

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

**Camila Schmitt Caccia**

**PLACAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO: PLANILHA  
ELETRÔNICA PARA AUXÍLIO NA ESPECIFICAÇÃO**

Porto Alegre  
julho 2012

**CAMILA SCHMITT CACCIA**

**PLACAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO: PLANILHA  
ELETRÔNICA PARA AUXÍLIO NA ESPECIFICAÇÃO**

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

**Orientadora: Ana Luiza Raabe Abitante**

Porto Alegre

julho 2012

**CAMILA SCHMITT CACCIA**

**PLACAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO: PLANILHA  
ELETRÔNICA PARA AUXÍLIO NA ESPECIFICAÇÃO**

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

Porto Alegre, 13 de julho de 2012

Profa. Ana Luiza Raabe Abitante  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Ana Luiza Raabe Abitante (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)**  
Ma. pela Universidade Federal de Santa Maria

**Enga. Lucília Maria Silveira Bernardino da Silva (UFRGS)**  
Ma. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho ao meu filho, João Pedro, razão do meu presente e motivação do meu futuro.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Profa. Ana Luiza Raabe Abitante, orientadora deste trabalho, pela oportunidade desta orientação e pelos conhecimentos transmitidos.

Agradeço à Profa. Carin Schmitt, pela atenção e ensinamentos.

À minha família, pelo incentivo e apoio ao longo dessa jornada.

Ao meu namorado, Tiago, pelo carinho e confiança.

Agradeço ao meu filho, João Pedro, por existir e me tornar uma pessoa melhor.

Não saberemos a menos que comecemos.

*Howard Zinn*

## RESUMO

Este trabalho aborda a importância de uma correta especificação de placas cerâmicas para revestimentos e propõe, através da criação de uma planilha eletrônica, um mecanismo que auxilie e otimize a escolha desses produtos. Foram identificadas, com base nas normas técnicas vigentes e literatura sobre o assunto, as propriedades e características técnicas das placas cerâmicas relevantes para a especificação, bem como seus níveis e classes correspondentes. Procurou-se demonstrar a necessidade do bom conhecimento dos parâmetros técnicos dos produtos, que variam de relevância conforme o ambiente e às condições de uso, na ocasião da especificação. Uma análise crítica foi realizada em *sites* de alguns grandes fabricantes de revestimentos cerâmicos com o objetivo de identificar as informações técnicas de seus produtos por eles informadas. Também analisou-se a forma de acesso aos produtos, ou seja, os sistemas de busca de placas cerâmicas desses *sites*. A ferramenta digital construída para auxílio na especificação, com base na pesquisa bibliográfica e análise dos *sites* de fabricantes, propõe o que seria o ideal na busca por placas cerâmicas para revestimento: pesquisar produtos em um banco de dados a partir de seus parâmetros técnicos. A planilha eletrônica foi apresentada a arquitetos e engenheiros que, através de um questionário, avaliaram a proposta e eficiência da planilha como instrumento auxiliar à especificação.

Palavras-chave: Placas Cerâmicas. Especificação. Propriedades Técnicas. Características Técnicas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas da pesquisa .....	18
Figura 2 – Evolução do setor de revestimentos cerâmicos no Brasil .....	20
Figura 3 – Esquema de características e propriedade .....	26
Figura 4 – Quadro de usos .....	42
Figura 5 – Esquema de funcionamento da planilha eletrônica .....	56
Figura 6 – Parâmetro: método de fabricação .....	58
Figura 7 – Parâmetro: acabamento superficial .....	58
Figura 8 – Parâmetro: espessura .....	59
Figura 9 – Parâmetro: formato .....	59
Figura 10 – Parâmetro: absorção de água .....	59
Figura 11 – Parâmetro: módulo de resistência à flexão .....	60
Figura 12 – Mensagem de erro: módulo de resistência à flexão .....	60
Figura 13 – Parâmetro: carga de ruptura .....	61
Figura 14 – Mensagem de erro: carga de ruptura .....	61
Figura 15 – Parâmetro: expansão por umidade .....	61
Figura 16 – Parâmetro: resistência à abrasão superficial .....	62
Figura 17 – Mensagem informativa: resistência à abrasão superficial .....	62
Figura 18 – Parâmetro: resistência à abrasão profunda .....	62
Figura 19 – Mensagem informativa: resistência à abrasão profunda .....	63
Figura 20 – Mensagem de erro: resistência à abrasão profunda .....	63
Figura 21 – Parâmetro: dureza .....	63
Figura 22 – Parâmetro: coeficiente de atrito .....	64
Figura 23 – Mensagem informativa: coeficiente de atrito .....	64
Figura 24 – Parâmetro: resistência ao manchamento .....	64
Figura 25 – Parâmetro: resistência química – uso doméstico e piscinas .....	65
Figura 26 – Parâmetros: resistência química à ácidos e álcalis de baixa e alta concentração .....	65
Figura 27 – Parâmetro: fabricante e código do produto .....	66
Figura 28 – Interface da aba inicial da planilha eletrônica .....	67
Figura 29 – Interface da aba de resultados da planilha eletrônica .....	68
Figura 30 – Interface da aba de resultados da planilha eletrônica: lista de resultados .....	69
Figura 31 – Questão 1: recursos para obtenção de informações técnicas de placas cerâmicas .....	71

Figura 32 – Questão 2: quantidade de fabricantes que cada profissional costuma trabalhar.....	72
Figura 33 – Questão 3: dificuldade/limitações no acesso às informações técnicas.....	72
Figura 34 – Questão 4: informações utilizadas na especificação de placas cerâmicas.....	74
Figura 35 – Questão 5: classificação da planilha eletrônica .....	75
Figura 36 – Questão 6: utilização da planilha como banco de dados próprio .....	76

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação PEI - resistência à abrasão e recomendação de uso .....	31
Quadro 2 – Classes de limpabilidade .....	35
Quadro 3 – Resistência química – uso doméstico .....	36
Quadro 4 – Coeficiente de atrito .....	38
Quadro 5 - Resistência química: uso específico .....	41
Quadro 6 – Parâmetros dos sistemas de busca dos <i>sites</i> analisados .....	49
Quadro 7 – Tipologia/categoria comercial .....	51
Quadro 8 – Local/indicação de uso.....	50
Quadro 9 – Acabamento superficial .....	52
Quadro 10 – Propriedades técnicas informadas por cada fabricante .....	53
Quadro 11 – Características informadas por cada fabricantes .....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Grupo de absorção de água .....	27
Tabela 2 – Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação .....	28
Tabela 3 – Classificação das cerâmicas pelo grupo de absorção .....	28
Tabela 4 – Carga de ruptura (N) .....	29
Tabela 5 – Módulo de resistência à flexão (MPa) .....	29
Tabela 6 – Módulo de resistência à flexão e carga de ruptura – porcelanatos .....	30
Tabela 7 – Classificação PEI .....	31
Tabela 8 – Resistência à abrasão profunda .....	32
Tabela 9 – Escala Mohs .....	34
Tabela 10 – Coeficiente de atrito – indicação ao uso.....	39
Tabela 11 – Quantidade de produtos e linhas dos fabricantes.....	49

## LISTA DE SIGLAS

ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFACER...	Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos
CCB.....	Centro Cerâmico do Brasil
EPU.....	Expansão por umidade
ISO.....	<i>International Standards Organization</i>
PEI .....	<i>Porcelain Enamel Institute</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 DIRETRIZES DE PESQUISA</b> .....	16
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....	16
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	16
<b>2.2.1 Objetivo principal</b> .....	16
<b>2.2.2 Objetivos secundários</b> .....	16
2.3 PRESSUPOSTO .....	16
2.4 DELIMITAÇÕES .....	17
2.5 LIMITAÇÕES .....	17
2.6 DELINEAMENTO .....	17
<b>3 PLACAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO</b> .....	20
3.1 ESPECIFICAÇÃO.....	21
3.2 NORMALIZAÇÃO .....	22
<b>3.2.1 Definições</b> .....	23
<b>3.2.2 Classificação</b> .....	24
<b>3.2.3 Propriedades e características</b> .....	25
3.3 PROPRIEDADES TÉCNICAS: TODOS OS USOS .....	27
<b>3.3.1 Propriedades físicas</b> .....	27
3.3.1.1 Absorção de água .....	27
3.3.1.2 Carga de ruptura e módulo de resistência à flexão .....	29
3.3.1.3 Resistência à abrasão .....	30
<i>3.3.1.3.1 Resistência à abrasão superficial</i> .....	30
<i>3.3.1.3.2 Resistência à abrasão profunda</i> .....	32
3.3.1.4 Resistência ao gretamento .....	32
3.3.1.5 Expansão por umidade .....	33
3.3.1.6 Dureza Mohs .....	33
<b>3.3.2 Propriedades químicas</b> .....	34
3.3.2.1 Resistência ao manchamento .....	34
3.3.2.2 Resistência química – uso doméstico .....	36
3.4 PROPRIEDADES TÉCNICAS: USOS ESPECÍFICOS .....	37
<b>3.4.1 Propriedades físicas</b> .....	37
3.4.1.1 Resistência ao congelamento .....	37
3.4.1.2 Dilatação térmica .....	37

3.4.1.3 Choque térmico .....	38
3.4.1.4 Atrito .....	38
3.4.1.5 Resistência ao impacto .....	40
<b>3.4.2 Propriedades químicas .....</b>	<b>40</b>
3.4.2.1 Resistência química: uso específico .....	40
3.4.2.2 Ausência de chumbo e cádmio .....	41
<b>3.5 PARÂMETROS PARA A ESPECIFICAÇÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>3.5.1 Paredes .....</b>	<b>42</b>
3.5.1.1. Paredes internas .....	43
3.5.1.2 Paredes externas: fachadas .....	43
<b>3.5.2 Pisos .....</b>	<b>44</b>
3.5.2.1 Pisos internos.....	45
3.5.2.1.1 <i>Ambientes residenciais</i> .....	45
3.5.2.1.2 <i>Ambientes comerciais e de serviços</i> .....	45
3.5.2.2 Pisos externos .....	46
<b>3.5.3 Outra aplicações .....</b>	<b>47</b>
<b>4 ANÁLISE DE SITES DE FABRICANTES.....</b>	<b>48</b>
4.1 ESCOLHA DOS FABRICANTES .....	48
4.2 ANÁLISE DOS SISTEMAS DE BUSCA DE PRODUTOS .....	49
4.3 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES TÉCNICAS DISPONÍVEIS .....	53
<b>5 PLANILHA ELETRÔNICA PARA AUXÍLIO NA ESPECIFICAÇÃO .....</b>	<b>56</b>
5.1 PARÂMETROS DE BUSCA .....	56
5.2 FUNCIONAMENTO DA PLANILHA .....	57
5.3 RESULTADO DA BUSCA .....	68
<b>6 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>70</b>
6.1 ASPECTOS SOBRE A ESPECIFICAÇÃO .....	70
6.2 ANÁLISE DA PLANILHA.....	74
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>78</b>
REFERÊNCIAS .....	80
APÊNDICE A .....	82



## 1 INTRODUÇÃO

A produção de revestimentos cerâmicos no Brasil vem crescendo anualmente, assim como o consumo interno desses produtos. A evolução do mercado interno está vinculada à consolidação do consumo de revestimentos cerâmicos para todos tipos de ambientes, substituindo materiais tradicionais em pisos e paredes.

A grande variedade de cores, estampas e tamanhos disponíveis de placas cerâmicas, aliada a fácil limpabilidade e durabilidade, são fatores determinantes na escolha por esse material. Por outro lado, se somente o fator estético for considerado, a funcionalidade do revestimento pode ficar comprometida. Para que as placas cerâmicas ofereçam o desempenho adequado, deve-se considerar os parâmetros técnicos determinados por suas propriedades. Cada placa possui índices próprios que são essenciais para uma correta especificação, a fim de garantir uma maior vida útil ao material. A seleção dos parâmetros técnicos necessários das placas cerâmicas deve ser baseada nas condições do local a ser revestido e nas solicitações a que estarão submetidas. Segundo Tristão et al. (2004, p. 2), a qualidade das placas cerâmicas não é intrínseca ao produto e sim à adequação ao uso, havendo placas adequadas para certos usos e inadequadas para outros.

A NBR 13816 classifica o revestimento cerâmico como o “Conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997a, p. 1). Para garantir a eficiência do sistema de revestimento cerâmico, Rebelo (2010, p. 11) aponta como fatores essenciais a escolha correta da placa cerâmica conforme o ambiente de uso, a qualidade dos materiais e serviços de assentamento e a manutenção periódica. A especificação adequada da placa é o primeiro passo para o bom desempenho do revestimento cerâmico aos diversos ambientes e tipologias de edificações. A falta de conhecimento ou a não consideração das propriedades técnicas do material especificado pode vir a gerar problemas no sistema de revestimento cerâmico, comprometendo seu desempenho e durabilidade.

Devido à importância da correta escolha de placas cerâmicas e à dificuldade que isso possa representar, foi proposta a criação de uma planilha eletrônica para apoio na especificação. A

idéia desta ferramenta digital é permitir a busca de produtos previamente cadastrados através da seleção dos valores ou classes desejados de suas propriedades e características técnicas.

As diretrizes da pesquisa, onde estão definidos a questão, os objetivos, a delimitação, as limitações e o delineamento da pesquisa são apresentados no capítulo 2 do trabalho. O capítulo 3 envolve a revisão bibliográfica sobre placas cerâmicas, suas propriedades e características técnicas e demais parâmetros necessários para a especificação desse tipo de revestimento. No capítulo 4 é apresentada a análise crítica realizada em *sites* de fabricantes de revestimentos cerâmicos, que teve como objetivo a identificação do sistema de busca e o acesso às informações técnicas dos produtos. A construção e funcionamento da planilha eletrônica criada para auxílio na especificação são abordados no quinto capítulo. Posteriormente, no capítulo 6, são expostos os resultados dos questionários aplicados a um grupo de profissionais que trabalham com especificação de placas cerâmicas, quando procurou-se analisar a eficiência da planilha e identificar algumas questões relativas à especificação de placas cerâmicas. Finalmente, no capítulo 7, são feitas as considerações finais sobre o trabalho.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

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

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho é: como seria uma ferramenta digital adequada para auxílio na especificação de placas cerâmicas para revestimentos de pisos e paredes?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados como principal e secundário e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

A pesquisa tem como principal objetivo a elaboração de uma ferramenta digital, planilha eletrônica, que auxilie engenheiros e arquitetos na especificação de placas cerâmicas para revestimento, com base em suas propriedades e características, de acordo com o uso a que se destina.

#### **2.2.2 Objetivo secundário**

O objetivo secundário do trabalho é a realização de uma análise crítica do sistema de busca e do acesso às informações técnicas dos produtos, disponibilizadas em *sites* de fabricantes de placas cerâmicas para revestimento.

### **2.3 PRESSUPOSTO**

É pressuposto do trabalho que a especificação de materiais deve considerar as características e propriedades dos mesmos, garantindo o cumprimento de suas funções e contribuindo para o adequado desempenho da edificação como um todo.

## 2.4 DELIMITAÇÕES

A pesquisa ficou delimitada à criação de ferramenta digital para a especificação de placas cerâmicas para revestimento por profissionais de formação técnica.

## 2.5 LIMITAÇÕES

A seguir estão relacionadas as limitações relativas ao estudo proposto:

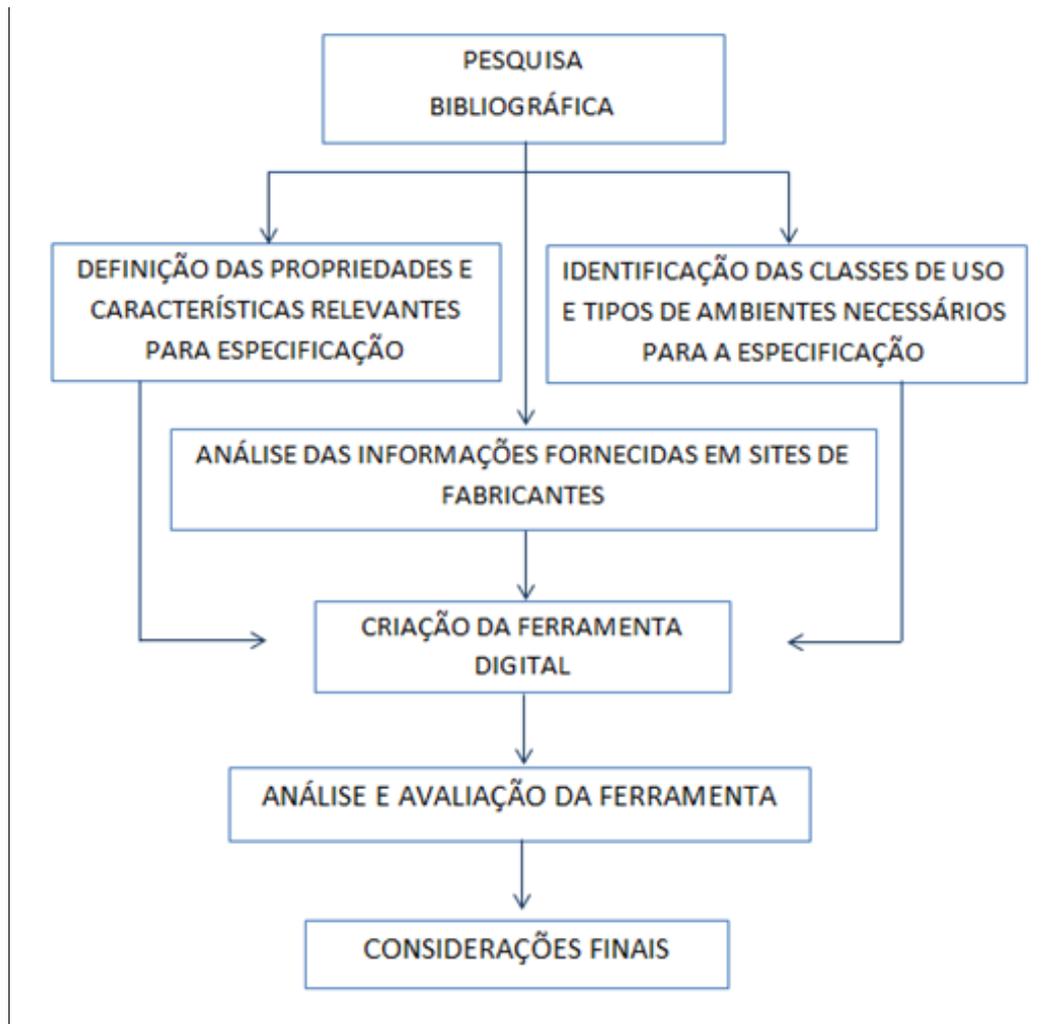
- a) planilha eletrônica elaborada a partir de *software* computacional de simples programação e fácil entendimento para a autora;
- b) banco de dados criado a partir de dados hipotéticos, baseado em valores reais, para demonstração do funcionamento da planilha. Não foram utilizados produtos de marca específica;
- c) especificação de placas cerâmicas direcionada para ambientes residenciais, comerciais e de serviços.

