

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SERGIPE**

CAMPUS ARACAJU

DIRETORIA DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DALVA LEITE SUZART

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ATAQUE QUÍMICO EM PLACAS
CERÂMICAS PARA REVESTIMENTOS DE PISOS EM ATENDIMENTO À
NORMA DE DESEMPENHO**

MONOGRAFIA

**ARACAJU
2022**

DALVA LEITE SUZART

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ATAQUE QUÍMICO EM PLACAS
CERÂMICAS PARA REVESTIMENTOS DE PISOS EM ATENDIMENTO À
NORMA DE DESEMPENHO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, da Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Sergipe - Campus Aracaju.

Orientadora: Prof. M.Sc. Andrea Santana
Teixeira Lins

**ARACAJU
2022**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Suzart, Dalva Leite.

S968a Avaliação da resistência ao ataque químico em placas cerâmicas
para revestimentos de pisos em atendimento à norma de desempenho. /
Dalva Leite Suzart. – Aracaju, 2022.

74 f. : il.

Orientador: Prof^a. Ma. Andrea Santana Teixeira Lins. Monografia
(Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de
Sergipe, 2022.

1. Norma de desempenho. 2. Revestimento cerâmico. 3. Ataque
químico. I. Lins, Andrea Santana Teixeira. II. Título.

CDU 69

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia N° 230

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ATAQUE QUÍMICO EM PLACAS
CERÂMICAS PARA REVESTIMENTOS DE PISOS EM ATENDIMENTO À
NORMA DE DESEMPENHO**

DALVA LEITE SUZART

Esta monografia foi apresentada às 10 h 36 do dia 22 de JULHO de 2022 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHARELA EM ENGENHARIA CIVIL. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.


Prof.^ª. Dr.^ª. Adriaana Virgínia Santana Melo

(IFS – Campus Aracaju)


Prof.^ª. Dr.^ª. Carla Cristina Nascimento
Santos Pereira

(IFS – Campus Aracaju)


Prof.^ª. M.Sc. Andrea Santana Teixeira Lins
(IFS – Campus Aracaju)
Orientadora


Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

Dedico este trabalho à minha família e aos meus amigos pelo apoio e pela compreensão dos momentos de ausência e aos professores pelos ensinamentos durante a graduação.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria das Graças e Arivando Suzart, por todo o apoio, todos os conselhos, todo o esforço para que eu pudesse trilhar o meu caminho de forma mais fácil e conquistasse a tão sonhada graduação. Amo vocês incondicionalmente.

As minhas irmãs e meus cunhados, Emanuelle, Marina, Suzi, Clebinho e Tiago, por sempre me incentivar a estudar, reforçando que podemos conquistar tudo através do conhecimento, amo todos vocês.

Aos meus familiares, em especial aos pilares da família vó Marina (*i.m.*), vó Leite (*i.m.*), vó Suzart (*i.m.*) e vó Jane, que direta ou indiretamente fazem parte dessa conquista.

A minha orientadora Professora MSC. Andrea Santana Teixeira Lins, pelas palavras de conforto, pela troca de conhecimento, pelas orientações, desde o Trabalho de Conclusão de Curso I até o II. Além de ser uma professora maravilhosa e um ser humano incrível e como ela mesma diz “boa, muito boa, boníssima”, o meu muito obrigada por ter feito parte desse processo junto comigo.

Aos meus amigos, começando aos que conheci na Instituição, Lara, Beatriz, Elisson e família, Taiane, Netinha, Gabis, Paloma e Gui, Priscilla e Ciane. As minhas amigas de infância, Isis e família, Nane, Mônica e família, Luana, Ana Karla, Raísa, Yanne, Clara e Daliena. Aos amigos que fiz ao longa da trajetória, Ingridy, Cleitinho, Denis, Shi, Débis, Leydiane, Claris, Mari, Lorena, Helô e Kaká. Mais que amigos, minha rede de apoio.

Em especial, agradeço a minha amiga-irmã Larissa e a sua família, por toda as broncas e palavras de conforto durante a trajetória. Infeliz daquele que não te têm.

À Coordenação do Curso e os demais professores que fazem parte desta, pela cooperação, apoio e todos os conhecimentos repassados.

Gostaria de deixar registrado também, o meu agradecimento a SEMFAZ pela oportunidade de conhecimento através do estágio. Em especial, Dona Cida e Dona Cássia, responsável pelo setor de ITBI que passou todo o conhecimento adquirido por elas durante os anos trabalhados e suas experiências.

Enfim, peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Elas podem estar certas que também formam a minha rede de apoio, a todos vocês minha gratidão.

RESUMO

SUZART, Dalva Leite. **Avaliação da resistência ao ataque químico em placas cerâmicas para revestimentos de pisos em atendimento à Norma de Desempenho**. 74 páginas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - Campus Aracaju. 2022.

O sistema de pisos é composto por camadas e cada camada tem espessuras e funcionalidades diferentes. A camada de acabamento tem função estética e de proteção a ação dos agentes de degradação. A norma de desempenho define esses agentes de degradação e apresenta os requisitos, critérios e métodos de avaliação para os sistemas de pisos. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo avaliar as placas cerâmicas quanto à resistência ao ataque químico em atendimento ao Anexo D da Parte 3 da norma ABNT NBR 15575:2021, classificar as amostras quanto à resistência química e comparar os resultados com as informações fornecidas pelos fabricantes nas fichas técnicas dos seus produtos. O Anexo D descreve toda a metodologia de realização dos ensaios pois contém materiais, soluções, procedimentos e avaliação da resistência química. As amostras ensaiadas neste estudo foram expostas aos agentes químicos, e de um total de sete fabricantes três reagiram quimicamente (A, B e G). Em seguida, as amostras foram separadas e classificadas por área de utilização (áreas secas e áreas molhadas e molháveis) e de acordo com a norma o número que amostras que reagiu reduziu para uma. Das fichas técnicas disponibilizadas por seus fabricantes três amostras atenderam aos requisitos da norma, as demais não possuíam essas informações. Finalmente, pode-se concluir que algumas amostras ensaiadas apresentaram não conformidade ao atendimento da norma, bem como fichas técnicas incompletas. Ressalta-se a importância da indústria cerâmica em buscar alcançar níveis técnicos para atender a norma de desempenho, satisfazendo às exigências de seus consumidores.

Palavras-chave: Norma de desempenho. Revestimentos cerâmicos. Ataque químico.

ABSTRACT

SUZART, Dalva Leite. **Evaluation of resistance to chemical attack in ceramic tiles for floor coverings in compliance with the Performance Standard.** 74 pages. Monograph (Bachelor of Civil Engineering) – Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe – Campus Aracaju. 2022.

The flooring system is made up of layers and each layer has different thicknesses and functionality. The finishing layer has an aesthetic function and protection against the action of degradation agents. The performance standard defines these degradation agents and presents requirements, criteria and assessment methods for flooring systems. In this context, this work aims to evaluate the ceramic plates regarding resistance to chemical attack in compliance with Annex D of Part 3 of the ABNT NBR 15575:2021 standard, classify the samples regarding chemical resistance and compare the results with the information provided by the manufacturers in the technical data sheets of their products. Annex D describes the entire testing methodology as it contains materials, solutions, procedures and chemical resistance assessment. The samples tested in this study were exposed to chemical agents, and from a total of seven manufacturers, three reacted chemically (A, B and G). Then, the samples were separated and classified by area of use (dry areas and wet and wet areas) and according to the norm the number of samples that reacted was reduced to one. Of the technical sheets made available by their manufacturers, three samples met the requirements of the standard, the others did not have this information. Finally, it can be concluded that some samples tested showed non-compliance with the standard, as well as incomplete technical sheets. It emphasizes the importance of the ceramic industry in seeking to reach technical levels to meet the performance standard, satisfying the demands of its consumers.

Keywords: Performance standard. Ceramic coatings. Chemical attack.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fluxograma 1 – Esquema do Ensaio 1	44
Fluxograma 2 – Esquema do Ensaio 2	45
Tabela 1 – Informações técnicas sobre a área de aplicação das amostras	57
Tabela 2 – Classificação da resistência química	59
Tabela 3 – Dados técnicos das amostras	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caminho trilhado pela norma de desempenho até sua vigência	18
Figura 2 – Modelo conceitual da norma de desempenho	20
Figura 3 – Exemplo genérico de um sistema de pisos e seus elementos	25
Figura 4 – Composição química das matérias-primas na fabricação de porcelanato	26
Figura 5 – Micrografia da superfície de um esmalte atacado quimicamente	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Requisitos do usuário e seus fatores	19
Quadro 2 – Fotos das amostras doadas	34
Quadro 3 – Grupos para a realização dos ensaios	36
Quadro 4 – Soluções, simbologia e tempo de ataque do Ensaio 1	37
Quadro 5 – Soluções, simbologia e tempo de ataque do Ensaio 2	37
Quadro 6 – Resultado da solução 1 (acetona)	46
Quadro 7 – Resultado da solução 2 (café forte)	47
Quadro 8 – Resultado da solução 3 (hidróxido de sódio)	48
Quadro 9 – Resultado da solução 4 (peróxido de hidrogênio)	49
Quadro 10 – Resultado da solução 5 (graxa de sapato pastosa preta)	50
Quadro 11 – Resultado da solução 8 (ácido cítrico)	52
Quadro 12 – Resultado da solução 9 (ácido clorídrico)	53
Quadro 13 – Resultado da solução 10 (hidróxido de potássio)	54

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Tamanho dos corpos de prova do Ensaio 1	35
Foto 2 – Tamanho dos corpos de prova do Ensaio 2	35
Foto 3 – Altura da coluna líquida da solução	39
Foto 4 – Antes e depois da proveta	41
Foto 5 – Corpo de prova com a aplicação do silicone.....	42
Foto 6 – Corpo de prova com a aplicação da massa de modelar.....	43
Foto 7 – Amostras C5 (3º CP) e C6 (3º CP)	47
Foto 8 – Antes, durante e depois do 1º CP da amostra A2)	48
Foto 9 – Amostras F9 (1º CP) e G10 (1º CP)	49
Foto 10 – Amostras D7 e E8 (todos os CP's)	50
Foto 11 – Antes e depois do 2º CP da amostra B4.....	51
Foto 12 – Durante a aplicação da S5 sobre as amostras C5 e C6	51
Foto 13 – Amostras C5 (1º CP) e C6 (1º CP)	53
Foto 14 – Amostras A1 (3º CP) e A2 (3º CP)	54
Foto 15 – Amostra B3 (1º CP e 5º CP)	55
Foto 16 – Amostra G10 (3º CP, em ângulos diferentes)	55

LISTA DE ABREVIATURAS

CP Corpo de prova

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CDC	Código de Defesa do Consumidor
COLAQUI	Coordenação de Laboratórios de Química
COLED	Coordenação de Laboratórios de Edificações
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
SINDUSCON-MG	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 NORMA DE DESEMPENHO	17
3.1.1 Histórico	17
3.1.2 Estrutura da Norma de Desempenho	18
3.1.2.1 Requisitos do Usuário	18
3.1.2.2 Requisitos, Critérios e Métodos de Avaliação	19
3.1.3 Incumbências dos Intervenientes da Norma de Desempenho	20
3.1.3.1 Usuários	20
3.1.3.2 Fornecedores	21
3.1.3.3 Projetistas	21
3.1.3.4 Incorporadores e Construtoras	22
3.1.4 Importância da Norma de Desempenho	22
3.2 SISTEMA DE PISOS	23
3.2.1 Definição do Sistema de Pisos	24
3.2.2 Composição do Sistema de Pisos	24
3.2.3 Áreas de Aplicação do Sistema de Pisos	25
3.3 PORCELANATO	26
3.3.1 Tipos de Porcelanato	26
3.3.2 Tipos de Esmaltação	27
3.3.2.1 Esmalte	27
3.3.2.2 Granilha	28
3.3.3 Características Técnicas	28
3.3.3.1 Absorção de Água	28
3.3.3.2 Resistência à Abrasão.....	28
3.3.3.2 Resistência ao Manchamento	29
3.3.3.2 Resistência ao Ataque de Agentes Químicos	29
3.4 EFEITO DO ATAQUE QUÍMICO	29
3.4.1 Agentes de Degradação	30

4 METODOLOGIA	32
4.1 PESQUISA	32
4.2 COLETA DOS DADOS	32
4.2.1 Amostras e Corpos de Prova	33
4.2.2 Soluções	37
4.2.3 Vidrarias	40
4.2.4 Laboratórios	41
4.3 DIFICULDADES NA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS	42
4.4 METODOLOGIA DOS ENSAIOS	43
5 DISCUSSÃO E RESULTADOS	46
5.1 ENSAIO 1	46
5.2 ENSAIO 2	52
5.3 RESULTADOS X NORMA DE DESEMPENHO	56
5.4 NORMA DE DESEMPENHO X FICHA TÉCNICA (FORNECEDORES)	60
6 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXO A - Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021	69

1 INTRODUÇÃO

O termo desempenho pode ser definido como o comportamento quando em utilização e, para o caso de uma edificação, entende-se como as condições mínimas de conforto, qualidade e segurança necessárias para que se possa utilizar a edificação durante um determinado período (SACHS; NAKAMURA, 2013).

A norma de desempenho em edificações habitacionais, a ABNT NBR 15575:2021, atualmente em vigor, busca consolidar requisitos mínimos de qualidade, durabilidade, segurança e sustentabilidade para as construções habitacionais brasileiras, fazendo com estas apresentem o mínimo de desempenho definido na norma.

A durabilidade, manutenibilidade e o conforto visual são, dentre os requisitos dos usuários definidos pela norma de desempenho, aqueles mais importantes no que tange à qualidade da camada de acabamento dos sistemas de pisos. “O valor atribuído pelos usuários de uma habitação ao ambiente construído não se limita a uma análise puramente funcional” (ABNT NBR 15575-3:2021). Esse valor também é influenciado pela percepção estética através do conforto visual, no qual é considerado um requisito fundamental para o usuário.

A Parte 3 da norma de desempenho trata sobre o sistema de pisos. Este sistema é constituído de um conjunto parcial ou total de camadas que englobam desde a estrutura (laje) até a camada de acabamento final (revestimento cerâmico).

A função da camada de acabamento é revestir o sistema de piso protegendo todas as outras camadas pois cada uma delas é executada com diferentes espessuras para atender as funções específicas, como estrutural, de vedação, entre outras.

Esta camada está submetida à ação de agentes químicos, muitos deles empregados durante as manutenções rotineiras de limpeza deste sistema, o que provoca um desgaste e/ou degradação de sua vida útil, impactando na sua durabilidade.

Independentemente do tipo da área de aplicação (seca, molhada ou molhável), o sistema de pisos está exposto a agentes de degradação, como intempéries, manchamento, ataque químico, entre outros.

O ataque químico é um desgaste ou corrosão na superfície da placa cerâmica causado, normalmente, por produtos de limpeza inadequados ou por agentes manchantes, tais como café, graxa e acetona.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o resultado do ensaio de verificação de resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento do sistema de pisos para diferentes placas cerâmicas. Posteriormente à realização dos ensaios, baseados no Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021, analisar os seus resultados em relação a classificação estabelecida pela referida norma, bem como relacionar estes resultados com as fichas técnicas das amostras dos pisos cerâmicos disponibilizados pelos seus fabricantes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o ensaio de verificação de resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento com as amostras de pisos em atendimento ao Anexo D da ABNT NBR 15.575-3:2021.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os resultados do ensaio de verificação de resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento, em relação a classificação estabelecida pela norma ABNT NBR 15575-3:2021
- Relacionar os resultados obtidos nos ensaios com as fichas técnicas das amostras de placas cerâmicas de porcelanatos (pisos classe A) disponibilizados nos meios digitais, entre os meses de junho e julho do ano 2022, pelos seus fabricantes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir será apresentada uma breve revisão da literatura sobre o assunto proposto nesta pesquisa.

