidade ótica de fumaça máxima como critério para a limitação da produção de fumaça. Este índice, normatizado pela ASTM E662⁴, mede a fumaça gerada por materiais sólidos através da aplicação de chama-piloto, e deve ser menor que o definido na tabela 5.

Tabela 5 – Densidade ótica de fumaça máxima do piso (Dm)

Local	Cozinhas, locais de uso privativo ou comum das habitações (dormitórios, sala, banheiro, sala de serviço, escadas, halls etc.)
Densidade ótica de fumaça máxima	450

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 7, grifo do autor)

3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5628**: componentes construtivos estruturais – determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2001.

4 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E662**: standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials. [S. I.], 2012.

4.1.2.4 Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso

Na avaliação do comportamento em relação ao fogo, de acordo com o projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 13-14), a face superior do sistema de piso deve pertencer às classes I, II A, III A ou IV A em toda a edificação, de acordo com a tabela 6.

Tabela 6 – Classificação da camada de acabamento quanto ao comportamento de reação ao fogo da face superior do sistema de piso

Método de ensaio					
Classe		ISO 1182	ABNT NBR 8660	ISO 11925-2 (exp. = 15s)	ASTM E662
I		Incombustível $\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50 \%$; $t_f \leq 10 \text{ s}$	-	-	-
II	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s	Dm ≤ 450
III	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s	Dm ≤ 450
IV	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s	Dm ≤ 450

(fonte: adaptada de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, p. 13, grifo do autor)

Por esta tabela, os materiais de revestimento de classe I (incombustíveis) devem ser avaliados pelo método de ensaio ISO 1182⁵. Por este ensaio, um material deve ser considerado não combustível, se todos os seguintes critérios estão satisfeitos:

- a) o aumento da temperatura média da fornalha (ΔT) não pode exceder 30°C ;
- b) a perda de massa média do material (Δm) não deve exceder 50%;
- c) a duração média de sustentação das chamas (t_f) no corpo de prova não deve exceder 10 segundos;

5 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1182**: reaction to fire tests for products – non-combustibility test. [S. l.], 2010.

Os demais revestimentos combustíveis devem ser analisados através da ABNT NBR 8660⁶, a partir do fluxo crítico, que serve para medir a propriedade de um material manter a chama na sua superfície, quando exposto à radiação térmica. Estes revestimentos também devem ser complementados pelos métodos ISO 11925-2⁷ e ASTM E662⁸, que medem respectivamente, o tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado (FS), e a densidade específica óptica máxima de fumaça (Dm).

4.1.3 Requisitos de segurança no uso e na operação

Os requisitos relativos à segurança no uso e na operação são decorrentes basicamente das propriedades físicas da camada de revestimento. Com isso, a superfície do piso deve apresentar determinadas propriedades que evitem o escorregamento, minimizando o risco de quedas. Para a segurança na circulação, os revestimentos de pisos devem utilizar métodos construtivos próprios, tais como, abertura entre painéis e soleiras entre ambientes, para atingir os valores mínimos exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho. Sobre o requisito de segurança no contato direto, o projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3/2012 alterou o critério de rugosidade exigido pela Norma NBR 15.575-3/2008, estabelecendo o critério de arestas contundentes como proposta. O critério de arestas contundentes é utilizado neste trabalho, pois apresenta um método de avaliação mais simples de ser verificado.

4.1.3.1 Resistência ao escorregamento

A NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 9) adota, para todos os revestimentos, o coeficiente de atrito dinâmico como índice de medição da resistência ao escorregamento, e este deve ser igual ou superior aos valores da tabela 7. Este índice é determinado por ensaio conforme a ABNT NBR 13818⁹, e varia de acordo com

6 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8660**: revestimento de piso – determinação da densidade crítica de fluxo de energia térmica – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

7 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11925-2**: reaction to fire tests – ignitability of products subjected to direct impingement of flame – Part 2 – single-flame source test. [S. l], 2010.

8 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E662**: standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials. [S. l], 2012.

9 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818**: placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

a declividade do piso e sua utilização. O projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3/2012 não apresenta a mesma tabela, porém aplica o mesmo ensaio de avaliação onde o coeficiente de atrito deve ser maior ou igual a 0,4. Com isso, para fins deste trabalho, este requisito pode ser aplicável a ambas as versões da Norma Brasileira, já que os revestimentos de pisos internos utilizados pela construtora não foram aplicados em rampas e escadas.

Tabela 7 – Coeficiente de atrito dinâmico do piso

Situação	Coeficiente de atrito dinâmico do piso	
	Área privativa	Área comum
Declividade $\leq 3\%$	$\geq 0,40$	$\geq 0,40$
$3\% < \text{Declividade} \leq 10\%$	$\geq 0,70$	$\geq 0,85$ ou $\geq 0,70$ com faixa antiderrapante $\geq 0,85$ a cada 10 cm
Escadas	$\geq 0,70$	$\geq 0,70$ ou com faixa antiderrapante $\geq 0,85$ por degrau

(fonte: adaptada de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 9, grifo do autor)

4.1.3.2 Segurança na circulação

Conforme a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 9), os revestimentos de pisos não podem ter desníveis abruptos superiores a 5 mm, e devem ser identificados de forma a facilitar sua visualização. Para o critério de frestas, esta Norma permite abertura máxima de até 4 mm. O projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3/2012 mantém os mesmos critérios utilizados.

4.1.3.3 Segurança no contato direto

Para o projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 19), este requisito tem o objetivo de evitar “[...] lesões em seus usuários, provocadas pelo contato direto de partes do corpo com a superfície do sistema de piso.”. Com isso, a camada de revestimento não pode apresentar arestas contundentes, nem tampouco fragmentos perfurantes que causem risco ao usuário durante a sua utilização.

4.1.4 Requisitos de estanqueidade

A estanqueidade de pisos internos em contato com a umidade do solo não é aplicável à camada de revestimento, pois o sistema construtivo que impede a ascensão da água é a camada de impermeabilização. Contudo, os requisitos de estanqueidade, para pisos de áreas molháveis e molhadas, podem ser aplicados na camada de revestimento, já que quanto menor a absorção de água do material utilizado no revestimento, maior é sua estanqueidade.

4.1.4.1 Estanqueidade de pisos de áreas molháveis da habitação

Com o objetivo de retardar a infiltração de água nestas áreas, cuja presença é eventual, a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 11) indica que estes pisos “[...] quando submetidos a lâminas de água de 30 mm, na cota mais alta, e de 100 mm, na cota mais baixa, por 72 h, não devem permitir a infiltração de água em suas superfícies e nos encontros com as paredes que o delimitam.”. Contudo, para o projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 20), estas áreas molháveis “[...] não são estanques e, portanto, o critério de estanqueidade não é aplicável.”.

4.1.4.2 Estanqueidade de pisos e lajes de áreas molhadas

Para áreas molhadas, cuja presença de água é frequente, o principal objetivo é impedir que a umidade trespasse para os demais elementos da edificação, não devendo permitir assim, a infiltração de água “[...] quando submetidos a uma lâmina de água de 100 mm em seu ponto mais alto, por 72 h.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 11). Para o mesmo critério de desempenho, o projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 20) somente altera a altura da lamina d’água para no mínimo 10 mm em seu ponto mais alto.

4.1.5 Requisitos de desempenho térmico

Os requisitos de desempenho térmico da Norma NBR 15.575-3/2008, assim como seu projeto de revisão de 2012, não apresentam critérios de desempenho exclusivos para a camada de revestimento de piso, portanto, não são aplicáveis de forma individual para os revestimentos.

4.1.6 Requisitos de desempenho acústico

A camada de revestimento tem importância significativa para reduzir o ruído de impacto em piso, visto que, quanto mais deformável for este revestimento, menor é a transmissão do som resultante. Com relação ao isolamento de ruído aéreo, a camada de revestimento, por sua reduzida espessura, pouco influi na passagem de som. Contudo, é importante que esta camada de revestimento possua propriedades ou elementos construtivos atenuadores de som.

4.1.6.1 Ruído de impacto em piso

O projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 22-23) afirma que este requisito deve avaliar a transmissão do som por queda de objetos, ou ruídos similares, através dos ambientes. Para este projeto de revisão, o critério de desempenho é o ruído de impacto aéreo para ensaio de campo, determinado pelo nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado ($L'_{nT,w}$), normatizado pela ISO 717-2¹⁰. Este índice mede em decibéis, conforme tabela 8, o nível de pressão sonora no ambiente abaixo, após um ruído de impacto no piso, portanto quanto menor este índice maior é o isolamento do piso.

Tabela 8 – Critério e nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado, $L'_{nT,w}$

Elemento	$L'_{nT,w}$ dB
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	≤ 80
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas	≤ 55

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 23, grifo do autor)

A Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 13), para o mesmo critério anterior, determina que a laje sem tratamento acústico deva

10 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 717-2**: acoustics – rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – part 2: impact sound insulation. [S. l], 1996.

possuir $L'_{nT,w} < 80$ dB. Por ser mais atual, este trabalho adota o critério de desempenho estabelecido pelo projeto de revisão de 2012.