## 2.6 DELINEAMENTO

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

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) definição das características e propriedades das placas cerâmicas relevantes para a especificação, estabelecidas pelas normas técnicas específicas, e os níveis ou classes em que se enquadram;
- c) identificação dos parâmetros adicionais necessários à especificação de placas cerâmicas, relacionados ao tipo de ambiente e solicitações de uso;
- d) análise das informações fornecidas em *sites* de fabricantes;
- e) criação da planilha eletrônica;
- f) análise e avaliação da planilha eletrônica;
- g) considerações finais.

Figura 1– Diagrama das etapas da pesquisa



(fonte: elaborada pela autora)

O trabalho foi desenvolvido através de diferentes etapas, tendo início com a pesquisa bibliográfica. Com base nas normas técnicas e apoio do referencial teórico sobre o assunto, foi feito um estudo das propriedades e características técnicas das placas cerâmicas relevantes para a especificação e dos seus níveis ou classes correspondentes. Também foram estudados diversos parâmetros que devem ser considerados pelo especificador de placas cerâmicas, além dos intrínsecos ao material, relacionados ao ambiente a ser revestido e às condições locais de uso.

Após definidos os parâmetros necessários para a correta especificação de placas cerâmicas, realizou-se uma análise em *sites* de cinco grandes fabricantes, com o propósito de averiguar e comparar a maneira que os produtos são classificados e de que forma as informações técnicas são disponibilizadas.

A etapa de criação da planilha eletrônica teve início com a escolha do programa a ser utilizado. Foi escolhido um programa de baixa complexidade, mas que atendeu às necessidades de programação requeridas e permitiu uma boa interface com o usuário. O funcionamento da planilha se dá através de um sistema de filtros tal que, a medida que os valores ou classes das propriedades são selecionados, são excluídas as placas não indicadas, resultando naquelas que se enquadram para a aplicação requerida. O banco de dados foi elaborado a partir de dados hipotéticos, com o intuito principal de demonstrar o funcionamento da planilha e não o produto final da especificação.

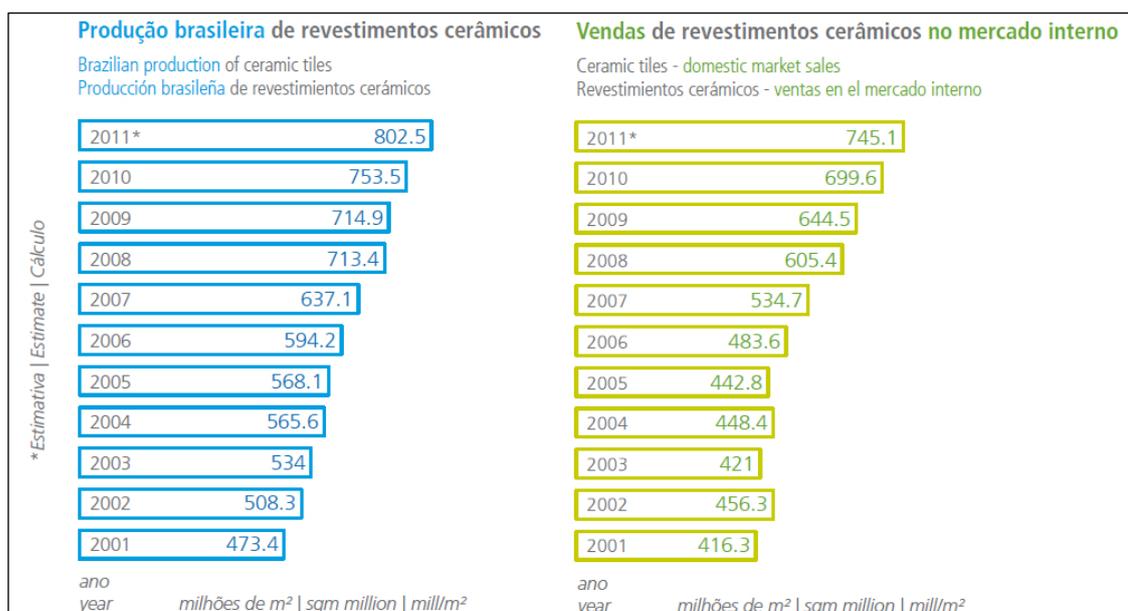
Para avaliação do seu funcionamento e eficiência, a planilha eletrônica foi apresentada a um grupo de profissionais que trabalham com especificação de revestimentos cerâmicos. Além de avaliar a planilha, indicando se realmente é eficaz para o auxílio na escolha de placas cerâmicas, os profissionais responderam a um questionário com perguntas referentes à especificação. O questionário teve como propósito a identificação do modo como diferentes profissionais escolhem os produtos, quais informações utilizam e de que forma essas informações são obtidas.

Por fim, foram realizadas as considerações finais referente à pesquisa, sendo essa a última etapa do trabalho.

### 3 PLACAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO

A indústria brasileira de placas cerâmicas para revestimentos ocupa uma posição de destaque no cenário mundial. Segundo dados da ANFACER, o Brasil é o segundo maior produtor e mercado consumidor deste segmento, ficando atrás somente da China. Na última década, a produção de placas cerâmicas e as vendas no mercado interno apresentaram um crescimento médio anual de 5,4% e 6%, respectivamente, conforme pode ser observado na figura 2 (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, 2011).

Figura 2 – Evolução do setor de placas cerâmicas para revestimentos no Brasil



(fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, 2011)

Com a modernização das tecnologias de fabricação das placas cerâmicas, o mercado vem oferecendo aos consumidores cada vez mais variedades de cores, tamanhos, formatos, texturas e acabamentos superficiais. A diversificação estética proporcionada pela melhoria técnica dos produtos estimula o consumo e justifica o crescimento das vendas. Antigamente usadas quase que exclusivamente em áreas molháveis das edificações, as placas cerâmicas vêm substituindo materiais tradicionais, disseminando seu uso a todos os tipos de ambientes e ampliando suas aplicações.

Muitas vantagens são atribuídas a esse tipo de revestimento, podendo ser destacadas a durabilidade, facilidade de limpeza e valorização estética. Essas e muitas outras vantagens, no entanto, dependem de diversos fatores para serem garantidas. Para Rebelo (2010, p. 11), três são os fatores fundamentais para a qualidade do revestimento cerâmico: escolha adequada da placa cerâmica, qualidade do assentamento e manutenção periódica. Nesse contexto, conclui-se que a qualidade e o bom desempenho do revestimento cerâmico tem início na especificação correta da placa cerâmica.

O capítulo abordará, nos itens a seguir, aspectos sobre a especificação, normalização e propriedades das placas cerâmicas para revestimento, bem como sobre parâmetros relevantes para sua especificação.

### 3.1 ESPECIFICAÇÃO

O processo construtivo de uma edificação envolve uma grande variedade de materiais, que devem cumprir satisfatoriamente suas funções para o bom desempenho do conjunto como um todo. Durante a fase de elaboração de projetos, os profissionais envolvidos devem ter pleno conhecimento das etapas do sistema construtivo e dos produtos a serem especificados, prevendo o comportamento futuro dos materiais (REBELO, 2010, p. 11). Para Franco (2008, p. 12) “[...] cada projeto possui um contexto e especificidade diferente a ser estudado.”

No caso de placas cerâmicas para revestimento, muitas são as propriedades que devem ser consideradas por ocasião da especificação. Essas propriedades, segundo Tristão et al. (2004, p. 2), são de difícil interpretação e desconhecidas pela maioria dos usuários. Por essa razão é importante que a especificação de placas cerâmicas seja realizada por profissional com conhecimento no assunto, capaz de identificar o produto mais adequado às necessidades do usuário. Além das propriedades e características intrínsecas ao produto, diversos parâmetros também devem ser previstos para que o revestimento não perca sua funcionalidade precocemente. Para Abitante (2004, p. 29):

[...] o entendimento de que a cerâmica deve satisfazer a determinadas funções e as definições de quais seriam essas funções é essencial, pois permite selecionar dentre as diferentes propriedades aquelas importantes para determinada situação. [...] um revestimento cerâmico mantém-se durável enquanto satisfaz ao grupo de funções estabelecidas.

As propriedades dos revestimentos estão condicionadas às solicitações durante sua vida útil, visto que cada ambiente solicita a peça cerâmica de diferentes formas, seja pelas ações mecânicas, químicas ou térmicas a que estão submetidos. Assim, cabe ao especificador, através de seus conhecimentos técnicos, analisar e selecionar o produto mais compatível com as solicitações do ambiente a ser aplicado, garantindo a funcionalidade e durabilidade do revestimento.

### 3.2 NORMALIZAÇÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização técnica no País, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico e uniformizando a publicação de conhecimentos. As normas técnicas vigentes referentes às placas cerâmicas estão agrupadas em quatro conjuntos, conforme segue:

- a) NBR 13816/1997 – Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia: define os termos relativos às placas cerâmicas para revestimento, esmaltadas e não esmaltadas;
- b) NBR 13817/1997 – Placas cerâmicas para revestimento – Classificação: classifica as placas cerâmicas para revestimento, visando promover a especificação correta para o uso;
- c) NBR 13818/1997 – Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio: fixa as características exigíveis para fabricação, marcação, declarações em catálogos, recebimento, inspeção, amostragem, ensaios opcionais complementares, métodos de ensaios e aceitação de placas cerâmicas para revestimento;
- d) NBR 15463/2007 – Placas cerâmicas para revestimento – Porcelanato: estabelece as características exigíveis para fabricação, marcação, declarações em catálogos, recebimento, inspeção, amostragem e aceitação de placas cerâmicas para revestimento do tipo porcelanato.

As normas citadas foram baseadas nas Normas ISO 13006/1995 e ISO 10545/1995. Em 2007, a ABNT publicou a norma específica para porcelanato, definindo seus parâmetros técnicos. O Brasil foi o primeiro país a adotar uma norma específica para esse tipo de produto.

Nos próximos itens são apresentadas definições, classificações, características e propriedades das placas cerâmicas, segundo o conjunto de normas técnicas vigentes referentes às placas cerâmicas para revestimento.

### 3.2.1 Definições

As normas referentes às placas cerâmicas apresentam uma série de definições, essenciais para o bom entendimento e aplicação das mesmas. A definição de placas cerâmicas para revestimento é apresentada a seguir, conforme a NBR 13816 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997a, p. 2):

[...] material composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão (representadas pela letra A) ou por prensagem (representadas pela letra B), podendo também ser conformadas por outros processos (representados pela letra C). As placas são então secadas e queimadas à temperatura de sinterização. Podem ser esmaltadas ou não esmaltadas, em correspondência aos símbolos GL (*glazed*) ou UGL, (*unglazed*), conforme ISO 13006. As placas são incombustíveis e não são afetadas pela luz.

A grande diversidade de placas cerâmicas para revestimento é consequência de uma série de possibilidades de combinações: escolha da massa (matérias-primas), forma de preparo, tipo de conformação da peça, tipo de acabamento da superfície e processamento térmico (GORINI; CORREA, 1999, p. 206). A combinação desses fatores proporciona propriedades e características finais à cada peça, diferenciando-as.

A NBR 13816 apresenta definições relativas ao acabamento superficial e ao processo de conformação das placas cerâmicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997a, p. 2):

- 3.3 esmalte: cobertura vitrificada impermeável;
- 3.4 englobe de cobertura: cobertura argilosa com um acabamento fosco, que pode ser permeável ou impermeável, branca ou colorida;
- 3.5 polimento: acabamento mecânico aplicado sobre a superfície de um revestimento não esmaltado, resultando em uma superfície lisa, com ou sem brilho, não constituído por esmalte. É a última fase do processo de fabricação de alguns produtos;
- 3.6 extrudado ou marombado: processo de fabricação de placas cerâmicas para revestimento, cujo corpo foi conformado no estado plástico em uma extrusora (maromba) para, a seguir, ser cortado;
- 3.7 prensado: processo de fabricação de placas cerâmicas para revestimento cujo corpo foi conformado em prensas, a partir de uma mistura finamente moída;
- 3.8 produtos feitos por outros processos: qualquer processo que não se enquadre nas definições de 3.6 e 3.7.

Os porcelanatos são placas cerâmicas que apresentam baixa porosidade e elevado desempenho técnico devido à alta tecnologia envolvida em seu processo de fabricação (MENEGAZZO et al., 2000, p. 7). Os porcelanatos possuem norma técnica exclusiva, a NBR 15463, que apresenta a seguinte definição para esse tipo de placa cerâmica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p. 3):

[...] são placas cerâmicas para revestimento constituídas por argilas, feldspatos e outras matérias-primas inorgânicas. Destina-se a revestir pisos e paredes, podendo ser conformado por prensagem, extrusão ou por outros processos. O processo de fabricação envolve elevado grau de moagem, alto teor de matérias-primas fundentes e alta densificação após queima, resultando, em produtos com baixa porosidade e elevado desempenho técnico. Pode ser esmaltado ou não, polido ou natural, retificado ou não retificado.

A mesma Norma ainda apresenta, nos itens 3.1 a 3.7, definições quanto aos tipos de porcelanato existentes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p. 1-2):

- 3.1 porcelanato técnico: placa cerâmica não esmaltada para revestimento que apresenta absorção de água menor ou igual a 0,1%;
- 3.2 porcelanato técnico polido: porcelanato técnico que recebe polimento mecânico, o qual resulta em superfície com intensidade variável de brilho, em toda superfície ou parte dela, de acordo com o efeito desejado;
- 3.3 porcelanato técnico natural: porcelanato que não recebe polimento;
- 3.4 porcelanato esmaltado: placa cerâmica esmaltada para revestimento que apresenta absorção de água menor ou igual a 0,5%;
- 3.5 porcelanato retificado: porcelanato que pode ser técnico ou esmaltado, que recebe um desbaste lateral;
- 3.6 porcelanato não retificado: porcelanato que pode ser técnico ou esmaltado, que não recebe um desbaste lateral;
- 3.7 pastilha ou porcelana: porcelanato com área igual ou inferior à 50cm<sup>2</sup>.

### 3.2.2 Classificação

As placas cerâmicas são classificadas pela NBR 13817 segundo os critérios listados a seguir (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997b, p. 1):

- a) esmaltadas e não esmaltadas;
- b) métodos de fabricação (por exemplo: prensado, extrudado e outros);
- c) grupos de absorção de água;

- d) classes de resistência à abrasão superficial, em número de 5;
- e) classes de resistência ao manchamento, em número de 5;
- f) classes de resistência ao ataque de agentes químicos, segundo diferentes níveis de concentração;
- g) aspecto superficial ou análise visual.

Os dois primeiros critérios de classificação são estritamente ligados ao processo de produção utilizado. Como dito anteriormente em sua definição, as placas cerâmicas podem ser, quanto ao acabamento superficial, esmaltadas (recebem o código GL) ou não esmaltadas (recebem o código UGL). Quanto ao método de fabricação, as placas cerâmicas são classificadas em (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997b, p. 2):

- a) extrudadas: código A;
- b) prensadas: código B;
- c) outros processos: código C.

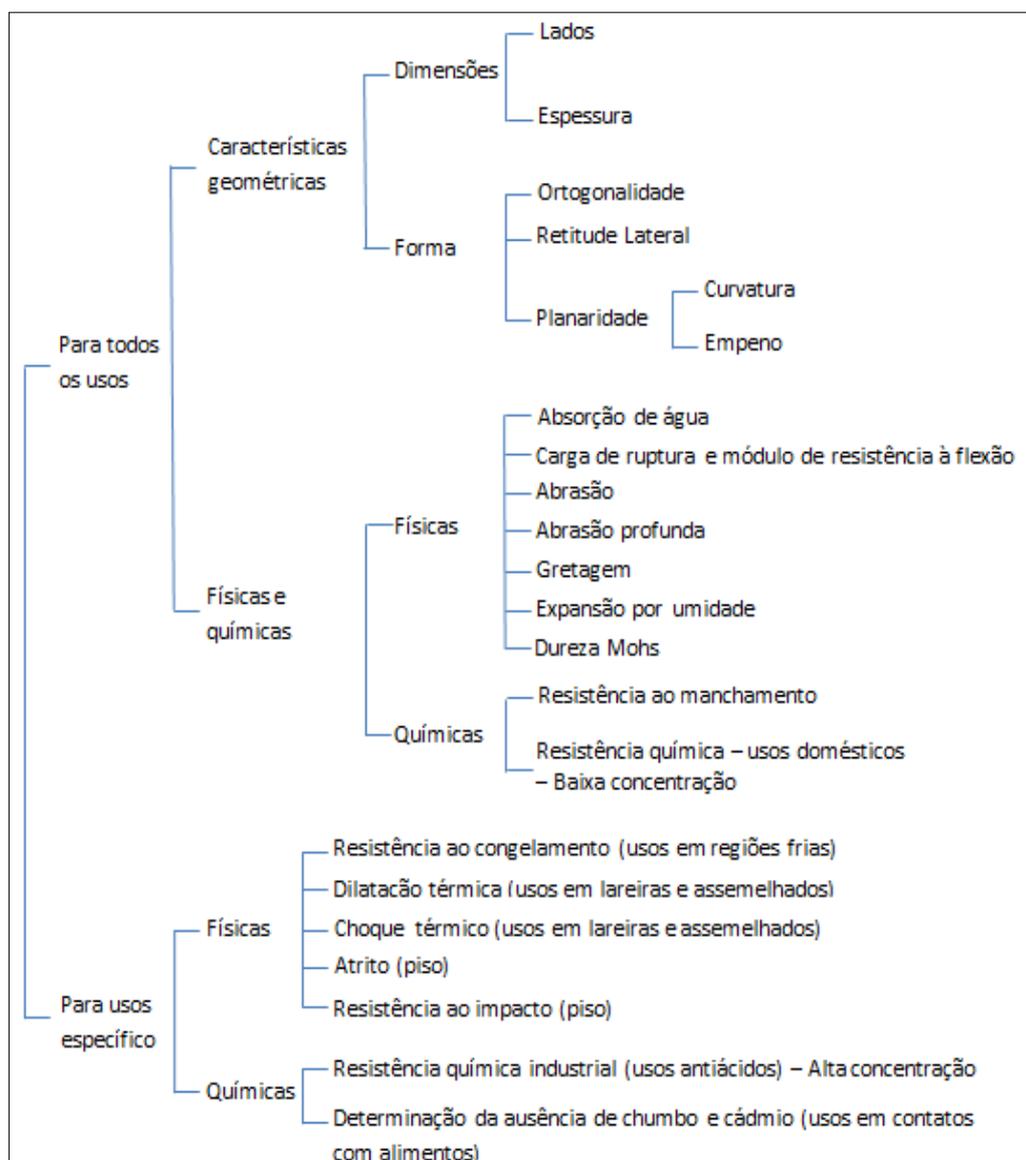
O aspecto superficial ou análise visual é uma classificação relacionada aos defeitos visíveis das placas cerâmicas. Quando no mínimo 95% das peças examinadas não apresentarem defeitos visíveis na distância padrão de observação, são classificadas como produto Classe A. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997b, p. 2).