3.1 NORMA DE DESEMPENHO

A ABNT NBR 15575:2021, a qual é conhecida popularmente como norma de desempenho, possui abrangência nacional e apresenta requisitos, critérios e métodos de avaliação que uma edificação habitacional deve ter para que atinja o comportamento apropriado durante o uso. Para isso, a norma define parâmetros de segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

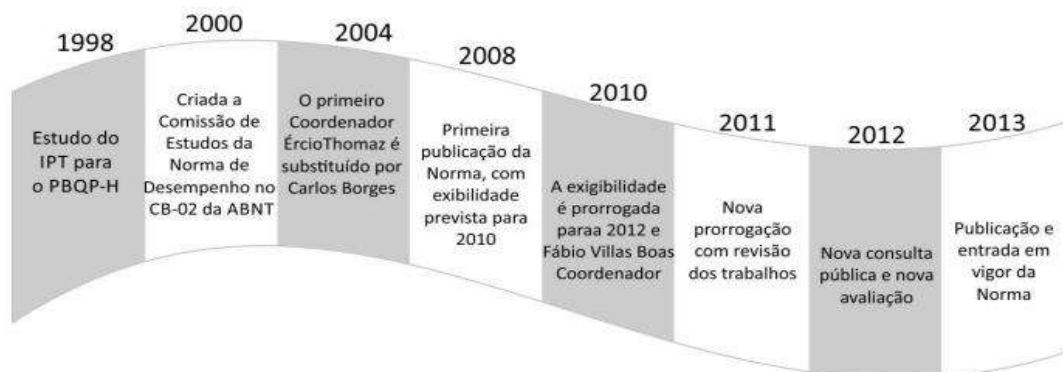
3.1.1 Histórico

A ABNT NBR 15575:2021 (Edificações Habitacionais - Desempenho) ficou conhecida pelo setor da construção civil como a norma de desempenho. Ela entrou em vigência no dia 19 de fevereiro de 2013 e é considerada um marco regulatório para o setor pois orienta todos os intervenientes como atingir o desempenho mínimo, independente do sistema construtivo escolhido, concomitantemente exigindo um padrão de qualidade nas edificações.

O caminho trilhado nos últimos quinze anos teve início com uma publicação técnica elaborada pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) no ano de 1998, para o PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), que resultou no surgimento da Comissão de Estudos da ABNT no ano 2000, cujos trabalhos se estenderam até 2008, quando o primeiro texto foi publicado, com exigibilidade prevista para 2010, tendo sido prorrogado para 2012, quando ocorreu nova prorrogação, objetivando permitir o término do trabalho de revisão (AMARAL NETO; et al., 2014).

A Figura 1 apresenta o histórico das etapas de estudo até a publicação da norma no ano 2013.

Figura 1 – Caminho trilhado pela norma de desempenho até sua vigência.



Fonte: Amaral Neto; et al. (2014).

3.1.2 Estrutura da Norma de Desempenho

Os requisitos do usuário são importantes pois expressa as exigências mínimas necessárias estabelecidas sobre o conceito de habitação. As listas de exigências do usuário foram transformadas em uma norma afim de serem atendidas tecnicamente, sendo estas medidas por requisitos e critérios, os quais são avaliados, respectivamente, qualitativa e quantitativamente.

Para atender as exigências do usuário foram consideradas as condições de exposição de cada edificação, tendo como base os agentes mecânicos, térmicos, biológicos, químicos e eletromagnéticos atuantes no local onde a edificação será construída.

3.1.2.1 Requisitos do Usuário

Os requisitos do usuário foram expressos em três parâmetros: segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

Para a norma ABNT NBR 15575:2021, o parâmetro segurança prevê critérios e requisitos para neutralizar quaisquer tipos de riscos e danos, mantendo a integridade física tanto da estrutura, quanto dos usuários, durante o uso da edificação. A habitabilidade corresponde à satisfação do cliente quanto a utilização do imóvel, com a finalidade de proporcionar o bem-estar e condições de moradia destinados para a ocupação humana. O meio ambiente é afetado

diretamente com a edificação. Para reduzir os impactos esta norma presume que, aplicar melhor os materiais, desperdiçar menos insumos, fazer as manutenções corretas e utilizar sistemas construtivos com padrão de qualidade vai atender ao parâmetro de sustentabilidade.

O Quadro 1 ilustra os requisitos e seus fatores, de acordo com a ABNT NBR 15575:2021.

Quadro 1 – Requisitos do usuário e seus fatores.

a) SEGURANÇA • Segurança estrutural • Segurança contra o fogo • Segurança no uso e na operação	b) HABITABILIDADE: • Estanqueidade • Desempenho térmico • Desempenho acústico • Desempenho lumínico • Saúde, higiene e qualidade do ar • Funcionalidade e acessibilidade	c) SUSTENTABILIDADE: • Estanqueidade • Desempenho térmico • Desempenho acústico
---	--	--

Fonte: ABNT NBR 15575 (2021).

3.1.2.2 Requisitos, Critérios e Métodos de Avaliação

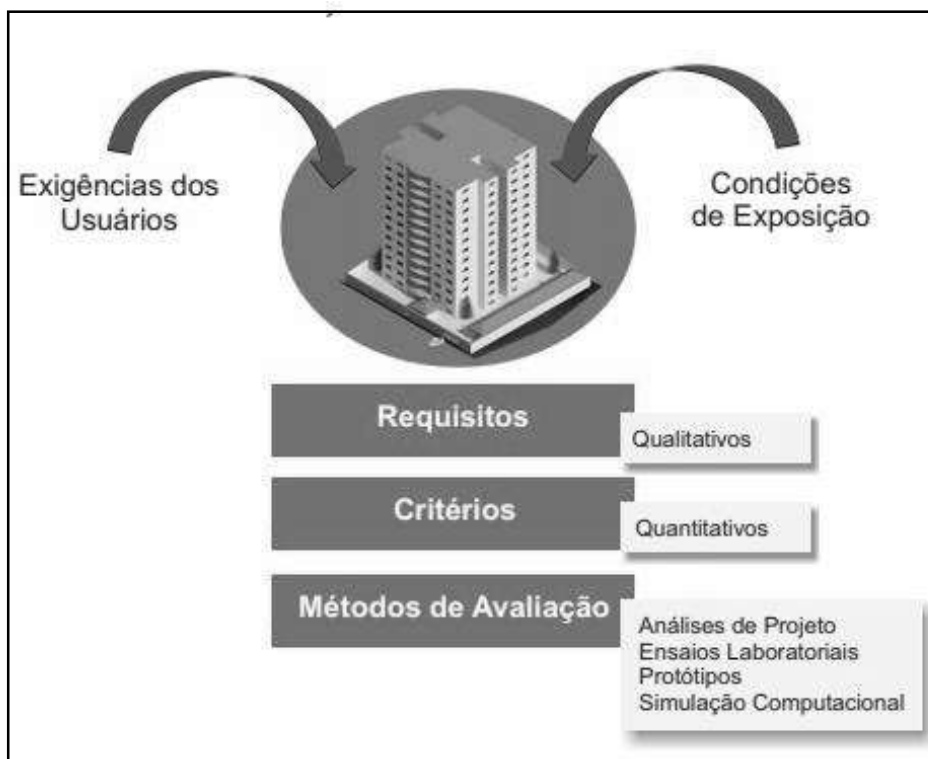
Segundo a ABNT NBR 15575:2021, a definição de requisitos de desempenho são as condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam atender aos requisitos do usuário.

Por sua vez, 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 (ABNT NBR 15575:2021).

Sobre os métodos de avaliação do desempenho a norma considera a realização de ensaios laboratoriais baseados em normas prescritivas que

servem de referência para cada caso em específico: ensaios de tipo, ensaios em campo, inspeções em protótipos ou em campo, simulações e análise de projetos. No caso de não haver norma brasileira para algum sistema, podem ser utilizadas normas internacionais prescritivas compatíveis com o sistema (MADUREIRA, 2019). Na Figura 2 é ilustrado o modelo conceitual da norma.

Figura 2 – Modelo conceitual da norma de desempenho.



Fonte: Mereb; et al. (2015).

3.1.3 Incumbências dos Intervenientes da Norma de Desempenho

A seguir serão apresentadas as responsabilidades dos quatro atores principais que impactam no atendimento da norma de desempenho.

3.1.3.1 Usuários

A norma de desempenho transformou as exigências dos usuários em normas técnicas com requisitos e critérios mínimos a ser atendidos. As

exigências foram atendidas, mas simultaneamente a responsabilidade sobre o uso, a manutenção e a operação da edificação foram transferidas ao usuário. Todas as orientações e obrigações do usuário são detalhadas no Manual de Operação, Uso e Manutenção da Edificação (Manual do Usuário). A norma de desempenho detalha claramente sobre o objetivo a ser alcançado que é o desempenho mínimo dos sistemas das edificações, portanto o usuário não seria jamais isento dessa responsabilidade pois ele deve realizar as manutenções dos sistemas dos edifícios habitacionais para que se atinja a vida útil definida em projeto.

3.1.3.2 Fornecedores

Os fornecedores devem atender a norma de desempenho pois os projetistas dependem exclusivamente deles para especificar os produtos que vão ser usados no sistema construtivo escolhido. Toda a composição e o caminho que o produto percorre, desde a sua extração ou produção, até a construtora, deve ser detalhado, com as informações e registros necessários exigidos pela norma. Quanto mais especificações os produtos e os materiais tiverem maior vai ser a confiabilidade das construtoras sobre o fornecedor pela clareza e transparência nas informações pois fica óbvio que eles estão buscando atender a norma de desempenho.

3.1.3.3 Projetistas

Os projetistas são importantes pois os empreendimentos surgem através do seu conhecimento técnico, da aplicação de normas, e emprego de softwares corroborando com as pesquisas de mercado sobre qual o padrão social do cliente o empreendimento quer alcançar como produto de desejo. Eles são os intervenientes mais exigidos no quesito aplicabilidade da norma de desempenho porque é através deles que o conjunto de plantas do projeto, com todas as especificações, é formado, para dar seguimento a etapa de execução.

Por serem os projetistas os responsáveis pelas definições de vida útil do projeto através da seleção dos materiais, produtos e processos de qualidade,

procedência conhecida e sistemas construtivos da edificação para o seu desempenho ao longo do uso e operação, faz-se necessário que todos os materiais estejam muito bem especificados.

3.1.3.4 Incorporadores e Construtoras

A norma traz as construtoras como responsável em atender os requisitos e critérios mínimos para todo o sistema da edificação. A construtora tem a responsabilidade de contratar profissionais cada vez mais qualificados, bem como investir em tecnologias, projetos e ensaios para atender a norma vigente. O Manual de Uso, Operação e Manutenção é um guia que deve orientar os usuários sobre como proceder com as atividades de conservação, bem como registrar todas as intervenções realizadas na habitação, como forma comprobatória de que o uso, operação e manutenção está atendendo ao manual. Ao construtor ou incorporador cabe elaborar o manual de uso, operação e manutenção, atendendo a ABNT NBR 14037 Versão Corrigida:2014, no qual é entregue ao proprietário responsável por sua unidade habitacional, e no caso dos condomínios, o manual das áreas comuns fica com o síndico (responsável legal do condomínio) ou um profissional/empresa contratado pelo condomínio para prestar os serviços de manutenção.

3.1.4 Importância da Norma de Desempenho

No Brasil não existiu por muito tempo uma norma regulatória para garantir o desempenho mínimo das edificações. Devido esse fato algumas consequências eram a não garantia de um produto de qualidade ao consumidor, surgimento de patologias e altos custos de manutenção associado ao baixo desempenho dos materiais e sistemas.

A ABNT NBR 15575:2021 fornece os requisitos e critérios de desempenho que um edifício habitacional deve atingir. Ela não prescreve os métodos construtivos necessários para se atingir esse desempenho, pois a norma não especifica o método construtivo que deverá ser adotado pelo construtor/incorporador, devendo este analisar as condições de entorno da

edificação que será construída, avaliando a região bioclimática e os materiais necessários, adaptando os projetos a esses fatores (CIPOLLI, 2012).

O desempenho mínimo das construções brasileiras é um assunto que precisa ser considerado por todos os envolvidos na cadeia construtiva (fornecedores, construtores, projetistas e usuários), bem como pelas instituições e entidades que representam o setor (MADUREIRA, 2019).

Alguns setores da cadeia produtiva da construção civil consideram que a norma apenas beneficia o usuário, contudo estes ainda não vislumbraram os benefícios que a esta regulamentação traz de positivo para a melhoria de toda a cadeia produtiva e para a qualidade do produto entregue ao usuário.

A norma também dispõe de uma defesa jurídica para os atores envolvidos, visto que a mesma atribui responsabilidades para todos. Atender a esta norma não é mais uma opção dos agentes envolvidos da cadeia produtiva. Apesar da norma de desempenho ser exigente para alguns requisitos do usuário, principalmente os requisitos referentes ao desempenho térmico, acústico e lumínico, ela protege aqueles que a cumprirem. Desta forma, a ABNT NBR 15575:2021 tornou-se um marco regulatório para a construção civil brasileira.

A norma de desempenho caminha para melhorar a comunicação dos agentes da cadeia construtiva. A grande quantidade de requisitos e critérios e a falta de comunicação na tomada de decisões por parte dos agentes torna lenta a conclusão dos processos construtivos.

Ações de conscientização sobre a importância da norma devem ser feitas pelas empresas, fornecedores e entidades da indústria da construção civil. Ações do tipo debates, cursos e treinamentos, disponibilização de material didático (manuais) com resumo e explicações, poderiam ajudar a viabilizar o entendimento e o atendimento sobre os requisitos da norma.

3.2 SISTEMA DE PISOS

De acordo com a ABNT NBR 15575-3:2021, sistema de piso é “um sistema horizontal ou inclinado composto por um conjunto parcial ou total de camadas (por exemplo, camada estrutural, camada de contrapiso, camada de

fixação, camada de acabamento) destinado a atender à função de estrutura, vedação e tráfego”.

3.2.1 Definição do Sistema de Pisos

A Parte 3 da ABNT NBR 15575:2021 trata dos requisitos, critérios, níveis de desempenho e métodos de avaliação para o desempenho dos sistemas de pisos, através do conjunto de componentes que estão sujeitos a intempéries, desgastes, ataque químico, impactos, entre outros.

Os sistemas de pisos podem ser: horizontais ou inclinados. Estes são classificados como horizontais ou inclinados de acordo com a sua aplicabilidade. Quando aplicado na parede o sistema de piso é inclinado e conhecido popularmente por azulejo ou revestimento. Porém, se aplicado no chão, o sistema de piso é horizontal. O sistema é composto por um conjunto parcial ou total de camadas destinado a atender à função de estrutura, vedação, proteção, tráfego, entre outros.