4.1.6.2 Isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades habitacionais

Segundo a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 14), este requisito é utilizado para reduzir o ruído de som aéreo provenientes de uso normal de utilização da habitação. Os critérios utilizados são a diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$), ou o índice de redução sonora ponderada para pisos (R_w), normatizados pela ISO 717-1¹¹. Estes índices medem em decibéis, o nível de isolamento aéreo entre ambientes distintos, em ensaios de campo ou laboratório respectivamente, conforme a tabela 9.

Tabela 9 – Critérios de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$ para ensaios de campo e R_w para ensaios em laboratório

Elemento	Campo $D_{nT,w}$ dB	Laboratório R_w dB
Piso de unidade habitacional, posicionado sobre áreas comuns, como corredores	35	40
Piso separando unidades habitacionais autônomas (piso separando unidades habitacionais posicionadas em pavimentos distintos)	40	45

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 14, grifo do autor)

A alteração proposta pelo projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 23) foi retirar o critério de ensaio de laboratório (R_w) e alterar os critérios de diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$), conforme a tabela 10. Assim como no requisito anterior, pela atualidade, este trabalho adota o critério de desempenho estabelecido pelo projeto de revisão de 2012.

¹¹ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 717-1**: acoustics – rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – part 1: airborne sound insulation. [S. l], 1996.

Tabela 10 – Critérios de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$

Elemento	$D_{nT,w}$ dB
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório	≥ 45
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos	≥ 40
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	≥ 45

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 23, grifo do autor)

4.1.7 Requisitos de saúde, higiene e qualidade do ar

A Norma NBR 15.575-3/2008, assim como o como seu projeto de revisão de 2012, não apresenta nenhum critério específico de saúde, higiene e qualidade do ar para os revestimentos de pisos internos. Contudo, o projeto de revisão da Norma NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012b, p. 23) propõe que os “[...] materiais, equipamentos e sistemas empregados na edificação não podem liberar produtos que poluam o ar em ambientes confinados, originando níveis de poluição acima daqueles verificados no entorno.”. Apesar deste projeto de revisão não apresentar nenhum critério específico de limitação destes poluentes, o requisito de qualidade do ar é válido para determinar os tipos de poluentes liberados pelos materiais da camada de revestimento de piso interno.

4.1.8 Requisitos de conforto tátil, visual e antropodinâmico

Apesar de limitar as ondulações da camada de revestimento, o requisito de homogeneidade quanto à planeza do piso está relacionado principalmente com o método construtivo empregado e a regularização da camada de contrapiso. Para a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 19-20), esta regularidade do piso pode ser estabelecida pelo fator de planeza, determinado por um método de avaliação na superfície do revestimento, e é calculado através de uma série de medidas em diversos locais e posições.

Para os objetivos deste trabalho, no entanto, o requisito de homogeneidade quanto à planicidade da camada de acabamento do sistema de piso, proposto pelo projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 27), apresenta um critério de avaliação mais simples de ser verificado. Qualquer irregularidade da camada de revestimento não pode ultrapassar 3 mm em relação a uma régua de 2 m de comprimento. Portanto, este critério é utilizado neste trabalho.

4.1.9 Requisitos de durabilidade e manutenibilidade

Todos os requisitos de durabilidade e manutenibilidade são aplicáveis à camada de revestimento de piso, pois todos os subsistemas da edificação apresentam perdas de rendimento ao longo do tempo, decorrente da sua utilização usual.

4.1.9.1 Resistência à umidade dos pisos de áreas molháveis

Pela Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 17) o critério de desempenho para resistência à umidade em áreas molháveis é a ausência de danos em pisos quando expostos:

[...] a uma lâmina de água com altura mínima de 30 mm na cota mais alta e altura máxima de 100 mm na cota mais baixa, por um período de 72 h, não devem apresentar, após 24 h da retirada da água, danos como bolhas, fissuras, empolamentos, destacamentos, descolamentos, delaminações, eflorescências, desagregação superficial e outros.

Para o projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 24), com o intuito de apresentar uma maior abrangência à exposição à água, a camada de revestimento também deve possuir resistência à umidade em áreas molhadas. Além disso, o critério de ausência de danos foi alterado para uma altura de lâmina d'água de 10 mm na cota mais alta. Pela diferença mais acentuada entre os critérios de desempenho de ambas as versões da Norma Brasileira, este trabalho adota as duas versões para este requisito.

4.1.9.2 Resistência ao ataque químico dos pisos de áreas molhadas e molháveis

O critério de desempenho utilizado pela NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 17) é a ausência de danos visíveis, tais como amolecimento superficial, bolhas, manchas e outros. Por esta Norma todos os revestimentos de pisos devem ser submetidos à exposição dos seguintes agentes químicos:

- a) solução de ácido cítrico a 10 %;
- b) solução de ácido acético a 10 %;
- c) solução de ácido láctico a 10 %;
- d) solução de hidróxido de amônio a 10 %;
- e) solução de hipoclorito de sódio a 10 %;
- f) solução de hidróxido de sódio a 10 %;
- g) solução de 0,08g de alquil-anil-sulfonato, 0,3 g de fosfato trissódico em 1 L de água.

Em relação ao projeto de revisão da Norma NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012a, p. 25), os métodos de avaliação devem ser atendidos por Normas específicas de cada componente do revestimento. Além disso, propõe um método de avaliação para revestimentos não normatizados, em ambientes de uso para áreas secas e molhadas. Também pela diferença mais acentuada entre os critérios de desempenho de ambas as versões da Norma Brasileira, este trabalho adota as duas versões.

4.1.9.3 Resistência ao desgaste em uso

Como não é possível estabelecer um critério único de desgaste por abrasão, risco ou indentação para os diversos tipos de revestimentos de pisos, o método de avaliação do material especificado em projeto está de acordo com as Normas prescritivas de cada material. Isto decorre das características superficiais próprias do material empregado, além do tipo de esforço e das condições de utilização (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a, p. 18). O mesmo é válido para o projeto de revisão da Norma de 2012.

4.1.9.4 Vida útil

A tabela 11 mostra os valores da vida útil de projeto (VUP) dos sistemas da edificação, e em destaque, dos pisos internos, segundo a NBR 15.575-1. É conveniente lembrar que o valor da VUP se refere ao sistema de piso interno, no qual está embutido o revestimento de piso. O projeto de revisão da Norma NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012b, p. 35) também apresenta vida útil mínima de 13 anos para a camada de revestimento.

Tabela 11 – Vida útil de projeto mínima e superior (VUP)

Sistema	VUP (anos)	
	Mínimo	Superior
Estrutura	≥ 40	≥ 60
Pisos internos	≥ 13	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 30

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008b, p. 43, grifo nosso)

4.1.10 Requisitos de adequação ambiental

Os requisitos de adequação ambiental da Norma NBR 15.575-3/2008, assim como seu projeto de revisão de 2012, apresentam somente recomendações de projeto e alternativas de materiais a serem utilizados. Como não exige nenhum critério de desempenho exclusivo para a camada de revestimento de piso, não são aplicáveis de forma individual para os revestimentos.

4.2 REQUISITOS ADICIONAIS DE DESEMPENHO PARA REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS

Para complementar as informações e exigências da Norma Brasileira de Desempenho para os revestimentos de pisos internos, este trabalho buscou apresentar requisitos adicionais de desempenho embasado em documentação técnica e normativa internacional. O objetivo proposto é verificar a importância destas características, que não estão incluídas na Norma Brasileira, para o melhor atendimento das necessidades do usuário, e da adequada utilização dos revestimentos de pisos internos. A seguir, estão descritos os requisitos de desempenho propostos por este trabalho.

4.2.1 Requisito adicional de segurança no uso e na operação

Para tornar segura a circulação do usuário, o revestimento de piso interno, nas condições usuais de serviço, não deve permitir o risco de eletrocussão, causados por fugas de corrente elétrica, ou por armazenamento de carga estática. Os materiais da camada de revestimento devem possuir propriedades de resistência elétrica ou soluções tecnicamente adequadas de isolamento. Estes revestimentos também devem possuir dificuldade de armazenar carga estática.

4.2.2 Requisitos adicionais de desempenho térmico

Para dificultar a formação de condensação superficial, a camada de revestimento deve possuir baixa condutividade térmica, de maneira a evitar a rápida transferência de calor entre as superfícies de contato, possibilitando assim, uma redução na umidade do ambiente e consequentemente uma menor degradação do revestimento.

A camada de revestimento, apesar da sua reduzida espessura, também deve contribuir para o isolamento térmico entre unidades habitacionais autônomas, principalmente em ambientes expostos a constante insolação. Com isso, a resistência térmica do revestimento deve ser elevada o suficiente para reduzir as perdas térmicas entre pavimentos e melhorar o conforto térmico dos usuários.