Os demais critérios classificatórios são relacionados às características e propriedades das placas e serão abordados no decorrer do estudo.

### **3.2.3 Características e Propriedades**

As placas cerâmicas possuem características e propriedades determinadas por seu processo produtivo e que, em um processo industrial, são consequência de uma intenção de fabricação. Para a correta especificação deve-se compreender o significado dessas características e propriedades e seus níveis ou classes correspondentes, estabelecidos pela NBR 13818 através dos respectivos métodos de ensaio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c). Essas características e propriedades podem ser químicas, físicas ou geométricas, sendo ainda separadas em de uso geral e uso específico, como demonstra o esquema da figura 3.

Figura 3 – Esquema de características e propriedades



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 3)

As características geométricas das placas cerâmicas correspondem à forma (ortogonalidade, retitude lateral e planaridade) e às dimensões (lados e espessura). Desvios geométricos podem ocorrer nas placas cerâmicas tendo em vista que são materiais que passam por um processo térmico, sendo estabelecidos por norma os limites para essas variações. Os limites para essas variações são importantes para a aceitação de lotes e posterior comercialização do produto, não tendo maior relevância na especificação.

As dimensões e a espessura da placa cerâmica são importantes para a especificação, mas não as variações geométricas desses parâmetros, as quais também devem atender aos limites estabelecidos em norma. A dimensão representa uma escolha estética do especificador,

enquanto a espessura possui relevância por influenciar outras propriedades da placa. As propriedades físicas e químicas das placas cerâmicas possuem grande importância para a correta especificação e serão vistas no decorrer do capítulo.

### 3.3 PROPRIEDADES: USO GERAL

As propriedades das placas cerâmicas para revestimento apresentadas nos próximos itens são exigíveis para todos os usos.

#### 3.3.1 Propriedades Físicas

As propriedades físicas das placas cerâmicas, exigíveis para todos os usos, são descritas a seguir.

##### 3.3.1.1 Absorção de água

A absorção de água representa, em porcentagem, a capacidade da placa cerâmica absorver água através das superfícies não impermeáveis. É um dos principais parâmetros de classificação das placas cerâmicas, tendo grande influência sobre outras propriedades do produto tais como: resistência mecânica, química, ao impacto, ao choque térmico e ao gelo.

Conforme Campante e Baía (2003, p. 26), a absorção de água está diretamente relacionada à porosidade da placa, que depende do processo de fabricação, do grau de compactação da massa, da temperatura e do tempo de queima. As placas cerâmicas para revestimentos são classificadas em grupos, em função da absorção de água, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Grupos de absorção de água

GRUPOS	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
Ia	$0 < \text{Abs} \leq 0,5$
Ib	$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$
Iia	$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$
Iib	$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$
III	Abs acima de 10

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997b, p. 2)

Na especificação de placas cerâmicas deve-se conciliar o método de fabricação com o grupo de absorção de água. Usa-se a letra correspondente ao respectivo processo de fabricação sucedida pelas letras correspondentes ao grupo de absorção de água. A classificação dos grupos é representada na tabela 2.

Tabela 2 – Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação

ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	MÉTODOS DE FABRICAÇÃO		
	EXTRUDADO (A)	PRENSADO (B)	OUTROS (C)
$0 < \text{Abs} \leq 0,5$	AI	B1a	CI
$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$	AI	B1b	CI
$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$	AIIa	BIIa	CIIa
$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$	AIIb	BIIb	CIIb
Abs acima de 10	AIII	BIII	CIII

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997b, p. 2)

As placas cerâmicas ainda recebem uma denominação tipológica de uso comercial conforme seu grupo de absorção. Isso está retratado na tabela 3.

Tabela 3 – Classificação das cerâmicas pelo grupo de absorção

ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	PRODUTO
$0 < \text{Abs} \leq 0,5$	Grês Porcelanato
$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$	Grês
$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$	Semi-Grês
$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$	Semi-Poroso
Abs acima de 10	Piso Poroso / Azulejo

(fonte: CENTRO CERÂMICO DO BRASIL, 2003, p. 11)

No caso de porcelanatos técnicos, o índice de absorção de água é igual ou inferior a 0,1%, conforme já visto em sua definição.

### 3.3.1.2 Carga de ruptura e módulo de resistência à flexão

A carga de ruptura e o módulo de resistência à flexão caracterizam a resistência mecânica da peça e são propriedades intrínsecas ao material (CAMPANTE; BAÍÁ, 2003, p. 26). A carga de ruptura, além de depender da composição da placa, depende de sua espessura. Quanto ao módulo de resistência à flexão, segundo a NBR 13818, placas com mesma massa tendem a ter o mesmo módulo, independentemente da espessura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 16). Segundo Lima e Sichieri (2003), o módulo de resistência à flexão indica a medida de coesão interna do material, sendo expresso em MPa. A carga de ruptura é expressa em N ou kgf. A NBR 13818/1997 define valores mínimos para essas propriedades, conforme as tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Carga de ruptura (N)

ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	ESPESSURA DA PLACA – Prensada (mm)		ESPESSURA DA PLACA – Extrudada (mm)	
	e < 7,5	e ≥ 7,5	e < 7,5	e ≥ 7,5
0 < Abs ≤ 0,5	≥ 700	≥ 1300	≥ 600	≥ 1100
0,5 < Abs ≤ 3,0	≥ 700	≥ 1100	≥ 600	≥ 1100
3,0 < Abs ≤ 6,0	≥ 600	≥ 1000	≥ 600	≥ 950
6,0 < Abs ≤ 10,0	≥ 500	≥ 800	≥ 900	≥ 900
Abs acima de 10	≥ 200	≥ 600	≥ 600	≥ 600

(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c)

Tabela 5 – Módulo de resistência à flexão (MPa)

ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	Prensado	Extrudado
0 < Abs ≤ 0,5	≥ 35	≥ 23
0,5 < Abs ≤ 3,0	≥ 30	≥ 23
3,0 < Abs ≤ 6,0	≥ 22	≥ 20
6,0 < Abs ≤ 10,0	≥ 18	≥ 17,5
Abs acima de 10	≥ 15	≥ 10

(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c)

A resistência mecânica das placas cerâmicas é inversamente proporcional à porosidade, sendo as placas com menor absorção de água as que mais suportam cargas. A NBR 15463/2007 define valores específicos para os porcelanatos, conforme tabela 6.

Tabela 6 – Módulo de resistência à flexão e carga de ruptura – porcelanatos

PROPRIEDADES	ÁREA $\leq 50\text{cm}^2$		ÁREA $\geq 50\text{cm}^2$	
	Técnico	Esmaltado	Técnico	Esmaltado
Absorção de água (%)	$\leq 0,1$	$\leq 0,5$	$\leq 0,1$	$\leq 0,5$
Módulo de resistência à flexão (MPa)	$\geq 45$		$\geq 45$	$\geq 37$
Carga de ruptura (N) e $\leq 7,5$ mm	$\geq 1000$		$\geq 900$	$\geq 900$
Carga de ruptura (N) e $\geq 7,5$ mm	Não se aplica		$\geq 1800$	$\geq 1500$

(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p. 4)

A escolha por placas cerâmicas que apresentem alto valor de carga de ruptura deve acontecer em ambientes submetidos a grandes solicitações de esforços de carregamento, como é o caso de garagens, postos de gasolina, bibliotecas e indústrias (LIMA; SICHIERI, 2003).

### 3.3.1.3 Resistência à abrasão

A resistência à abrasão é a propriedade das placas cerâmicas que indica a resistência ao desgaste superficial, provocado pelo tráfego de pessoas, veículos e movimentação de objetos. Para Abitante (2004, p. 55), “[...] a abrasão representa uma forma de deterioração do material e acarreta um comprometimento da sua superfície.”.

Os ensaios de resistência à abrasão em placas cerâmicas esmaltadas e não esmaltadas são distintos, visto que as placas não esmaltadas se constituem em um corpo único enquanto as esmaltadas possuem diferentes camadas. As placas cerâmicas esmaltadas são submetidas a ensaios de resistência à abrasão superficial, enquanto as não esmaltadas a ensaios de resistência à abrasão profunda.

#### 3.3.1.3.1 Resistência à abrasão superficial

A classificação da resistência à abrasão de placas cerâmicas esmaltadas é realizada através da escala PEI, que varia de 0 a 5. A sigla PEI faz menção ao instituto americano *Porcelain*

*Enamel Institute*, que estabeleceu os critérios de classificação conforme a resistência do esmalte.

O ensaio consiste na exposição da placa cerâmica a cargas abrasivas, provocadas por esferas de aço, e posterior análise visual do desgaste. Dependendo do número de giros em que o desgaste é observado, a peça recebe a classificação PEI correspondente, conforme a tabela 7.

Tabela 7 – Classificação PEI

Nº DE GIROS	CLASSE
100	0
150	1
600	2
1500	3
12000	4
> 12000	5

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 22)

Para as diferentes classificações PEI das placas esmaltadas são associados níveis de resistência à abrasão e recomendações para o uso, como mostra o quadro 1. Cabe ressaltar que essa indicação não é prevista em norma, mas usual dentre os fabricantes.

Quadro 1 – Classificação PEI - resistência à abrasão e recomendação de uso

GRUPO	RESISTÊNCIA À ABRASÃO	RECOMENDAÇÃO DE USO
Grupo 0 / PEI - 0	Baixíssima	Paredes
Grupo 1 / PEI - 1	Baixa	Banheiros residenciais
Grupo 2 / PEI - 2	Média	Ambientes residenciais sem porta para fora
Grupo 3 / PEI - 3	Média alta	Ambientes residenciais com porta para fora
Grupo 4 / PEI - 4	Alta	Ambientes públicos sem porta para fora
Grupo 5 / PEI - 5	Altíssima e sem encardido	Ambientes públicos com porta para fora

(fonte: SICHIERI et al., 1999)

Segundo Lima e Sichieri (2003), o desgaste ocasionado por abrasão na camada superficial de placas esmaltadas altera a tonalidade e o brilho da superfície, compromete a limpabilidade e pode diminuir a impermeabilidade, caso o esmalte seja removido até a base.

### 3.3.1.3.2 Resistência à abrasão profunda

A abrasão profunda é medida através da perda de volume, em mm<sup>3</sup>, da peça submetida ao contato de um disco rotativo de aço, após um determinado número de rotações. A tabela 8 apresenta os valores máximos de volume removido, segundo a NBR 13818, conforme o grupo de absorção de água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c).

Tabela 8 – Resistência à abrasão profunda

ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	VOLUME REMOVIDO (mm <sup>3</sup> )	
	PRENSADAS	EXTRUDADAS
0 < Abs ≤ 0,5	≤ 175	≤ 275
0,5 < Abs ≤ 3,0	≤ 175	≤ 275
3,0 < Abs ≤ 6,0	≤ 345	≤ 393
6,0 < Abs ≤ 10,0	≤ 540	≤ 649
Abs acima de 10	–	≤ 2365

(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c)

Para porcelanatos técnicos a NBR 15463, publicada dez anos após a exigência apresentada na tabela 9, restringe o volume removido em, no máximo, 140 mm<sup>3</sup> (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p. 4). Os veículos de *marketing* costumam destacar que esse tipo de produto possui grande resistência à abrasão, sendo uma boa opção para ambientes de alto tráfego.

### 3.3.1.4 Resistência ao gretamento

Segundo a definição da NBR 13818, gretamento é uma fissura capilar (semelhante a um fio de cabelo) que ocorre na camada esmaltada de placas cerâmicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 26). A expansão por umidade é a

principal causa do gretamento, pois provoca o aumento do corpo cerâmico, gerando tensões na camada de esmalte. Como consequência, por não acompanhar o movimento do corpo cerâmico, o esmalte fatura (LIMA; SICHIERI, 2003). A resistência ao gretamento é exigida para todas as placas cerâmicas, tendo ensaio específico para sua comprovação.

#### 3.3.1.5 Expansão por umidade

A expansão por umidade caracteriza o aumento de tamanho da placa cerâmica, provocado pela reidratação por absorção de água, tendo início assim que a placa sai do forno e entra em contato com o meio ambiente (BAUER; RAGO, 2000, p. 41). É um processo irreversível e ocorre com maior intensidade em lugares com alta incidência de umidade, como banheiros, piscinas e saunas (CAMPANTE; BAÍA, 2003, p. 28). A expansão por umidade pode agir isoladamente ou em conjunto com outros fatores sendo, frequentemente, a maior responsável pelo descolamento de peças e pela gretagem da camada esmaltada (LIMA; SICHIERI, 2003).

A expansão por umidade é determinada pelo método da fervura, onde procura-se estimar o comportamento da placa cerâmica ao longo do tempo, após assentada. A NBR 13818 considera que a maioria das placas cerâmicas possui expansão por umidade negligenciável, não ocasionando problemas ao revestimento, desde que corretamente instaladas. A mesma Norma define, porém, que em certas condições climáticas, a expansão por umidade acima de 0,06% (0,6 mm/m) pode, sim, gerar problemas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 60).

#### 3.3.1.6 Dureza Mohs

Dureza é uma propriedade de um material sólido que expressa sua resistência a deformações permanentes. A dureza pode ser avaliada a partir da capacidade de um material riscar o outro, como na escala de Mohs, ou da capacidade de um material entrar no outro. No primeiro caso, caracteriza a resistência ao risco e, no segundo, a resistência à penetração (trabalho não publicado)<sup>1</sup>. No caso de placas cerâmicas para revestimento, costuma-se considerar, na especificação, a resistência ao risco.

---

<sup>1</sup> Informações obtidas nas notas de aula da disciplina Tecnologia dos Materiais de Construção, ministrada pela profa. Ana Luisa Abitante, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, semestre 2011/1.

Conforme Sichieri et al. (1999), todos os pisos cerâmicos riscam, porém em proporções diferentes. O riscamento ocorre devido às ações mecânicas de materiais abrasivos sobre a superfície da placa e varia dependendo do material. Na ausência de material abrasivo não ocorre riscamento, como é o caso de andar descalços sobre a superfície do revestimento. A escala Mohs, que varia de 1 a 10, ordena a dureza de certos minerais, conforme tabela 9.

Tabela 9 – Escala Mohs

MINERAIS	DUREZA MOHS	MINERAIS	DUREZA MOHS
Talco	1	Feldspato	6
Gesso	2	Quartzo	7
Calcita	3	Topázio	8
Fluorita	4	Corindon	9
Apatita	5	Diamante	10

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 99)

A areia (quartzo) possui dureza MOHS igual a 7, podendo riscar a maior parte das placas cerâmicas e porcelanatos que, normalmente, possuem dureza menor. Deve-se, portanto, proteger o piso após a aplicação, principalmente na fase de obra.

### 3.3.2 Propriedades químicas

Além das propriedades físicas, as placas cerâmicas possuem propriedades químicas exigíveis para todos os usos. Essas propriedades são descritas nos próximos itens.

#### 3.3.2.1 Resistência ao manchamento

A resistência ao manchamento representa a facilidade de limpeza da superfície da placa cerâmica. Apesar de não necessariamente o manchamento envolver um processo químico, perante a norma NBR 13818 ela se situa dentre as Propriedades Químicas, como visto anteriormente na figura 3.

O processo de manchamento das placas cerâmicas depende das interações químicas e físicas entre os agentes manchantes e a superfície do revestimento. Para Dondi et al. (2008, p. 39), os aspectos químicos estão relacionados à capacidade da substância manchante em molhar a superfície do revestimento e à sua afinidade química com o esmalte ou suporte. Os aspectos físicos, segundo os mesmos autores, dependem da estrutura da superfície do revestimento, em particular à presença de minúsculos poros ou irregularidades que permitem a adesão de sujeira.

Os porcelanatos polidos, segundo diversos estudos, apresentam grande suscetibilidade ao manchamento. Isso acontece, pois o polimento das placas expõe os poros originalmente fechados, aumentando a porosidade da superfície polida e contribuindo para o manchamento (ALVES et al., 2009, p. 22).

A NBR 13818/1997 classifica a limpabilidade das placas cerâmicas conforme o procedimento de limpeza necessário para a remoção de manchas provocadas por agentes manchantes. As classes, que variam de 1 a 5, podem ser observadas no quadro 2.