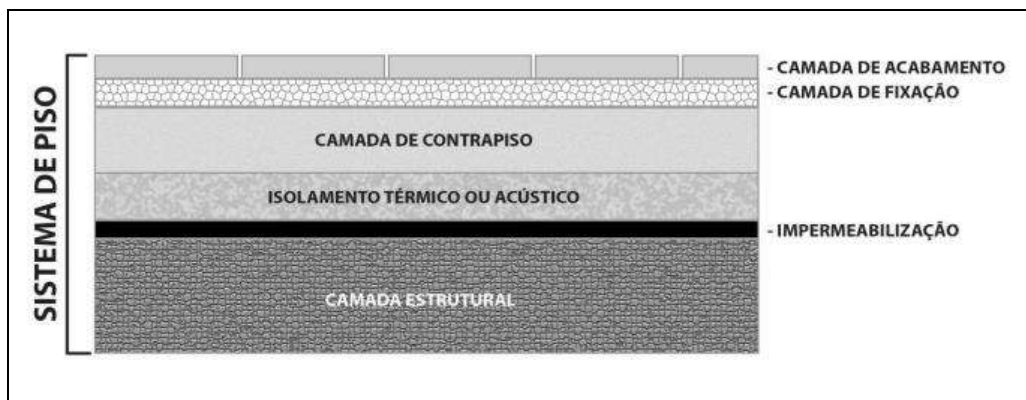
3.2.2 Composição do Sistema de Pisos

Os componentes dos sistemas de pisos formam conjuntos parciais ou totais de camadas com forma definida e destinada a atender funções específicas.

Cada camada é composta de elementos no qual forma os sistemas de pisos. As características físicas e químicas presentes nos elementos de cada camada são importantes para alcançar o desempenho almejado. Segundo Campos; et al. (2019), “cada camada é constituída de uma determinada espessura e, caso as mesmas não sejam bem estudadas e definidas na fase de estudo do projeto, podem comprometer o atendimento a outros quesitos de desempenho”.

Como a Figura 3 ilustra um exemplo genérico dessas camadas que compõe um sistema de piso.

Figura 3 – Exemplo genérico de um sistema de pisos e seus elementos.



Fonte: ABNT NBR 15575-3 (2021).

Todas essas camadas no sistema de piso têm valor funcional. Apenas a camada de acabamento tem valor estético pois é a única que é perceptível esteticamente pelo usuário.

3.2.3 Áreas de Aplicação do Sistema de Pisos

Os sistemas de pisos possuem locais de aplicações variados, podendo ser em ambientes externos ou internos; seco e molhado; e em locais de pequeno e grande fluxo. Entretanto, para que o seu desempenho seja satisfatório é necessário colocar o material com características (ou propriedades) compatíveis com cada ambiente.

Segundo a ABNT NBR 15575-3:2021, os termos e definições das áreas são:

- Áreas molhadas: áreas da edificação cuja condição de uso e de exposição pode resultar na formação de lâmina d'água pelo uso normal a que o ambiente se destina;
- Áreas molháveis: áreas da edificação que recebem respingos de água decorrentes da sua condição e uso e exposição e que não resulte na formação de lâmina d'água pelo uso normal a que o ambiente se destina;
- Áreas secas: áreas onde, em condições de uso e exposição, a utilização direta de água não está prevista nem mesmo durante a operação de limpeza.

3.3 PORCELANATO

Segundo a ABNT NBR ISO 13006:2020, define-se placa cerâmica para revestimento como um material composto por argila e outras matérias-primas inorgânicas normalmente utilizadas para revestir pisos e paredes. São formadas por extrusão ou por prensagem, seguidamente são secadas e queimadas à elevada temperatura. Podem ser esmaltadas ou não esmaltadas. Não são afetadas pela luz e não é um material combustível.

Além da composição dos materiais, o que diferencia a placa cerâmica do porcelanato é o processo de queima. A placa cerâmica é queimada até 1.150 °C, enquanto que o porcelanato pode ser queimado a temperaturas superiores a 1.200 °C. Este é um dos motivos que leva o porcelanato a ter uma resistência maior do que as placas cerâmicas.

A massa do porcelanato é composta por materiais nobres, no qual se torna mais resistente em relação às placas cerâmicas. A composição para a fabricação da massa é feita pela mistura de muitos materiais diferentes, tal como está apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Composição química das matérias-primas na fabricação de porcelanato.

Matérias-primas	Composição química (% massa)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P.F.*
Caulim	49	36	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	12
Argila plástica	64	25	1,5	0,6	0,3	0,4	0,6	0,5	7
Feldspato	70	19	1,2	7	0,3	0,3	0,2	0,2	0,5
Quartzo	98	0,8	-	0,2	-	0,3	0,1	0,2	0,2
Talco	51	8	0,2	-	0,3	0,6	0,3	30	7

* Perda ao fogo.

Fonte: Oliveira; Hotza (2015).

3.3.1 Tipos de Porcelanato

A ABNT NBR ISO 13006:2020 busca garantir a qualidade do porcelanato, bem como procura extinguir o uso indevido do termo “porcelanato” em produtos com características que não estejam de acordo com o prescrito para este

produto. Sendo assim, a referida norma distingue duas definições para o porcelanato: porcelanato técnico e o porcelanato esmaltado.

A diferença entre ambos os porcelanatos está no parâmetro absorção de água. Segundo o SINDUSCON-MG (2009), os porcelanatos esmaltados possuem percentual de absorção de água menor ou igual a 0,5%, enquanto que este parâmetro é menor ou igual a 0,1% para os porcelanatos não esmaltados, também conhecidos como porcelanatos técnicos.

3.3.2 Tipos de Esmaltação

Esmaltação é uma operação que consiste em depositar e recobrir a superfície superior de uma placa cerâmica com um esmalte cerâmico (vidrado) adequadamente preparado para uma dada finalidade (OLIVEIRA; HOTZA, 2015).

3.3.2.1 Esmalte

O esmalte é geralmente feito de pó de vidro com óxidos coloridos de elementos como cobalto (Co), cromo (Cr), manganês (Mn) ou níquel (Ni), suspensos em água. Podem ser adicionados no esmalte vários componentes como óxidos alcalinos, boratos e óxidos de chumbo (DA SILVA; et al., 2015).

Cabe ressaltar que o esmalte é responsável pelos efeitos estéticos do produto acabado e pela camada de proteção do revestimento.

Os porcelanatos esmaltados possuem inúmeros modelos de cores, tamanhos e tipos de acabamento. Os porcelanatos esmaltados possuem as seguintes classificações quanto à superfície da camada de acabamento (DUTRA, 2018):

- Polido: absorve pouca água, seu nível de limpabilidade é maior, porém seu coeficiente de atrito é pequeno, restringindo a sua aplicação em áreas secas;
- Acetinado: apresenta maior resistência a manchas e arranhões, e por serem menos escorregadios são indicados para áreas molháveis;

- Natural: pode ser usado em áreas molháveis e possui o aspecto mais rústico;
- Externo: pode ser usado em áreas molhadas ou molháveis e, por esse motivo, o seu coeficiente de atrito é alto e sua superfície é mais porosa.

3.3.2.2 Granilha

Granilha é um revestimento a base de granito moído selecionado e sua aplicação na placa cerâmica é feita através de granilhadores. Esses esmaltes geralmente são aplicados com técnicas mistas, a seco e a úmido.

“A granilha é um produto obtido pela trituração a seco das fritas até alcançar diferentes distribuições de tamanhos de partícula, em função do tipo de efeito que se deseja alcançar. Na atualidade, pode-se encontrar no mercado uma grande variedade de tamanhos de granilhas: 0,1-0,3 mm, 0,2-0,6 mm, 0,2-1,2 mm, etc.” (BERTO, 2000).

3.3.3 Características Técnicas

O porcelanato é um produto bastante procurado pelos usuários por causa de suas características técnicas, as quais serão a seguir apresentadas.

3.3.3.1 Absorção de Água

Absorção de água é uma propriedade da placa cerâmica e está diretamente relacionada com a porosidade da peça como também com outras características, tais como: resistência mecânica, resistência ao impacto, resistência ao gelo e resistência química.

Essa propriedade é de tamanha importância pois o percentual que a cerâmica absorve de água é que irá determinar se a placa cerâmica é um porcelanato ou não.

3.3.3.2 Resistência à Abrasão

Essa característica está relacionada ao desgaste superficial do esmalte das placas cerâmicas causado pelo movimento de pessoas e/ou objetos. A

resistência à abrasão pode ser avaliada através de dois métodos: superficial (produtos esmaltados) e profunda (produtos não esmaltados).

3.3.3.3 Resistência ao Manchamento

A resistência ao manchamento indica, através de classe, a facilidade de remoção das manchas da superfície cerâmica. As classes de limpabilidade segundo SINDUSCON-MG (2009) são:

- a) Classe 5 - Máxima facilidade de remoção de mancha (água quente).
- b) Classe 4 - Mancha removível com produto de limpeza fraco (Veja multiuso ou similar).
- c) Classe 3 - Mancha removível com produto de limpeza forte (Ajax com amoníaco ou similar).
- d) Classe 2 - Mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno.
- e) Classe 1 - Impossibilidade de remoção da mancha.

3.3.3.4 Resistência ao Ataque de Agentes Químicos

Essa característica refere-se à capacidade da superfície da placa cerâmica em se manter inalterada quando em contato com os agentes químicos.

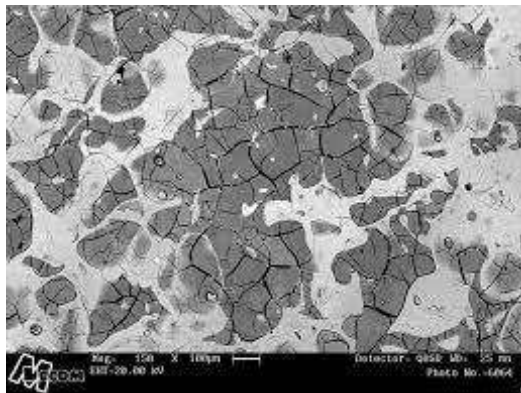
Alguns desses agentes são produtos domésticos, produtos para tratamento de água de piscina, entre outros. O método de avaliação dessa resistência é o ensaio de resistência ao ataque químico.

3.4 EFEITO DO ATAQUE QUÍMICO

O ataque químico é uma das manifestações patológicas que ocorre na superfície dos sistemas de pisos pelo uso inadequado de alguns produtos de limpeza ou pelo desgaste natural do piso.

O efeito do agente químico é facilmente identificado, pois a parte atacada aparece como manchas foscas sendo possível perceber a diferença de textura das demais partes da peça. A Figura 5 ilustra o efeito de ataque químico em uma placa cerâmica em que na superfície atacada aparece o micro trincamento da superfície do esmalte.

Figura 5 – Micrografia da superfície de um esmalte brilhante atacado quimicamente.



Fonte: Rego; et al. (2006).

O processo de ataque químico deixa a superfície do revestimento cerâmico com microporosidade (abre poros) e deixa o local atacado mais suscetível às manchas, causando a perda de brilho e a possibilidade de concentração de sujeira (REGO; et al., 2006).

O dano dessa patologia é irreversível, ou seja, uma vez atacado o produto, a única solução é a substituição do todo, ou parte, do revestimento cerâmico.

3.4.1 Agentes de Degradação

A concentração das soluções é a quantidade de soluto presente em uma quantidade de massa da solução, sendo gasoso, líquido ou sólido. Essas soluções em alta ou baixa concentração podem reagir como outros compostos químicos, sendo caracterizadas como agente de degradação.

Segundo a ABNT NBR 15575-1:2021, agente de degradação é definido como “tudo aquilo que age sobre um sistema, reduzindo seu desempenho”, como sol, chuva e ação dos usuários, dentre outros, e, até a própria degradação. Os produtos de limpeza doméstica, produtos para tratamento de piscina e até

respingos de água são os agentes de degradação quando em contato com a camada de acabamento dos revestimentos cerâmicos, podendo existir outros agentes manchantes ou químicos.

Um dos agentes de degradação é o ácido fluorídrico. Ele reage com os metais, água ou vapor e pode liberar vapores corrosivos e tóxicos (COLASSO; SANTOS, 2015). A composição do esmalte dos porcelanatos é composta em sua maioria de metais como cobalto (Co), cromo (Cr), manganês (Mn) ou níquel (Ni), e, por esse motivo, não se deve utilizar produtos que contenham flúor e seus derivados. Esse composto químico normalmente estão presentes em produtos que são destinados a limpeza de alumínio, no qual contém o flúor e é utilizado para retirar ferrugem das superfícies atacadas.

O hidróxido de sódio e o hidróxido de potássio estão presentes em muitos produtos domésticos considerados inofensivos para a limpeza como água sanitária (hipoclorito de sódio), sabão em pó ou soda cáustica, ceras e graxas de sapato (ácidos graxos), entre outros. Esses compostos químicos são bases fortes, que quando utilizados em alta concentração, podem reagir quimicamente com os metais que compõem os esmaltes das placas cerâmicas.

Os metais que compõem o esmalte do porcelanato são classificados pela tabela periódica como metais não-nobres. Os metais não-nobres reagem quando atacados por substâncias de caráter ácido. O agente de degradação com caráter ácido pode causar alterações na camada de acabamento dos porcelanatos. Por exemplo, o ácido muriático (ou o ácido clorídrico, como é popularmente conhecido), faz parte desse nicho de produtos de limpeza doméstica que os usuários utilizam para a remoção de incrustação de sujeiras ou gorduras.

Por isto, é importante que ao adquirir as placas cerâmicas os usuários estejam atentos às especificações dos fabricantes em relação ao uso dos produtos químicos, bem como sigam as suas instruções de limpeza para o caso de ocorrer o contato de alguma solução/produto químico com a placa cerâmica de acabamento do sistema de piso.

4 METODOLOGIA

Esse trabalho baseia-se em uma pesquisa bibliográfica, descritiva e experimental com a finalidade de realizar o ensaio de verificação da resistência de ataque químico em amostras de pisos cerâmicos, bem como classificar as amostras ensaiadas quanto à resistência química de acordo com a norma de desempenho, relacionando os resultados obtidos com as informações técnicas dos pisos ensaiados disponibilizados por seus fabricantes.

4.1 PESQUISA

A pesquisa bibliográfica realizada baseou-se em trabalhos acadêmicos, artigos técnicos, revistas, blogs, dissertações de mestrado e manuais, buscando o embasamento teórico para o desenvolvimento desse trabalho.

Para a realização da pesquisa descritiva e experimental foram realizados ensaios em amostras de pisos e utilizado o Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021. As amostras de pisos doadas foram identificadas de acordo com os fornecedores, com dados técnicos obtidos através dos sites dos fabricantes. Cada amostra de piso foi classificada de acordo com sua área de aplicação. O Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021, que está disponível no Anexo A deste trabalho, descreve os ensaios de verificação da resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento dos sistemas de pisos para áreas secas e áreas molhadas e molháveis. Este anexo especifica a metodologia de realização destes ensaios, tamanhos dos corpos de prova, aparelhagem, materiais, vidrarias e as soluções (agentes químicos) a serem utilizadas.

4.2 COLETA DOS DADOS

A seguir será apresentada toda a metodologia de coleta de dados para a realização deste trabalho.

4.2.1 Amostras e Corpos de Prova

Os dados desta pesquisa foram coletados por meio de ensaios laboratoriais seguindo o Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021.

O Anexo D traz os métodos de ensaios para dois tipos de camadas de acabamento:

- Camada de acabamento de sistema de piso de áreas secas (item D.3);
- Camada de acabamento de sistema de piso de áreas molhadas e molháveis (item D.4).