4.2.3 Requisito adicional de conforto visual

O conforto visual está relacionado com a satisfação do usuário pela qualidade da superfície do revestimento em relação à harmonia das cores e dimensões, apesar de ser uma característica subjetiva e de difícil avaliação (BARROS et al., 1993, p. 11). Com isso, os revestimentos de pisos internos devem possuir homogeneidade quanto à cor, de modo a não provocar contrastes incômodos aos usuários.

4.2.4 Requisito adicional de durabilidade

Os revestimentos de pisos internos, quando submetidos aos esforços decorrentes de sua utilização, devem possuir resistência ao arrancamento de maneira a evitar descolamentos parciais ou totais, que podem reduzir sua vida útil e aumentar o risco de acidentes. Com isso, os materiais utilizados na camada de acabamento e fixação devem possuir propriedades de aderência compatíveis com o substrato, e também resistir aos diversos agentes degradantes ao longo do tempo.

4.3 RESUMO DOS REQUISITOS DE DESEMPENHO

Com o intuito de obter uma melhor compreensão na verificação do desempenho dos revestimentos de pisos internos, é necessário estabelecer um resumo dos requisitos funcionais exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho, além dos requisitos adicionais propostos, que são utilizados neste trabalho. Este resumo é apresentado no quadro 1, onde os requisitos de desempenho estão agrupados em relação a cada uma das exigências de desempenho vistas anteriormente. Estes requisitos estão diferenciados em quatro grupos, representado neste quadro com cores distintas:

- a) exigidos pela Norma NBR 15.575-3/2008 e excluídos pelo projeto de revisão da NBR 15.575-3/2012 – quadro com fundo na cor branca;
- b) exigidos pela Norma NBR 15.575-3/2008 e mantidos pelo projeto de revisão da NBR 15.575-3/2012 – quadro com fundo na cor cinza claro;
- c) exigidos apenas pelo projeto de revisão da NBR 15.575-3/2012 – quadro com fundo na cor cinza escuro;
- d) adicionais propostos – quadro com fundo na cor bege.

Quadro 1 – Resumo dos requisitos de desempenho

REQUISITOS DE DESEMPENHO		NORMA RELACIONADA
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	NBR 15.575-3/2008
	Resistência a impactos de corpo-duro	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Cargas verticais concentradas	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao fogo	NBR 15.575-3/2008
	Facilidade de fuga	NBR 15.575-3/2008
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	NBR 15.575-3/2012
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança na circulação	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança no contato direto	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Risco de eletrocussão	REQUISITO ADICIONAL PROPOSTO
Estanqueidade	Estanqueidade de pisos de áreas molháveis	NBR 15.575-3/2008
	Estanqueidade de pisos de áreas molhadas	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Desempenho Térmico	Conforto térmico	REQUISITO ADICIONAL PROPOSTO
Saúde, higiene e qualidade do ar	Poluentes na atmosfera interna à habitação	NBR 15.575-3/2012
Conforto Táctil, Visual e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	NBR 15.575-3/2012
	Homogeneidade quanto à cor	REQUISITO ADICIONAL PROPOSTO
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao desgaste em uso	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Vida útil de projeto	NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	NBR 15.575-3/2012
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	NBR 15.575-3/2012
	Resistência ao arrancamento	REQUISITO ADICIONAL PROPOSTO

(fonte: elaborado pelo autor)

Este quadro apresenta um total de vinte e seis requisitos de desempenho, sendo que vinte e dois requisitos são exigidos pela Norma Brasileira e quatro requisitos são propostos. A mesma estrutura deste quadro é utilizada no decorrer do trabalho, respeitando a ordem e as cores definidas para os diversos requisitos de desempenho.

4.4 SELEÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS

Após serem definidos os requisitos de desempenho necessários para que os revestimentos de pisos internos atendam às exigências dos usuários, nas condições usuais de serviço, é preciso selecionar os tipos de revestimentos de uso corrente na construção Brasileira. Para isso, foi escolhida uma construtora de Porto Alegre como referência para determinar estes revestimentos. Apesar de construir várias edificações por ano, esta construtora de grande porte não pode representar a diversidade dos materiais e técnicas construtivas empregados em Porto Alegre, ou ainda, no país. Porém, para o desenvolvimento deste trabalho, é um exemplo válido como referência contemporânea.

Com o propósito de obter uma amostra de obras, foi solicitado à construtora, que enviasse o maior número de construções realizadas nos últimos anos, não especificando uma quantidade exata. Sendo assim, a construtora selecionou e enviou um total de vinte obras com data de conclusão a partir de 2010, com seus memoriais descritivos e especificações de acabamentos internos, possibilitando uma visualização completa das informações de cada obra.

A primeira etapa de seleção dos revestimentos de pisos internos utilizados neste trabalho é agrupar estas obras em faixas diferenciadas de uso e padrão de acabamento. O objetivo desta classificação é estabelecer os tipos de revestimentos utilizados nos diversos empreendimentos, considerando seu uso, residencial ou comercial, e do preço médio da área privativa de suas unidades habitacionais. O quadro 2 apresenta esta classificação em quatro grupos, sendo que, do total de obras, três são comerciais e dezessete residenciais. Neste quadro, também é informado o ano de conclusão ou previsão de conclusão de cada obra, e suas áreas privativas.

Apesar da Norma NBR 15.575-3/2008 ser aplicada para sistemas de pisos internos de edifícios habitacionais, também pode ser utilizada individualmente para quaisquer sistemas de pisos, visto que os revestimentos utilizados nas edificações comerciais deste trabalho são basicamente os mesmos dos residenciais.

Quadro 2 – Classificação das obras da construtora

TIPO DE EMPREENDIMENTO	OBRAS	ANO DE CONCLUSÃO	ÁREA PRIVATIVA (m ²)
COMERCIAL	Obra 01	Concluída (2011)	40 a 57
	Obra 02	Em Andamento (2013)	34 a 66
	Obra 03	Em Andamento (2013)	41 a 65
RESIDENCIAL 1 R\$ 200.000,00 a R\$ 500.000,00	Obra 04	Concluída (2011)	56 a 86
	Obra 05	Concluída (2011)	61 a 83
	Obra 06	Concluída (2011)	62 a 74
	Obra 07	Concluída (2012)	61 a 83
	Obra 08	Concluída (2012)	68 a 82
	Obra 09	Em Andamento (2013)	62 a 74
	Obra 10	Em Andamento (2013)	68 a 83
	Obra 11	Em Andamento (2014)	68 a 105
RESIDENCIAL 2 R\$ 500.000,00 a R\$ 1.000.000,00	Obra 12	Concluída (2010)	125 a 148
	Obra 13	Concluída (2011)	92
	Obra 14	Concluída (2011)	102 a 129
	Obra 15	Concluída (2012)	125 a 146
	Obra 16	Em Andamento (2013)	120
	Obra 17	Em Andamento (2014)	75 a 107
RESIDENCIAL 3 acima de R\$ 1.000.000,00	Obra 18	Concluída (2010)	165 a 182
	Obra 19	Concluída (2012)	223
	Obra 20	Em Andamento (2014)	244

(fonte: elaborado pelo autor)

As obras residenciais estão divididas em três faixas segundo o preço médio da área privativa de suas unidades habitacionais, através de pesquisa em sites eletrônicos de diversas imobiliárias. Todas as obras são recentes, portanto, os revestimentos de pisos utilizados são de uso corrente na construção. Na tabela, é possível identificar a correlação entre a área privativa e o valor dos imóveis, ou seja, conforme o preço do imóvel aumenta, sua área privativa média também aumenta.

O quadro 3 apresenta todos os revestimentos de pisos internos utilizados pela construtora nas obras selecionadas, seguindo a mesma classificação dos grupos. É importante ressaltar que a construtora não especifica estes revestimentos em algumas áreas privativas das edificações residenciais dos grupos 1 e 2, tais como, estar/jantar e dormitórios. A definição do tipo de revestimento, para estas áreas específicas, fica a cargo do usuário que adquirir o imóvel.