Quadro 2 – Classes de limpabilidade

CLASSES	LIMPABILIDADE	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA
5	Corresponde à maior facilidade de remoção da mancha.	Mancha removida com água quente corrente durante 5min.
4	Possibilidade de remoção de manchas, conforme o agente aplicado e o produto de limpeza utilizado.	Mancha removida com limpeza manual empregando um agente de limpeza comercial não abrasivo e esfregando com esponja não abrasiva. Lavagem com água.
3	Possibilidade de remoção de manchas, conforme o agente aplicado e o produto de limpeza utilizado.	Mancha removida com limpeza mecânica com escova rotatória e produto de limpeza comercial abrasivo durante 2min. Lavagem com água.
2	Possibilidade de remoção de manchas, conforme o agente aplicado e o produto de limpeza utilizado.	Mancha removida por imersão durante 24h em solvente adequado: solução de HCl a 3%, solução de KOH 200g/l, acetona ou tricloroetileno. Lavagem com água.
1	Impossibilidade de remover a mancha.	Mancha não removida.

(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c)

A NBR 13818/1997 estabelece que as placas cerâmicas esmaltadas não devem apresentar classe de limpabilidade inferior a 3. A NBR 15463/2007 faz a mesma exigência para os porcelanatos, mas cabe lembrar que essa exigência foi apresentada dez anos depois e refere-se aos produtos produzidos no Brasil.

### 3.3.2.2 Resistência química: uso doméstico

A resistência ao ataque químico é avaliada, conforme ensaio descrito na NBR 13818, através da verificação da ocorrência de mudança na superfície das placas cerâmicas após o contato com agentes químicos, durante um tempo pré-determinado. No caso da resistência química de placas cerâmicas para uso doméstico utiliza-se o cloreto de amônia como reagente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 31).

A classificação quanto a esse parâmetro utiliza dois códigos. O primeiro é referente ao tipo de placa, esmaltada (G) ou não esmaltada (U), e o segundo faz referência à resistência química da placa, conforme o quadro 3.

Quadro 3 – Resistência química - uso doméstico

RESISTÊNCIA QUÍMICA	CLASSES DE RESISTÊNCIA	ESMALTADA (G)	NÃO ESMALTADA (U)	OCORRÊNCIA
Elevada	A	GA	UA	Efeitos não visíveis
Média	B	GB	UB	Mudança acentuada no aspecto
Baixa	C	GC	UC	Perda parcial ou total da superfície

(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c)

Lima e Sichieri (2003) indicam que as substâncias agressivas, ao entrarem em contato com a placa cerâmica, agredem a superfície, podendo ocasionar descoloração, redução de brilho e manchamento. É fundamental conhecer a classe de resistência ao ataque químico das placas cerâmicas para se prever o desempenho durante o uso e para uma correta manutenção do produto. A NBR 13818 estabelece que a mínima classe de resistência química de uso

doméstico aceitável é a B (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c).

### 3.4 PROPRIEDADES TÉCNICAS: USOS ESPECÍFICOS

Os valores das propriedades, em função de aplicações específicas, podem ser acordados entre fabricante e comprador conforme a necessidade. As propriedades físicas e químicas de uso específico são descritas a seguir.

#### 3.4.1 Propriedades físicas

As propriedades físicas de uso específico são descritas nos próximos itens.

##### 3.4.1.1 Resistência ao congelamento

A resistência ao congelamento depende quase que exclusivamente da absorção de água da placa cerâmica. Quanto menor for o índice de absorção, maior será a resistência ao congelamento.

Em ambientes de baixas temperaturas, a água presente no interior da placa pode congelar, ocasionando um aumento de volume e possível desagregação da peça. A placa cerâmica deve possuir índice de absorção de água máximo de 3% para que não ocorram problemas de congelamento (LIMA; SICHIERI, 2003). Ambientes externos em áreas sujeitas à neve e geadas e câmeras frigoríficas são exemplos de locais nos quais deve-se considerar tal propriedade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 7).

##### 3.4.1.2 Dilatação térmica

A dilatação térmica corresponde ao aumento do tamanho da placa devido a variações positivas de temperatura, sendo um fenômeno reversível (CAMPANTE; BAÍA, 2003, p. 28). O ensaio, estabelecido pela NBR 13818, consiste na secagem de corpos de prova em estufa e pesagem dos mesmos a cada intervalo de 2 horas, até que a diferença entre as pesagens seja inferior a 0,1%. Após esse procedimento, os corpos de prova são resfriados e medidos. A dilatação térmica da placa cerâmica é definida pelo seu coeficiente de dilatação térmica, que é função das dimensões e temperaturas iniciais e finais do ensaio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 37).

Segundo Sichieri et al. (1999), o coeficiente de dilatação das placas cerâmicas varia de 4 a 10 microns por metro, a cada aumento de 1°C. É importante conhecer o valor de dilatação da placa quando o local a ser revestido estiver submetido a altas temperaturas como, por exemplo, em lareiras, churrasqueiras e saunas.

#### 3.4.1.3 Choque térmico

A resistência ao choque térmico é a capacidade da placa cerâmica sofrer grandes variações de temperatura sem apresentar danos. Conforme Lima e Sichieri (2003), placas que apresentam baixos índices de absorção de água possuem maior resistência ao choque térmico.

É uma propriedade importante para ambientes externos suscetíveis a grandes variações de temperatura e ambientes internos como banheiros e saunas. Cabe observar, todavia, que as variações dimensionais decorrentes de um choque térmico costumam afetar negativamente a aderência das placas cerâmicas em relação ao material de assentamento. Problemas decorrentes na própria placa são menos importantes haja visto o significativo choque térmico que as mesmas sofreram na saída do forno.

#### 3.4.1.4 Coeficiente de Atrito

O coeficiente de atrito varia de 0 a 1 e caracteriza a resistência ao escorregamento. Conforme ensaio estabelecido na NBR13818, é medido através de um aparelho deslizador tipo **Tortus** que se movimenta à velocidade constante sobre a superfície da placa. Quanto maior o coeficiente, menor é a tendência ao escorregamento. O quadro 4 indica os valores estabelecidos conforme o uso.

Quadro 4 – Coeficiente de atrito

COEFICIENTE DE ATRITO	USO
< 0,4	Satisfatório para instalações normais
≥ 0,4	Recomendado para uso onde se requer resistência ao escorregamento

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 76)

Cabe ressaltar que a NBR 15575-3 – Desempenho de edifícios residenciais de até 5 pavimentos: parte 3 – pisos internos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008) restringe o valor do coeficiente de atrito mínimo em 0,4, divergindo da NBR 13818 que considera valores inferiores a 0,4 satisfatórios para diversos tipos de instalações. A tabela 10 mostra os valores dos coeficientes de atrito mínimo previstos pela NBR 15575-3, em diferentes situações.

Tabela 10 – Coeficiente de atrito - indicações de uso

SITUAÇÃO	COEFICIENTE DE ATRITO	
	ÁREA PRIVATIVA	ÁREA COMUM
Declividade $\leq 3\%$	$> 0,4$	$> 0,4$
$3\% < \text{declividade} \leq 10\%$	$> 0,7$	$> 0,85$ ou $> 0,7$ com faixa antiderrapante a cada 10 cm cujo coeficiente $> 0,85$
Escadas	$> 0,7$	$> 0,7$ com faixa antiderrapante cujo coeficiente $> 0,85$ , a cada degrau

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 9)

O coeficiente de atrito é função da textura e da geometria das saliências da superfície da placa cerâmica (trabalho não publicado)<sup>2</sup>. Placas com superfícies rugosas ou com variações de forma oferecem maior restrição ao movimento, contribuindo positivamente para a resistência ao escorregamento. No entanto, a rugosidade e as reentrâncias da superfície facilitam a retenção de sujeira na placa. Para Lima e Sichieri (2003), deve-se fazer uma análise crítica das propriedades quando resistência ao escorregamento e limpabilidade são requeridas simultaneamente para o mesmo uso. É preciso encontrar o equilíbrio entre as propriedades, considerando as condições do local de assentamento da placa.

A escolha correta da placa cerâmica conforme o coeficiente de atrito é muito importante pois está relacionada à segurança do usuário ao caminhar pela superfície. Pequenos coeficientes de

<sup>2</sup> Informação obtida nas notas de aula da disciplina Tecnologia dos Materiais de Construção, ministrada pela profa. Ana Luisa Abitante, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, semestre 2011/1.

atrito podem provocar escorregamento, enquanto grandes coeficientes podem provocar tropeços, por travamento do pé.

#### 3.4.1.5 Resistência ao impacto

A resistência ao impacto representa a capacidade da peça cerâmica em manter suas propriedades inalteradas após o impacto inesperado de um objeto. O objeto padronizado no ensaio estabelecido pela NBR 13818 corresponde a uma esfera de aço-cromo, com diâmetro de aproximadamente 19 mm (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 48).

A incidência de impactos nas placas cerâmicas pode causar fissuras, gerando consequências estéticas e funcionais negativas. Tal propriedade deve ser considerada principalmente em ambientes industriais, nos quais há grandes cargas, mas também pode ser relevante a outros tipos de ambientes sujeitos a constantes impactos, como cozinhas, por exemplo (LIMA; SICHIERI, 2003). Os materiais cerâmicos apresentam certa dificuldade com relação a essa propriedade, sendo justamente a resistência ao impacto uma de suas deficiências.

### 3.4.2 Propriedades químicas

As propriedades químicas de uso específico são descritas nos itens a seguir.

#### 3.4.2.1 Resistência química: uso específico

No ensaio de resistência química de uso específico as placas cerâmicas são submetidas ao contato de ácidos e álcalis de baixas e altas concentrações e produtos para tratamento de água de piscinas. Normalmente os ácidos de baixa concentração são para uso comercial, enquanto os de alta concentração para uso industrial ou comercial de maior exigência química.

Conforme a NBR 13818, as placas cerâmicas são classificadas através de códigos, analogamente à resistência química de uso residencial. Os níveis de resistência, como apresentado anteriormente, representam alta (A), média (B) e baixa (C) resistência química. No caso em que os agentes químicos são ácidos e álcalis, ainda recebem classificação de baixa concentração (L) e alta concentração (H). A quadro 5 apresenta as codificações para a resistência química de uso específico.

Quadro 5 – Resistência química: uso específico

AGENTES QUÍMICOS	NÍVEIS DE RESISTÊNCIA QUÍMICA					
	A	B	C	A	B	C
	ESMALTADA (G)			NÃO ESMALTADA (U)		
Produtos para tratamento de água de piscina	GA	GB	GC	UA	UB	UC
Ácidos e álcalis - Baixa Concentração (L)	GLA	GLB	GLC	ULA	ULB	ULC
Ácidos e álcalis - Alta Concentração (H)	GHA	GHB	GHC	UHA	UHB	UHC

(fonte: baseado em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c)

Os ácidos, de forma geral, atacam o revestimento, não só a placa cerâmica mas também o rejunte, por isso, quando necessário, devem ser utilizados com cautela e sempre diluídos nas proporções indicadas (CENTRO CERÂMICO DO BRASIL, 2003, p. 16 ). De acordo com a NBR 13818 o nível mínimo de resistência aceitável para produtos para tratamento de água de piscina deve ser B. Para ácidos e álcalis a classe de resistência deve ser declarada pelo fabricante e, dependendo do uso e solicitações previstas para a placa, deve-se acordar com o fabricante a classe de resistência requerida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c).

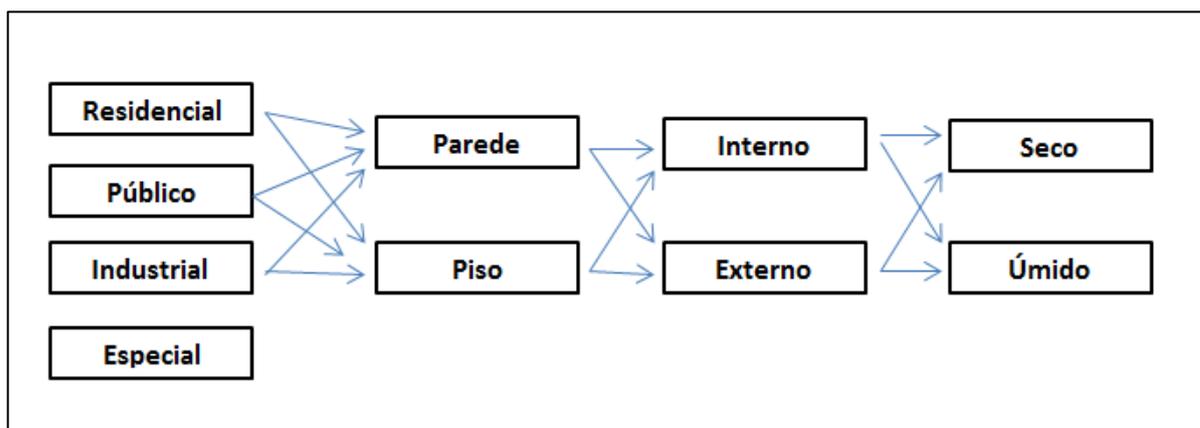
#### 3.4.2.2. Ausência de chumbo e cádmio

Chumbo e cádmio podem estar presentes na composição do esmalte de placas cerâmicas e serem liberados na presença de ácido acético (SICHERI et al., 1999). Segundo a NBR 13818 deve-se garantir, através de ensaio apropriado, a não liberação dessas substâncias em placas localizadas em ambientes com contato direto com alimentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 7).

### 3.5 PARÂMETROS PARA A ESPECIFICAÇÃO

Conhecidas as propriedades das placas cerâmicas, deve-se definir os parâmetros a serem considerados na especificação. A figura 4 apresenta um esquema simples que correlaciona as principais variáveis relativas ao uso.

Figura 4 – Quadro de usos



(fonte: SICHIERI et al., 1999)

Dependendo do tipo de ambiente a ser revestido e das solicitações previstas, diferentes características e propriedades serão mais ou menos relevantes. Cabe ao profissional responsável pela especificação fazer tais julgamentos e escolhas. O bom especificador deve buscar a funcionalidade e durabilidade do revestimento, assim como a segurança e bem estar do usuário.

O entendimento do comportamento do material a ser utilizado requer, segundo Abitante et al. (2004, p. 23), o conhecimento dos seguintes elementos:

- a) os mecanismos de deterioração, ou seja, os fenômenos que geram mudanças nas características e propriedades dos materiais ao longo do tempo;
- b) o material, quanto a sua resistência aos diferentes agentes agressivos;
- c) os ambientes, quanto ao seu grau de agressividade, envolvendo agentes físicos, químicos ou biológicos.

Nos próximos itens são dados alguns exemplos de parâmetros a serem considerados na especificação de placas cerâmicas para pisos e paredes de ambientes residenciais, comerciais e de serviços.

### 3.5.1 Paredes

Normalmente os azulejos, placas cerâmicas com absorção de água superior a 10%, são utilizados para o revestimento de paredes. Pode-se usar placas de menor absorção em paredes, no entanto, segundo Wanderley e Sichieri (2005, p. 15), os azulejos são ideais por serem mais

leves que os outros tipos de placas e por sua porosidade garantir uma boa aderência à argamassa, o que ajuda a evitar o destacamentos das peças.

As placas cerâmicas para revestimento vertical, por não sofrerem ações abrasivas, podem apresentar PEI 0, a menor classe de resistência ao desgaste superficial. Geralmente as paredes também não sofrem grandes solicitações mecânicas, não tendo necessidade de serem exigidas nesse aspecto. Considera-se que as condições de transporte, estocagem e manuseio das placas são mais exigentes do ponto de vista mecânico do que as condições de uso como revestimento vertical.

As resistências química e à manchas são propriedades relevantes na especificação de placas para paredes e devem ser verificadas conforme as solicitações de uso e de limpeza do ambiente. Quanto à expansão por umidade, a NBR 13818 recomenda valores até 0,6 mm/m para que não ocorram problemas, no caso de ambientes molháveis e úmidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 60). Outra propriedade relevante é a ausência de chumbo e cádmio solúveis em ácidos, que placas em ambientes com contato com alimentos devem possuir.

O revestimento de paredes internas e externas apresentam particularidades, conforme descritas a seguir.

#### 3.5.1.1 Paredes internas

O uso de revestimento cerâmico em ambientes residenciais como banheiros, cozinhas e áreas de serviço exige que a placa possua uma boa resistência ao ataque químico de substâncias de uso doméstico e elevada facilidade de limpeza. Em banheiros e cozinhas de ambientes públicos e comerciais, por serem locais onde há necessidade de limpeza mais pesada e frequente, Lima e Sichieri (2003) recomendam o maior nível de resistência química a ácidos e álcalis de baixas concentrações.

#### 3.5.1.2 Paredes externas: fachadas

O nível de exigência das placas cerâmicas é maior quando aplicadas em fachadas devido às ações de intempéries as quais estão sujeitas, devendo ser considerados os fatores climáticos do local (CAMPANTE; BAÍA, 2003, p. 44). São recomendadas, em paredes externas, placas

com absorção de água inferior a 6% (CENTRO CERÂMICO DO BRASIL, 2003, p. 11). No caso de regiões propensas a neve e geadas esse valor cai para 3% (LIMA; SICHIERI, 2003).

Segundo Lima e Sichieri (2003), o uso de placas cerâmicas de cores claras é mais recomendado em fachadas, pois as de cores escuras absorvem mais a radiação infravermelho, o que conduz a um aumento dimensional. Grandes variações térmicas, agravado pela ocorrência de chuva fria sobre o revestimento aquecido, são situações desfavoráveis à estabilidade da aderência do revestimento.

Em revestimentos externos, as variações dimensionais decorrentes da expansão por umidade deverão ser limitadas uma vez que há incidência direta de água proveniente da chuva. Recomenda-se limitar a expansão por umidade (EPU) em 0,06mm/m (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 60).

### **3.5.2 Pisos**

Na especificação de placas cerâmicas para pisos algumas propriedades não exigidas em paredes devem ser observadas. Além de garantir uma boa resistência química e facilidade de limpeza, o material deve apresentar resistência mecânica, ao escorregamento e ao desgaste adequadas ao local de uso.

A classe PEI, que mede a resistência ao desgaste por abrasão, varia de 1 a 5 em pisos. A escolha do PEI da placa varia conforme a localização do ambiente e seu tráfego. Com relação aos riscos na placa cerâmica, deve-se ter cuidado, principalmente, com a presença de areia, já que esse material tem dureza 7 Mohs e risca cerâmicas de menor dureza. As características da superfície da placa também podem ser importantes, visto que em placas brilhantes e monocromáticas o eventual desgaste e/ou risco são mais perceptíveis do que em placas decoradas e texturizadas, por exemplo (ABITANTE et al., 2004, p. 28).