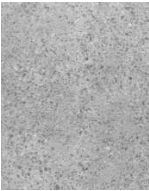
Para facilitar a identificação das amostras e a interpretação dos resultados foi nomeado o item D.3 de Ensaio 1 e o item D.4 de Ensaio 2.

Os pisos cerâmicos que serviram como amostras para os ensaios na sua maioria vieram de obras que se encontravam na fase de assentamento de piso.

Como descrito acima, o Ensaio 1 é específico para pisos de áreas secas e o Ensaio 2 para pisos de áreas molhadas e molháveis. Contudo, com a finalidade de analisar o comportamento da camada de acabamento nas amostras de pisos quando em contato com as soluções definidas no Anexo D, foram realizados para todos os corpos de prova deste trabalho os ensaios descritos no item D.3 (Ensaio 1) e D.4 (Ensaio 2).

De cada tipo de piso recebido foram selecionadas as partes (ou retalhos) que estavam em perfeitas condições para serem ensaiadas. Entretanto, foi feita a escolha de se ensaiar apenas os porcelanatos. Feito isto, as placas de pisos foram classificadas a partir de seus fornecedores (ou marcas) por letras: A, B, C, D, E, F e G. Em seguida, as amostras de pisos foram identificadas por números, que vai de 1 a 10. Para três fornecedores (A, B e C) existem dois tipos de pisos diferentes. Em função disto, estes fornecedores apresentam, cada um, dois pisos diferentes que serão ensaiados. Os demais fornecedores (D, E, F e G) possuem apenas um tipo de piso que foi usado como amostra nos ensaios. O Quadro 2 apresenta a simbologia acima descrita, bem como a nomenclatura adotada para cada amostra de piso analisada neste trabalho.

Quadro 2 – Fotos das amostras doadas.

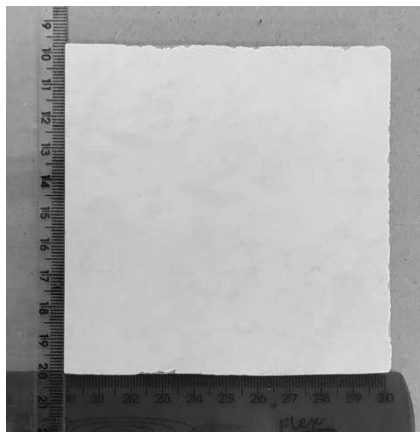
Fornecedores	Amostras	Nomenclatura	Foto da Amostra
A	1	A1	
	2	A2	
B	3	B3	
	4	B4	
C	5	C5	

Fornecedores	Amostras	Nomenclatura	Foto da Amostra
C	6	C6	
D	7	D7	
E	8	E8	
F	9	F9	
G	10	G10	

Fonte: Autora (2022).

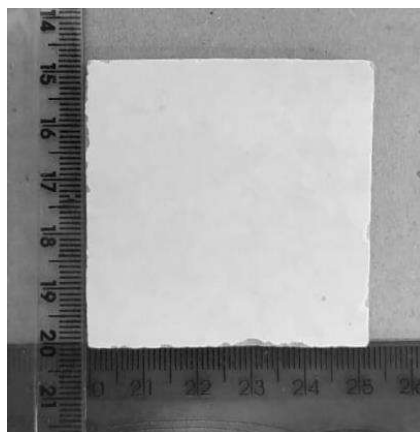
Segundo o Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021, para realizar o Ensaio 1 e o Ensaio 2, os corpos de prova teriam que ter tamanhos específicos. Sendo assim, foi necessário que cada piso fosse cortado no tamanho definido neste anexo. Um profissional habilitado foi requerido para cortar cada placa de piso, de modo que se garantisse uma adequada padronização dos corpos de prova. Os corpos de prova dos pisos requeridos pelo Ensaio 1 (conforme item D.3.3) devem apresentar dimensões de 100 mm x 100 mm (± 5 mm). Já os corpos de prova de pisos para o Ensaio 2 foram cortados no tamanho padrão de 50 mm x 50 mm (± 2 mm). As Fotos 1 e 2 ilustram os tamanhos dos corpos de prova para os Ensaios 1 e 2, respectivamente.

Foto 1 – Tamanho dos corpos de prova do Ensaio 1.



Fonte: Autora (2022).

Foto 2 – Tamanho dos corpos de prova do Ensaio 2.



Fonte: Autora (2022).

A norma não especifica o número de corpos de prova para serem ensaiados. Assim, ficou estabelecido que no Ensaio 1 seriam ensaiadas três (3) corpos de prova para cada tipo de solução que o método descreve (cinco soluções). Neste caso, foram cortados 150 corpos de prova para a realização do Ensaio 1.

Na metodologia do Ensaio 2 fica explícito que devem ser ensaiados cinco (5) corpos de prova para cada tipo de solução que o método apresenta (cinco soluções). Assim, considerando o número de pisos deste trabalho, foram necessários 250 corpos de prova para o Ensaio 2. Desta forma, ao total, foram cortados 400 corpos de prova para a realização dos Ensaios 1 e 2.

Com os corpos de prova cortados, foram montados quadros para estruturar a realização dos ensaios, bem como estabelecer no final a nomenclatura de cada de corpo de prova. Estes quadros permitiram prover a correta identificação de cada corpo de prova durante a realização dos ensaios, evitando trocas ou confusões em virtude do grande número de amostras a serem ensaiadas.

Os principais motivos da estruturação dos quadros com a identificação dos grupos dos corpos de prova foram: grande quantidade de amostras; espaço físico limitado no laboratório para armazenar e reservar, tanto as amostras quanto os materiais para a realização dos ensaios; quantitativo do material de vidraria limitada; e, facilitar a montagem do cronograma de todos os ensaios, contendo os horários dos ciclos de cada solução a ser ensaiada.

No Quadro 3 foram formados os grupos de ensaios, tomando-se como base a limitação dos materiais para a realização dos ensaios, em especial as vidrarias. Assim, foram definidos cinco (5) grupos, os quais estão apresentados abaixo.

Quadro 3 – Grupos para a realização dos ensaios.

Ensaios	Grupos	Componentes (Amostras)
Ensaio 1	G1	A1-A2-B3-B4
	G2	C5-C6-D7-E8
	G3	F9-G10
Ensaio 2	G4	A1-A2-B3-B4-C5
	G5	C6-D7-E8-F9-G10

Fonte: Autora (2022).

4.2.2 Soluções

O Anexo D da Parte 3 da norma de desempenho traz um quantitativo de dez soluções para a realização dos Ensaio 1 e 2.

O Quadro 4 apresenta a relação das soluções requeridas para o Ensaio 1, conforme descrito no Anexo D. Neste ensaio são empregadas cinco (5) soluções, as quais estão identificadas pela simbologia “S”. Os nomes destas soluções e o tempo requerido de contato da solução com o corpo de prova também estão explicitados neste quadro.

Quadro 4 – Soluções, simbologia e tempo de contato do Ensaio 1.

Ensaio 1 (E1)			
Soluções	Simbologia	Material	Tempo
Solução 1	S1	Acetona	16h
Solução 2	S2	Café forte	16h
Solução 3	S3	Hidróxido de sódio	10 min
Solução 4	S4	Peróxido de hidrogênio	10 min
Solução 5	S5	Graxa de sapato	10 min

Fonte: Autora (2022).

O Quadro 5 contém a relação das soluções requeridas para o Ensaio 2, conforme descrito no Anexo D. Neste ensaio também devem ser empregados cinco (5) soluções, as quais estão identificadas pela simbologia “S”. Os nomes destas soluções e o tempo requerido de contato da solução com o corpo de prova também estão explicitados neste quadro.

Quadro 5– Soluções, simbologia e tempo de contato do Ensaio 2.

Ensaio 2 (E2)			
Soluções	Simbologia	Material	Tempo
Solução 6	S6	Cloreto de amônia	24h
Solução 7	S7	Hipoclorito de sódio	24h
Solução 8	S8	Ácido cítrico	24h
Solução 9	S9	Ácido clorídrico	96h
Solução 10	S10	Hidróxido de potássio	96h

Fonte: Autora (2022).

A solução 1 (S1), solução 2 (S2) e a solução 5 (S5), citadas no Quadro 4, foram adquiridas pela própria autora deste trabalho, pois são soluções de fácil aquisição e baixo custo.

Excluindo as três soluções acima citadas, foi elaborada uma lista com as demais soluções dos dois ensaios (Ensaio 1 e 2), com a informação do volume necessário de cada solução para a realização destes ensaios. Esta lista foi encaminhada, via e-mail, para as coordenações dos laboratórios da Instituição, Coordenação de Laboratórios de Química (COLAQUI) e Coordenação de Laboratórios de Edificações (COLED), para a verificação da existência destas soluções nestas coordenações e, em caso positivo, a possibilidade de disponibilizá-las para a realização deste trabalho de pesquisa.

Em resposta ao e-mail enviado, a COLAQUI comunicou que contribuiria com a preparação das soluções S8, S9 e S10. Por outro lado, a COLED disponibilizou solução de hidróxido de sódio (S3).

Desta forma, ainda estava faltando as soluções 4 (S4), 6 (S6) e 7 (S7) para a realização de todos os ensaios, conforme descrito no Anexo D. A solução 4 (S4) foi adquirida pela autora do trabalho.

Assim, no que se refere ao Ensaio 1, todas as soluções foram utilizadas neste estudo para análise do ataque químico nos corpos de prova das placas de porcelanato.

Contudo, para o Ensaio 2, não foram realizados os ensaios que empregavam as seguintes soluções:

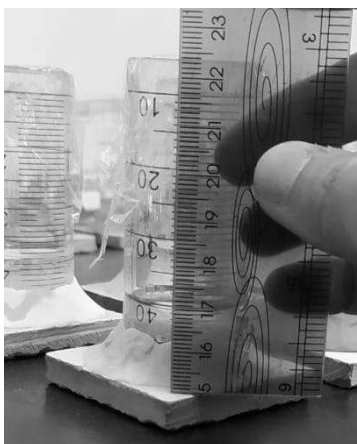
- Solução 6 (S6) - esta solução seria disponibilizada pela COLAQUI. Entretanto, por ser esta solução controlada pela Polícia Federal, o laboratório não possuía o volume requerido para a realização dos ensaios desta pesquisa. O volume total solicitado foi de 1,0 litro da solução de cloreto de amônia;
- Solução 7 (S7) - a COLAQUI não dispunha da solução de hipoclorito de sódio para viabilizar a realização dos ensaios.

As demais soluções do Ensaio 2 encontram-se no Quadro 5 e foram empregadas nesta pesquisa.

Para mensurar o volume a ser utilizado em cada solução do Ensaio 1 foi levado em consideração o que é descrito no Anexo D, onde se faz necessário pingar entre duas a três gotas da solução. Considerando que uma (01) gota possui 0,15 ml, conforme cita EASELABS (2021), e admitindo três gotas, tem-se que para um corpo de prova é necessário 0,45 ml. Como foram utilizados três corpos de prova para cada amostra de placa cerâmica, o volume requerido para cada tipo de amostra é de, aproximadamente, 1,35 ml. Como foram analisados dez (10) amostras diferentes, de sete (7) fornecedores distintos, então, tem-se um total de 13,5 ml. Desta forma, foi solicitado um volume de 20 ml para os laboratórios (COLAQUI e COLED), considerando um volume adicional de 6,5 ml para o caso de perdas.

Para mensurar o volume a ser utilizado em cada solução do Ensaio 2 foi levado em consideração que o cilindro de vidro apresenta um diâmetro interno de, aproximadamente, de 3,2 cm. Considerando que, segundo o Anexo D, a altura da coluna líquida da solução dentro do cilindro de vidro é de, aproximadamente, 20 mm (± 5 mm), então o volume mínimo da solução é de 16,085 cm³. A Foto 3 ilustra a medida da altura da coluna líquida da solução após a aparelhagem montada para a realização do Ensaio 2.

Foto 3 – Altura da coluna líquida da solução.



Fonte: Autora (2022).

Como para o Ensaio 2 o Anexo D solicita que sejam ensaiados cinco (5) corpos de prova para cada solução e como foram empregadas 10 amostras

diferentes, tem-se um volume total de $804,24 \text{ cm}^3$ (ou $0,80424 \text{ dm}^3$). Assim, o volume requerido para cada solução é de $0,8 \text{ dm}^3$ ou 0,8 litro. Considerando possíveis perdas, foi solicitado, para cada solução, o volume de 1 litro.

4.2.3 Vidrarias

Para a execução dos ensaios prescritos no Anexo D é necessário o emprego de aparelhagem específica para cada ensaio a ser realizado. O Ensaio 1 requer o uso de vidro de relógio de 0,60 cm de diâmetro. Já o Ensaio 2 requer em sua metodologia o emprego de um dos dois aparelhos: recipiente com tampa, feito de vidro borosilicato 3.3 (conforme ISO 3585) ou similar, ou cilindro de vidro borosilicato 3.3 (conforme ISO 3585) que tenha uma tampa ou abertura para enchimento ou similar.

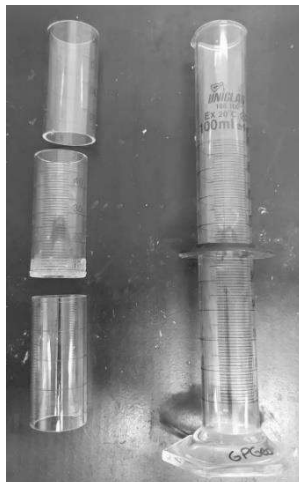
Posto isto, a primeira dificuldade encontrada para a realização deste trabalho foi dispor destes materiais, visto que após consulta nos Laboratórios de Química (COLAQUI) e de Edificações (COLED) do IFS, estes não dispunham destes materiais.

Partindo deste pressuposto, a opção foi verificar no mercado a venda destes materiais. Após uma busca no comércio local, foi encontrada uma loja que trabalha com a venda destes materiais de vidraria. A compra de toda a aparelhagem para a realização dos Ensaios 1 e 2 foi feita nesta loja. Foram adquiridos 12 vidros de relógio de 0,6 cm de diâmetro e 10 provetas de 100 ml de vidro borosilicato 3.3. O diâmetro interno de cada proveta é de 3,2 cm e sua altura é de 25,5 cm.

Cada proveta foi cortada em três cilindros. Cada cilindro com, aproximadamente, 7,2 cm ($\pm 4 \text{ cm}$) cm de altura e com abertura para o enchimento. O corte das provetas foi necessário para realizar uma adaptação deste material com a aparelhagem especificada no Anexo D, visto que a norma solicita que o recipiente de vidro seja aberto nas duas extremidades (superior e inferior). Esta escolha também foi vantajosa sob o ponto de vista econômico, pois com uma proveta foram confeccionados três cilindros, o que aumentaria a possibilidade de ensaios simultaneamente. Desta forma, ao total, foram confeccionados trinta (30) cilindros de vidro borosilicato 3.3.

Os cortes nas provetas foram realizados por um profissional qualificado, com experiência, que trabalha com todo tipo de vidro. A Foto 4 apresenta o antes e o depois dos cortes realizados nas provetas.

Foto 4 – Antes e depois da proveta.



Fonte: Autora (2022).

4.2.4 Laboratórios

Os laboratórios da Instituição foram primordiais para a realização dos ensaios, desde às orientações a respeito do uso das soluções quanto a montagem dos ensaios.