Quadro 3 – Revestimentos de pisos internos utilizados pela construtora

OBRAS	REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS						
Obra 01	Grés A	Porcelanato A	Mármore	Vinílico A	Carpete A	-	-
Obra 02	Grés B	Porcelanato B	-	-	Carpete B	-	-
Obra 03	Grés A	Porcelanato A	Mármore	Vinílico A	Carpete B	-	-
Obra 04	Grés A	Porcelanato A	Mármore	Vinílico A	-	Madeira	-
Obra 05	Grés B	-	-	-	-	-	Laminado A
Obra 06	Grés B	-	-	-	-	-	-
Obra 07	Grés B	-	-	Vinílico A	-	-	-
Obra 08	Grés A/B	Porcelanato A/B	-	Vinílico A	-	-	-
Obra 09	Grés A/B	Porcelanato A	-	Vinílico A	-	-	Laminado A
Obra 10	Grés B	Porcelanato B	-	Vinílico A	-	-	-
Obra 11	Grés B	Porcelanato B	-	Vinílico A	-	-	-
Obra 12	Grés C	Porcelanato B	-	Vinílico A	-	-	-
Obra 13	Grés C	Porcelanato A/B	Granito	-	-	-	-
Obra 14	Grés A/B	Porcelanato B	Mármore	Vinílico A	-	-	-
Obra 15	Grés A/C	Porcelanato A/B	-	Vinílico A	-	-	-
Obra 16	Grés B	Porcelanato B	-	Vinílico A	-	-	-
Obra 17	Grés B	Porcelanato B	-	Vinílico A	-	-	-
Obra 18	Grés C	Porcelanato C	Mármore	Vinílico B	-	Madeira	Laminado A
Obra 19	Grés A	Porcelanato A	-	Vinílico A	-	Madeira	Laminado B
Obra 20	Grés B	Porcelanato A/D	Mármore	Vinílico A	-	Madeira	Laminado C

(fonte: elaborado pelo autor)

Neste quadro, estão todos os revestimentos de pisos utilizados nas vinte obras, num total de sete tipos, especificando os diferentes fornecedores por letras. Os revestimentos cerâmicos, separados pela classificação de absorção d'água em grés e porcelanato, são aplicados em todas as obras, sendo que a grés é utilizada em áreas menos nobres, como áreas de serviço. Já o porcelanato, por ter maior custo, é utilizado nas principais áreas condominiais de todas as edificações, e nas áreas privativas das edificações residenciais dos grupos 2 e 3. Os revestimentos de piso de pedra e madeira são utilizados em algumas áreas condominiais de edificações de uso comercial, como hall de entrada, e em edificações residenciais com padrão de acabamento mais alto. Os revestimentos vinílicos são utilizados nas áreas de recreação e ginástica de quase todas as obras. O piso laminado é utilizado principalmente nas áreas privativas das edificações residenciais do grupo 3, tais como estar/jantar, dormitórios e circulações. Finalmente, o carpete é utilizado em auditórios e salas de reuniões das obras comerciais.

Os critérios de seleção adotados neste trabalho, para os revestimentos de pisos internos, leva em consideração a quantidade das obras em que é utilizado o revestimento, e a importância do revestimento para determinados ambientes da edificação. Com isso, os revestimentos de pisos internos selecionados são:

- a) cerâmico;
- b) vinílico;
- c) laminado;
- d) têxtil de carpete.

O grés e o porcelanato estão no mesmo grupo de revestimento cerâmico, pois suas características e especificações são similares em relação aos requisitos de desempenho. A importância para o trabalho está na sua abrangência de utilização, visto que está presente em todas as obras e ambientes. O revestimento vinílico é importante por sua grande utilização em áreas de atividade física intensa. O piso laminado é o único revestimento utilizado em estar/jantar e dormitórios de áreas privativas, em relação a esta amostra de obras residenciais. O carpete é o único tipo de revestimento de piso utilizado nas obras comerciais, e também porque pode ser utilizado em edifícios residenciais.

4.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS SELECIONADOS

Cada um dos revestimentos de pisos selecionados deve apresentar características específicas para todos os requisitos de desempenho vistos anteriormente. Estas características devem estar em conformidade com os critérios adotados pela Norma Brasileira de Desempenho, ou conter informações técnicas e normativas alternativas relacionadas ao requisito. Estes dados são obtidos dos sites eletrônicos de dois fornecedores utilizados pela construtora para cada revestimento de piso. Com isso, as informações relativas a todos os fornecedores e revestimentos são obtidas da mesma forma, assim como as informações não disponíveis.

Estas características técnicas indicadas pelos fornecedores são apresentadas em quadros contendo os requisitos da Norma Brasileira de Desempenho e os adicionais propostos conforme o padrão adotado anteriormente.

4.5.1 Revestimentos cerâmicos

Todos os fornecedores de revestimentos cerâmicos indicados pela construtora apresentam sites eletrônicos próprios com informações técnicas de seus produtos, além de permitir o acesso a manuais, catálogos e orientações construtivas. Os fornecedores B e C se destacaram dos demais por apresentar mais informações individuais sobre os diferentes tipos e tamanhos de revestimentos cerâmicos utilizados pela construtora.

4.5.1.1 Revestimento cerâmico do fornecedor B

As características do fornecedor B para revestimento cerâmico são apresentadas no quadro 4. Do total de vinte e seis requisitos de desempenho, onze apresentam informações disponíveis. Os requisitos de segurança estrutural, segurança contra incêndio, segurança no contato direto, desempenho acústico, saúde e vida útil não possuem informações disponíveis pelo fabricante.

Quadro 4 – Características do revestimento cerâmico – Fornecedor B

Requisitos de Desempenho		Revestimento Cerâmico - Fornecedor B
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	Coefficiente de atrito $\geq 0,4$ conforme a NBR 13818 Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança no contato direto	Não apresenta arestas contundentes Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Estanqueidade	Estanqueidade de pisos de áreas molháveis	Não apresenta teste de estanqueidade, porém apresenta valores de absorção d'água
	Estanqueidade de pisos de áreas molhadas	Não apresenta teste de estanqueidade, porém apresenta valores de absorção d'água
Conforto Tátil, Visual e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Variação das dimensões conforme NBR 13818 Atende NBR 15.575-3/2012
	Homogeneidade quanto à cor	Variação de tonalidade de acordo com NBR 13818
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Apresenta teste de umidade conforme a NBR 13818, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	Resistência ao ataque químico em conformidade com a NBR 13818, mas não conforme NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao desgaste em uso	Resistência ao desgaste conforme a NBR 13818 Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	Apresenta teste de umidade conforme a NBR 13818, porém diferente da NBR 15.575-3/2012
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Resistência ao ataque químico em conformidade com a NBR 13818 - Atende NBR 15.575-3/2012

(fonte: elaborado pelo autor)

4.5.1.2 Revestimento cerâmico do fornecedor C

As características do fornecedor C para revestimento cerâmico são apresentadas no quadro 5. Do total de vinte e seis requisitos de desempenho, doze apresentam informações disponíveis. Os requisitos de segurança estrutural, segurança contra incêndio, desempenho acústico, saúde e vida útil não possuem informações disponíveis pelo fabricante.

Quadro 5 – Características do revestimento cerâmico – Fornecedor C

Requisitos de Desempenho		Revestimento Cerâmico - Fornecedor C
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	Coefficiente de atrito $\geq 0,4$ conforme a NBR 13818 Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança na circulação	Valor de fresta e desnível indicados no manual Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança no contato direto	Não apresenta arestas contudentes Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Estanqueidade	Estanqueidade de pisos de áreas molháveis	Não apresenta teste de estanqueidade, porém apresenta valores de absorção d'água
	Estanqueidade de pisos de áreas molhadas	Não apresenta teste de estanqueidade, porém apresenta valores de absorção d'água
Conforto Táctil, Visual e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Variação das dimensões conforme NBR 13818 Atende NBR 15.575-3/2012
	Homogeneidade quanto à cor	Variação de tonalidade de acordo com NBR 13818
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Apresenta teste de umidade conforme a NBR 13818, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	Resistência ao ataque químico em conformidade com a NBR 13818, mas não conforme NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao desgaste em uso	Resistência ao desgaste conforme a NBR 13818 Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	Apresenta teste de umidade conforme a NBR 13818, porém diferente da NBR 15.575-3/2012
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Resistência ao ataque químico em conformidade com a NBR 13818 - Atende NBR 15.575-3/2012

(fonte: elaborado pelo autor)

4.5.2 Revestimentos vinílicos

A construtora utilizou apenas dois fornecedores de revestimentos vinílicos em todas as obras. Assim como nos revestimentos cerâmicos, estes fornecedores também apresentam sites eletrônicos próprios com informações técnicas de seus produtos.

4.5.2.1 Revestimento vinílico do fornecedor A

As características do fornecedor A para revestimento vinílico são apresentadas no quadro 6.

Quadro 6 – Características do revestimento vinílico – Fornecedor A

Requisitos de Desempenho		Revestimento Vinílico - Fornecedor A
Segurança Estrutural	Cargas verticais concentradas	Resistência a carga pontual conforme EN 1516 e diferente da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	Propagação superficial de chamas < 150mm em 15s Conforme NBR 9442 - Atende NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao fogo	Resistência ao fogo conforme NBR 8660, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Facilidade de fuga	Densidade ótica de fumaça ≤ 450 Conforme ASTM E662 - Atende NBR 15.575-3/2008
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Classe IIA Conforme NBR 8660 - Atende NBR 15.575-3/2012
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	Resistência ao escorregamento conforme EN 13893 e diferente da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança na circulação	Valor de fresta e desnível indicados no manual Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança no contato direto	Não apresenta arestas contundentes Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Risco de eletrocussão	Resistência a condutividade elétrica e carga estática Conforme EN 1815
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	Absorção de ruído ao impacto de 2 dB a 14 dB Conforme EN ISO 717/2
Desempenho Térmico	Conforto térmico	Condutividade térmica e resistência térmica Conforme EN 12524
Saúde, higiene e qualidade do ar	Poluentes na atmosfera interna à habitação	Material com baixa emissão segundo certificado LEED
Conforto Táctil, Visual e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Material flexível e plano Planicidade depende do nivelamento do substrato
	Homogeneidade quanto à cor	Estabilidade da cor conforme EN ISO 105-B02
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	Resistência ao ataque químico conforme EN 423, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao desgaste em uso	Resistência ao desgaste conforme EN 660-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Vida útil de projeto	Garantia de 5 a 15 anos
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	Resistente a pouca quantidade de água Não apresenta teste específico
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Resistência ao ataque químico conforme EN 423, porém diferente da NBR 15.575-3/2012

(fonte: elaborado pelo autor)

Do total de vinte e seis requisitos de desempenho, dezenove apresentam informações disponíveis, sendo que, os dois requisitos de estanqueidade não são aplicáveis a este tipo de revestimento, pois a camada de fixação não é resistente à água. Os requisitos de resistência a impactos de corpo-mole e corpo-duro, isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades habitacionais e resistência à umidade em áreas molháveis não possuem informações disponíveis pelo fabricante.

4.5.2.2 Revestimento vinílico do fornecedor B

As características do fornecedor B para revestimento vinílico são apresentadas no quadro 7. Do total de vinte e seis requisitos de desempenho, vinte e um apresentam informações disponíveis, sendo que, os dois requisitos de estanqueidade não são aplicáveis a este tipo de revestimento, conforme visto anteriormente. Os requisitos de isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades habitacionais e resistência à umidade em áreas molháveis não possuem informações disponíveis pelo fabricante.

Quadro 7 – Características do revestimento vinílico – Fornecedor B

Requisitos de Desempenho		Revestimento Vinílico - Fornecedor B
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	Resistência a impactos conforme EN 1517, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência a impactos de corpo-duro	Resistência a impactos conforme EN 1517, porém diferente da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Cargas verticais concentradas	Resistência a carga pontual conforme EN 1516 e diferente da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	Propagação superficial de chamas conforme EN 13501-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao fogo	Resistência ao fogo conforme EN 13501-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Facilidade de fuga	Facilidade de fuga conforme EN 13501-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Reação ao fogo conforme EN 13501-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2012
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	Resistência ao escorregamento conforme EN 13036-4 e diversa da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança na circulação	Valor de fresta e desnível indicados no manual Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança no contato direto	Não apresenta arestas contundentes Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Risco de eletrocussão	Resistência a condutividade elétrica e carga estática Conforme EN 1815
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	Absorção de ruído ao impacto de 13 dB a 14 dB Conforme EN ISO 717/2
Desempenho Térmico	Conforto térmico	Condutividade térmica e resistência térmica Conforme EN 12667
Saúde, higiene e qualidade do ar	Poluentes na atmosfera interna à habitação	Apresenta laudo técnico Não libera substâncias perigosas
Conforto Tátil, Visual e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Material flexível e plano Planicidade depende do nivelamento do substrato
	Homogeneidade quanto à cor	Estabilidade da cor conforme EN ISO 105-B02
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	Apresenta alta resistência a ácidos e álcalis diluídos Não apresenta norma específica
	Resistência ao desgaste em uso	Resistência ao desgaste conforme EN ISO 5470-1 e diferente da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Vida útil de projeto	Vida útil de projeto de 10 a 15 anos
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	Resistente a pouca quantidade de água Não apresenta teste específico
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Resistência ao ataque químico conforme EN 423, porém diferente da NBR 15.575-3/2012

(fonte: elaborado pelo autor)

4.5.3 Revestimentos laminados

A construtora utilizou três fornecedores de revestimentos vinílicos em todas as obras, e estes também apresentam sites eletrônicos próprios com informações técnicas variadas. Os fornecedores A e B se destacaram por apresentar um maior número de informações individuais.

4.5.3.1 Revestimento laminado do fornecedor A

As características do fornecedor A para revestimento laminado são apresentadas no quadro 8. Do total de vinte e seis requisitos de desempenho, dezesseis apresentam informações disponíveis, sendo que, ambos os requisitos de estanqueidade não são aplicáveis ao revestimento laminado, pois estes devem ser utilizados em áreas de pouca, ou nenhuma, presença de água. Pelo mesmo motivo anterior, os requisitos de resistência à umidade e resistência ao ataque químico em áreas molhadas não podem ser aplicáveis a este revestimento. Os requisitos de cargas verticais concentradas, resistência ao escorregamento e isolamento de ruído aéreo não possuem informações disponíveis pelo fabricante.

Quadro 8 – Características do revestimento laminado – Fornecedor A

Requisitos de Desempenho		Revestimento Laminado - Fornecedor A
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	Resistência a impactos conforme EN 13329, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência a impactos de corpo-duro	Resistência a impactos conforme EN 13329, porém diferente da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	Propagação superficial de chamas conforme EN 13501-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao fogo	Resistência ao fogo conforme EN 13501-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Facilidade de fuga	Facilidade de fuga conforme EN 13501-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Reação ao fogo conforme EN 13501-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2012
Segurança no Uso e na Operação	Segurança na circulação	Valor de fresta e desnível indicados no manual Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança no contato direto	Não apresenta arestas contundentes Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Risco de eletrocussão	Resistência a carga estática conforme EN 13329
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	Apresenta redução de ruído de impacto em cerca de 31% no ambiente e 17 dB entre pavimentos
Saúde, higiene e qualidade do ar	Poluentes na atmosfera interna à habitação	Apresenta classificação para emissão de formaldeído
Conforto Táctil e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Variação das dimensões conforme EN 13329 Atende NBR 15.575-3/2012
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Resistente à umidade Não apresenta teste específico
	Resistência ao desgaste em uso	Resistência ao desgaste conforme EN 13329, porém diferente da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Vida útil de projeto	Garantia de 12 a 20 anos
	Resistência ao arrancamento	Arranque da camada externa conforme EN 13329

(fonte: elaborado pelo autor)

4.5.3.2 Revestimento laminado do fornecedor B

As características do fornecedor B para revestimento laminado são apresentadas no quadro 9. Do total de vinte e seis requisitos de desempenho, nove apresentam informações disponíveis. Como informado anteriormente, os requisitos de estanqueidade, resistência à umidade e resistência ao ataque químico em áreas molhadas não são aplicáveis ao revestimento laminado. Os requisitos de cargas verticais concentradas, segurança contra incêndio, resistência ao escorregamento, isolamento de ruído aéreo, saúde e conforto táctil não possuem informações disponíveis pelo fabricante.

Quadro 9 – Características do revestimento laminado – Fornecedor B

Requisitos de Desempenho		Revestimento Laminado - Fornecedor B
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	Resistência a impactos conforme NBR 14.833-1, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência a impactos de corpo-duro	Resistência a impactos conforme NBR 14.833-1 e diversa da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Segurança no Uso e na Operação	Segurança na circulação	Valor de fresta e desnível indicados no manual Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Segurança no contato direto	Não apresenta arestas contundentes Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	Apresenta redução de ruído de impacto em cerca de 35% no ambiente e 60% entre pavimentos
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Não expor a quantidades excessivas de água Não apresenta teste específico
	Resistência ao desgaste em uso	Resistência ao desgaste conforme NBR 14.833-1 Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Vida útil de projeto	Garantia de 10 a 16 anos
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Resistência ao ataque químico conforme NBR 14.833-1 - Atende NBR 15.575-3/2012

(fonte: elaborado pelo autor)

4.5.4 Revestimentos têxteis de carpete

A construtora utilizou apenas dois fornecedores de revestimentos têxteis de carpete nas obras comerciais, e estes apresentam sites eletrônicos próprios. Porém, apenas um fornecedor disponibiliza no seu site eletrônico as informações técnicas de seus produtos, incluindo manuais, catálogos e orientações construtivas.

4.5.4.1 Revestimento têxtil de carpete do fornecedor A

As características do fornecedor A para revestimento têxtil de carpete são apresentadas no quadro 10. Do total de vinte e seis requisitos de desempenho, quinze apresentam informações disponíveis. Assim como nos revestimentos laminados, os requisitos de estanqueidade não são aplicáveis ao revestimento têxtil de carpete, pois estes devem ser utilizados em áreas de pouca, ou nenhuma, presença de água. O mesmo pode ser dito para os requisitos de resistência à umidade e resistência ao ataque químico em áreas molhadas. Os requisitos de cargas verticais concentradas, resistência ao escorregamento, ruído de impacto em piso, saúde e resistência ao ataque químico não possuem informações disponíveis pelo fabricante.

Quadro 10 – Características do revestimento têxtil de carpete – Fornecedor A

Requisitos de Desempenho		Revestimento de Carpete - Fornecedor A
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	Resistência a impacto dinâmico conforme ISO 2094, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência a impactos de corpo-duro	Resistência a impacto dinâmico conforme ISO 2094, e diverso da NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	Propagação superficial de chamas conforme NBR 9442 - Atende NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao fogo	Resistência ao fogo conforme ASTM D2859, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Facilidade de fuga	Densidade ótica de fumaça = 231 Conforme ASTM E662 - Atende NBR 15.575-3/2008
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Reação ao fogo conforme ISO 9239-1 e ISO 11925-2, porém diferente da NBR 15.575-3/2012
Segurança no Uso e na Operação	Segurança na circulação	Valor de fresta imperceptível e desnível não indicado
	Segurança no contato direto	Não apresenta arestas contundentes no tecido, porém pode apresentar nos elementos de transição
	Risco de eletrocussão	Propensão eletrostática conforme DIN 54.345-3
Desempenho Acústico	Isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades	Absorção sonora em câmara reverberante Conforme ISO 11654
Conforto Táctil, Visual e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Material flexível e plano Planicidade depende do nivelamento do substrato
	Homogeneidade quanto à cor	Solidez da cor sob a ação da fricção conforme NBR ISO 105-X12
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Imersão em água à temperatura ambiente conforme BS 4682-4, porém diferente da NBR 15.575-3/2008
	Resistência ao desgaste em uso	Resistência ao desgaste conforme NBR 8810 Atende NBR 15.575-3/2008 e NBR 15.575-3/2012
	Vida útil de projeto	Garantia de 5 a 10 anos

(fonte: elaborado pelo autor)

4.5.4.2 Revestimento têxtil de carpete do fornecedor B

O site eletrônico do fornecedor B para revestimento têxtil de carpete não apresenta nenhuma informação técnica referente a qualquer requisito de desempenho. Como a construtora não indicou outro fornecedor na amostra recebida, este trabalho optou por não escolher outro fornecedor através de um critério subjetivo.

4.6 VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DOS REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS

A partir dos dados disponíveis obtidos junto aos fornecedores dos quatro tipos de revestimentos de pisos internos escolhidos, em relação aos requisitos exigidos pela Norma Brasileira, é possível verificar o desempenho destes revestimentos em relação a diversos itens. A primeira análise é verificar o desempenho individual de cada tipo de revestimento e as informações obtidas junto aos fornecedores. Após, fazer a comparação dos diversos tipos de revestimentos, analisando as diferenças e semelhanças entre eles. Nestas análises, é importante verificar o impacto das informações não disponíveis em relação ao desempenho destes revestimentos. Por último, analisar os requisitos adicionais de desempenho propostos.

Para melhor compreensão, é apresentada a seguir uma síntese destas informações, em diversos quadros, correspondendo aos quatro tipos de revestimentos de pisos internos escolhidos, conforme o padrão adotado anteriormente. De acordo com as características técnicas apresentadas no capítulo anterior, as informações relativas aos quatro tipos de revestimentos de pisos internos estão divididas em quatro tipos, e estão representadas nos quadros com cores distintas:

- a) informação direta – quadro com fundo na cor verde;
- b) informação indireta – quadro com fundo na cor azul;
- c) informação não disponível – quadro com fundo na cor laranja;
- d) não aplicável – quadro com fundo na cor vermelha.

A informação é direta quando existem dados técnicos para o requisito de desempenho, e estas características correspondem com os critérios e métodos de avaliação estipulados por ambas às versões da Norma Brasileira. A informação é indireta quando existem dados técnicos para o requisito de desempenho, porém estas características não correspondem com os critérios e métodos de avaliação estipulados por ambas às versões da Norma Brasileira. Assim, não é possível fazer uma correlação direta entre as especificações técnicas disponibilizadas pelos fornecedores dos revestimentos de piso e as exigências da Norma Brasileira de Desempenho. O requisito de desempenho não é aplicável quando as características de utilização do revestimento de piso interno são incompatíveis com as exigências previstas por este requisito.

O quadro 11 apresenta a síntese do desempenho dos revestimentos de pisos cerâmicos.

Quadro 11 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos cerâmicos

REQUISITOS DE DESEMPENHO		REVESTIMENTOS CERÂMICOS	
		Fornecedor B	Fornecedor C
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Resistência a impactos de corpo-duro	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Cargas verticais concentradas	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Resistência ao fogo	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Facilidade de fuga	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
	Segurança na circulação	Informação Não Disponível	Informação Disponível Direta
	Segurança no contato direto	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
Estanqueidade	Estanqueidade de pisos de áreas molháveis	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Estanqueidade de pisos de áreas molhadas	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Saúde, higiene e qualidade do ar	Poluentes na atmosfera interna à habitação	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Conforto Táctil e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Resistência ao desgaste em uso	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
	Vida útil de projeto	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta

(fonte: elaborado pelo autor)

Neste quadro é importante notar que as informações existentes estão concentradas em quatro grupos de exigências de desempenho, segurança no uso e na operação, estanqueidade, conforto tátil e durabilidade. Estas exigências estão relacionadas com as características particulares do revestimento cerâmico, estabelecidas na sua Norma específica NBR 13818¹², e adotadas como referência pela Norma Brasileira de Desempenho para estes requisitos. Assim, estes fornecedores não apresentam nenhuma outra exigência de desempenho que não esteja relacionada com esta norma específica. Por isso que o padrão de cores entre eles é tão similar.

Dentre os requisitos não disponíveis, cabe destacar a falta de informações em relação às exigências de segurança estrutural e segurança contra incêndio, de grande importância para o usuário. Os dois fornecedores também não apresentam dados relativos à absorção sonora dos seus produtos, nem a vida útil mínima de projeto, exigência fundamental para estabelecer o custo-benefício do revestimento de piso interno.

O quadro 12 apresenta a síntese do desempenho dos revestimentos de pisos vinílicos. Neste quadro, os revestimentos de pisos vinílicos apresentam informações para quase todos os requisitos de desempenho, através de diversos métodos de avaliação elaborados por normas nacionais e estrangeiras. Por não se fixar em apenas uma norma, a abrangência em relação ao desempenho é maior. Contudo, é necessário haver uma compatibilização das informações técnicas disponibilizadas, com a utilização dos mesmos critérios de desempenho da Norma Brasileira. Isto é possível, pois os dois fornecedores apresentam diferentes informações para os mesmos requisitos de desempenho, como por exemplo, segurança contra incêndio, estanqueidade e vida útil de projeto. Por fim, pode-se notar que o ruído aéreo é o único requisito de desempenho sem informação disponível em relação aos dois fornecedores, levando em consideração somente os requisitos associados ao projeto de revisão da NBR 15.575-3/2012.

Na sequência, o quadro 13 apresenta a síntese do desempenho dos revestimentos de pisos laminados.

12 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818**: placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

Quadro 12 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos vinílicos

REQUISITOS DE DESEMPENHO		REVESTIMENTOS VINÍLICOS	
		Fornecedor A	Fornecedor B
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	Informação Não Disponível	Informação Disponível Indireta
	Resistência a impactos de corpo-duro	Informação Não Disponível	Informação Disponível Indireta
	Cargas verticais concentradas	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Indireta
	Resistência ao fogo	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Facilidade de fuga	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Indireta
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Indireta
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Segurança na circulação	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
	Segurança no contato direto	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
Estanqueidade	Estanqueidade de pisos de áreas molháveis	Não aplicável	Não aplicável
	Estanqueidade de pisos de áreas molhadas	Não aplicável	Não aplicável
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Saúde, higiene e qualidade do ar	Poluentes na atmosfera interna à habitação	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
Conforto Táctil e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Resistência ao desgaste em uso	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Vida útil de projeto	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Direta
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta

(fonte: elaborado pelo autor)

Quadro 13 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos laminados

REQUISITOS DE DESEMPENHO		REVESTIMENTOS LAMINADOS	
		Fornecedor A	Fornecedor B
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Resistência a impactos de corpo-duro	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Cargas verticais concentradas	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Resistência ao fogo	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Facilidade de fuga	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Segurança na circulação	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
	Segurança no contato direto	Informação Disponível Direta	Informação Disponível Direta
Estanqueidade	Estanqueidade de pisos de áreas molháveis	Não aplicável	Não aplicável
	Estanqueidade de pisos de áreas molhadas	Não aplicável	Não aplicável
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Saúde, higiene e qualidade do ar	Poluentes na atmosfera interna à habitação	Informação Disponível Direta	Informação Não Disponível
Conforto Táctil e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Informação Disponível Direta	Informação Não Disponível
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	Não aplicável	Não aplicável
	Resistência ao desgaste em uso	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Direta
	Vida útil de projeto	Informação Disponível Indireta	Informação Disponível Indireta
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	Não aplicável	Não aplicável
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Informação Não Disponível	Informação Disponível Direta

(fonte: elaborado pelo autor)

No quadro 13, o que mais chama a atenção é a diferença nas informações de ambos os fornecedores de revestimentos laminados, evidenciando a falta de controle ou obrigatoriedade na disponibilização das características técnicas de desempenho dos seus produtos, pois os métodos de avaliação existem e são utilizados. Pode ocorrer que o fornecedor tenha estes dados e não divulgue aos usuários, por falta de exigência legal, desinteresse do consumidor ou receio que seus produtos tenham qualidade inferior aos da concorrência. É interessante notar, que o requisito de resistência ao escorregamento não está disponível ao usuário, porém, este requisito é importante para este tipo de revestimento de piso, devido ao fato de ter uma superfície lisa e escorregadia quando úmida, apesar de ser próprio para áreas secas. Com relação ao requisito de cargas verticais concentradas, ambos os fornecedores indicaram medidas de proteção ou prevenção destas solicitações nos seus manuais de utilização, porém não indicaram dados técnicos relativos a este requisito, de acordo com a Norma Brasileira de Desempenho.

O quadro 14 apresenta a síntese do desempenho dos revestimentos de pisos de carpete.

Quadro 14 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos têxteis de carpete

REQUISITOS DE DESEMPENHO		REVESTIMENTOS DE CARPETE	
		Fornecedor A	Fornecedor B
Segurança Estrutural	Resistência a impactos de corpo-mole	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Resistência a impactos de corpo-duro	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Cargas verticais concentradas	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Segurança Contra Incêndio	Propagação superficial de chamas	Informação Disponível Direta	Informação Não Disponível
	Resistência ao fogo	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Facilidade de fuga	Informação Disponível Direta	Informação Não Disponível
	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
Segurança no Uso e na Operação	Resistência ao escorregamento	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Segurança na circulação	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Segurança no contato direto	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
Estanqueidade	Estanqueidade de pisos de áreas molháveis	Não aplicável	Não aplicável
	Estanqueidade de pisos de áreas molhadas	Não aplicável	Não aplicável
Desempenho Acústico	Ruído de impacto em piso	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
	Isolamento de ruído aéreo dos pisos entre unidades	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
Saúde, higiene e qualidade do ar	Poluentes na atmosfera interna à habitação	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Conforto Táctil e Antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planicidade do revestimento	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
Durabilidade e Manutenibilidade	Resistência à umidade em áreas molháveis	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Resistência ao ataque químico em áreas molhadas e molháveis	Não aplicável	Não aplicável
	Resistência ao desgaste em uso	Informação Disponível Direta	Informação Não Disponível
	Vida útil de projeto	Informação Disponível Indireta	Informação Não Disponível
	Resistência à umidade em áreas molhadas e molháveis	Não aplicável	Não aplicável
	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível

(fonte: elaborado pelo autor)

Neste quadro, a diferença de informações disponíveis aos usuários fica ainda mais evidente para os fornecedores de carpetes. Enquanto um fornecedor apresenta características técnicas de diversos requisitos de desempenho, o outro não fornece nenhuma informação. Aqui é preciso lembrar que estes dados não estão disponíveis no site eletrônico do fornecedor, porém não se pode deixar de fazer esta comparação. Apesar de não apresentar requisitos importantes, como resistência ao ataque químico, o fornecedor A teve um desempenho satisfatório em todas as exigências, informando boa parte das características específicas de desempenho deste revestimento, inclusive absorção sonora de ruído.

O desempenho dos revestimentos de pisos internos, em relação às exigências de segurança, é satisfatório, pois todos os nove requisitos existentes apresentam informações técnicas normativas de ao menos um revestimento, e destes, 66% com informações diretas de acordo com a Norma Brasileira.

Com relação às exigências de habitabilidade, o desempenho acústico é o que apresenta os maiores problemas, visto que a Norma Brasileira requer medições no local, dificultando a divulgação dos resultados pelos fornecedores. Para reverter este cenário, uma solução seria a parceria entre os fornecedores e as construtoras, para que as medições possam ser realizadas nas obras e seus resultados informados aos fornecedores, como troca de informações.

As exigências de durabilidade, para os revestimentos de pisos selecionados, apresentam um desempenho insatisfatório nos resultados, pois todos os requisitos são vinculados diretamente às propriedades do material de revestimento e, portanto, de responsabilidade única do fornecedor. Apesar de existir informações para todos os requisitos, em relação aos quatro tipos de revestimentos de pisos, a quantidade de informações diretas é muito pequena.

A assimetria das informações apresentadas em todos os quadros, representada pela diferença das cores para os mesmos requisitos de desempenho, reflete a falta de padronização nos métodos de avaliação dos revestimentos de pisos, e nas informações divulgadas pelos dois fornecedores de cada tipo de revestimento.

Além dos requisitos de desempenho exigidos pela Norma Brasileira, este trabalho propõe requisitos adicionais de desempenho abordados por regulamentações internacionais ou documentação técnica específica para revestimentos de pisos, disponibilizando métodos de avaliação através de normas nacionais e internacionais. Estes requisitos servem de

complementação à Norma Brasileira de Desempenho, já que não são abordados por ela, e permitem uma análise particular de exigências tão importantes quanto as já mencionadas.

O quadro 15 apresenta a síntese do desempenho relativo aos requisitos adicionais propostos.

Quadro 15 – Síntese do desempenho dos revestimentos de pisos internos em relação aos requisitos adicionais

REVESTIMENTOS DE PISOS INTERNOS	REQUISITOS DE DESEMPENHO ADICIONAIS			
	Risco de eletrocussão	Conforto térmico	Homogeneidade quanto à cor	Resistência ao arrancamento
Revestimento Cerâmico Fornecedor B	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível	Informação Disponível	Informação Não Disponível
Revestimento Cerâmico Fornecedor C	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível	Informação Disponível	Informação Não Disponível
Revestimento Vinílico Fornecedor A	Informação Disponível	Informação Disponível	Informação Disponível	Informação Não Disponível
Revestimento Vinílico Fornecedor B	Informação Disponível	Informação Disponível	Informação Disponível	Informação Não Disponível
Revestimento Laminado Fornecedor A	Informação Disponível	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível	Informação Disponível
Revestimento Laminado Fornecedor B	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível
Revestimento de Carpete Fornecedor A	Informação Disponível	Informação Não Disponível	Informação Disponível	Informação Não Disponível
Revestimento de Carpete Fornecedor B	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível	Informação Não Disponível

(fonte: elaborado pelo autor)

Por este quadro, é possível verificar que o revestimento vinílico apresenta o melhor resultado dentre os revestimentos de pisos selecionados, assim como já ocorreu em relação aos requisitos de desempenho exigidos pela Norma Brasileira. Os fornecedores dos revestimentos de pisos selecionados disponibilizam um maior número de informações relativas aos requisitos de risco de eletrocussão e homogeneidade quanto à cor frente aos demais requisitos. Ademais, verifica-se que o requisito de resistência ao arrancamento é atendido por apenas um dos fornecedores, evidenciando o desinteresse por parte destas empresas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a primeira edição da Norma Brasileira de Desempenho em 2008, a construção civil precisou rever alguns dos seus conceitos e métodos construtivos tradicionais. Isto ficou mais evidente a partir de 2010, quando esta Norma entrou em vigência, suscitando diversos debates entre os agentes intervenientes da construção, no intuito de chegar a um denominador comum. Com isso, a Norma Brasileira de Desempenho sofreu ajustes ao longo do tempo, até chegar à proposta de revisão de 2012, ainda em discussão. Este trabalho permitiu verificar, dentro dos limites e delimitações impostos, o impacto desta Norma considerando dois agentes da construção civil: as construtoras e os fornecedores.

Estabelecendo o subsistema de revestimentos de pisos internos como tema, e tendo como referência uma construtora de Porto Alegre, este trabalho pode analisar a quantidade e a qualidade das informações disponibilizadas pelos fornecedores de cada um dos revestimentos de pisos selecionados, todos eles utilizados pela construtora. Todas estas informações permitiram verificar o desempenho destes revestimentos em relação aos critérios exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho.

Em relação às exigências de desempenho para sistemas de pisos internos, este trabalho demonstrou que a maioria das exigências da Norma Brasileira de Desempenho está em conformidade com outras normas e regulamentos internacionais, além de outras documentações técnicas. Como o tema da abordagem de desempenho é relativamente recente, as diversas normas e regulamentos tendem a apresentar características semelhantes em suas exigências. Aliás, este trabalho também salientou a importância desta abordagem para a melhoria da qualidade da construção civil.

Para definir os revestimentos de pisos internos de uso corrente na construção, este trabalho selecionou quatro tipos de revestimentos, contendo dois fornecedores para cada revestimento, em relação a uma amostra de obras de uma construtora de Porto Alegre. Isto permitiu verificar que esta construtora não apresenta muita variedade de revestimentos de pisos nas suas obras, e também de fornecedores, em relação à amostra estudada. Porém, os revestimentos de pisos selecionados estão entre os mais utilizados na construção civil.

Estes revestimentos de pisos apresentaram características técnicas diversas, a partir de dados divulgados pelos fornecedores, em seus sites eletrônicos. Todas estas informações foram obtidas de manuais e catálogos de acesso público, demonstrando o livre acesso a todas as informações técnicas necessárias para a verificação dos produtos englobados nesta pesquisa.

A verificação do desempenho demonstrou que o impacto da Norma Brasileira na construção civil não é expressivo, considerando os revestimentos de pisos internos, já que alguns fornecedores destes revestimentos disponibilizam várias das informações técnicas exigidas pela Norma, como por exemplo, o revestimento vinílico. Também existem diversas informações indiretas disponíveis por todos os fornecedores, necessitando adequar os métodos de avaliação utilizados, para estar em conformidade com a Norma Brasileira de Desempenho. Contudo, a quantidade e a qualidade dos dados disponíveis para os usuários precisam se estender a todos os requisitos de desempenho e abranger a todos os fornecedores, pois existem muitas informações não disponíveis que precisam ser solucionadas a curto e médio prazo.

Também é necessário avaliar a importância para o usuário de alguns requisitos que não são exigidos pela Norma Brasileira de Desempenho, principalmente no que tange a resistência ao arrancamento da camada de revestimento. Estes requisitos adicionais permitiriam uma complementação das exigências da Norma, com informações já disponíveis pelos fornecedores, assegurando ao usuário uma maior proteção.

Este trabalho permitiu verificar a importância da Norma Brasileira de Desempenho para a construção civil e os benefícios proporcionados por ela, no intuito de fornecer ao usuário todas as informações disponíveis sobre o desempenho dos revestimentos de pisos internos. Muitos ajustes deverão ser realizados ao longo do tempo, por parte dos fornecedores e das construtoras, para que a Norma de Desempenho seja cumprida, e permita melhorar a qualidade das edificações.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **E2136 – 04**: specifying and evaluating performance of single family attached and detached dwellings – durability. [S. l.], 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-3**: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – desempenho – parte 3: requisitos para os sistemas de pisos internos. Rio de Janeiro, 2008a.
- _____. **NBR 15.575-1**: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – desempenho – parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008b.
- _____. **NBR 15.575-2**: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – desempenho – parte 2: requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2008c.
- _____. Comitê Brasileiro de Construção Civil – ABNT/CB-02. **Projeto de revisão ABNT NBR 15.575-3**. Edificações habitacionais – desempenho – parte 3: requisitos para os sistemas de pisos. [S. l.], 2012a. Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/geral/ABNT_NBR_15575-3_2013_Final.pdf>. Acesso em: 13 set. 2012.
- _____. Comitê Brasileiro de Construção Civil – ABNT/CB-02. **Projeto de revisão ABNT NBR 15.575-1**. Edificações habitacionais – desempenho – parte 1: requisitos gerais. [S. l.], 2012b. Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/geral/ABNT_NBR_15575-1_2013_Final.pdf>. Acesso em: 13 set. 2012.
- BARROS, M. M. S. B. de; FLAIN, E. P.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia de produção de revestimentos de piso**. São Paulo: EPUSP, 1993. Texto Técnico TT/PCC n. 05. Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/ttpcc05.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2012.
- BORGES, C. A. de M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 263 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-25092008-094741/pt-br.php>>. Acesso em: 1 maio. 2012.
- BORGES, C. A. de M.; SABBATINI, F. H. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. São Paulo: EPUSP, 2008. Boletim Técnico PCC n. 515. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF2008/BT515_borges.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2012.
- BUKOWSKI, R. W. The role of standards in a performance-based building regulatory system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TALL BUILDINGS – CIB-CTBUH, 1st, 2003, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings...** Kuala Lumpur, Malaysia: CTBUH, 2003. Disponível em: <http://www.irccbuildingregulations.org/pdf/Paper4-Dick%20Bukowski-CIBKLConference-Codes_Standards.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2012.

ESPAÑA. Ministerio de Vivenda. Código técnico de la edificación. **DB SE** – Seguridad estructural. Madrid, 2009a. Disponível em:
<http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_SE_abril_2009.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2012.

_____. **DB HR** – Ahorro de energía. Madrid, 2009b. Disponível em:
<http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_HE_abril_2009.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2012.

_____. **DB HR** – Protección frente al ruido. Madrid, 2009c. Disponível em:
<http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_HR_sept_2009.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2012.

_____. **DB SI** – Seguridad en caso de incendio. Madrid, 2010a. Disponível em:
<http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_SI_19feb2010.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2012.

_____. **DB SUA** – Seguridad de utilización y accesibilidad. Madrid, 2010b. Disponível em:
<http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_SUA_19feb2010.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2012.

FOLIENSTE, G. C.; LEICESTER, R. H.; PHAM, L. **Development of the CIB proactive program on performance based building codes and standards**. Highett, Australia: CSIRO, 1998. BCE Doc 98/232. Disponível em:
<http://cibworld.xs4all.nl/pebbu_dl/resources/literature/downloads/01General/07Foliente.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2012.

GONÇALVES, O. M., JOHN, V. M., PICCHI, F. A., SATO, N. M. N. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações. In: ROMAN, H., BONIN, L. C. (Ed.). **Normalização e certificação na construção habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Coletânea HABITARE, v. 3. Disponível em:
<<http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/114.pdf>>. Acesso em: 7 abr. 2012.

GROSS, J. G. Developments in the application of the performance concept in building. In: **APPLICATIONS OF THE PERFORMANCE CONCEPT IN BUILDING – CIB-ASTM-ISORILEM INTERNATIONAL SYMPOSIUM**, 3rd, 1996, Tel-Aviv, Israel. **Proceedings...** Haifa, Israel: National Building Research Institute, 1996. Disponível em:
<<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build97/PDF/b97091.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2012.

HATTIS, D. B.; BECKER, R. Comparison of the Systems Approach and the Nordic Model and their Melded Application in the Development of Performance-Based Building Codes and Standards. **Journal of Testing and Evaluation**. v. 29, n. 4, p. 413-422. July 2001.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR BUILDING RESEARCH STUDIES AND DOCUMENTATION. **Working with the performance approach in building**. Rotterdam, Netherlands: CIB, 1982. Report Publication 64. Disponível em:
<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC23969.pdf>. Acesso em: 19 maio 2012.

LÜTZKENDORF, T.; SPEER, T.; SZIGETI, F.; DAVIS, G.; ROUX, P. C. le; KATO, A.; TSUNEKAWA, K. A comparison of international classifications for performance requirements and building performance categories used in evaluation methods. In:

PERFORMANCE BASED BUILDING, 5th, 2005, Helsink, Finland. **Proceedings...** Helsink: VTT/RIL, 2005. Disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB6731.pdf>>. Acesso em: 7 maio 2012.

NASCIMENTO, J. M. do. **Exigências funcionais de revestimentos de piso**. Lisboa: LNEC, 2007. Informações Científicas e Técnicas DIT n. 15.

NEW ZEALAND. Department of Building and Housing. **Building Regulations 1992**, at 8th day of June 1992. Wellington, NZ, 1992. Disponível em: <<http://www.legislation.govt.nz/regulation/public/1992/0150/latest/DLM162570.html>>. Acesso em: 9 maio 2012.

ONTARIO. Ministry of Municipal Affairs and Housing. **Ontario Regulation 350/06**, at 1st day of July 2012. Building code. Ontario, Canada, 2012. Disponível em: <<http://www.search.e-laws.gov.on.ca/en/isysquery/7bdf0c0e-25ad-4329-bfa3-e38e56dff28/6/doc/?search=browseStatutes&context=#hit1>>. Acesso em: 23 out. 2012.

PERFORMANCE BASED BUILDING THEMATIC NETWORK. **Performance Based Building**: First International State-of-the-Art Report. Rotterdam, Netherlands, 2003. Disponível em: <<http://cibworld.xs4all.nl/dl/publications/Pub291.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2012.

UNIÃO EUROPEIA. Comunicação da comissão a propósito dos documentos interpretativos da directiva 89/106/CEE do conselho. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**, [S. l.], C 62, jan. 1994. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:1994:062:0001:0163:PT:PDF>>. Acesso em: 12 maio 2012.

UNITED KINGDOM. Statutory Instruments. **The Building Regulations 2010 n. 2214**, at 6th day of September 2010. London, UK, 2010. Disponível em: <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/2214/pdfs/uksi_20102214_en.pdf>. Acesso em: 23 out. 2012.