O tipo de carga e a ocorrência de impactos restringem a resistência à ruptura e ao impacto no piso. Deve-se exigir placas com elevadas cargas de ruptura em garagens e calçadas, por exemplo, devido a passagem de veículos. Placas com baixos índices de absorção de água apresentam melhores resultados perante solicitações mecânicas.

Outra propriedade muito relevante para pisos é a resistência ao escorregamento, determinada pelo coeficiente de atrito. Todos os pisos devem garantir a segurança do usuário, sendo 0,4 o limite mínimo previsto pela NBR 15575-3 para o coeficiente de atrito na condição úmida. No caso de rampas, escadas e áreas externas, deve-se exigir maior resistência ao escorregamento, portanto, maiores coeficientes.

Os próximos itens descrevem propriedades e parâmetros relevantes para a especificação de placas cerâmicas para revestimento de pisos internos e externos.

### 3.5.2.1 Pisos internos

Os pisos podem sofrer diferentes solicitações dependendo do tipo de ambiente. A seguir são descritas propriedades relevantes no caso de ambientes residenciais e comerciais e de serviços.

#### 3.5.2.1.1 *Ambientes residenciais*

Em ambientes residenciais como banheiros e dormitórios, onde a circulação de pessoas é pequena, não há a necessidade de níveis elevados de resistência ao desgaste, podendo ser utilizadas nesses locais, segundo CCB, placas de PEI 1 (CENTRO CERÂMICO DO BRASIL, 2003, p. 12). Em salas e corredores internos, é indicado o PEI 2. No caso de cozinhas, corredores e outros ambientes de maior circulação, a necessidade de resistência ao desgaste aumenta exigindo PEI 3. Caso os ambientes tenham acesso direto com o exterior a situação torna-se mais crítica, podendo haver necessidades de PEI 3 ou maior.

A garantia de alta resistência química e a manchas, em ambientes residenciais, é mais relevante em banheiros e cozinhas, pois nesses locais a presença de agentes manchantes é maior, assim como sua necessidade de limpeza. Quanto às solicitações mecânicas, segundo Sichieri et al. (1999), o ideal para pisos residenciais internos são placas cerâmicas com carga de ruptura acima de 800 N.

#### 3.5.2.1.2 *Ambientes comerciais e de serviços*

Os ambientes comerciais e de serviços envolvem uma grande tipologia de locais, com os mais diferentes tipos de solicitações, sendo característica comum a todos o tráfego intenso de pessoas. Deve-se escolher o tipo de placa mais adequada ao tráfego, normalmente PEI 4 ou PEI 5 (SICHIERI et al., 1999), avaliando sempre o coeficiente de atrito para garantir a

resistência ao escorregamento. Normalmente, o saguão de entrada desses ambientes costuma ser o mais exigido tendo em vista a possibilidade de carregamento de materiais particulados do exterior para o interior, como a areia, com dureza a ser compensada pela dureza da cerâmica.

Assim como no caso de paredes, a resistência química e ao manchamento é de grande importância para pisos de ambientes comerciais e de serviços. Deve-se considerar os possíveis agentes manchantes os quais o ambiente está sujeito e os produtos utilizados na limpeza do revestimento, comumente mais agressivos que os de uso doméstico.

A carga de ruptura nesses ambientes deve ser maior que em ambientes residenciais. Para Sichieri et al. (1999), assim como para Campante e Baía (2003, p. 33), deve-se ter carga de ruptura acima de 1000 N.

#### 3.5.2.2 Pisos externos

Os pisos de áreas externas, assim como as fachadas, exigem mais da placa cerâmica que os respectivos ambientes internos. Segundo Sichieri et al. (1999), as solicitações que os pisos externos estão submetidos requerem uma baixa absorção de água, menor que 6%, garantindo melhor desempenho de outras propriedades. Na medida em que podem receber água direta proveniente da chuva, tais revestimentos devem ter as variações dimensionais decorrentes da expansão por umidade limitadas. Nesses casos é recomendado, segundo a NBR 13818, adotar expansão por umidade (EPU) menor que 0,06mm/m (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 60).

Pisos externos devem possuir facilidade de limpeza e alta resistência química. A resistência ao desgaste deve ser máxima e a carga de ruptura acima de 1000 N (SICHERI et al., 1999). A resistência ao escorregamento é mais relevante ainda em ambientes externos, pois dependendo da localização o piso pode estar molhado, tornando-se mais escorregadio. Conforme define a NBR 13575-3 o coeficiente de atrito em pisos deve ser de, no mínimo, 0,4, podendo haver necessidade de coeficientes superiores a 0,7, como no caso de escadas e declividades superiores a 3% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 9).

Dependendo do clima, região e solicitações outras propriedades também podem ser importantes para a especificação de pisos em ambientes externos.

### 3.5.3 Outras aplicações

Além de pisos e paredes, as placas cerâmicas são usadas em diversas outras aplicações. Nesses casos, para a especificação da placa cerâmica, deve-se analisar as particularidades do local a ser revestido, identificando suas necessidades quanto ao desempenho do revestimento.

O revestimento de piscinas com placas cerâmicas requer resistência ao ataque químico de produtos para tratamento da água, como prevê a NBR 13818/1997. Além disso, é importante baixa absorção de água e expansão por umidade. Segundo Sichieri et al. (1999), o ideal é que a absorção seja inferior a 6%, enquanto a expansão deve ser de, no máximo, 0,4 mm/m. Nas áreas em volta de piscinas deve-se utilizar revestimentos que garantam resistência ao escorregamento, porém a necessidade de elevada dureza e resistência à abrasão, essencial para ambientes externos, é amenizada devido à presença de água e pelo fato das pessoas geralmente andarem descalças nesses locais.

Para o revestimento de bancadas de cozinhas, por ser um local submetido a constante contato com alimentos, deve ser garantida a ausência de cádmio e chumbo solúveis em ácido, conforme indica a NBR 13818 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 7). Já no caso de lareiras e churrasqueiras, as placas devem ser resistentes ao choque térmico, ter completa resistência a manchas e dilatação térmica mínima (SICHERI et al., 1999).

Dependendo da aplicação, diferentes variáveis devem ser consideradas, pois cada especificação apresenta suas particularidades e necessidades. Cabe ao especificador definir os parâmetros necessários e identificar as propriedades correspondentes, a fim de garantir um revestimento durável e funcional. Os revestimentos cerâmicos possuem diversas vantagens, mas a garantia dessas vantagens, necessariamente, passa pela correta escolha da placa cerâmica.

## 4 ANÁLISE DE *SITES* DE FABRICANTES

A utilização da internet, atualmente, é a maneira mais rápida e fácil para as empresas divulgarem seus produtos. Através dos seus *sites*, fabricantes e fornecedores possibilitam o acesso às informações de seus bens ou serviços de forma facilitada, permitindo ao usuário buscar e escolher dentre tantas opções a que melhor satisfaz às suas necessidades e preferências. Os grandes fabricantes de placas cerâmicas para revestimentos também possuem *sites* nos quais apresentam seus produtos através de imagens e informações técnicas. Normalmente, por possuírem uma grande quantidade de produtos, esses *sites* possuem um mecanismo de filtros que possibilita a pesquisa de placas cerâmicas a partir da seleção de certos parâmetros, o que pode ser muito útil para a especificação desse tipo de revestimento.

Com o intuito de identificar quais informações técnicas são disponibilizadas e de que forma funciona a busca por produtos, escolheu-se cinco grandes fabricantes de placas cerâmicas para revestimento para análise crítica de seus *sites*. A escolha dos fabricantes e posterior análise são abordadas nos itens que seguem.

### 4.1 ESCOLHA DOS FABRICANTES

O setor de placas para revestimentos cerâmicos no Brasil é constituído por dezenas de empresas fabricantes, dos mais variados portes. Para a escolha de apenas cinco empresas buscou-se, em recentes *rankings* e pesquisas realizadas por diferentes instituições e veículos de *marketing*, as marcas mais vendidas e lembradas por consumidores e profissionais. Assim, optou-se pelos cinco fabricantes mais presentes e bem colocados, de um modo geral, nas pesquisas analisadas.

Todos os fabricantes escolhidos estão há mais de trinta e cinco anos no setor e, além de possuírem grande representatividade no mercado interno, exportam seus produtos para diferentes países. Quanto à localização, três empresas têm suas sedes no estado de Santa Catarina, uma em São Paulo e outra no Paraná. No presente estudo, os cinco fabricantes são distinguidos por letras, sendo identificados como Fabricante A, Fabricante B, Fabricante C, Fabricante D e Fabricante E.

## 4.2 ANÁLISE DO SISTEMA DE BUSCA DE PRODUTOS

Os fabricantes de placas para revestimentos cerâmicos oferecem a seus consumidores produtos dos mais variados tipos, tamanhos, cores e acabamentos superficiais. Esses produtos, nos quais se enquadram placas, rodapés, filetes, listelos e demais peças decorativas, são, geralmente, separados por linhas ou coleções segundo critérios estéticos e/ou funcionais. A tabela 11 mostra a quantidade de produtos cadastrados nos *sites* analisados no período de abril a maio de 2012, bem como o número de linhas em que estão distribuídos.

Tabela 11 – Quantidade de produtos e linhas dos fabricantes

FABRICANTE	PRODUTOS	LINHAS / COLEÇÕES
A	1399	155
B	1576	88
C	1715	75
D	828	290
E	994	94

(fonte: elaborado pela autora)

Os sistemas de busca visam auxiliar o usuário ao acesso dos produtos desejados e se tornam quase indispensáveis nos casos analisados, devido ao grande número de produtos disponíveis. Quanto à forma de pesquisa, verificou-se que as possibilidades de filtragem nos cinco *sites* são bem semelhantes. O quadro 6 mostra os parâmetros disponíveis para a busca de produtos dos cinco fabricantes analisados.

Quadro 6 – Parâmetros dos sistemas de busca dos *sites* analisados

FABRICANTE	CÓDIGO/ NOME DO PRODUTO	LINHA / COLEÇÃO	FORMATO/ DIMENSÃO	TIPOLOGIA / CATEGORIA COMERCIAL	LOCAL / INDICAÇÃO DE USO	ACAB. DA SUPERFÍCIE	PEI	COR	VARIAÇÃO DE TONALIDADE
A	X	X	X	X	X	X		X	
B	X	X	X	X	X	X	X		X
C	X	X	X	X	X		X		
D	X	X	X	X	X	X		X	
E	X	X	X	X	X	X	X		

(fonte: elaborado pela autora)

Todos os sites analisados permitem a busca de produtos através da digitação de seu nome ou código. Essa possibilidade se aplica nos casos em que o usuário necessita acessar as informações de um produto específico, uma vez que deve saber corretamente o nome ou código do mesmo. Esse foi o único campo no qual foi verificada a necessidade e possibilidade de digitação. Nos demais campos o usuário escolhe, dentre as opções listadas, a que preferir.

Os campos de busca referentes às variáveis “linha/coleção” e “formato/dimensão” também foram verificados nos cinco *sites*. As opções de seleção para essas variáveis é que diferem conforme o fabricante, pelo fato de que cada um possui suas linhas ou coleções e formatos/dimensões correspondentes aos seus próprios produtos. A busca do produto pelas suas dimensões representa uma opção estética do usuário e tem utilidade quando se requer um tamanho específico de placa cerâmica.

Os fabricantes classificam suas placas em categorias comerciais, sendo esse um dos parâmetros possíveis de busca de produtos. Esse parâmetro auxilia o usuário em sua pesquisa, direcionando-a à aplicação que se deseja. Percebe-se que cada fabricante possui sua classificação própria, sendo comum a todos, as categorias: parede, piso e porcelanato, que, conforme visto anteriormente, são denominações tipológicas de uso comercial relativas ao grupo de absorção de água da placa cerâmica. As categorias disponibilizadas por cada fabricante estão relacionadas no quadro 7.

Quadro 7 – Tipologia/categoria comercial

FABRICANTE A	FABRICANTE B	FABRICANTE C	FABRICANTE D	FABRICANTE E
Grês Pisos Porcelanatos Laminum Parede Peças especiais Fachadas Piscinas	Mosaico Parede Piso Porcelanato	Parede Porcelanato Peças especiais Porcelanato rústico Porcelanato técnico Piso Revest. Externo	Acessórios de parede Acessórios de piso Acessórios de piscina Insero Parede Piso puro grês Piso semi grês Porcelanato esmaltado Porcelanato polido Rodapé	Porcelanato Piso Parede Complementos porcelanato Complementos

(fonte: elaborado pela autora)

As categorias comerciais visam facilitar a distinção entre as placas cerâmicas, porém não são denominações normalizadas. Dessa forma, podem existir variações entre os fabricantes, de

modo que se utilizem de termos diferentes para referir o mesmo material. Observa-se também que alguns apresentam a informação de modo mais detalhado do que outros, como por exemplo, os fabricantes B e D.

O parâmetro “local/indicação de uso” permite ao usuário realizar sua busca conforme o ambiente a ser revestido. Os cinco fabricantes apresentaram essa opção em seu sistema de busca, cada um com suas respectivas indicações. Esse parâmetro tem o intuito de orientar o usuário para a escolha mais adequada segundo o local de aplicação do revestimento. No entanto, sabe-se que na ocasião da especificação devem ser considerados, além do local, uma série de variáveis relativas ao uso e às condições do ambiente. Cada local tem suas particularidades a serem consideradas e não devem ser generalizados, como se estivessem expostos às mesmas solicitações. Essas indicações podem auxiliar o usuário, mas não devem ser o único critério de escolha, até porque cada fabricante faz suas próprias considerações ao enquadrar os produtos em determinada indicação de uso.

Conforme o quadro 8, percebe-se que alguns fabricantes são mais abrangentes, enquanto outros são mais restritos em suas indicações. Cabe ressaltar que a seleção dessas indicações não são de múltipla escolha, não sendo possível selecionar as opções “médio tráfego” e “hall”, por exemplo, na mesma busca.

Quadro 8 – Local/indicação de uso

FABRICANTE A	FABRICANTE B	FABRICANTE C	FABRICANTE D	FABRICANTE E
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto tráfego</li> <li>• Médio tráfego</li> <li>• Áreas externas</li> <li>• Banheiro</li> <li>• Cozinha</li> <li>• Fachada</li> <li>• Garagem</li> <li>• Hall</li> <li>• Indústria</li> <li>• Piscina</li> <li>• Quarto</li> <li>• Sala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas externas molhadas</li> <li>• Áreas externas secas</li> <li>• Comercial leve</li> <li>• Comercial pesado</li> <li>• Fachadas</li> <li>• Industrial e urbano</li> <li>• Paredes internas</li> <li>• Piscinas</li> <li>• Residencial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachadas</li> <li>• Piscinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banheiros</li> <li>• Coordenados</li> <li>• Cozinhas</li> <li>• Fachadas</li> <li>• Piscinas</li> <li>• Áreas externas</li> <li>• Áreas internas</li> <li>• Alto tráfego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientes externos planos</li> <li>• Área comercial com acesso p/ rua</li> <li>• Área comercial sem acesso p/ rua</li> <li>• Área comercial de intensa circulação</li> <li>• Área de serviço residencial</li> <li>• Área interna de piscina</li> <li>• Ambientes residenciais internos</li> <li>• Corredores</li> <li>• Cozinhas</li> <li>• Decks de piscinas</li> <li>• Dormitórios</li> <li>• Garagens residenciais planas</li> <li>• Lavabos e banheiros residenciais</li> <li>• Revestimentos de parede</li> <li>• Salas</li> </ul>

(fonte: elaborado pela autora)

Quanto ao acabamento superficial, quatro dos cinco fabricantes apresentaram essa opção de filtragem. Além de ser uma escolha estética, o acabamento da superfície da placa cerâmica influencia no desempenho do revestimento perante algumas das solicitações de uso, sendo um fator essencial para a especificação. As opções de acabamento superficial apresentadas nos *sites* dos fabricantes podem ser verificadas no quadro 9. Cabe observar que não há nomenclatura normalizada para esse fim.

Quadro 9 – Acabamento superficial

FABRICANTE A	FABRICANTE B	FABRICANTE C	FABRICANTE D	FABRICANTE E
Acetinado Brilhante Lapado Mate Natural Polido	Acetinado Anticado Brilhante Externo Lapado Natural Polido Textura	-----	Acetinado Aspero Brilhante Lapado Polido	Marmorizado Monocolor Rústico

(fonte: elaborado pela autora)

A classificação PEI foi verificada como opção de busca nos *sites* dos fabricantes B, C e E. Foi a única propriedade técnica encontrada como parâmetro de pesquisa de produtos. A classe PEI, que representa a resistência à abrasão de placas esmaltadas, é indispensável para a escolha do revestimento de piso conforme as solicitações de tráfego e movimentações de objetos no ambiente, no entanto, não é a única a ser considerada.

O parâmetro cor aparece como possibilidade de busca nos *sites* dos fabricantes A e D. Apesar de ser um parâmetro que visa direcionar o usuário aos produtos de sua preferência, algumas placas podem apresentar diversas cores ou coloração de difícil classificação, tornando o resultado da busca impreciso. Por fim, verificou-se, no *site* do Fabricante B, a opção de pesquisa de produto conforme sua variação de tonalidade, ou seja, quanto à uniformidade de cores na superfície do produto.

Entende-se que exposição dos produtos em *sites* visa o alcance de todos os usuários, independente de seus conhecimentos técnicos. Por outro lado, sendo essa a forma mais rápida e fácil de pesquisar produtos, seria de grande utilidade para os profissionais especificadores a busca de placas cerâmicas para revestimento através de seus parâmetros técnicos.

### 4.3 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES TÉCNICAS DISPONÍVEIS

Além de identificar o funcionamento da busca de produtos de *sites* de alguns grandes fabricantes, fez-se uma análise das informações técnicas disponibilizadas pelos mesmos. Como visto ao longo do trabalho, o conhecimento dos parâmetros técnicos é fundamental para a escolha correta de placas cerâmicas conforme o uso e às condições do local a ser revestido.