A COLED disponibilizou um espaço reservado em seu laboratório para que não houvesse nenhuma interferência externa, visto neste ambiente são ministradas aulas de alguns cursos da Instituição. Dito isto, a possibilidade de ocorrer esbarrões ou a curiosidade de pessoas em querer mexer na aparelhagem dos ensaios poderia existir mesmo que sendo pequena. É importante registrar que integrantes da COLED auxiliaram a autora na montagem dos ensaios e no uso de alguns aparelhos para que pudesse cumprir o cronograma previsto de ensaios com êxito.

A COLAQUI disponibilizou a maioria das soluções que foram utilizadas nos dois ensaios, além de informar o uso e o manuseio correto das soluções,

bem como o descarte das mesmas. A autora contou com o apoio desta Coordenação para tirar dúvidas durante toda a realização dos ensaios.

4.3 DIFICULDADES NA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

A dificuldade inicial para a realização do Ensaio 2 foi a montagem da aparelhagem. O tópico D.4.2 do Anexo D requer que seja feita a vedação do tubo de vidro borosilicato 3.3 com o corpo de prova por meio de uma “massa de vedação (cola plástica de vedação, massa de modelar ou cera de abelha) ou outro sistema eficiente” (ABNT NBR 15575-3:2021).

Em virtude de a norma apresentar diversas possibilidades de materiais para serem empregados como vedantes nesta região, a primeira opção escolhida foi trabalhar o silicone em bisnaga.

Contudo, este material após aplicado demorava muito para endurecer, o que gerava vazamento na base do corpo de prova, ocasionando a perda de solução. Assim, seria necessário esperar um tempo maior para que este vedante secasse e fosse possível colocar a solução no tubo e iniciar o ensaio.

Fez-se a opção em utilizar o silicone por ser um produto de fácil acesso, fácil aplicação e com o índice de maleabilidade adequado para que, após concluído o ensaio, fosse feito a remoção dele do corpo de prova, a fim de reutilização do cilindro para um outro ensaio (Foto 5).

Foto 5 – Corpo de prova com a aplicação do silicone.

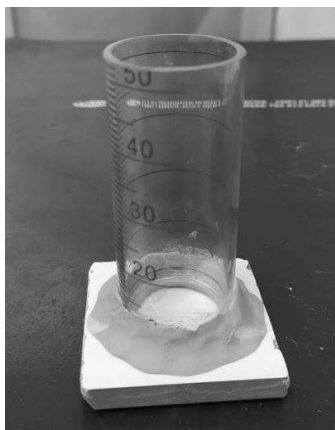


Fonte: Autora (2022).

O primeiro ensaio a ser realizado foi com a solução 9 (S9 do Quadro 5), cujo tempo de duração é de 96 horas. Assim, após concluído o ensaio o silicone aderiu ao tubo de vidro ficando difícil de removê-lo. Foi necessário colocar o corpo de prova com o tubo de vidro na estufa para “amolecer” o silicone e viabilizar a sua retirada do tubo de vidro e da amostra de cerâmica.

Após esta experiência malsucedida, foi feita a escolha por um outro material dentre aqueles predefinidos no Anexo D da norma. A segunda opção de escolha foi pelo uso de massa de modelar. Após testes prévios, chegou-se à conclusão de que tanto para a aplicação quanto para a sua remoção, este material vedante era satisfatório pois era fácil e simples de aplicar, de baixo custo e não requeria um tempo mais longo para aderir ao tubo e vedar a região da base do corpo de prova. Desta forma, todas as demais montagens do Ensaio 2 foram feitas empregando-se a massa de modelar como vedante na base do corpo de prova (Foto 6).

Foto 6 – Corpo de prova com a aplicação da massa de modelar.

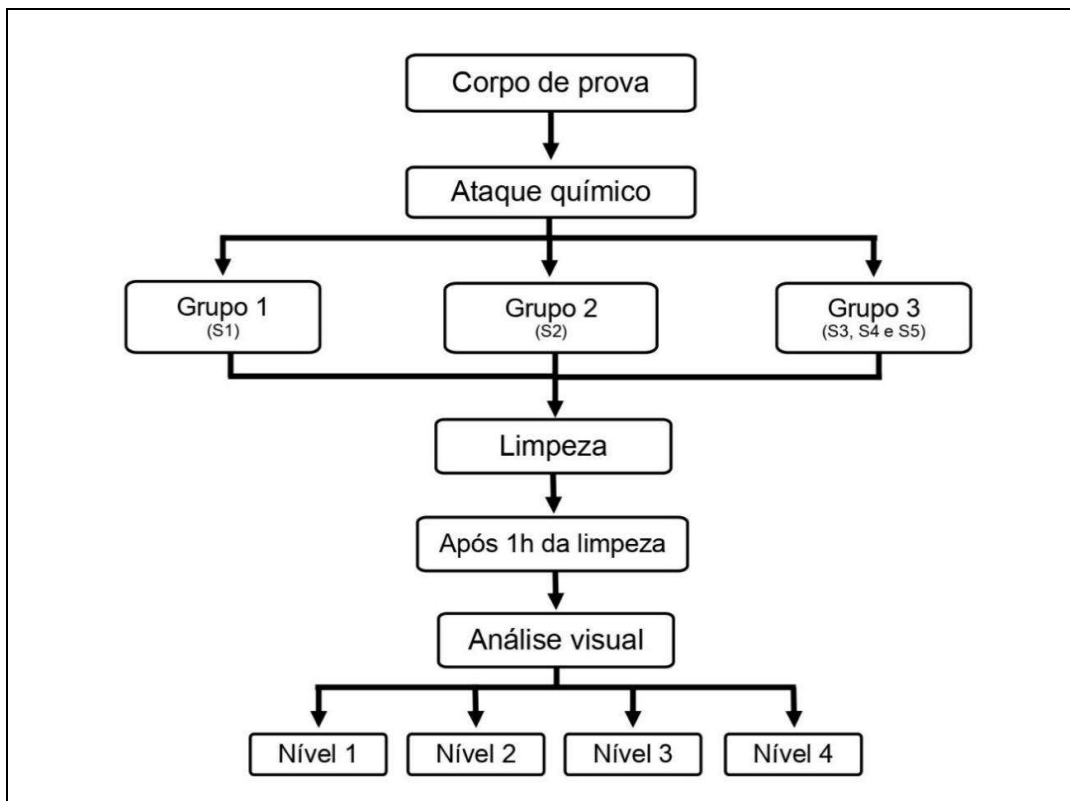


Fonte: Autora (2022).

4.4 METODOLOGIA DOS ENSAIOS

A avaliação visual é a penúltima etapa do ensaio. Para facilitar essa avaliação foi criado um fluxograma que sequencia todas as etapas do ensaio até a classificação da resistência química. O Fluxograma 1 apresenta o esquema do Ensaio 1 até a análise visual.

Fluxograma 1 – Esquema do Ensaio 1.



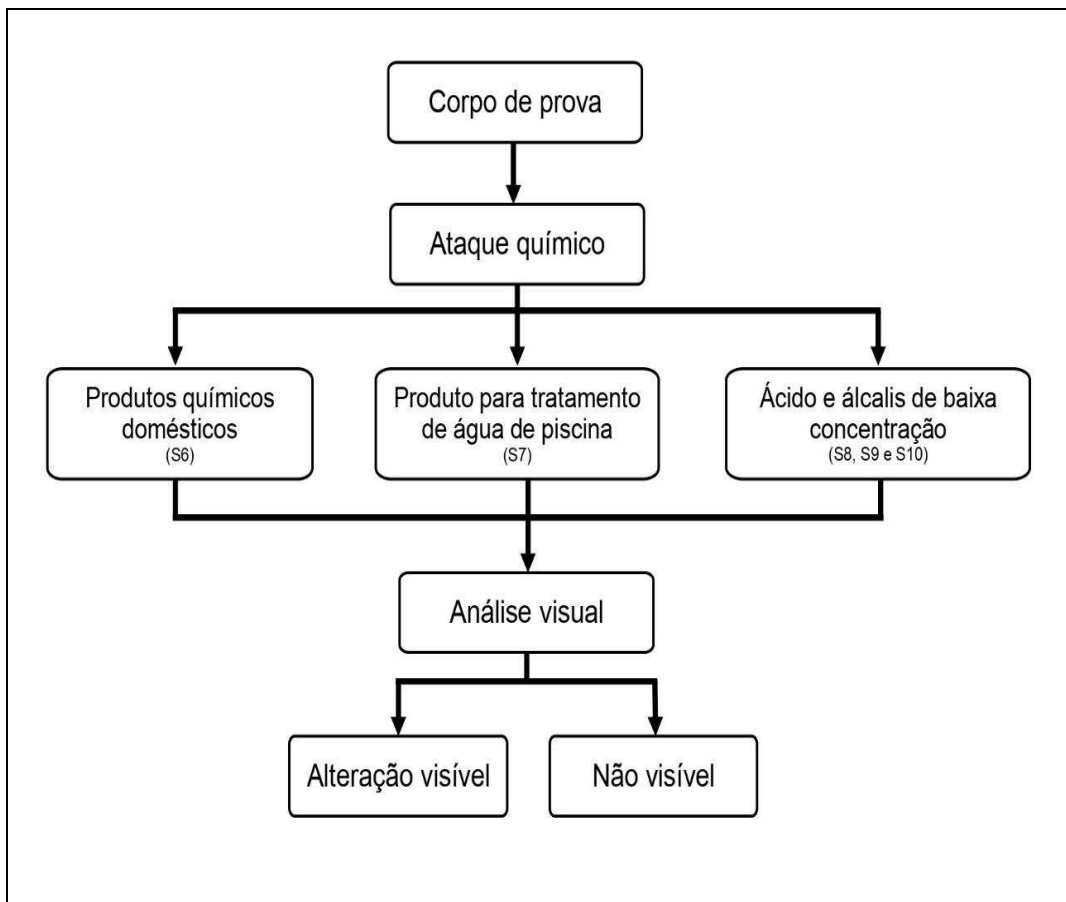
Fonte: Autora (2022).

A última etapa do fluxograma acima é a classificação da resistência química, seguindo a definição de cada nível de acordo com o Anexo D da norma. De acordo com o Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021, os resultados do Ensaio 1 são expressos conforme a seguinte classificação:

- a) Nível 4 - nenhuma alteração visível;
- b) Nível 3 - leve a moderada alteração de brilho e/ou cor, visível em qualquer ângulo de observação;
- c) Nível 2 - severa alteração de brilho e/ou cor, mas sem ataque da superfície;
- d) Nível 1 - ataque da superfície na forma de rachaduras, fissuras, bolhas e delaminação.

Similarmente ao Ensaio 1, foi elaborado o Fluxograma 2 que apresenta a sequência das etapas do Ensaio 2 até a classificação dos revestimentos cerâmicos quanto à sua resistência química.

Fluxograma 2 – Esquema do Ensaio 2.



Fonte: Autora (2022).

O Ensaio 2 apresenta duas classificações da resistência química após a análise visual no corpo de prova. Segundo o Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021, os resultados são expressos conforme a seguinte classificação: alteração visível ou não visível da superfície para cada reagente químico ensaiado.

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Após todos os corpos de provas serem ensaiados, foram realizadas as análises e discussões dos resultados, apresentados a seguir por meio de quadros, tabelas e fotos ilustrativas.

5.1 ENSAIO 1

Os quadros a seguir apresentam as informações coletadas pela autora após a realização do Ensaio 1, sendo que todas as amostras foram ensaiadas sem distinção de área aplicada. Os Quadros 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam os resultados do Ensaio 1 após realizados os ensaios nos corpos de provas com as soluções 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. A coluna onde está apresentado o marcador (*) designa o nível em que, após a conclusão do ensaio, foi realizada a análise visual do corpo de prova e identificado o respectivo nível de alteração da sua camada de acabamento.

Quadro 6 – Resultado da solução 1 (acetona).

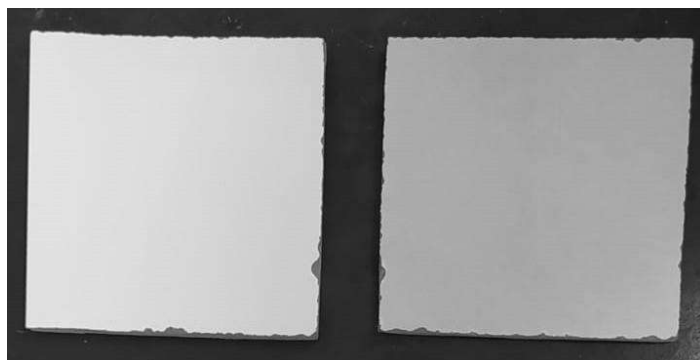
Fornecedores	Amostras	Ensaio 1											
		Nível 4			Nível 3			Nível 2			Nível 1		
		1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP
A	1	*	*	*									
	2	*	*	*									
B	3	*	*	*									
	4	*	*	*									
C	5	*	*	*									
	6	*	*	*									
D	7	*	*	*									
E	8	*	*	*									
F	9	*	*	*									
G	10	*	*	*									

Fonte: Autora (2022).

Após a realização do Ensaio 1 com a acetona (S1), o resultado apresentado no Quadro 6 foi que todos os corpos de prova apresentaram nível

4. Sendo assim, não houve nenhuma alteração visível. O resultado das amostras C5 e C6 estão ilustradas na Foto 7.

Foto 7 – Amostras C5 (3º CP) e C6 (3º CP).



Fonte: Autora (2022).

O Quadro 7 apresenta os resultados do Ensaio 1 após ensaiados os corpos de prova com a solução 2.

Quadro 7 – Resultado da solução 2 (café forte).

Fornecedores	Amostras	Ensaio 1											
		Nível 4			Nível 3			Nível 2			Nível 1		
		1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP
A	1	*	*	*									
	2		*	*	*								
B	3	*	*	*									
	4	*	*	*									
C	5	*	*	*									
	6	*	*	*									
D	7	*	*	*									
E	8	*	*	*									
F	9	*	*	*									
G	10	*	*	*									

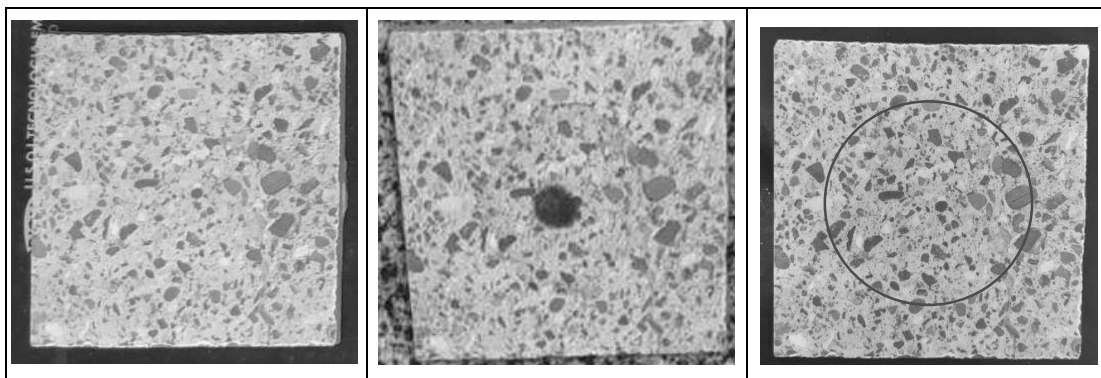
Fonte: Autora (2022).