A NBR 13818 estabelece as informações técnicas que, obrigatoriamente, devem constar nos catálogos e informativos das empresas de placas para revestimentos cerâmicos. Além do grupo de classificação (que envolve o método de fabricação e a absorção de água da placa) devem ser informadas a classe de abrasão PEI, as classes de resistência química e ao manchamento e o coeficiente de atrito (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997c, p. 4). O quadro 10 apresenta as propriedades técnicas declaradas pelos fabricantes analisados sobre seus produtos em seus respectivos *sites*.

Quadro 10 – Propriedades técnicas informadas por cada fabricante

PROPRIEDADES TÉCNICAS			FABRICANTE				
			A	B	C	D	E
USO GERAL	FÍSICA	Absorção de água			X	X	X
		Carga de ruptura			X	X	X
		Resistência à flexão			X	X	X
		Abrasão superficial – PEI	X	X	X	X	X
		Abrasão profunda			X		
		Gretagem	propriedade exigida				
	Expansão por umidade			X	X	X	
	Dureza Mohs				X		
	QUÍMICA	Resistência ao manchamento			X	X	X
		Resistência química uso doméstico			X	X	X
Resistência química de baixa concentração				X	X	X	
USO ESPECÍFICO	FÍSICA	Resistência ao congelamento			X		
		Dilatação térmica			X		X
		Choque térmico			X		
		Coeficiente de atrito	X		X	X	X
		Resistência ao impacto					
	QUÍMICA	Resistência química industrial			X	X	X
		Ausência de chumbo e cádmio solúveis em ácido					

(fonte: elaborado pela autora)

Percebe-se que nem todos os fabricantes analisados fornecem as informações técnicas estabelecidas pela Norma. No *site* do Fabricante A apenas a classificação PEI e o coeficiente de atrito dos produtos estavam declarados. O Fabricante B foi ainda mais restrito, informando somente a classe PEI de suas placas cerâmicas. Esses dois fabricantes, além dos fabricantes D e E, indicam o local apropriado do uso de seus produtos. Essas indicações auxiliam na especificação, mas correspondem aos critérios do fabricante e, uma vez que as propriedades das placas não são informadas, limitam que o usuário faça suas escolhas através de seus próprios critérios. Mesmo que o fabricante indique o uso mais apropriado para determinada placa cerâmica, não deveriam ser omitidas suas propriedades técnicas. Segundo a análise realizada, os fabricantes A e B apresentaram deficiência nesse aspecto, ou seja, informações técnicas insuficientes sobre seus produtos.

As propriedades classificadas como de uso geral são relevantes a todo tipo de especificação. Dependendo do caso, algumas propriedades podem não ser aplicáveis ou, ainda, possuir maior ou menor relevância. Assim mesmo, essas informações são a base para a especificação de placas cerâmicas e a ausência delas implica em um desconhecimento do comportamento do revestimento.

O Fabricante C, quanto às propriedades de uso geral, não informou a dureza Mohs de seus produtos. A dureza é uma propriedade importante para a especificação de pisos e o não conhecimento dessa propriedade na ocasião da escolha da placa cerâmica pode comprometer a durabilidade e a estética do revestimento. O Fabricante D deixou de informar a resistência à abrasão profunda, aplicável às placas não esmaltadas. As placas não esmaltadas normalmente possuem boa resistência à abrasão, mas nem por isso essa informação é irrelevante. O Fabricante E não declarou nenhuma dessas duas propriedades, nem a dureza, nem a resistência à abrasão profunda. As demais propriedades de uso geral foram informadas pelos três fabricantes: C, D e E.

As propriedades de uso específico podem ter muita ou nenhuma relevância na escolha da placa cerâmica, dependendo do local, clima e solicitações. Seus valores podem ser acordados entre comprador e fabricante, em função da necessidade. Dentre essas propriedades, o coeficiente de atrito e a resistência química a ácidos e álcalis de alta concentração foram as únicas informadas pelos três fabricantes, C, D e E.

As dimensões, a espessura e o acabamento superficial fazem parte da caracterização as placas cerâmicas, possuindo relevância em sua especificação. São parâmetros estéticos, mas ao mesmo tempo podem influenciar no desempenho do revestimento, devendo ser escolhidos com base em critérios. O quadro 11 mostra as características informadas pelos fabricantes sobre seus produtos.

Quadro 11 – Características informadas por cada fabricantes

CARACTERÍSTICAS	FABRICANTE				
	A	B	C	D	E
Dimensões	X	X	X	X	X
Espessura			X	X	X
Acabamento superficial	X	X		X	X

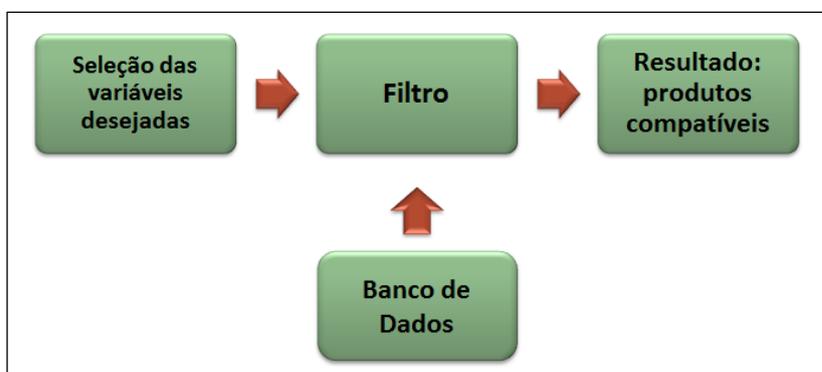
(fonte: elaborado pela autora)

## 5 PLANILHA ELETRÔNICA PARA AUXÍLIO NA ESPECIFICAÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar a planilha eletrônica desenvolvida para auxílio na especificação de placas cerâmicas para revestimento. A planilha foi criada no programa *Excel*, um dos programas do pacote de aplicativos *Microsoft Office*. O *Excel* é um programa bastante popular e foi escolhido devido à familiaridade da autora com o mesmo e por atender às necessidades da planilha, basicamente baseada em filtros.

Mais importante que a própria planilha é a sua proposta, que visa à especificação de placas cerâmicas através de suas características e propriedades técnicas, possibilitando a escolha individualizada dos valores ou classes para os parâmetros requeridos. Com base nas escolhas do usuário, o sistema filtra as informações de entrada, obtendo como resultado os produtos que se enquadram na seleção. A figura 5 ilustra, esquematicamente, o funcionamento da planilha eletrônica.

Figura 5 – Esquema de funcionamento da planilha eletrônica



(fonte: elaborado pela autora)

A escolha dos parâmetros de busca e o funcionamento da planilha são abordados nos itens a seguir.

### 5.1 PARÂMETROS DE BUSCA

As variáveis selecionadas para serem os parâmetros de busca da planilha foram baseadas na pesquisa bibliográfica realizada e na análise dos *sites* de fabricantes. Com relação às

propriedades técnicas das placas cerâmicas, todas as denominadas de uso geral foram consideradas relevantes e aparecem como possibilidade de busca na planilha devido a sua importância a todo o tipo de especificação. São elas:

- a) absorção de água;
- b) módulo de resistência à flexão;
- c) carga de ruptura;
- d) expansão por umidade;
- e) resistência à abrasão superficial;
- f) resistência à abrasão profunda;
- g) dureza;
- h) resistência ao manchamento;
- i) resistência química – uso doméstico e piscinas;
- j) resistência química – ácidos e álcalis de baixa concentração.

Quanto às propriedades de uso específico, julgou-se que o coeficiente de atrito e a resistência química a ácidos e álcalis de alta concentração são as que possuem maior relevância e maior facilidade de obtenção de informações perante os fabricantes. O coeficiente de atrito é uma propriedade indispensável para a especificação de pisos, enquanto a resistência química de alta concentração envolve a capacidade da placa de resistir ao ataque de certos tipos de produtos de limpeza, importante em casos de maior agressividade. Assim, essas duas propriedades foram consideradas como parâmetros possíveis de busca na planilha desenvolvida.

Além das propriedades técnicas, algumas características das placas cerâmicas também são importantes para a especificação. Geralmente envolvem uma escolha estética, mas também podem ter importância funcional. O método de fabricação e o acabamento superficial são parâmetros classificatórios das placas e foram considerados na planilha eletrônica como opção de filtragem, assim como o formato e a espessura. Foram incluídos, ainda, dois campos referentes ao fabricante e ao código do produto, possibilitando a busca através dessas variáveis.

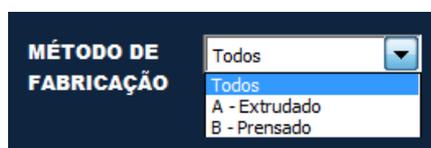
## 5.2 FUNCIONAMENTO DA PLANILHA ELETRÔNICA

A planilha eletrônica permite que o usuário selecione, dentre diversos parâmetros, os que julgar necessários para sua pesquisa. Com uma dinâmica simples, baseia-se nos valores e

classes das propriedades técnicas conforme indica a normalização de placas cerâmicas, NBR 13818, e porcelanatos, NBR 15463. A proposta da planilha eletrônica é auxiliar o usuário, possibilitando a especificação de placas cerâmicas para revestimento a partir de seus próprios critérios e preferências.

Quanto às características disponíveis para seleção da pesquisa, o método de fabricação é o primeiro parâmetro de seleção. Como mostra a figura 6, o usuário pode escolher entre as opções **A – Extrudado**, **B – Prensado**, ou ainda **Todos**, caso não queira restringir a pesquisa nesse aspecto.

Figura 6 – Parâmetro: método de fabricação



(fonte: elaborado pela autora)

Logo abaixo do método de fabricação aparece o parâmetro sobre o acabamento superficial, com dois campos disponíveis para seleção. No primeiro campo, é possível escolher entre **G – Esmaltado**, **U – Não esmaltado** ou **Todos**, caso se queira placas cerâmicas de ambos os tipos. As variáveis do segundo campo deste parâmetro correspondem às características do acabamento da superfície da placa. Os fabricantes utilizam denominações próprias para o acabamento de seus produtos, porém algumas tipologias são mais usuais. Foram escolhidas as tipologias mais presentes nos *sites* analisados para serem as variáveis desse parâmetro, que possui grande influência estética e, em diversos casos, no desempenho do revestimento. As opções variam conforme a escolha do primeiro campo, como mostra a figura 7.

Figura 7 – Parâmetro: acabamento superficial



(fonte: elaborado pela autora)

Ainda dentro das características, a planilha possibilita a filtragem através das dimensões da placa cerâmica. É possível escolher a espessura mínima e o formato do produto, digitando os valores desejados. Quanto ao formato, antes da digitação dos tamanhos dos lados, pode-se escolher as opções =,  $\geq$  ou  $\leq$ , possibilitando a busca de placas com igual, maior ou igual ou menor ou igual área. Isso permite uma busca mais ampla e não restrita a um único tamanho, já que as dimensões variam muito entre as placas. Além do formato, há a possibilidade de direcionar a busca a produtos retificados, ou seja, que sofreram correção dimensional. As figuras 8 e 9 ilustram as opções de seleção referentes à espessura e ao formato do produto.

Figura 8 – Parâmetro: espessura

(fonte: elaborado pela autora)

Figura 9 – Parâmetro: formato

(fonte: elaborado pela autora)

Dentre as propriedades físicas, o primeiro parâmetro a ser selecionado é quanto à absorção de água do material. Esse parâmetro é muito importante, pois influencia em diversas outras propriedades. O usuário pode selecionar o limite mínimo, máximo ou ambos, conforme preferir. Ao escolher o limite mínimo, somente valores maiores que o valor selecionado aparecem como opção para o limite máximo, evitando erros. A figura 10 mostra como funciona a seleção desse parâmetro.

Figura 10 – Parâmetro: absorção de água

(fonte: elaborado pela autora)

Para a escolha do módulo de resistência à flexão, deve-se digitar o valor mínimo desejado. O limite mínimo para essa propriedade varia conforme a absorção de água e o método de fabricação da placa. Dependendo da seleção desses dois parâmetros, é indicado o valor mínimo possível para essa propriedade, auxiliando o usuário. Caso não se tenha selecionado a absorção de água nem o método de fabricação anteriormente, a planilha indica o valor mínimo absoluto da propriedade. A figura 11 demonstra o parâmetro módulo de resistência à flexão em duas situações diferentes. A primeira com indicação do valor mínimo absoluto e a outra, como exemplo, para placa prensada com absorção de água de 0 a 5%.

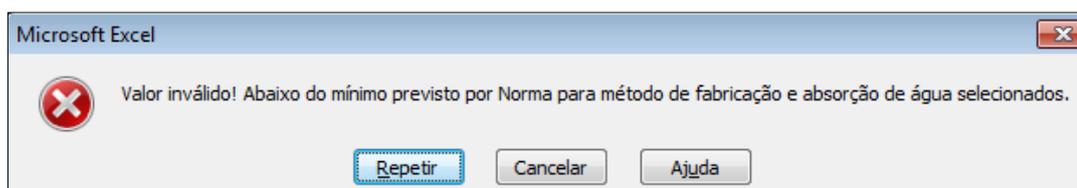
Figura 11 – Parâmetro: módulo de resistência à flexão

<b>MÓDULO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO (MPa) ≥</b> <b>Valor mínimo (MPa) 10</b>	<input type="text"/>
<b>MÓDULO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO (MPa) ≥</b> <b>Valor mínimo (MPa) 35</b>	<input type="text"/>

(fonte: elaborado pela autora)

Caso o usuário digite um valor abaixo do mínimo indicado, uma mensagem de erro é exibida, impedindo a continuidade da pesquisa e evitando uma busca sem resultados. A figura 12 mostra essa mensagem.

Figura 12 – Mensagem de erro: módulo de resistência à flexão



(fonte: elaborado pela autora)

No parâmetro seguinte, carga de ruptura, também há a possibilidade de digitação do valor mínimo desejado, caso o usuário queira refinar sua busca quanto a essa propriedade. Os limites mínimos da carga de ruptura na placa cerâmica são estabelecidos conforme sua absorção de água, método de fabricação e espessura.

Assim como no parâmetro anterior, a planilha procura auxiliar o usuário, indicando o valor mínimo possível, evitando que sejam digitados valores inexistentes. A figura 13 demonstra o campo de busca referente à carga de ruptura com a indicação, respectivamente, do valor limite

mínimo absoluto, à esquerda, e do valor limite mínimo para placas prensadas com índice de absorção de água de 0,1 a 0,5% e espessura menor a 7,5 cm, como exemplo, à direita.

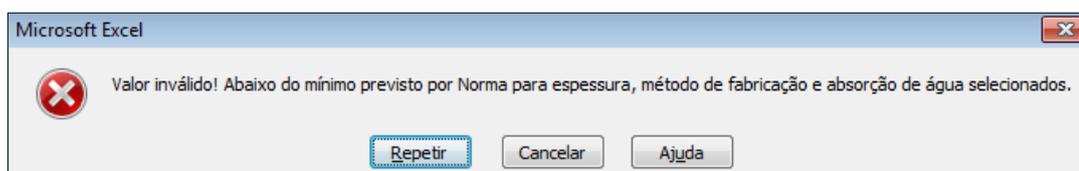
Figura 13 – Parâmetro: carga de ruptura

Two input fields for 'CARGA DE RUPTURA (N) ≥'. The left field has a 'Valor mínimo (N)' of 200. The right field has a 'Valor mínimo (N)' of 700.

(fonte: elaborado pela autora)

Analogamente ao módulo de resistência à flexão, uma mensagem de alerta aparece caso um valor abaixo do indicado seja digitado, conforme a mostra a figura 14.

Figura 14 – Mensagem de erro: carga de ruptura



(fonte: elaborado pela autora)

Outra propriedade física que faz parte da planilha é a expansão por umidade. Neste parâmetro, basta limitar, entre os valores disponíveis, o valor máximo que se queira. A figura 15 demonstra as variáveis disponíveis para seleção de expansão por umidade máxima.

Figura 15 – Parâmetro: expansão por umidade

EXPANSÃO POR UMIDADE (mm/m) ≤  
 0.1  
 0.2  
 0.3  
 0.4  
 0.5  
 0.6

(fonte: elaborado pela autora)

A resistência à abrasão superficial, classificação PEI, dentre os parâmetros técnicos das placas cerâmicas é o mais conhecido e divulgado. Foi a única propriedade, na análise realizada nos *sites*, informada por todos os fabricantes. A seleção desse parâmetro, na planilha, se dá através de dois campos. No primeiro campo pode-se optar pelos símbolos = ou ≥, possibilitando a busca de placas com PEI igual ou maior ou igual ao valor selecionado no segundo campo. A figura 16 mostra a seleção dessa propriedade.

Figura 16 – Parâmetro: resistência à abrasão superficial

(fonte: elaborado pela autora)

A resistência à abrasão superficial é uma propriedade aplicável a produtos esmaltados. Se a busca for inicialmente direcionada exclusivamente a produtos não esmaltados, a planilha bloqueia a opção de seleção da classe de resistência e apresenta uma mensagem informativa, conforme mostra a figura 17.

Figura 17 – Mensagem informativa: resistência à abrasão superficial

(fonte: elaborado pela autora)

Já a resistência à abrasão profunda mede a resistência à abrasão de placas cerâmicas não esmaltadas. Os valores limites máximos dessa propriedade variam conforme o método de fabricação e absorção de água da placa. O usuário pode digitar o valor máximo que procura para essa propriedade, respeitando o valor indicado pela planilha. Com a mesma dinâmica de outras propriedades vistas anteriormente, o valor indicado varia em função do método de fabricação e índice de absorção de água pré-selecionados ou, na ausência dessas seleções, apresenta o valor máximo absoluto. A figura 18 mostra o parâmetro resistência à abrasão profunda com indicação de valor mínimo, nesse caso para placas prensadas com índice de absorção de 0 a 0,1%.

Figura 18 – Parâmetro: resistência à abrasão profunda

(fonte: elaborado pela autora)

Se o usuário estiver buscando apenas placas esmaltadas e marcar essa opção no parâmetro acabamento superficial, automaticamente um aviso aparece indicando que aquela propriedade só é válida para produtos não esmaltados, como mostra a figura 19.