Os corpos de prova da solução 2 (café forte) do E1 também não apresentaram, em sua maioria, nenhuma alteração visível. Apenas a amostra A2

apresentou uma leve a moderada alteração de cor no 1º CP dentre os três corpos de prova ensaiados.

A Foto 8 mostra o corpo de prova antes, durante e após o efeito do agente químico sobre a amostra.

Foto 8 – Antes, durante e depois do 1º CP da amostra A2.



Fonte: Autora (2022).

O resultado do efeito dos agentes químicos da solução 3 (hidróxido de sódio) sobre as amostras foi classificado como nível 4, conforme apresentado no Quadro 8.

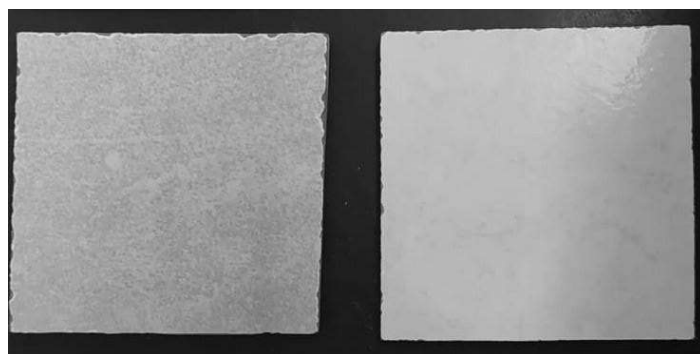
Quadro 8 – Resultado da solução 3 (hidróxido de sódio).

Fornecedores	Amostras	Ensaio 1											
		Nível 4			Nível 3			Nível 2			Nível 1		
		1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP
A	1	*	*	*									
	2	*	*	*									
B	3	*	*	*									
	4	*	*	*									
C	5	*	*	*									
	6	*	*	*									
D	7	*	*	*									
E	8	*	*	*									
F	9	*	*	*									
G	10	*	*	*									

Fonte: Autora (2022).

A Foto 9 ilustra o resultado das amostras F9 e G10 ensaiadas com o hidróxido de sódio (solução 3).

Foto 9 – Amostras F9 (1º CP) e G10 (1º CP).



Fonte: Autora (2022).

Assim como as soluções 1 e 3, a solução 4 após aplicada na superfície da camada de acabamento do corpo de prova também não apresentou nenhuma alteração visível (Quadro 9).

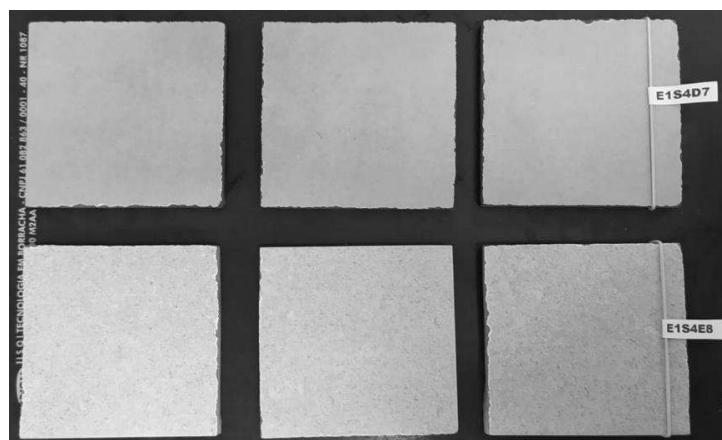
Quadro 9 – Resultado da solução 4 (peróxido de hidrogênio).

Fornecedores	Amostras	Ensaio 1											
		Nível 4			Nível 3			Nível 2			Nível 1		
		1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP
A	1	*	*	*									
	2	*	*	*									
B	3	*	*	*									
	4	*	*	*									
C	5	*	*	*									
	6	*	*	*									
D	7	*	*	*									
E	8	*	*	*									
F	9	*	*	*									
G	10	*	*	*									

Fonte: Autora (2022).

A Foto 10 apresenta o resultado das amostras D7 e E8 ensaiadas com o peróxido de hidrogênio (solução 4).

Foto 10 – Amostras D7 e E8 (todos os CP's).



Fonte: Autora (2022).

A solução 5 apresentou, como mostra o Quadro 10, um corpo de prova com leve a moderada alteração de brilho e/ou cor sendo, portanto, esta amostra (amostra B4) foi classificada como pertencente ao nível 3, segundo o Anexo D da norma.

Quadro 10 – Resultado da solução 5 (graxa de sapato pastosa preta).

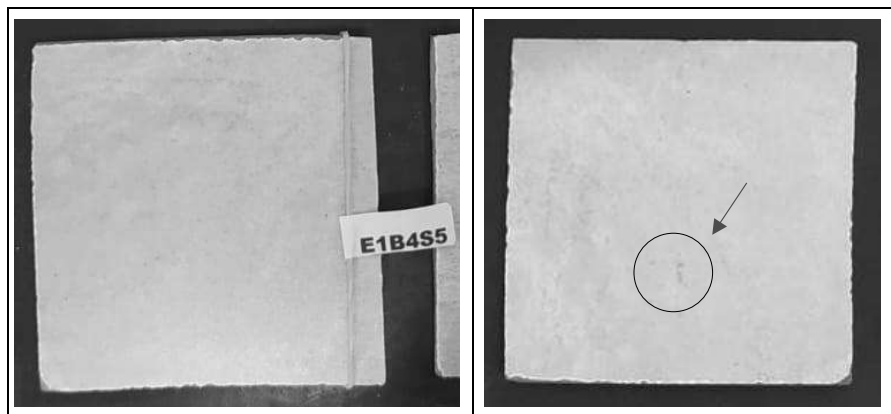
Fornecedores	Amostras	Ensaio 1											
		Nível 4			Nível 3			Nível 2			Nível 1		
		1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP	1º CP	2º CP	3º CP
A	1	*	*	*									
	2	*	*	*									
B	3	*	*	*									
	4	*		*		*							
C	5	*	*	*									
	6	*	*	*									
D	7	*	*	*									
E	8	*	*	*									
F	9	*	*	*									
G	10	*	*	*									

Fonte: Autora (2022).

Contudo, todas as demais amostras ensaiadas com a graxa de sapato pastosa preta não expressaram nenhuma alteração visível.

A Foto 11 mostra o corpo de prova antes e após o efeito do agente químico sobre a amostra B4.

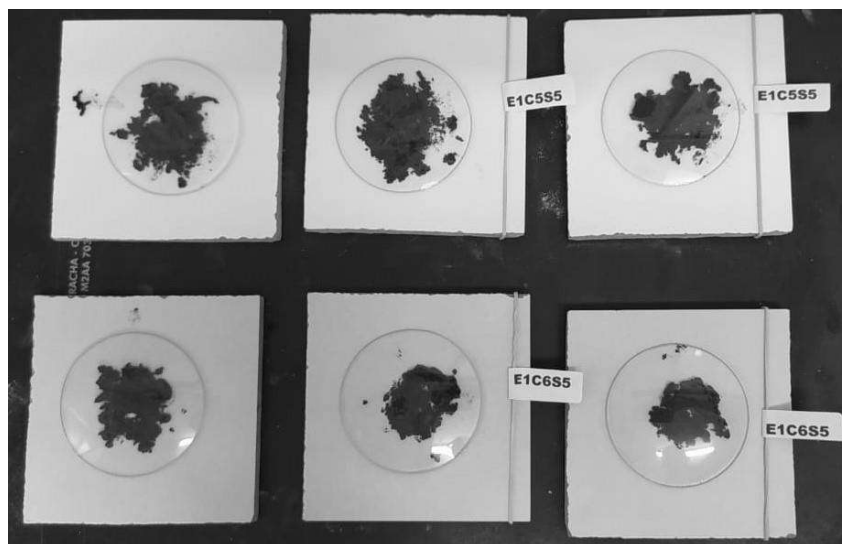
Foto 11 – Antes e depois do 2º CP da amostra B4.



Fonte: Autora (2022).

A Foto 12 ilustra o efeito do agente químico durante do Ensaio 1 com a solução 5 sobre os corpos de prova das amostras C5 e C6.

Foto 12 – Durante a aplicação da S5 sobre as amostras C5 e C6.



Fonte: Autora (2022).

5.2 ENSAIO 2

Os quadros apresentam as informações coletadas pela autora, sendo que todas as amostras foram ensaiadas sem distinção de área aplicada. No caso do Ensaio 2, conforme dito no Capítulo 4 deste trabalho, não foram realizados os ensaios com as soluções 6 e 7.

O Quadro 11 apresenta os resultados do Ensaio 2 após ensaiados os corpos de prova com a solução 8.

Quadro 11 – Resultado da solução 8 (ácido cítrico).

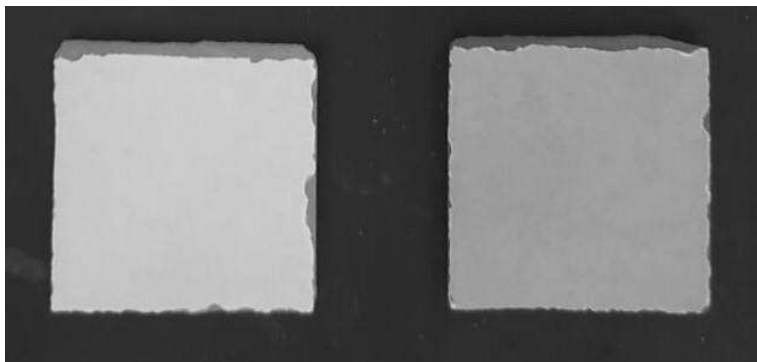
Fornecedores	Amostras	Ensaio 2									
		Alteração Visível					Não Visível				
		1º CP	2º CP	3º CP	4º CP	5º CP	1º CP	2º CP	3º CP	4º CP	5º CP
A	1						*	*	*	*	*
	2						*	*	*	*	*
B	3						*	*	*	*	*
	4						*	*	*	*	*
C	5						*	*	*	*	*
	6						*	*	*	*	*
D	7						*	*	*	*	*
E	8						*	*	*	*	*
F	9						*	*	*	*	*
G	10						*	*	*	*	*

Fonte: Autora (2022).

No Ensaio 2, a solução 8 (ácido cítrico) não apresentou nenhuma alteração visível nas amostras de A1 a G10. Sendo assim, não foi visível nenhum ataque químico da solução quando em contato com os corpos de prova ensaiados.

O resultado das amostras C5 e C6 estão ilustrados a seguir na Foto 13.

Foto 13 – Amostras C5 (1º CP) e C6 (1º CP).



Fonte: Autora (2022).

O Quadro 12 apresenta os resultados do Ensaio 2 após ensaiados os corpos de prova com a solução 9.

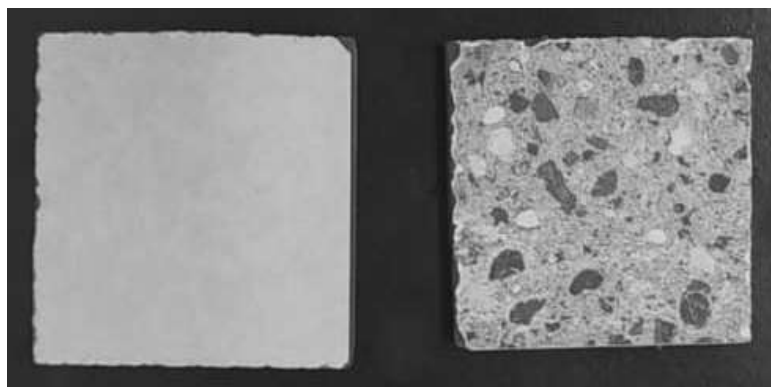
Quadro 12 – Resultado da solução 9 (ácido clorídrico).

Fornecedores	Amostras	Ensaio 2									
		Alteração Visível					Não Visível				
		1º CP	2º CP	3º CP	4º CP	5º CP	1º CP	2º CP	3º CP	4º CP	5º CP
A	1						*	*	*	*	*
	2						*	*	*	*	*
B	3						*	*	*	*	*
	4						*	*	*	*	*
C	5						*	*	*	*	*
	6						*	*	*	*	*
D	7						*	*	*	*	*
E	8						*	*	*	*	*
F	9						*	*	*	*	*
G	10						*	*	*	*	*

Fonte: Autora (2022).

Assim como a solução 8, a solução 9 não teve alteração visível como resultado da classificação da resistência química para todos os corpos de prova. A Foto 14 apresenta o resultado após ensaiadas as amostras A1 e A2.

Foto 14 – Amostras A1 (3° CP) e A2 (3° CP).



Fonte: Autora (2022).

O Quadro 13 apresenta os resultados do Ensaio 2 após ensaiados os corpos de prova com a solução 10.

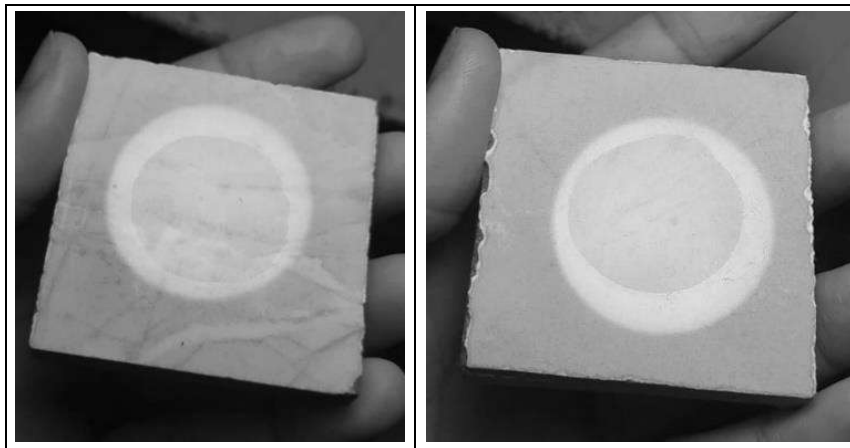
Quadro 13 – Resultado da solução 10 (hidróxido de potássio).

Fornecedores	Amostras	Ensaio 2									
		Alteração Visível					Não Visível				
		1° CP	2° CP	3° CP	4° CP	5° CP	1° CP	2° CP	3° CP	4° CP	5° CP
A	1						*	*	*	*	*
	2						*	*	*	*	*
B	3	*	*	*	*	*					
	4						*	*	*	*	*
C	5						*	*	*	*	*
	6						*	*	*	*	*
D	7						*	*	*	*	*
E	8						*	*	*	*	*
F	9						*	*	*	*	*
G	10		*	*		*	*			*	

Fonte: Autora (2022).

As amostras B3 e G10 apresentaram alteração visível (Quadro 13). A amostra B3 apresentou alteração em todos os cinco corpos de prova, enquanto que a amostra G10 apresentou alteração em três corpos de prova. A Foto 15 apresenta o resultado do efeito do agente químico (hidróxido de potássio) na amostra B3.

Foto 15 – Amostra B3 (1º CP e 5º CP).



Fonte: Autora (2022).

A Foto 16 apresenta o resultado do efeito do agente químico (hidróxido de potássio) na amostra G10.

Foto 16 – Amostra G10 (3º CP, em ângulos diferentes).



Fonte: Autora (2022).

Vale a pena deixar registrado que após a realização do ensaio com a S9 foi constatado a ação do ataque químico do ácido clorídrico sobre a massa de modelar (material empregado na vedação entre a placa cerâmica e o cilindro de

vidro borossilicato), bem como nos resíduos de argamassa que existiam no fundo de algumas placas cerâmicas da amostra G10.

5.3 RESULTADOS X NORMA DE DESEMPENHO

Como foi dito anteriormente nesse capítulo, todas as amostras foram ensaiadas sem distinção de área aplicada.

Segundo o Artigo 39 do Código de Defesa do Consumidor - CDC (BRASIL, 1990):

“Art. 39 - É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas: (...) VII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro)”.

Seguindo esta máxima, essa parte do trabalho tem o objetivo de apresentar o comparativo dos resultados obtidos posicionando os resultados dos corpos de prova em suas áreas distintas de aplicação para atendimento da norma de desempenho. As áreas de aplicação das amostras foram determinadas a partir das informações contidas nas fichas técnicas dos produtos, como ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 – Informações técnicas sobre a área de aplicação das amostras.

Amostras	Acabamento	Informações técnicas das amostras	Área de aplicação
A1	Polido	LC - Todos os ambientes residenciais (exceto garagens) e ambientes comerciais sem acesso para áreas externas (lojas de shopping, consultórios, bistrôs, etc).	Molhada e molhável
A2	Externo	LD - Todos os ambientes comerciais e residenciais, exceto áreas de altíssimo tráfego.	Molhada e molhável
B3	Polido	LC - Ambientes residenciais (exceto garagens) e locais com tráfego mediano de pessoas, sem trânsito de equipamentos e sem acesso para áreas externas (áreas comuns de condomínios, consultórios, corredores de hotéis, etc).	Molhada e molhável
B4	Granilhado	LE - Todos os ambientes residenciais, comerciais e externos com altíssimo tráfego (praças públicas, metrô, aeroportos, supermercados, corredores de shopping center's, etc).	Molhada e molhável
C5	Acetinado	HT - Todos os ambientes residenciais, garagens e varandas, com ou sem acesso a áreas externas e ambientes comerciais sem acesso a áreas externas.	Molhada e molhável
C6	Acetinado	HT - Todos os ambientes residenciais, garagens e varandas, com ou sem acesso a áreas externas e ambientes comerciais sem acesso a áreas externas.	Molhada e molhável
D7	Acetinado	FIR - Todos os ambientes residenciais internos FLC - Ambientes comerciais com trânsito leve a moderado de pessoas, inclusive ambientes FIR. FMC - Ambientes comerciais com trânsito moderado a intenso de pessoas e equipamentos leves, inclusive ambientes FLC e FIR. FWI - Ambientes residenciais e comerciais internos molhados	Molhada e molhável
E8	Externo	LE - Calçadas, ambientes externos e locais LA, LB, LC e LD (todos os ambientes)	Molhada e molhável
F9	Acetinado	Áreas Externas, Áreas Internas, Fachadas, Alto Tráfego, Médio Tráfego, Varandas E Sacadas, Banheiro, Hall, Garagem, Cozinha, Quarto, Sala	Molhada e molhável
G10	Esmaltado	Chão Interno - LP1/LP2	Seca

Fonte: Autora (2022).

Os resultados das classificações dos corpos de prova ensaiados de acordo com o Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021 estão apresentados na Tabela 2 e foram obtidos após a realização dos Ensaio 1 e 2 e a análise visual.

No Ensaio 1, em se tratando de áreas secas, foram enquadradas apenas a amostra G10. Na amostra G10 o acabamento é esmaltado. Esse acabamento tem como característica pouca absorção de água e altíssimo brilho. O resultado do efeito dos agentes químicos sobre todos os corpos de prova da amostra G10 teve como nível o valor máximo (nível 4). Sendo assim, como não houve nenhuma alteração visível nesta amostra sobre a ação do ataque químico a amostra atende a todos os requisitos do Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021.

As amostras A1, A2, B3, B4, C5, C6, D7, E8 e F9 se encaixaram no Ensaio 2, o qual trata de áreas molhadas e molháveis. Os acabamentos das amostras variam entre externo, polido, acetinado e granilhado. As amostras A1, A2, B4, C5, C6, D7, E8 e F9 apresentaram o nível 4 como resultado da análise visual após a realização dos ensaios. Já a amostra B3, por ter o acabamento polido faz com que a peça, mesmo após esmaltada, perca o esmalte abrindo poros na superfície da camada de acabamento, fazendo com que a placa cerâmica fique suscetível ao ataque químico do agente degradante. Outro motivo do ataque químico foi observado através da reação química do esmalte (composta por metais) com o ácido. Apenas a amostra B3, dentre as citadas acima, apresentou alteração visível nos cinco corpos de prova. A amostra B3 apresentou alteração visível apenas quando submetida ao ataque da solução de hidróxido de potássio. A solução de hidróxido de potássio está contida em um grupo, que apresenta três soluções (agentes agressivos), chamado de ácido e álcalis de baixa concentração. Por esse motivo, a amostra atende parcialmente aos requisitos do Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021.

Tabela 2 – Classificação da resistência química.

ENSAIO 1 - ÁREAS SECAS						
Classificação da Resistência Química						
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3		
Amostras	Acabamento	Acetona	Café forte	Hidróxido de sódio	Peróxido de hidrogênio	Graxa de sapato pastosa
G10	Esmaltado	Nível 4	Nível 4	Nível 4	Nível 4	Nível 4
ENSAIO 2 - ÁREAS MOLHADAS E MOLHÁVEIS						
Classificação da Resistência Química						
		Produtos químicos domésticos	Produtos para tratamento de água de piscina	Ácido e álcalis de baixa concentração		
Amostras	Acabamento	Cloreto de amônia	Hipoclorito de sódio	Ácido cítrico	Ácido clorídrico	Hidróxido de potássio
A1	Polido	-	-	Não Visível	Não Visível	Não Visível
A2	Externo	-	-	Não Visível	Não Visível	Não Visível
B3	Polido	-	-	Não Visível	Não Visível	Alteração Visível
B4	Granilhado	-	-	Não Visível	Não Visível	Não Visível
C5	Acetinado	-	-	Não Visível	Não Visível	Não Visível
C6	Acetinado	-	-	Não Visível	Não Visível	Não Visível
D7	Acetinado	-	-	Não Visível	Não Visível	Não Visível
E8	Externo	-	-	Não Visível	Não Visível	Não Visível
F9	Acetinado	-	-	Não Visível	Não Visível	Não Visível

Fonte: Autora (2022).

5.4 NORMA DE DESEMPENHO X FICHA TÉCNICA (FORNECEDORES)

A norma de desempenho apresenta os requisitos e critérios para o atendimento do desempenho mínimo dos sistemas de pisos. Os Ensaio 1 e 2 do Anexo D da Parte 3 são, apenas, um dos requisitos para o atendimento da norma.

A cadeia de fornecedores de revestimentos cerâmicos deve manter um controle eficaz das características técnicas que seus produtos devem possuir para atender a todos os requisitos da norma de desempenho devido ao fato desta norma estar em vigência há nove anos. Entretanto, a maior parte da responsabilidade fica atribuída às construtoras.

Sendo assim, cabe aos projetistas e construtores dispor de todas as especificações dos produtos, de maneira técnica e formalizada, para que essas informações estejam acessíveis e não se percam durante o processo.

Os fornecedores das amostras ensaiadas foram identificados e através dos seus sites e catálogos foram obtidas as especificações de cada amostra por meio de suas fichas técnicas, laudos ou certificados do produto.

“Os catálogos online e digitais estão vinculados, com informações complementares, por isso todos devem existir e não podem ser considerados como dispensáveis pelos fornecedores pois algumas informações hoje vêm nas caixas, e as mesmas são descartadas pelo consumidor” (MUNIZ e TRISTÃO, 2013).

O objetivo deste tópico é fazer um comparativo entre os resultados dos ensaios com as especificações técnicas disponibilizadas pelos fabricantes. A Tabela 3 exibe as informações técnicas obtidas para cada amostra ensaiada.

As fichas técnicas das amostras A1, A2 e E8 descrevem que o produto atende aos requisitos da ABNT NBR 15575, porém não especifica o atendimento à Parte 3 desta norma e, mais particularmente, ao Anexo D desta parte. Contudo, nos resultados dos ensaios foi constatado que estas amostras de piso atenderam ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021 através da classificação de A1, A2 e E8 sem alteração visível. É importante que os fornecedores revejam as fichas técnicas para apresentar, de forma clara neste documento, quais requisitos da norma os seus produtos atendem.

As amostras ensaiadas G10, B3, B4, C5, C6, D7 e F9 possuem fichas técnicas e especificações, porém não foi informado ou explicitado se as mesmas atendem a norma de desempenho (ABNT NBR 15575:2021). Entretanto, pode-se afirmar que as amostras G10, B4, C5, C6, D7 e F9 atendem ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021. Contudo, não se pode afirmar que estas amostras de piso ensaiadas atendem a toda a Parte 3 da norma de desempenho, visto que necessitam ser realizados os outros ensaios que esta parte da norma exige.

Já na amostra B3 foi encontrada uma alteração visível quando ensaiada com a solução de hidróxido de potássio. Sendo assim, como o resultado deve ser apresentado para cada reagente químico testado, pode-se afirmar que a amostra B3 atende aos requisitos do Anexo D da Parte 3, quando atacada quimicamente pelos ácidos e álcalis de baixa concentração, dentre eles o ácido cítrico e o ácido clorídrico, mas não atende aos requisitos do Anexo D da Parte 3 quando atacada quimicamente pelo hidróxido de potássio. Sendo assim, o piso correspondente à amostra B3 não atende integralmente aos ensaios do Anexo D da Parte 3 da norma de desempenho. Da mesma forma, também não se pode afirmar que a amostra B3 atende a toda a Parte 3 da norma de desempenho.

As fichas técnicas/catálogos dos fabricantes necessitam ser mais claros e detalhados quanto ao atendimento ou não, no todo ou em parte, da norma de desempenho, visto que estes documentos são essenciais para que os projetistas definam com maior precisão as especificações dos materiais que irão compor os seus projetos e memoriais descritivos.

Tabela 3 – Dados técnicos das amostras.

ENSAIO 1 - ÁREAS SECAS		
Amostras	Acabamento	Informações das Fichas Técnicas
G10	Esmaltado	Não possui informações sobre o atendimento ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3
ENSAIO 2 - ÁREAS MOLHADAS E MOLHÁVEIS		
Amostras	Acabamento	Informações das Fichas Técnicas
A1	Polido	Atende aos requisitos da ABNT NBR 15575
A2	Externo	Atende aos requisitos da ABNT NBR 15575
B3	Polido	Não possui informações sobre o atendimento ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3
B4	Granilhado	Não possui informações sobre o atendimento ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3
C5	Acetinado	Não possui informações sobre o atendimento ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3
C6	Acetinado	Não possui informações sobre o atendimento ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3
D7	Acetinado	Não possui informações sobre o atendimento ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3
E8	Externo	Atende aos requisitos da ABNT NBR 15575
F9	Acetinado	Não possui informações sobre o atendimento ao Anexo D da ABNT NBR 15575-3

Fonte: Autora (2022).

6 CONCLUSÃO

A ideia inicial para o desenvolvimento deste trabalho foi realizar o ensaio de verificação da resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento em amostras de pisos para assim analisar os resultados e classificar as amostras em atendimento a norma de desempenho quanto à resistência química e comparar esses resultados com a informações técnicas disponibilizadas pelos fabricantes.

O ataque químico pode acontecer através dos poros, dependendo do diâmetro, contidos na superfície da placa cerâmica ou da reação química entre os metais contidos no processo de esmaltação em contato com os ácidos, álcalis ou bases fortes.

Após realizar o Ensaio 1 foi constatado que as amostras A2 e B4 reagiram quimicamente com as soluções de café e graxa de sapato e no Ensaio 2 foi constatado que as amostras B3 e G10 reagiram quimicamente com a solução de hidróxido de potássio.

A amostra A2 tem a camada de acabamento dita como externo e a amostra B4 apresenta uma camada de acabamento granilhada. Estas camadas têm como característica uma superfície com bastante porosidade, que permite que o agente de degradação penetre na camada de acabamento fazendo com que aconteça o ataque químico.

As amostras B3 e G10 têm características de um porcelanato esmaltado, porém com camadas de acabamento diferentes, polido e esmaltado, respectivamente. Sendo assim, mesmo as amostras tendo as camadas de acabamentos diferentes na composição do esmalte contém metais não-nobres, o que explica a reação química com uma base forte, como é classificada a solução de hidróxido de potássio.

Depois da realização dos Ensaio 1 e 2 as amostras foram separadas por áreas, conforme o ambiente de uso (áreas secas e áreas molhadas e molháveis), e, em seguida, fez-se a classificação da resistência química em atendimento à norma de desempenho.

A amostra B3 apresentou alteração visível no contato da solução de hidróxido de potássio com a superfície do corpo de prova. Conforme o Anexo D,

essa solução está inserida no grupo do ácido e álcalis de baixa concentração. Assim, esta amostra de piso foi classificada como atendendo parcialmente o Anexo D da Parte 3 da norma de desempenho pois foi perceptível a reação química da amostra B3 com apenas uma das três soluções que este grupo possui.

Após as amostras serem classificadas em atendimento à norma fez-se o comparativo com as informações contidas nas fichas técnicas fornecidas pelos fabricantes através dos catálogos online e digital. Constatou-se que as amostras A1, A2 e E8 atendem aos requisitos da ABNT NBR 15575, porém não está especificado se esse atendimento é referente a toda a norma ou parte dela. Nas fichas técnicas das demais amostras não foi constatado nenhuma informação de atendimento à norma de desempenho, nem parcialmente e nem integralmente, ficando a autora desse trabalho impossibilitada de fazer um comparativo com as outras amostras.

Entretanto, pode-se afirmar após os ensaios realizados, que as amostras A1, A2, B4, C5, C6, D7, E8, F9 e G10 atendem aos requisitos do Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021 e a amostra B3 atende parcialmente aos requisitos do Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021, pois reagiu quimicamente com o hidróxido de potássio.

Assim, pode-se registrar que a realização dos ensaios teve tamanha importância para acrescentar conteúdo aos estudos referentes às camadas de acabamento de sistema de pisos, bem como sua resistência química, descrevendo os métodos e as dificuldades para sua realização, analisando os resultados encontrados em cada corpo de prova submetido a diferentes reagentes químicos.

Deve-se deixar registrado também neste trabalho a importância dos fornecedores de revestimentos cerâmicos em apresentarem, de forma clara e completa, as especificações de seus produtos nas fichas técnicas, catálogos online e digitais, ou até mesmo nos catálogos impressos, sendo mais específicos quanto ao atendimento, ou não, dos requisitos da Parte 3 e Anexo D da norma de desempenho, visto que esta parte é composta de diversos ensaios que devem ser realizados nos pisos cerâmicos e não apenas o ensaio de resistência ao ataque químico (Anexo D).

Como proposta para trabalhos futuros recomenda-se realizar os ensaios do Anexo A (ensaio de impacto de corpo duro), Anexo B (verificação da resistência do sistema de pisos a cargas verticais concentradas) e Anexo C (verificação a resistência à umidade do sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis).

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-1 - Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 98 p.

_____. NBR 15575-3 - Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 45 p.

_____. NBR 14037 Versão Corrigida:2014 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. 16 p.

_____. NBR ISO 13006 - Placas cerâmicas - Definições, classificação, características e marcação. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. 59 p.

AMARAL NETO, Celso de Sampaio; et al. **Norma de Desempenho: Um marco regulatório na construção civil. Manual de orientação, 2014.** Disponível em: <<http://www.precisao.eng.br/livros/normades/normades.pdf>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2021.

BERTO, Arnaldo Moreno. **Adequação das propriedades de tintas e esmaltes aos sistemas de aplicação e técnicas decorativas Parte I: Esmaltação.** Cerâmica industrial, v. 5, n. 5, p. 11-18, 2000. Disponível em: <<http://host-article-assets.s3.amazonaws.com/ci/587657087f8c9d6e028b462d/fulltext.pdf>>. Acesso em: 11 de julho de 2022.

BRASIL. **Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990.** Código de Defesa do Consumidor. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm>.

CAMPOS, Ana Paula; et al (org.). **Sistemas de Pisos.** Belo Horizonte, MG: AGQ Brasil. 2019. *E-book* 04 (6 p.). Disponível em: <https://www.agqbrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/07/AGQ_Ebook-4-Sistemas-de-Pisos.pdf>. Acesso em: 1 de julho de 2022.

CIPOLLI, Taís de Almeida. **Impacto da ABNT NBR 15575 na qualidade da construção civil. 2012.** 1 CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/118685>>. Acesso em: 27 de novembro de 2021.

COLASSO, Camilla; DOS SANTOS, Carlos E. Matos (org.). **Ácido Fluorídrico e Fluoreto – Aspectos Toxicológicos.** Canadá: Intertox Ltda, 2015. *E-book* 04 (47p.) (Série Desvendando os Riscos Químicos). Disponível em: <<https://www.chemicalrisk.com.br/acido-fluoridrico-e-fluoreto-aspectos-toxicologicos/#:~:text=Uso%20do%20C3%A1cido%20fluor%20C3%ADdrico%2>>

0e%20seu%20potencial%20de%20rea%C3%A7%C3%A3o&text=O%20%C3%A1cido%20fluor%C3%ADrico%20reage%20com,relativamente%20pequeno%2C%20se%20difunde%20prontamente>. Acesso em:10 de julho de 2022.

DA SILVA, Marinilda Nunes Pereira; et al. **Revestimentos cerâmicos e suas aplicabilidades**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 2, n. 3, p. 87-97, 2015.

DUTRA, Helena. **Materiais de acabamento: revestimentos de piso e parede**. Sienge. Santa Catarina, 6 de junho de 2018. Disponível em:<<https://www.sienge.com.br/blog/materiais-de-acabamento-piso-e-parede/>>. Acesso em:13 de junho de 2022.

EASELABS. **1 ml equivale a quantas gotas? Atribuições**. EASELABS. Belo Horizonte, 20 de setembro de 2021. Disponível em:< <https://easelabs.store/1ml-equivale-a-quantas-gotas/>>. Acesso em:18 de maio de 2022.

MADUREIRA, Larissa Lorrany. **Avaliação dos impactos da NBR 15575/2013 em 12 construtoras da grande Florianópolis**. 2019. Disponível em:<https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1299/TCC_ENGENHARIA%20CIVIL_LARISSA%20LORRANY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 de novembro de 2021.

MEREB, Márcia Pellegrini; et al. **Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575**. São Paulo: ASBEA, p. 56, 2015. Disponível em:<https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf>. Acesso em: 14 de dezembro de 2021.

MUNIZ, Andréia Fernandes; TRISTÃO, Fernando Avancini. **Porcelanato: Estudo Sobre a Especificação e a Execução Baseado na Análise de Catálogos de Fabricantes e na Percepção dos Profissionais de Projetos e de Execução de Obras**. Cerâmica industrial, v. 18, n. 2, p. 11-21, 2013. Disponível em:<<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/587657517f8c9d6e028b47e1/pdf/ci-18-2-587657517f8c9d6e028b47e1.pdf>>. Acesso em: 8 de julho de 2022.

OLIVEIRA, Antonio Pedro Novaes de; HOTZA, Dachamir. **Tecnologia de fabricação de revestimentos cerâmicos**. Editora da UFSC, 2015. Disponível em:< <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187929>>. Acesso em:1 de julho de 2022.

REGO, Bruna Turino; et al. **Resistência ao ataque químico dos esmaltes mates acetinados. Parte 1: Características microestruturais de produtos comerciais**. Cerâmica Industrial, v. 11, n. 4, p. 13-16, 2006. Disponível em:<<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/5876572b7f8c9d6e028b46fe/pdf/ci-11-4-5876572b7f8c9d6e028b46fe.pdf>>. Acesso em: 7 de julho de 2022.

SACHS, Ana; NAKAMURA, Juliana. **Desempenho revisado**. Revista Técnica, n. 192, p. 42-49, Março de 2013. Disponível em:<

https://cursos.unisanta.br/civil/arquivos/techne_desempenho-1.pdf>. Acesso em: 27 de novembro de 2021.

Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais (SINDUSCON-MG). **Placas cerâmicas para revestimentos**. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2009. (Programa Qualimat Sinduscon- MG). 24 p.il. Disponível em:<https://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/geral/Placas_Ceramicas_para_Revestimento.pdf>. Acesso em:1 de julho de 2022.

ANEXO A - Anexo D da ABNT NBR 15575-3:2021**(continua)****ANEXO D****(Normativo)**

Verificação da resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento dos sistemas de pisos – Método de ensaio

D.1 Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio para verificação da resistência ao ataque químico dos componentes da camada de acabamento dos sistemas de pisos, frente aos agentes químicos normalmente utilizados na edificação ou presentes nos produtos de limpeza domésticos.

Nota: Este método de ensaio é destinado aos componentes da camada de acabamento que não possuem normas específicas de avaliação de resistência ao ataque químico.

D.2 Diretrizes

O ensaio consiste em expor um corpo-de-prova representativo dos componentes da camada de acabamento do sistema de piso a soluções padronizadas que simulem a ação de produtos domésticos de limpeza e de agentes químicos normalmente utilizados na edificação e avaliar visualmente a ocorrência de danos na superfície. As solicitações químicas sobre os componentes da camada de acabamento variam conforme o ambiente de uso: área seca e áreas molháveis/molhadas.

D.3 Método de ensaio – camada de acabamento de sistema de piso de áreas secas**D.3.1 Materiais**

- a) detergente doméstico;
- b) solventes, tais como etanol, acetona etc.;
- c) pano macio;
- d) pincel atômico.

D.3.2 Aparelhagem

- a) vidro de relógio com diâmetro de 60 mm, para evitar a evaporação do agente químico;
- a) termômetro 0 a 100 °C;
- b) cronômetro;
- c) espátula de alumínio;
- d) frascos com conta-gotas;
- e) escova de náilon dura;
- f) serra circular com guia;
- g) balança para a determinação de massa com resolução mínima de 0,1 g;
- h) superfície horizontal para inspeção, sob uma iluminação de lâmpadas brancas fluorescentes posicionadas acima e paralelas à linha de visão, propiciando uma iluminação de 800 lux a 1 100 lux.

(continua)

D.3.3 Preparação dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova devem ter medição de (100×100) mm $\pm$ 5 mm.

Os corpos-de-prova devem ser estabilizados numa sala climatizada ou câmara climática durante no mínimo 72 h em temperatura de (23 ± 2) °C e (50 ± 5) % de umidade relativa.

Os corpos-de-prova estabilizados à temperatura ambiente devem ser apoiados em uma superfície plana, na posição horizontal.

D.3.4 Procedimento de ensaio

Cada amostra deve atender aos requisitos especificados quando ensaiada com cada um dos cinco agentes químicos identificados na Tabela D.1.

Para os agentes químicos líquidos, aplicar duas a três gotas sobre o corpo-de-prova. Para os sólidos/pastosos, aplicar com a espátula uma pequena quantidade do agente químico sobre o corpo-de-prova, no entanto, evitando o atrito. Após a aplicação, cobrir a amostra com o vidro de relógio, com o lado côncavo voltado na direção da amostra, a fim de evitar a evaporação.

No caso do grupo 2, onde a condição de ensaio define temperatura 80 °C, esta é apenas a temperatura do agente químico no ato da aplicação.

A área onde se coloca o agente químico deve ser identificada com o produto aplicado.

Após o tempo de contato determinado conforme a Tabela D.1 de agentes químicos, remover o vidro de relógio. Caso necessário, utilizar um solvente adequado para remover o agente químico e, na sequência, lavar o corpo-de-prova com água e detergente doméstico. Finalmente, limpar a superfície do corpo-de-prova com etanol ou outro solvente adequado para remover a mancha. No caso de superfícies texturizadas, pode ser utilizada a escova com cerdas de náilon para remover a mancha.

Após 1 h da limpeza, sobre a superfície para inspeção, analisar a olho nu a superfície da amostra sob diferentes ângulos de visão a uma distância de 400 mm, verificando se apresenta alterações de aspecto.

D.3.5 Expressão dos resultados

O efeito dos agentes químicos sobre a amostra é expresso conforme a seguinte classificação, considerando-se o pior resultado:

- a) nível 4 = nenhuma alteração visível;
- b) nível 3 = leve a moderada alteração de brilho e/ou cor, visível em qualquer ângulo de observação;
- c) nível 2 = severa alteração de brilho e/ou cor, mas sem ataque da superfície;
- d) nível 1 = ataque da superfície na forma de rachaduras, fissuras, bolhas, delaminação etc.

Tabela D1 — Agentes químicos

Classe	Material de ensaio	Condição do ensaio	Tempo de contato
Grupo 1	Acetona(conforme D.3.4)	Temperatura ambiente	16 h
Grupo 2	Café forte (conforme D.3.4) (120 g pó de café por litro de água)	Temperatura 80 °C	16 h
Grupo 3	Hidróxido de sódio (solução 25 %) (conforme D.3.4)	Temperatura ambiente	10 min
	Peróxido de hidrogênio (solução 30%) (conforme D.3.4)		
	Graxa de sapato pastosa preta(conforme D.3.4)		

(continua)

D.3.6 Relatório de ensaio

O relatório deve conter as seguintes informações:

- e) descrição da amostra ensaiada;
- f) descrição dos agentes químicos utilizados;
- g) resultados obtidos, ou seja, a classificação de resistência da amostra ensaiada;
- h) qualquer divergência do método de ensaio;
- i) apresentação dos limites normativos especificados para resistência ao ataque químico;
- j) data da realização do ensaio;
- k) referência a esta Norma.

D.4 Método de ensaio – camada de acabamento de sistema de piso de áreas molhadas e molháveis**D.4.1 Reagentes**

São os descritos a seguir:

- Produtos químicos domésticos - cloreto de amônio, 100g/L;
- Produtos para tratamento de água de piscina - solução de hipoclorito de sódio, 20mg/L, preparada a partir do hipoclorito de sódio grau técnico, com aproximadamente 13% de cloro ativo.

Ácidos de baixa concentração

- Solução de ácido clorídrico 3% (V/V), partes em volume, preparada a partir de ácido clorídrico concentrado, densidade igual a $(1,19 \pm 0,01) \text{g/cm}^3$;
- Solução de ácido cítrico 100g/L.

Álcalis de baixa concentração

- Solução de hidróxido de potássio, 30g/L.

D.4.2 Aparelhagem

A aparelhagem necessária à execução do ensaio é a seguinte (ver Figura D.1):

- Recipiente com tampa, feito de vidro de borosilicato 3.3, conforme ISO 3585, ou similar;
- Cilindro de vidro de borosilicato 3.3 conforme ISO 3585, ou similar, que tenha uma tampa ou abertura para enchimento;
- Estufa capaz de operar a $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- Camurça;
- Tecido de algodão ou linho;
- Massa de vedação (cola plástica de vedação, massa de modelar ou cera de abelha) ou outro sistema eficiente;
- Balança com resolução de 0,01g;

(continua)

- Lâmpada elétrica 40W, com interior branco.

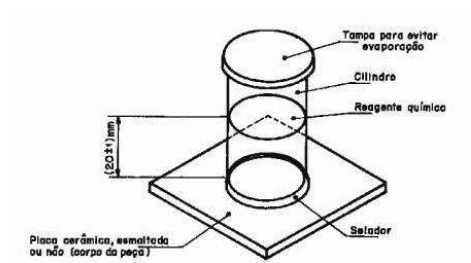


Figura D.1: Esquema da aparelhagem

D.4.3 Preparação dos corpos de prova

- Cada componente da camada de acabamento, inteiro ou parte dele, isento de defeitos, se constitui em um corpo-de-prova.
- O ensaio deve ser realizado, no mínimo, em cinco corpos-de-prova para cada solução.
- As dimensões dos corpos-de-prova são de aproximadamente (50 ± 2) mm com geometria quadrada;
- Limpar totalmente a superfície a ser testada com um solvente apropriado, por exemplo, álcool etílico (etanol).

D.4.4 Procedimento

- Limpar a superfície do corpo-de-prova com álcool etílico (etanol) ou outro solvente adequado.
- Fixar o cilindro de vidro, ou similar, sobre a superfície do corpo-de-prova com a massa de vedação, de modo que não haja vazamento da solução pelas bordas do cilindro.
- Encher os cilindros com as soluções especificadas em D.4.1 Reagentes, mantendo a temperatura à $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$, até um nível mínimo de (20 ± 5) mm. A seguir cobrir com uma placa de vidro.
- Manter as soluções em contato com a superfície dos corpos-de-prova durante os espaços de tempos previstos de acordo com a Tabela D.2.
- Agitar levemente o conjunto em teste uma vez ao dia e se houver abaixamento do nível da solução, reabastecê-la até o nível de início do ensaio (marcação inicial).
- Substituir a solução após dois dias, para repor eventual consumo de reagente pelo corpo-de-prova.

(conclusão)**Tabela D.2:** Tempo previsto de ataque

Classes de reagentes	Agentes agressivos	Tempo de ataque (h)
Produtos químicos domésticos	Cloreto de amônio, produtos de limpeza	24
Produtos para tratamento de água de piscina	Hipoclorito de sódio	24
Ácido e álcalis de baixa concentração	Ácido cítrico	24
	Ácido clorídrico e Hidróxido de potássio	96

- Remover a solução de ataque, os cilindros e os resíduos da massa de vedação, limpando a superfície com um solvente para gordura (por exemplo, thinner) e secando em seguida a superfície do corpo-de-prova.

D.4.5 Avaliação Visual

- Examinar a superfície submetida ao ensaio sob vários ângulos, a uma distância fixa de (250 ± 10) mm, a olho nu (ou com óculos, se usados habitualmente), procurando identificar alguma alteração de brilho, cor ou reflexo, sob iluminação artificial ou sob a luz do dia, porém evitando a luz direta do sol.

D.4.6 Resultados

O resultado deve ser apresentado como: alteração visível ou não visível da superfície para cada reagente químico testado.

Este resultado deve servir de referência para informações sobre manutenção da camada de acabamento do sistema de piso que devem constar no Manual de Uso e Operação

D.4.7 Relatório

O relatório deve conter as seguintes informações:

- Descrição dos componentes da camada de acabamento ensaiado;
- Marca ou nome do fabricante;
- As soluções de ensaio;
- A classificação da resistência química (alteração visível/alteração não visível) para cada solução e para cada corpo-de-prova;
- Registro fotográfico dos corpos-de-prova após o ensaio;
- Registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios ou outras informações julgadas pertinentes.
- Data de realização do ensaio.
- Referência à esta Norma;