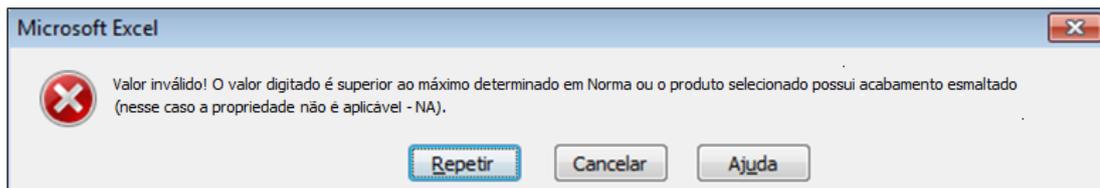
Figura 19 – Mensagem informativa: resistência à abrasão profunda



(fonte: elaborado pela autora)

Se, mesmo com a mensagem informativa, for digitado algum valor no campo, uma mensagem de erro surge na tela. A mesma mensagem de erro aparece nos casos em que o usuário digitar algum valor acima do limite máximo permitido, conforme figura 20.

Figura 20 – Mensagem de erro: resistência à abrasão profunda



(fonte: elaborado pela autora)

Para o parâmetro dureza, foram estabelecidos três valores mínimos para a seleção. O valor 0 para quando essa propriedade não for relevante, o valor 7 para situações de exposição a grãos de areia presentes em ambientes externos, ou ainda, trazidos para o interior oriundos de ambientes externos; e ainda, o valor 5, para os demais pisos. Basta selecionar o limite mínimo de dureza que se deseja na busca por placas cerâmicas, conforme mostra a figura 21.

Figura 21 – Parâmetro: dureza



(fonte: elaborado pela autora)

O coeficiente de atrito, aplicável para especificação de pisos, possui um campo para a seleção de valor mínimo e outro para valor máximo. A figura 22 mostra, à esquerda, a escolha do

valor 0,4 como mínimo e a solicitação de seleção de um limite superior. Caso o mesmo não seja especificado, todos os valores acima do mínimo aparecerão. Na mesma figura, à direita, visualiza-se a situação de o valor mínimo escolhido ser 0,7.

Figura 22 – Parâmetro: coeficiente de atrito

(fonte: elaborado pela autora)

Quando o índice de absorção de água selecionado for superior a 10%, índice de absorção de placas para revestimentos de parede, o parâmetro coeficiente de atrito fica indisponível para seleção e uma mensagem aparece, conforme mostra a figura 23.

Figura 23 – Mensagem informativa: coeficiente de atrito

(fonte: elaborado pela autora)

Além das propriedades físicas, também é possível selecionar algumas propriedades químicas das placas cerâmicas. Dos quatro parâmetros possíveis, a resistência ao manchamento é o primeiro, com dois campos possíveis para seleção. O primeiro corresponde aos símbolos = ou  $\geq$ , que tornam possível a escolha, respectivamente, de uma única classe de resistência ao manchamento ou classes iguais ou superiores àquela selecionada no segundo campo de seleção. A seleção do parâmetro e suas variáveis disponíveis aparecem na figura 24.

Figura 24 – Parâmetro: resistência ao manchamento

(fonte: elaborado pela autora)

Quanto à resistência química de uso doméstico e piscinas, basta que se escolha uma das opções, **A**, **B** ou **Todos**, conforme figura 25.

Figura 25 – Parâmetro: resistência química – uso doméstico e piscinas

(fonte: elaborado pela autora)

O mesmo acontece para os parâmetros de resistência química a ácidos e álcalis de baixas e altas concentrações, como é possível observar na figura 26.

Figura 26 – Parâmetros: resistência química à ácidos e álcalis – baixa e alta concentração

(fonte: elaborado pela autora)

A planilha eletrônica ainda possibilita a filtragem de produtos conforme seu fabricante e código. Apesar dessas variáveis serem hipotéticas na planilha, simulam a opção de busca por placas segundo as referências cadastradas no banco de dados. Caso não se esteja buscando nenhum fabricante específico, pode-se deixar selecionado a variável **Todos**. A figura 27 mostra os parâmetros fabricante e código do produto.

Figura 27 – Parâmetros: fabricante e código do produto

(fonte: elaborado pela autora)

Todos esses parâmetros disponíveis para seleção aparecem na interface da primeira aba da planilha. Abaixo dos parâmetros há dois botões, um vermelho e um verde. O vermelho, **LIMPAR TUDO**, apaga todas as seleções realizadas e o verde, **AVANÇAR**, deve ser clicado caso o usuário esteja certo de suas escolhas e queira continuar com a busca, acessando os respectivos resultados. Essa interface é mostrada na figura 28.

Figura 28 – Interface da aba inicial da planilha eletrônica

**PLANILHA ELETRÔNICA PARA ESPECIFICAÇÃO DE PLACAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO - BANCO DE DADOS**

**Instruções de uso:**  
 Para o funcionamento da planilha as macros devem estar ativadas!  
 Selecionar ou digitar (dependendo do campo) os valores ou classes desejados. Não é necessário preencher todos os campos.  
 Após realizar a seleção, clicar no botão **AVANÇAR**. Na próxima aba clique em **FILTRAR** para confirmar a seleção e buscar os produtos.

Características		Propriedades Físicas		Propriedades Químicas	
MÉTODO DE FABRICAÇÃO	Todos	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	0,0 < Abs ≤	RESISTÊNCIA À ABRASÃO SUPERFICIAL - PEI	RESISTÊNCIA AO MANCHAIMENTO
ACABAMENTO SUPERFICIAL	Todos	MÓDULO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO (MPa) ≥	Valor mínimo (MPa) 10	RESISTÊNCIA À ABRASÃO PROFUNDA (mm <sup>3</sup> ) ≤	RESISTÊNCIA QUÍMICA
ESPESSURA MÍNIMA (mm)	Todos	CARGA DE RUPTURA (N) ≥	Valor mínimo (N) 200	DUREZA (Mohs) ≥	Uso doméstico e piscinas
FORMATO (cm)	= X	EXPANSÃO POR UMIDADE (mm/m) ≤		COEFICIENTE DE ATRITO	RESISTÊNCIA QUÍMICA
FABRICANTE	Todos				Ácidos e álcalis - baixa concentração
					RESISTÊNCIA QUÍMICA
					Ácidos e álcalis - alta concentração

(fonte: elaborado pela autora)

### 5.3 RESULTADOS DA BUSCA

Concluída a seleção dos parâmetros julgados relevantes e clicado o botão **AVANÇAR**, a planilha exibe outra aba onde mostra, primeiramente, os critérios que foram selecionados e que irá utilizar para realizar a busca dos produtos. O usuário pode conferir se selecionou corretamente as variáveis requeridas. Caso o usuário necessite realizar alguma modificação, pode clicar no botão cinza, **VOLTAR**, que retorna à aba anterior, mas mantém os parâmetros anteriormente selecionados. O usuário pode fazer as modificações que quiser e avançar novamente para a aba de resultados. Os resultados só são exibidos quando clicado o botão laranja **FILTRAR**. Esse filtro busca, em um banco de dados, as placas cerâmicas que se enquadram nos critérios estabelecidos.

O banco de dados, como discutido nas limitações do trabalho, é constituído por produtos hipotéticos, porém baseado em dados reais e possíveis. Foram inventados nomes de fabricantes e atribuídos códigos e imagens fictícias aos produtos.

A composição dos produtos, quanto às suas propriedades, foi feita através de pesquisa em diferentes *sites* de fabricantes, para que a simulação da planilha eletrônica se aproximasse da realidade. Os valores de algumas propriedades, que não eram declaradas, foram retirados de produtos semelhantes, porém de outro fabricante que fornecia a informação.

Para a propriedade resistência química a ácidos e álcalis de altas concentrações utilizou-se o recurso de registrar o símbolo NI em alguns casos, significando que a propriedade não era informada pelo fabricante. Isso simula que mesmo que alguma propriedade não seja informada, pode-se fazer o registro do produto na planilha. Outro símbolo utilizado para registro no banco de dados foi o NA, não aplicável, utilizado no registro de placas não esmaltadas no parâmetro de resistência à abrasão superficial e no de placas esmaltadas para o parâmetro de resistência à abrasão profunda.

A planilha eletrônica exibe os resultados, após a filtragem, em forma de lista. São informados quantos produtos foram encontrados com os critérios selecionados e disponibilizadas as imagens das placas cerâmicas, quando clicado em seu código. As figuras 29 e 30, exibidas nas próximas páginas, mostram a interface da planilha na aba de resultados antes de depois de clicado o botão **FILTRAR**.



Figura 30 – Interface da aba de resultados da planilha eletrônica: lista de resultados

Referências		Características				Propriedades físicas					Propriedades químicas									
FABRICANTE	CÓDIGO DO PRODUTO	MÉTODO DE FABRICAÇÃO	ACABAMENTO SUPERFICIAL	ESPESSURA (mm)	FORMATO (cm)	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%) mín. (>) máx. (<=)	RESIST. À FLEXÃO MÍNIMA (MPa) >= 30	CARGA DE RUPTURA (N) >= 1100	EXPANSÃO POR UMIDADE (mm/m) <= 0,6	RESISTÊNCIA À ABRASÃO Superficial PEI >= 3	DUREZA (Mohs) >= 0	COEF. DE ATRITO mín. (>) máx. (<=)	RESIST. À MANCHAS >= 1	CLASSE DE RESISTÊNCIA QUÍMICA						
														Uso doméstico e piscinas	Ácidos e álcalis- baixa concentração	Ácidos e álcalis- alta concentração				
		Prensado		>= 9	>= 20X20	>= 0,0 <= 3,0	>= 30	>= 1100	<= 0,6	>= 3	>= 0	>= 0,4 <= 0,85	>= 1							
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">Clique no código do produto para visualizá-lo</div> <div style="background-color: orange; padding: 5px; border-radius: 5px;">FILTRAR</div> <div style="background-color: gray; padding: 5px; border-radius: 5px;">VOLTAR</div> </div> <p>Resultado da busca: 29 produtos encontrados</p> <p>*NA = NÃO APLICÁVEL *NI = NÃO INFORMADO *RET = RETIFICADO</p>																				
Fabricante ABC	ABC001	Prensado	Esmaltado	9,5	60X60	RET	0,0	0,5	40	1700	0,6	5	NA	6	0,50	0,80	4	A	LA	HC
Fabricante ABC	ABC012	Prensado	Não esmaltado	11,5	80X80	RET	0,0	0,1	50	1900	0	NA	135	5,0	0,40	0,70	4	A	LA	HC
Fabricante GHI	GHI001	Prensado	Não esmaltado	9,5	60X60	RET	0,0	0,1	45	1800	0,6	NA	140	3,0	0,60	0,80	3	A	LA	NI
Fabricante GHI	GHI002	Prensado	Não esmaltado	9,5	30X60	RET	0,0	0,1	45	1800	0,6	NA	140	5,0	0,58	0,75	3	A	LA	NI
Fabricante GHI	GHI003	Prensado	Não esmaltado	10,7	80X80	RET	0,0	0,1	40	1700	0,6	NA	130	5,0	0,60	0,80	3	A	LA	NI
Fabricante GHI	GHI004	Prensado	Não esmaltado	9,5	60x60	RET	0,0	0,1	40	1700	0,6	NA	130	4,0	0,60	0,80	3	A	LA	NI
Fabricante GHI	GHI005	Prensado	Não esmaltado	10,5	60X60	RET	0,0	0,1	45	1800	0,6	NA	140	4,0	0,60	0,80	3	A	LA	HA
Fabricante GHI	GHI011	Prensado	Esmaltado	10	60X60	RET	0,0	0,5	37	1500	0,6	5	NA	9,0	0,58	0,75	5	A	LB	HC
Fabricante GHI	GHI012	Prensado	Esmaltado	10	60X60	NÃO RET	0,0	0,5	37	1500	0,6	5	NA	9,0	0,68	0,81	5	A	LB	NI
Fabricante GHI	GHI013	Prensado	Não esmaltado	9,5	60X60	RET	0,0	0,1	40	1700	0,6	NA	150	6,0	0,60	0,80	3	A	LA	HC

(fonte: elaborado pela autora)

## 6 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

Este capítulo apresenta os resultados de entrevistas realizadas, através da aplicação do questionário disponível no Apêndice A, com profissionais que trabalham com especificação de placas cerâmicas para revestimento de ambientes residenciais, comerciais e/ou de serviços. Foram entrevistados, presencialmente, quinze profissionais, sendo doze arquitetos (oito mulheres e quatro homens) e três engenheiros civis (duas mulheres e um homem). Dentre os doze arquitetos, três são funcionários autônomos, seis trabalham em escritórios de arquitetura e três em construtoras de médio ou grande porte. Quanto aos engenheiros, dois trabalham em construtoras de médio porte e um é servidor de um órgão público. Quando mencionados no trabalho, os profissionais são identificados conforme a ordem que foram entrevistados: Profissional 1 até Profissional 15.

A aplicação do questionário teve como principal objetivo a realização da análise da planilha eletrônica, mas também procurou identificar algumas particularidades relativas à especificação de placas cerâmicas. Assim, o questionário foi dividido em duas partes onde, primeiramente, os entrevistados responderam algumas questões sobre especificação. Em seguida foi apresentada a planilha aos profissionais, onde foi explicada sua proposta e demonstrado seu funcionamento. Por fim foi aplicada a segunda parte do questionário, com questões sobre a planilha eletrônica. Os resultados da aplicação dos questionários são apresentados nos itens que seguem.

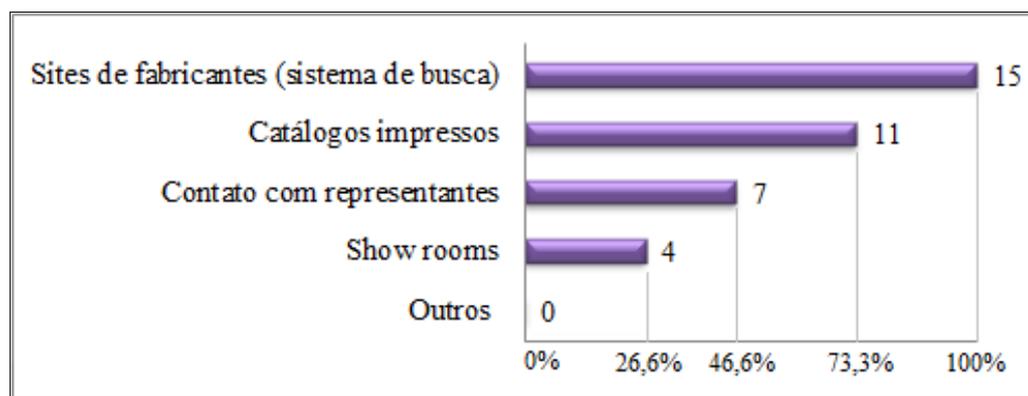
### 6.1 ASPECTOS SOBRE A ESPECIFICAÇÃO

Buscou-se, antes de avaliar a eficiência da planilha eletrônica, levantar alguns questionamentos sobre a maneira que os profissionais entrevistados especificam as placas cerâmicas para revestimento. A primeira pergunta do questionário faz referência ao modo de obtenção das informações, propriedades e características técnicas, dos produtos a serem especificados.

Sendo uma questão de múltipla escolha, os entrevistados assinalaram, dentre as cinco alternativas possíveis, as que se enquadravam ao seu modo de obter informações sobre placas

cerâmicas. A figura 31 apresenta as alternativas correspondentes à primeira questão do questionário, bem como o número e a percentagem de profissionais que responderam cada alternativa.

Figura 31 – Questão nº1: recursos para obtenção de informações técnicas de placas cerâmicas



(fonte: elaborado pela autora)

A opção **Sites de fabricantes** foi a única assinalada pelos 15 profissionais, ou seja, a única respondida em 100% dos questionários aplicados. Foi também a única alternativa a aparecer como resposta exclusiva, em três questionários. O fato de todos os profissionais entrevistados afirmarem utilizar a *internet* para adquirir informações técnicas de placas cerâmicas consolida a idéia discutida anteriormente, que os sistemas de buscas dos *sites* de fabricantes é a maneira mais rápida e fácil de se chegar às informações desses produtos. Sendo assim, retoma-se a importância da existência de um sistema voltado a esse tipo de usuário, onde exista a possibilidade de pesquisa de produtos através de parâmetros técnicos, proporcionando maior liberdade e agilidade na busca.

A opção **Catálogos impressos** foi assinalada por onze dos quinze entrevistados (73,3%), indicando que este também é um recurso bastante utilizado pelos profissionais na ocasião da busca por informações dos produtos. A terceira alternativa mais escolhida foi **Contato com representantes**, sendo essa uma das opções de sete profissionais, o que representa 46,6% dos entrevistados. Ainda quanto ao modo de obtenção de informações sobre placas cerâmicas, a alternativa **Show rooms** apareceu como resposta de quatro profissionais, em 26,6% dos questionários. Nenhum dos entrevistados selecionou a opção **Outros**.

A segunda pergunta do questionário procurou verificar a quantidade de fabricantes que normalmente os profissionais costumam trabalhar, ou seja, que costumam especificar em seus projetos. Em nove questionários apareceu a resposta **Até 4 fabricantes**, revelando que 60% dos profissionais em questão costumam trabalhar com um grupo pequeno de fabricantes, neste caso, até quatro. Dois entrevistados afirmaram trabalhar com um grupo ainda mais restrito de fabricantes de placas cerâmicas, optando pela alternativa **1 a 2 fabricantes**. A alternativa **5 ou mais fabricantes** foi opção de quatro profissionais. A figura 32 ilustra esses resultados.

Figura 32 – Questão 2: quantidade de fabricantes que cada profissional costuma especificar



(fonte: elaborado pela autora)

A intenção de conhecer a quantidade de fabricantes de placas cerâmicas que os profissionais usualmente especificam pode servir para avaliar as condições de viabilidade da planilha quanto ao seu banco de dados. Visto que as placas cerâmicas tem de ser cadastradas uma a uma, quanto maior o número de fabricantes, maior a quantidade de produtos e mais trabalhoso o processo. Por outro lado, desde que conhecidas as propriedades técnicas dos produtos, pode-se pensar na utilização da planilha como um banco de dados composto pelas placas cerâmicas ou linhas/coleções de preferência do profissional e não necessariamente por todos os produtos disponíveis pelos fabricantes.

A terceira pergunta sobre especificação buscou saber se os profissionais encontram algum tipo de dificuldade ou limitação em relação ao acesso às informações sobre parâmetros técnicos das placas cerâmicas. O resultado é mostrado na figura 33.

Figura 33 – Questão 3: dificuldade/limitação no acesso às informações técnicas



(fonte: elaborado pela autora)

Enquanto 60% dos profissionais afirmam encontrar algum tipo de dificuldade ou limitação na obtenção de informações técnicas de placas cerâmicas, 40% dizem não encontrar problemas quanto a isso. Nesta questão, além de assinalar uma das alternativas, o entrevistado podia comentar ou justificar sua resposta.

Os profissionais que responderam **Sim** fizeram comentários sobre a não divulgação de certas propriedades técnicas. Alguns profissionais ainda enfatizaram o fato de que a disponibilidade das informações varia conforme o fabricante, analogamente ao que foi constatado na análise realizada no capítulo 4.

O Profissional 6, por exemplo, comentou que “... alguns fabricantes se limitam a fornecer o PEI de seus produtos.”. Já o Profissional 2 criticou a não divulgação da dureza Mohs das placas cerâmicas pela maioria dos fabricantes, assim como os profissionais 1 e 11 que, além da dureza, afirmaram já terem encontrado dificuldade ao acesso do coeficiente de atrito de alguns produtos. Para o Profissional 4, “A não padronização da forma de divulgação das informações é um fator dificultante, que impossibilita a comparação de produtos entre fabricantes diferentes. Alguns fornecem todos os parâmetros técnicos, enquanto outros quase nenhum”.

Dos entrevistados que marcaram a opção **Não**, três realizaram comentário sobre sua resposta. Para esses profissionais não existem dificuldades ou limitações quanto ao acesso dos parâmetros técnicos das placas cerâmicas. Segundo o Profissional 7, os fabricantes aos quais está acostumado a especificar fornecem as informações técnicas necessárias para os tipos de

projetos que realiza. Já para o Profissional 9, “Os grandes fabricantes classificam as placas cerâmicas por ambientes, facilitando a especificação”. Com este mesmo pensamento, o Profissional 13 afirma que costuma escolher as placas cerâmicas segundo o local a ser revestido e, neste caso, “... as devidas considerações técnicas são feitas pelos próprios fabricantes, facilitando o trabalho do especificador.”. Os outros três profissionais que optaram pela resposta negativa não deixaram comentário.

Na quarta e última pergunta da primeira parte do questionário o entrevistado deveria marcar, dentre as propriedades técnicas disponíveis, aquelas consideradas por ele em suas especificações. Na figura 34 é possível visualizar as alternativas disponíveis para seleção, bem como o número de profissionais que as selecionaram.

Figura 34 – Questão 4: Informações utilizadas na especificação de placas cerâmicas



(fonte: elaborado pela autora)

Somente cinco entrevistados assinalaram todas as propriedades. Além disso, apenas uma propriedade, resistência à abrasão, foi considerada por todos os entrevistados.

Percebe-se que nem todas as propriedades relevantes à especificação são consideradas por todos os profissionais. Considerando que a utilização de *sites* de fabricantes é o recurso mais utilizado para escolha de placas cerâmicas e visto, na análise realizada no capítulo 4, que

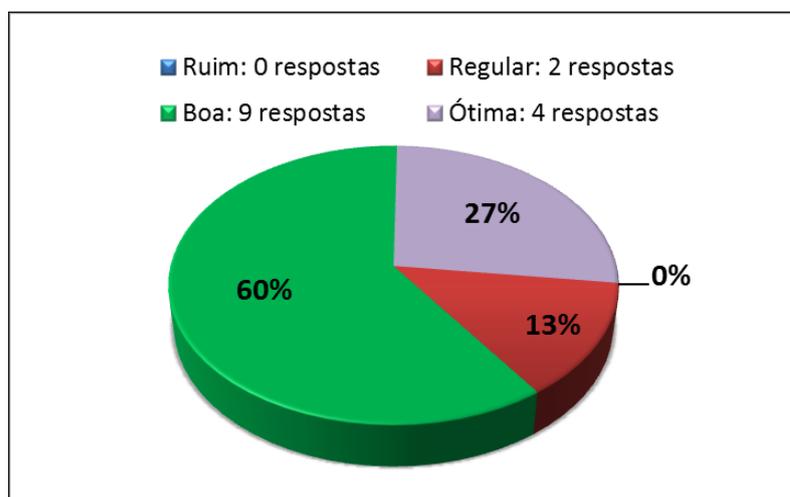
alguns fabricantes não disponibilizam a maioria dos parâmetros técnicos de seus produtos, pode-se entender que a não consideração de certas propriedades técnicas seja devido à ausência dessas informações ou então, ainda, pelo fato dos profissionais escolherem os produtos conforme a classificação indicada pelo fabricante.

## 6.2 ANÁLISE DA PLANILHA ELETRÔNICA

Finalizada a aplicação da primeira parte do questionário, apresentou-se a planilha eletrônica criada aos profissionais entrevistados. Foram feitas considerações sobre o trabalho, sobre a proposta da planilha e demonstrações de seu funcionamento. Os profissionais também puderam mexer na planilha, simulando buscas por placas cerâmicas. Por fim, aplicou-se a segunda parte do questionário, a fim de avaliar a eficiência da planilha eletrônica como instrumento de auxílio à especificação de placas cerâmicas para revestimento.

A pergunta inicial da segunda parte do questionário, pergunta número 5, buscou avaliar a planilha, de um modo geral, através de uma classificação. Como alternativas, estavam disponíveis as opções **Ótima**, **Boa**, **Regular** e **Ruim**. A figura 35 ilustra os resultados.

Figura 35 – Questão 5: classificação da planilha eletrônica



(fonte: elaborado pela autora)

Analisando o gráfico, percebe-se que 87% dos profissionais classificaram a planilha como **Boa** ou **Ótima** e 13% como **Regular**. Nenhum dos profissionais atribuiu a classificação **Ruim** à planilha. Quanto aos comentários, oito, dos quinze entrevistados, os fizeram.

Os profissionais que classificaram a planilha eletrônica como **Boa** ou **Ótima** elogiaram, principalmente, sua proposta e interface. O Profissional 8 e o Profissional 10 expressaram opiniões parecidas, alegando que a proposta da planilha é ótima devido às diversas possibilidades de escolhas das diferentes propriedades técnicas dos produtos.

O Profissional 1 diz considerar válida a utilização de qualquer ferramenta que venha facilitar e/ou agregar maior agilidade e qualidade ao trabalho. Para o Profissional 6, “... seria a maneira ideal de se escolher placas para revestimento. Pouparia tempo e otimizaria a escolha.”. Já o Profissional 2 diz ter achado a planilha “... interessante e muito bem elaborada.”.

Quanto aos que classificaram a planilha eletrônica como **Regular**, os dois profissionais justificaram que a não disponibilidade de filtros relativos ao ambiente de aplicação, como fazem os sites de fabricantes, ser um ponto negativo da planilha. No entanto, a planilha não tem intenção de induzir ou decidir a aplicação das placas conforme determinado uso e sim proporcionar liberdade ao especificador para delimitar o potencial de agressividade dos ambientes.

Na pergunta número 6, os entrevistados deveriam responder se utilizariam a planilha eletrônica como banco de dados próprio para auxílio na especificação. A figura 36 ilustra o resultado dessa questão, indicando o número de respostas positivas e negativas e suas respectivas percentagens.

Figura 36 – Questão 6: utilização da planilha eletrônica como banco de dados próprio



(fonte: elaborado pela autora)

Três entrevistados responderam que não utilizariam a planilha, enquanto doze afirmaram que utilizariam. Dos quinze, sete comentaram suas respostas.

Os três profissionais que não utilizariam a planilha comentaram o porquê de suas respostas negativas. O Profissional 15 explicou que, no seu caso, seria difícil o cadastramento de placas cerâmicas devido à grande quantidade de produtos que as marcas que costuma trabalhar possuem. Além disso, afirma que “Como alguns fabricantes não divulgam todas as propriedades de seus produtos, acabaria não sendo possível o registro desses fabricantes no banco de dados...” e por essa razão não usaria a planilha como ferramenta de apoio à especificação.

Já o Profissional 9 justifica que “A maioria dos fabricantes se preocupam em classificar adequadamente as placas cerâmicas, informando o local indicado para sua aplicação.”. Para ele, a planilha “... pode ser útil em casos mais específicos, mas nas especificações mais usuais não seria necessário.”. O Profissional 5, mesmo tendo classificado a planilha como **Boa** na questão 5, está entre os três profissionais que não a usariam. Ele diz preferir pesquisar placas cerâmicas através de catálogos impressos e ainda comenta primeiro analisar a estética do revestimento, depois suas particularidades técnicas.”.

A 7ª e última questão do questionário não era uma pergunta e sim um espaço disponível ao entrevistado para fazer uma última consideração ou sugestão sobre a planilha eletrônica. Poucos, apenas três profissionais, utilizaram esse espaço.

O Profissional 11 registrou que sistemas análogos a esses poderiam estar disponíveis nos *sites* de fabricantes ou serem fornecidos por eles. Para o profissional 6, “Poderiam existir catálogos digitais com essa mesma proposta...”. Já o Profissional 8 utilizou o espaço da questão para elogiar a iniciativa da criação da planilha que, segundo ele, “... visa uma melhoria da especificação.”.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha adequada dos materiais, aliada a uma série de ações, é responsável pelo bom desempenho e durabilidade de uma edificação. No caso de placas cerâmicas, a especificação deve ir além dos fatores estéticos e considerar todos os parâmetros técnicos necessários ao uso previsto.

Na análise realizada em *sites*, foi possível identificar uma grande disparidade entre os fabricantes quanto à divulgação das informações técnicas de seus produtos. Enquanto alguns fabricantes disponibilizam de forma satisfatória, outros acabam não fornecendo os parâmetros técnicos mínimos necessários para especificação. Apesar desta análise ter envolvido apenas cinco fabricantes, o mesmo foi constatado nas entrevistas com os profissionais, onde 60% deles afirmaram encontrar limitações quanto ao acesso de informações técnicas de placas cerâmicas por parte de alguns fabricantes.

Quanto ao sistema de busca de produtos observou-se que, mesmo nos *sites* daqueles fabricantes que divulgam os valores e classes dos parâmetros técnicos de suas placas, não há a possibilidade de pesquisar produtos por tais parâmetros. Em sua maioria, os filtros disponíveis para essas buscas se baseiam em características superficiais e dimensionais das placas e nas indicações de uso dos produtos, definidas por seus fabricantes. A proposta da planilha eletrônica criada é exatamente oposta, sugerindo que a busca de placas cerâmicas deve ser feita a partir da escolha dos parâmetros técnicos definidos pelo especificador conforme seu julgamento. Um dos profissionais chegou a comentar que seria interessante que os fabricantes disponibilizassem mecanismos assim em seus *sites*.

Entende-se que a viabilidade de aplicação real da planilha encontra limitações no que diz respeito ao cadastro das placas cerâmicas devido à dificuldade de acesso de certos parâmetros técnicos, o que chegou a ser comentado por um dos profissionais entrevistados. Porém, mais que uma limitação da própria planilha, o que existe é uma deficiência de certos fabricantes de placas cerâmicas quando da divulgação de informações técnicas.

Quanto ao seu funcionamento, a planilha eletrônica mostrou-se eficiente e de fácil utilização, conseguindo demonstrar exatamente o que era esperado.

Através do questionário aplicado a arquitetos e engenheiros, foi possível fazer uma avaliação da planilha eletrônica quanto à sua eficiência, sob o ponto de vista desses profissionais. Em sua grande maioria os profissionais entrevistados aprovaram e elogiaram a proposta da planilha e afirmaram que a utilizariam como auxílio na especificação de placas cerâmicas para revestimento.

## REFERÊNCIAS

- ABITANTE, A. L. R. **Estimativa da vida útil de placas cerâmicas esmaltadas solicitadas por abrasão através de ensaios acelerados**. 2004. 249 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- ABITANTE, A. L. R.; BERGMANN, C. P.; RIBEIRO, J. L. D. Considerações sobre a durabilidade de placas cerâmicas esmaltadas solicitadas por abrasão. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 23-32, mar./abr. 2004. Disponível em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v09n02/v9n2a84.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2011.
- ALVES, H. J.; MINUSSI, F. B.; MELCHIADES, F. G.; BOCHI, A. O. Porosidade suscetível ao manchamento em porcelanato polido. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 21-26, jan./fev. 2009. Disponível em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v14n1/v14n1a03.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.816**: placas cerâmicas para revestimento: terminologia. Rio de Janeiro, 1997a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13.817**: placas cerâmicas para revestimento: classificação. Rio de Janeiro, 1997b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13.818**: placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997c.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15.463**: placas cerâmicas para revestimento: porcelanato. Rio de Janeiro, 2007.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15.575-3**: desempenho de edifícios residenciais de até 5 pavimentos: parte 3 – pisos internos. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO. **A indústria brasileira de cerâmica para revestimento**. São Paulo, 2011. Não paginado. Disponível em: <<http://www.anfacer.com.br/principal.aspx?tela=uctelaconteudos&idMenu=77>>. Acesso em: 12 set. 2011.
- BAUER, R. J. F.; RAGO, F. Expansão por umidade de placas cerâmicas para revestimento. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 41-45, maio/jun. 2000. Disponível em: <[http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3\\_7.pdf](http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3_7.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2011.
- CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. 2. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.
- CENTRO CERÂMICO DO BRASIL. **Manual de assentamento de revestimentos cerâmicos: fachadas**. São Paulo, 2003. Disponível em: <[http://www.ccb.org.br/assentamento/manual\\_fachadas.pdf](http://www.ccb.org.br/assentamento/manual_fachadas.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2011.
- DONDI, M.; RAIMONDO, M.; ZANELLI, C. Resistência ao manchamento de revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 13, n. 5, p. 29-35, set./out. 2008. Disponível

em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v13n05/v13n5a06.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2011.

FRANCO, A. L. C. **Revestimentos cerâmicos de fachada**: composição, patologias e técnicas de aplicação. 2008. 80 f. Monografia (Especialização em Engenharia) – Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

GORINI, A. P. F.; CORREA, A. R. Cerâmica para revestimentos. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 10, p. 201-252, set. 1999. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Ceramico/199910\\_19.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Ceramico/199910_19.html)>. Acesso em: 12 set. 2011.

LIMA, L. C.; SICHIERI, E. P. **Revestimento cerâmico**: especificações e procedimentos. Escola de Engenharia de São Carlos: Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2003. Grupo de Pesquisa ArqTeMa – Arquitetura, Tecnologia e Materiais. Não paginado. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/inicial.html>>. Acesso em: 15 out. 2011.

MENEGAZZO, A. P. M.; LEMOS, F. L. N.; PASCHOAL, J. O. A.; GOUVÊA, D.; CARVALHO, J. C.; NÓBREGA, R. S. N. Grês porcelanato: parte I: uma abordagem mercadológica. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 5, n. 5, p 7-10, set./out. 2000. Disponível em: <[http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n05/v5n5\\_1.pdf](http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n05/v5n5_1.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2011.

REBELO, C. da R. **Projeto e execução de revestimento cerâmico interno**. 2010. 55 f. Monografia (Especialização em Engenharia) – Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

TRISTÃO, A. M. D.; FACHIN, G. R. B.; ALARCON, O. E.; BLATTMANN, U. Sistema de classificação facetada: instrumento para organização da informação sobre cerâmica para revestimento. **Informação & Sociedade**: estudos, João Pessoa, v. 14, n. 2, p 1-18, jul./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.ies.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/62/1534>>. Acesso em: 9 set. 2011.

SICHIERI, E. P.; LIMA, L. C.; VIEIRA, C. C. **Guia para revestimentos cerâmicos**. Escola de Engenharia de São Carlos: Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999. Grupo de Pesquisa ArqTeMa – Arquitetura, Tecnologia e Materiais. Não paginado. Disponível em: <<http://arquitetura.eesc.usp.br/index.php/linkarqtema.html>>. Acesso em: 25 out. 2011.

WANDERLEY, I. M.; SICHIERI, E. P. Azulejo: revestimento cerâmico em áreas externas. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 10, n. 4, p 15-21, jul./ago. 2005. Disponível em: <[http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v10n04/publicado\\_v10n4a03.pdf](http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v10n04/publicado_v10n4a03.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2011.

## **APÊNDICE A – Questionário**

## QUESTIONÁRIO – ESPECIFICAÇÃO DE PLACAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO

Nome: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

### 1ª PARTE

1) Quais instrumentos você utiliza para obter informações a respeito de placas cerâmicas para revestimento? (múltipla escolha)

- contato com representantes
- show rooms
- sites de fabricantes (sistema de busca de produtos)
- catálogos impressos
- outros. Quais? \_\_\_\_\_

2) Com quantos fabricantes você costuma trabalhar?

- 1 a 2 fabricantes
- Até 4 fabricantes
- 5 ou mais fabricantes

3) Você encontra dificuldades/limitações no acesso às informações sobre os parâmetros técnicos dos produtos?

Não. Comente:

Sim. Comente:

5) Quais informações você utiliza para realizar a especificação de placas cerâmicas para revestimento, além de cor, tamanho e tipologia? (múltipla escolha)

- Absorção de água
- Expansão por umidade
- Carga de Ruptura
- Resistência à abrasão
- Coeficiente de Atrito
- Dureza
- Resistência ao Manchamento
- Resistência química uso doméstico
- Resistência química sais de piscina
- Resistência ácidos e bases de baixa concentração
- Resistência ácidos e bases de alta concentração

2ª PARTE

5) Como você classificaria a proposta da *Planilha Eletrônica* apresentada?

- Ótima
- Boa
- Regular
- Ruim

Comentário:

6) Você utilizaria a *Planilha Eletrônica* como banco de dados próprio para auxílio na especificação?

Sim. Comente:

Não. Comente:

7) Espaço para avaliação/consideração pessoal da proposta da *Planilha Eletrônica* como banco de dados e busca de placas cerâmicas: