

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

Arthur Weizenmann Pilla

**REVESTIMENTO CERÂMICO COM UTILIZAÇÃO DE
REJUNTE INDUSTRIALIZADO DE BASE CIMENTÍCIA:
ESTUDO DO FENÔMENO DA MANCHA D'ÁGUA**

Porto Alegre
julho 2013

ARTHUR WEIZENMANN PILLA

**REVESTIMENTO CERÂMICO COM UTILIZAÇÃO DE
REJUNTE INDUSTRIALIZADO DE BASE CIMENTÍCIA:
ESTUDO DO FENÔMENO DA MANCHA D'ÁGUA**

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 2013

ARTHUR WEIZENMANN PILLA

**REVESTIMENTO CERÂMICO COM UTILIZAÇÃO DE
REJUNTE INDUSTRIALIZADO DE BASE CIMENTÍCIA:
ESTUDO DO FENÔMENO DA MANCHA D'ÁGUA**

Trabalho de 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, junho de 2013

Profa. Ana Luiza Raabe Abitante
Dra. pela UFRGS
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ana Luiza Raabe Abitante (UFRGS)
Dra. pela UFRGS

Prof. Ruy Alberto Cremonini (UFRGS)
Dr. pela EPUSP

Eng. Lucília Maria Silveira Bernardino da Silva (UFRGS)
Mestre em Engenharia Civil pela UFRGS

Dedico este trabalho a meus pais, Carlos Alberto e Jolástica, que sempre me apoiaram e deram força para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, Carlos, Jolástica e Laura, por terem sido compreensivos durante a elaboração deste trabalho e por terem ajudado em vários pontos do mesmo, seja com sugestões ou auxílio em alguns pontos da pesquisa, além do apoio incondicional que sempre tive.

Agradeço a minha orientadora, Ana, por ter sido atenciosa em todas as minhas dúvidas, por ter lido meu trabalho em diversas ocasiões e sugerido correções para aperfeiçoá-lo, fazendo-o sempre com presteza e paciência.

Agradeço aos profissionais das empresas contatadas por terem cedido um pouco do escasso tempo que possuem para me dar atenção e auxiliar na conclusão desta pesquisa.

Agradeço a minha namorada, Juliane, por ter feito companhia em todos os momentos da elaboração do trabalho, sendo sempre paciente e carinhosa.

Agradeço aos meus amigos Everton, Roseane, Mariano, Felipe e Francisco por terem sido amigos excepcionais durante todo o período acadêmico e por terem se mostrado pessoas boas para se levar para uma vida inteira.

Noventa por cento do sucesso
se baseia simplesmente em insistir.

Woody Allen

RESUMO

Placas cerâmicas esmaltadas para revestimento são uma opção consagrada no mercado brasileiro e mundial para revestimento de pisos e paredes. Entretanto, este tipo de revestimento, apesar de ser comumente empregado em todos os tipos de edificações, não está isento de manifestações patológicas, como a mancha d'água. Este é um efeito meramente estético e facilmente identificável, que nada mais é do que o manchamento da superfície da placa cerâmica para revestimento em função da presença de água e que desaparece quando a placa seca novamente. Para uma placa cerâmica esmaltada para revestimento não apresentar o problema, é preciso que a camada de engobe (camada que fica entre o corpo cerâmico e o esmalte) seja pouco porosa, evitando que a água que molhou o corpo cerâmico (base) da peça ascenda e fique retida sob o esmalte. Em áreas molhadas, como pisos de boxes de banheiros, existe a possibilidade de ocorrência do problema. Nessa situação, caso o rejunte utilizado não seja impermeável e a placa utilizada no revestimento permita o aparecimento da mancha d'água, é provável que o problema se verifique sempre que o box for utilizado. Assim, este trabalho versa sobre a capacidade de um rejunte industrializado de base cimentícia impedir ou não a observação da mancha d'água em peças sujeitas a tal problema. Dessa forma, foi efetuada a imersão parcial em água para peças obtidas em obras para comparação visual da ocorrência ou não do problema. Em seguida, para placas que apresentaram a mancha d'água, foi realizada a molhagem do box em que placas respectivas estão assentadas e se observou se o rejuntamento utilizado foi suficiente para evitar a mancha d'água. Foram coletadas e ensaiadas seis placas diferentes, sendo que três destas apresentaram a mancha d'água após o ensaio de imersão parcial em água. Após executar a molhagem do box para as placas correspondentes, verificou-se que apenas uma das placas apresentou a mancha d'água. Entretanto, não se pode chegar a uma conclusão sobre a influência do rejunte em impedir a mancha d'água, pois a amostra não é representativa dentro de um universo extenso de placas cerâmicas esmaltadas e rejuntas.

Palavras-chave: Mancha d'Água. Rejuntamento. Placa Cerâmica Esmaltada para Revestimento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de etapas da pesquisa	19
Figura 2 – Vendas de placas cerâmicas para revestimentos no mercado interno e a produção brasileira de placas cerâmicas para revestimentos	21
Figura 3 – Camadas constituintes das placas cerâmicas esmaltadas	23
Figura 4 – Esmaltação de placas cerâmicas em campanas	25
Figura 5 – Esquema de placas cerâmicas esmaltadas assentadas	27
Figura 6 – Visualização de mancha d’água devido à permeabilidade de água pelo rejuntamento	37
Figura 7 – Resultado do teste de mancha d’água realizado em 26 produtos nacionais ...	37
Figura 8 – Manifestação da mancha d’água devido a retenção de água de preparação da argamassa colante	40
Figura 9 – Execução do ensaio de imersão parcial em água.....	46
Figura 10 – Molhagem do box.....	47
Figura 11 – Fluxograma das etapas.....	49
Figura 12 – Placa A1 – armazenamento.....	49
Figura 13 – Placa A1 – ensaio de imersão parcial em água.....	50
Figura 14 – Placa A1 – identificação da mancha d’água.....	51
Figura 15 – Placa A1 – ensaio de molhagem do box	51
Figura 16 – Placa A2 – armazenamento.....	52
Figura 17 – Placa A2 – ensaio de imersão parcial em água.....	53
Figura 18 – Placa A2 – identificação da mancha d’água.....	53
Figura 19 – Placa A2 – ensaio de molhagem do box.....	54
Figura 20 – Placa B1 – armazenamento.....	54
Figura 21 – Placa B1 – ensaio de imersão parcial em água.....	55
Figura 22 – Placa B2 – armazenamento.....	56
Figura 23 – Placa B2 – ensaio de imersão parcial em água.....	57
Figura 24 – Placa C1 – armazenamento.....	58
Figura 25 – Placa C1 – ensaio de imersão parcial em água.....	58
Figura 26 – Placa C2 – armazenamento.....	59
Figura 27 – Placa C2 – ensaio de imersão parcial em água.....	60
Figura 28 – Placa D1 – armazenamento.....	61
Figura 29 – Placa D1 – ensaio de imersão parcial em água.....	61
Figura 30 – Placa D1 – identificação da mancha d’água.....	62
Figura 31 – Placa D1 – ensaio de molhagem do box	62

Figura 32 – Placa D2 – armazenamento.....	63
Figura 33 – Placa D2 – ensaio de imersão parcial em água.....	64
Figura 34 – Placa D2 – identificação da mancha d’água.....	64
Figura 35 – Placa D2 – ensaio de molhagem do box	65
Figura 36 – Placa E1 – armazenamento.....	65
Figura 37 – Placa E1 – ensaio de imersão parcial em água.....	66
Figura 38 – Placa E2 – armazenamento.....	67
Figura 39 – Placa E2 – ensaio de imersão parcial em água.....	68
Figura 40 – Placa F1 – armazenamento.....	69
Figura 41 – Placa F1 – ensaio de imersão parcial em água.....	69
Figura 42 – Placa F1 – identificação da mancha d’água.....	70
Figura 43 – Placa F1 – ensaio de molhagem do box	70
Figura 44 – Placa F2 – armazenamento.....	71
Figura 45 – Placa F2 – ensaio de imersão parcial em água.....	72
Figura 46 – Placa F2 – identificação da mancha d’água.....	72
Figura 47 – Placa F2 – ensaio de molhagem do box	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos dados obtidos.....	48
Quadro 2 – Resumo de ocorrência da mancha d'água.....	74

LISTA DE SIGLAS

Anfacer – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CCB – Centro Cerâmico do Brasil

ITC – Instituto de Tecnología Cerámica (Espanha)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	17
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	17
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	17
2.2.1 Objetivo Principal.....	17
2.2.2 Objetivos Secundários.....	17
2.3 HIPÓTESE.....	18
2.4 DELIMITAÇÕES.....	18
2.5 LIMITAÇÕES.....	18
2.6 DELINEAMENTO.....	18
3 PLACAS CERÂMICAS ESMALTADAS PARA REVESTIMENTOS.....	20
3.1 MERCADO.....	20
3.2 DEFINIÇÕES.....	21
3.3 CAMADAS CONSTITUINTES.....	22
3.3.1 Suporte Cerâmico.....	23
3.3.2 Engobe.....	23
3.3.3 Esmalte.....	24
4 JUNTAS E REJUNTES.....	27
4.1 TIPOS DE JUNTAS E SUAS FUNÇÕES.....	28
4.1.1 Juntas de Assentamento.....	28
4.1.2 Juntas de Movimentação e de Dessolidarização.....	29
4.1.3 Juntas Estruturais.....	30
4.2 MATERIAIS PARA REJUNTAMENTO.....	30
4.2.1 Rejunte Produzido em Obra.....	31
4.2.2 Rejunte Industrializado de Base Cimentícia	32
4.2.3 Rejunte Epóxi.....	34
5 MANCHA D'ÁGUA EM PLACAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO.....	36
5.1 MECANISMOS DE OCORRÊNCIA DO PROBLEMA E COMO EVITÁ-LO.....	38
5.2 MÉTODOS DE MEDIDA DA MANCHA D'ÁGUA.....	42
5.2.1 Método do Reservatório	43
5.2.2 Imersão Parcial das Peças	43
5.2.3 Teste de Absorção Capilar	43
6 MÉTODO DE PESQUISA.....	44

6.1 ENSAIO DE IMERSÃO PARCIAL EM ÁGUA.....	44
6.2 MOLHAGEM DO BOX.....	46
7 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	48
7.1 PLACA A1.....	49
7.1.1 Imersão Parcial em Água.....	50
7.1.2 Molhagem do Box.....	51
7.2 PLACA A2.....	52
7.2.1 Imersão Parcial em Água.....	52
7.2.2 Molhagem do Box.....	53
7.3 PLACA B1.....	54
7.3.1 Imersão Parcial em Água.....	55
7.3.2 Molhagem do Box.....	55
7.4 PLACA B2.....	55
7.4.1 Imersão Parcial em Água.....	56
7.4.2 Molhagem do Box.....	57
7.5 PLACA C1.....	57
7.5.1 Imersão Parcial em Água.....	58
7.5.2 Molhagem do Box.....	59
7.6 PLACA C2.....	59
7.6.1 Imersão Parcial em Água.....	59
7.6.2 Molhagem do Box.....	60
7.7 PLACA D1.....	60
7.7.1 Imersão Parcial em Água.....	61
7.7.2 Molhagem do Box.....	62
7.8 PLACA D2.....	63
7.8.1 Imersão Parcial em Água.....	63
7.8.2 Molhagem do Box.....	64
7.9 PLACA E1.....	65
7.9.1 Imersão Parcial em Água.....	66
7.9.2 Molhagem do Box.....	66
7.10 PLACA E2.....	66
7.10.1 Imersão Parcial em Água.....	67
7.10.2 Molhagem do Box.....	68
7.11 PLACA F1.....	68
7.11.1 Imersão Parcial em Água.....	69

7.11.2 Molhagem do Box.....	70
7.12 PLACA F2.....	71
7.12.1 Imersão Parcial em Água.....	71
7.12.2 Molhagem do Box.....	72
8 ANÁLISE DOS DADOS E CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

Placas cerâmicas esmaltadas são materiais largamente utilizados na construção civil como acabamento final de pisos e paredes. Por este motivo, este tipo de material está relacionado com a aparência e a estética do edifício. Ainda hoje, assim como muitos outros materiais de construção, este tipo de revestimento apresenta alguns problemas (CAMPANTE; BAÍA, 2003, p. 11-12). Um deles, ocasionalmente observado nos revestimentos com placas cerâmicas esmaltadas, é a mancha d'água. Trata-se da “[...] variação da tonalidade do produto quando o suporte da peça entra em contato com a umidade, desaparecendo quando a peça seca.” (MONTE, 2008, p. 22). Em geral, este efeito é visto negativamente pelos usuários brasileiros e para entender esse fenômeno é necessário conhecer as camadas constituintes das placas cerâmicas esmaltadas.

A primeira camada é o suporte, que é um corpo cerâmico de porosidade variável. Entende-se que “[...] a principal função do suporte é conferir resistência mecânica ao conjunto.” A segunda camada, o engobe, é uma fina camada aplicada sobre o suporte. O engobe “[...] tem como principais funções ser branco e ‘esconder’ a cor do suporte.” (MELCHIADES et al., 2003, p. 7). A terceira camada, o esmalte, é uma fina camada que “[...] possui características semelhantes a um vidro [...]” (DAL BÓ et al., 2012, p. 119) e é aplicada sobre o engobe. As principais funções do esmalte são conferir impermeabilidade à superfície da placa cerâmica, de forma a facilitar a limpeza, além de conferir efeitos estéticos e decorativos (MELCHIADES et al., 2003, p. 8).

A mancha d'água acontece, essencialmente, quando o engobe é demasiadamente poroso ou insuficiente e, assim, permite que a água presente no substrato transpareça através dele. Em áreas molhadas, tais como banheiros, a água poderá umedecer a placa e provocar a mancha d'água em maior ou menor intensidade. Esta intensidade depende da espessura da camada de engobe, da sua porosidade e formulação, como citado anteriormente; da porosidade da base de assentamento, responsável pela maior ou menor facilidade da água em permear o corpo cerâmico; e do nível de permeabilidade do rejunte, que pode sofrer influência de possível má execução.

A presente pesquisa aborda a ocorrência do fenômeno especificamente para placas cerâmicas esmaltadas de piso de boxes de banheiros, onde, em ambientes internos de edificações, o contato com a água tende a ser mais intenso. Primeiramente visitaram-se obras em fase final de construção, onde coletaram-se placas cerâmicas e informações a respeito do rejunte utilizado. Cabe aqui a ressalva de que em um dos casos foi possível estudar um box mais antigo, este apresentando o mesmo rejuntamento há pelo menos 15 anos. Posteriormente, efetuou-se o ensaio de imersão parcial em água para as placas coletadas a fim de identificar visualmente a ocorrência do problema. Finalmente, para as placas que apresentaram o problema, inundaram-se as áreas dos boxes para estudar a influência do rejunte.

A pesquisa dá ênfase à questão dos rejuntas, os quais representam um importante e possível ponto de passagem de água, a qual pode, sob certas circunstâncias, entrar em contato com as peças assentadas. Os rejuntas podem ser produzidos em obra ou industrializados. Os primeiros costumam ser a base de cimento branco e, em geral, permeáveis; portanto, acredita-se que eles não solucionem o problema de mancha d'água caso venham a ser utilizados. Os rejuntas industrializados podem ser separados em rejuntas de base cimentícia e de base orgânica, tais como os rejuntas epóxi. Os rejuntas industrializados de base cimentícia, segundo diversos fabricantes, contém impermeabilizantes. Entretanto, não se sabe com certeza se este tipo de rejunte é suficiente para eliminar a mancha d'água, portanto existe pertinência em estudar esta questão. Finalmente, os rejuntas epóxi são de fato impermeáveis, mas, se for necessário o emprego destes para eliminar o problema, então o custo tende a ser mais elevado em relação às outras opções, além de tornar a execução do serviço de rejuntamento mais complexa.

Segundo levantamento realizado pelo Centro Cerâmico do Brasil (CCB), o ensaio por imersão parcial em água indicou que, das 26 placas cerâmicas esmaltadas analisadas no levantamento, 69% apresentaram o problema de mancha d'água (MELCHIADES et al., 2003, p. 8). Quinteiro et al. (2010, p. 19) ressaltam que este problema vem ocorrendo em uma frequência cada vez maior, conforme segue:

Nos últimos anos, aumentou a frequência de ocorrência da alteração de tonalidade em revestimentos cerâmicos devido ao manchamento abaixo do esmalte e, mais especificamente, na camada de engobe. Este é um fator que tem afetado o desempenho estético das placas cerâmicas da maioria das empresas brasileiras.

No Brasil, como já citado anteriormente, a mancha d'água é vista como um problema pelos usuários e, por isso, há pertinência em estudá-la, uma vez que o fenômeno é relativamente frequente. Em contrapartida, não há menção de muitos trabalhos realizados em nível internacional sobre o assunto. Em vista disso, presume-se que, ou o problema de fato não é relevante em placas produzidas no exterior, ou a postura dos usuários é tolerante para com problemas dessa natureza.

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: para as placas cerâmicas esmaltadas que no ensaio por imersão parcial em água apresentaram o fenômeno da mancha d'água, o uso de rejuntas industrializados de base cimentícia é suficiente para evitá-lo nos revestimentos de boxes de banheiro?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é a avaliação da capacidade de rejuntas industrializados de base cimentícia de evitarem a mancha d'água em placas cerâmicas esmaltadas suscetíveis a esse fenômeno.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário do trabalho é a avaliação, por ensaio de imersão parcial em água, da ocorrência do fenômeno da mancha d'água em placas cerâmicas esmaltadas empregadas nos revestimento de boxes das obras em estudo.

2.3 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que o uso de rejuntas industrializados de base cimentícia não é suficiente para evitar o aparecimento do fenômeno da mancha d'água em placas cerâmicas esmaltadas que apresentarem esse problema após o ensaio de imersão parcial em água.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se aos pisos revestidos com placas cerâmicas esmaltadas em boxes de banheiros residenciais.

2.5 LIMITAÇÕES

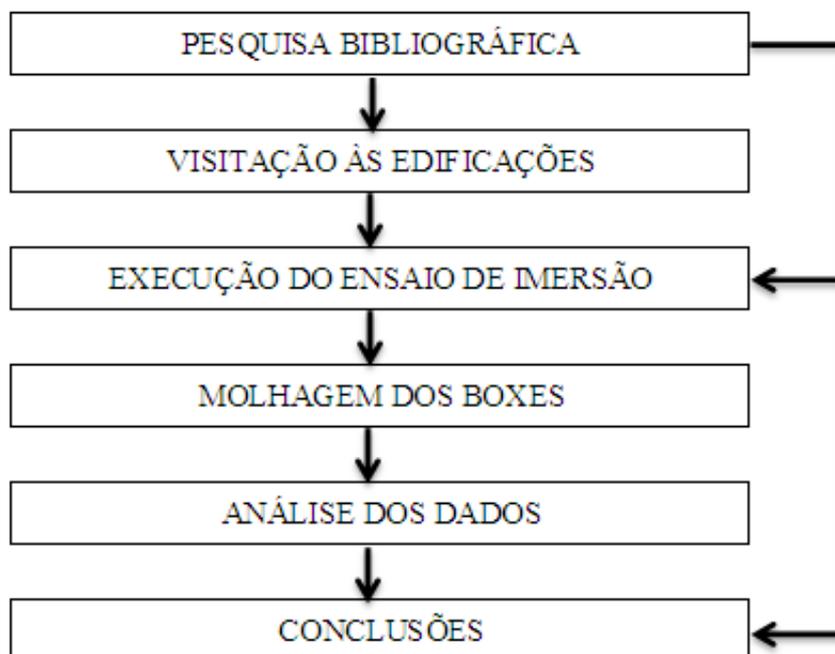
Uma limitação do trabalho é o número de placas cerâmicas esmaltadas estudadas em conjunto com a utilização de rejuntas industrializados de base cimentícia. Outra limitação é uma possível má execução do rejuntamento.

2.6 DELINEAMENTO

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

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) visita às edificações e levantamento dos dados referentes às placas cerâmicas esmaltadas e rejuntas utilizados e coleta das placas;
- c) execução do ensaio de imersão parcial em água para placas correspondentes às utilizadas nas edificações visitadas;
- d) caso as placas apresentem a mancha d'água, foi feita a molhagem dos boxes;
- e) análise dos dados levantados;
- f) conclusões.

Figura 1 – Diagrama de etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

Primeiramente, a pesquisa bibliográfica teve como objetivo introduzir e aprofundar o tema a fim de alcançar a base teórica necessária para compreensão dos assuntos envolvidos. Foram abordados assuntos relevantes para a pesquisa, dentre os quais se destacam: a compreensão das camadas formadoras das placas cerâmicas de revestimento; o entendimento do problema da mancha d'água e sua relação com o engobe; o levantamento da questão do rejunte e como ele interfere na ocorrência do problema.

Em seguida, a visitação às edificações teve como objetivo levantar os dados acerca das placas cerâmicas esmaltadas e também dos rejuntes utilizados. Através das visitações, foi possível coletar as placas para a realização do ensaio de imersão parcial em água.

A realização do ensaio de imersão parcial em água consistiu em primeiramente secar as placas cerâmicas, preparar um recipiente com água e imergir as placas parcialmente. Após um determinado tempo, as placas ensaiadas foram removidas do recipiente, secas, e assim foi possível comparar qualitativamente se existia ou não variação de tonalidade. Depois, para as placas cerâmicas esmaltadas ensaiadas que apresentaram a mancha d'água, que no ensaio se caracterizou por mudança de tonalidade, foi realizada a molhagem dos boxes correspondentes. Com os dados obtidos nas edificações foi possível elaborar as conclusões do trabalho.

3 PLACAS CERÂMICAS ESMALTADAS PARA REVESTIMENTOS

Este capítulo trata de conteúdos sobre as placas cerâmicas tais como o mercado de placas cerâmicas esmaltadas para revestimentos, definições e as camadas constituintes.

3.1 MERCADO

Placas cerâmicas esmaltadas para revestimentos constituem uma opção consagrada nos mercados brasileiro e mundial. De acordo com a Abceram, “[...] o segmento de placas cerâmicas para revestimentos engloba todos os produtos cerâmicos na forma de placas, usados na construção civil para revestimento de pisos e paredes, de ambientes internos e externos.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2012).

Segundo a Anfacer (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES¹, 2008 apud VALIATI, 2009, p. 21), “[...] o Brasil é um dos maiores consumidores e produtores de cerâmica do mundo e cada vez mais a qualidade e variedade deste material aumentam.”. Os números levantados pela Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, Louças Sanitárias e Congêneres (2012a) sobre o setor de cerâmicas para revestimento indicam que, para o ano de 2011, foi apresentado crescimento de 12,1% na produção e 10,7% nas vendas no mercado interno. Tais números não apenas mantêm o Brasil como segundo produtor e consumidor mundial, mas indicam um grande avanço no setor, consolidando-o à frente de grandes polos produtivos da Europa: Itália e Espanha. Os números para 2012, ainda não divulgados, são otimistas, e de acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, Louças Sanitárias e Congêneres (2012a), maior crescimento para o setor é esperado. Estudos preliminares obtidos no Sistema de Inteligência de Mercado da Anfacer indicam que a expectativa de crescimento de vendas internas será em torno de 7%, com aceleração das obras de infraestrutura em função dos grandes eventos esportivos que acontecerão no Brasil. Além disso, no ano de 2012, também foi previsto

¹ ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. [Números do setor]. [S. l.], 2008. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br>>. Acesso em: 5 out. 2008.

crescimento de 4% nas exportações, que atualmente correspondem a cerca de 7,8% do volume produzido no País.

A figura 2 mostra as vendas de placas cerâmicas para revestimentos no mercado interno e a produção brasileira de placas cerâmicas para revestimentos.

Figura 2 – Vendas de placas cerâmicas para revestimentos no mercado interno e a produção brasileira de placas cerâmicas para revestimentos



(fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES, 2012b)

3.2 DEFINIÇÕES

Certas propriedades e definições a serem abordadas a seguir são de importância para o entendimento do problema da mancha d'água, a ser estudado na sequência. De acordo com a NBR 13817 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997b, p. 1), podem ser utilizados vários critérios para classificar materiais cerâmicos. O critério normalmente adotado é o de grau de absorção de água, que tem relação com sua porosidade. Pode-se identificar que para “[...] cada nível de absorção corresponde uma denominação usualmente estabelecida no mercado [...]” (trabalho não publicado)².

² Informação obtida no material do Curso de Especialização em Construção Civil realizado pelo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE). Material elaborado pela professora Ana Luiza Raabe

Assim, pode-se classificar os materiais cerâmicos da seguinte forma:

- a) porcelanato: 0 a 0,5%;
- b) grês: 0,5 a 3%;
- c) semigrês: 3 a 6%;
- d) semiporoso: 6 a 10%;
- e) poroso: mais de 10%.

Placas cerâmicas esmaltadas para revestimento usualmente possuem porosidade variável em sua camada base, a qual costuma ser, em geral, menor que 18%. Esta porosidade é referente ao corpo cerâmico e, no caso de placas cerâmicas esmaltadas, o processo de esmaltação confere impermeabilidade ao revestimento. Mas de qualquer forma, deve-se ter em mente que o corpo cerâmico é o elemento que de fato classifica a peça quanto à absorção de água (trabalho não publicado)³.

A NBR 13816 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997a, p. 2) define as placas cerâmicas de revestimento da seguinte forma:

Material composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão (representada pela letra A) ou por prensagem (representada 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.

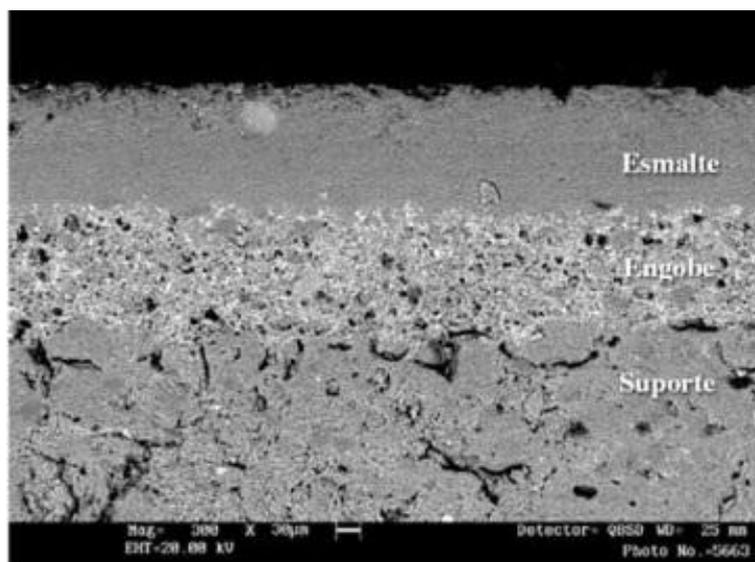
3.3 CAMADAS CONSTITUINTES

Como citado na introdução deste trabalho, as camadas das placas cerâmicas esmaltadas para revestimento são usualmente três: o suporte cerâmico, também denominado base ou biscoito, o engobe e o esmalte (MONTE, 2008, p. 43). A figura 3, obtida através de um microscópio eletrônico de varredura, ilustra tais camadas, sendo que a espessura do suporte está interrompida.

Abitante. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/73909557/Texto-1-Materiais-Ceramicos>> . Acesso em: 10 jun. 2012.

³ op cit.

Figura 3 – Camadas constituintes das placas cerâmicas esmaltadas



(fonte: DAL BÓ et al., 2012, p. 119)

3.3.1 Suporte Cerâmico

A cerâmica para revestimentos é composta por matérias-primas naturais argilosas e não argilosas em diferentes concentrações, em função da formulação adotada por cada empresa (LAGO, 2011, p. 20). Melchiades et al. (2003, p. 7) identificam que a principal função do suporte cerâmico é conferir resistência mecânica ao conjunto e, portanto, é consideravelmente mais espesso do que as outras camadas. Conforme citado anteriormente, outra propriedade importante do suporte cerâmico é a sua porosidade (relação com a absorção de água). Os mesmos autores também afirmam que “[...] outra característica importante do suporte é a cor. Principalmente nos casos em que o esmalte é transparente, a cor do suporte pode afetar a cor da decoração na camada de esmalte.”. Finalmente, no suporte cerâmico é impressa a muratura, estampa que caracteriza o tardo das faces de assentamento das placas.

3.3.2 Engobe

Pracidelli (2008, p. 15-16) define o engobe como “[...] uma cobertura aplicada no corpo cerâmico cru ou queimado. É constituída por uma mistura de argilas, caulins, materiais não plásticos como quartzo, feldspatos, sienitas, fritas fundentes, etc. e algumas vezes corantes cerâmicos.”. No mesmo artigo, o autor identifica as finalidades do engobe:

- a) eliminar defeitos superficiais do corpo cerâmico, possibilitando melhor superfície do esmaltado;
- b) mudar a cor do corpo cerâmico;
- c) diminuir as desgaseificações produzidas por decomposições no corpo cerâmico, através do esmalte em monoqueima;
- d) isolar a camada de esmalte do corpo cerâmico, a fim de eliminar as reações de decomposição que o esmalte fundido provoca nos componentes da massa e as desgaseificações que as acompanham.

A principal função do engobe é esconder a cor de fundo do suporte cerâmico, pelo fato de ser branco. Há muitos anos atrás, as argilas utilizadas para a elaboração da camada suporte eram preferencialmente brancas, a fim de que não houvesse uma interferência de cor observável através do esmalte. Entretanto, argilas vermelhas são mais abundantes do que as brancas, e a introdução do engobe possibilitou a utilização de argilas mais disponíveis e baratas, sem prejuízo no aspecto visual da peça (MELCHIADES et al., 2003, p. 7-8).

3.3.3 Esmalte

Pracidelli (2008, p. 8) identifica que “[...] os esmaltes são obtidos por fusão de determinadas substâncias capazes de formar vidro, seguido do resfriamento, ou seja, passa-se de uma estrutura cristalina para uma amorfa, ou mistura das duas fases.”. O autor também distingue cristais de vidrados: cristais possuem estrutura cristalina ordenada, enquanto que os vidrados apresentam estrutura amorfa desordenada.

A figura 4 ilustra a aplicação em campana do banho de esmalte em uma indústria.

Figura 4 – Esmaltação de placas cerâmicas em campanas



(fonte: adaptado de INCOPIOS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PISOS LTDA, 2011)

Para Pracidelli (2008, p. 17), os esmaltes ou vidrados caracterizam uma “[...] camada fina de vidro colorido ou não que cobre a superfície do corpo cerâmico [...]” e sua finalidade é “[...] impermeabilizar a superfície do corpo cerâmico, além de torná-lo mais atraente (beleza) e resistente aos agentes físicos e químicos.”. O mesmo autor identifica que existem classificações comerciais dos esmaltes, a saber:

- a) transparentes, cerosos ou semi-transparentes, opacos;
- b) brilhantes, semi-mates e mates;
- c) esmaltes de revestimentos e de pavimentos;
- d) esmaltes de aplicação a seco, granilhas, etc.;
- e) couros, perolados, pergaminhos, etc..

Existem propriedades desejáveis nos vidrados, as quais dependem basicamente da sua composição química, das condições de aplicação e dos fatores pertinentes ao processo. As propriedades desejáveis nos vidrados são (PRACIDELLI, 2008, p. 8):

- a) físico-químicas: afetam diretamente ao uso que se deve dar ao produto acabado e às variáveis relacionadas com o processo de fabricação. São elas: impermeabilidade, resistência ao desgaste e risco, resistência aos agentes químicos, resistência a manchas, resistências mecânicas e térmicas, etc.;
- b) de aplicação: com relação ao processo, viscosidade do material fundido, fusibilidade entre os limites de temperatura estabelecidos, homogeneidade na superfície (tensão superficial adequada), granulometria, reologia da suspensão, etc.;
- c) estéticas: propriedades que condicionam o resultado estético do produto acabado: brilho, opacidade, transparência, cor, textura.

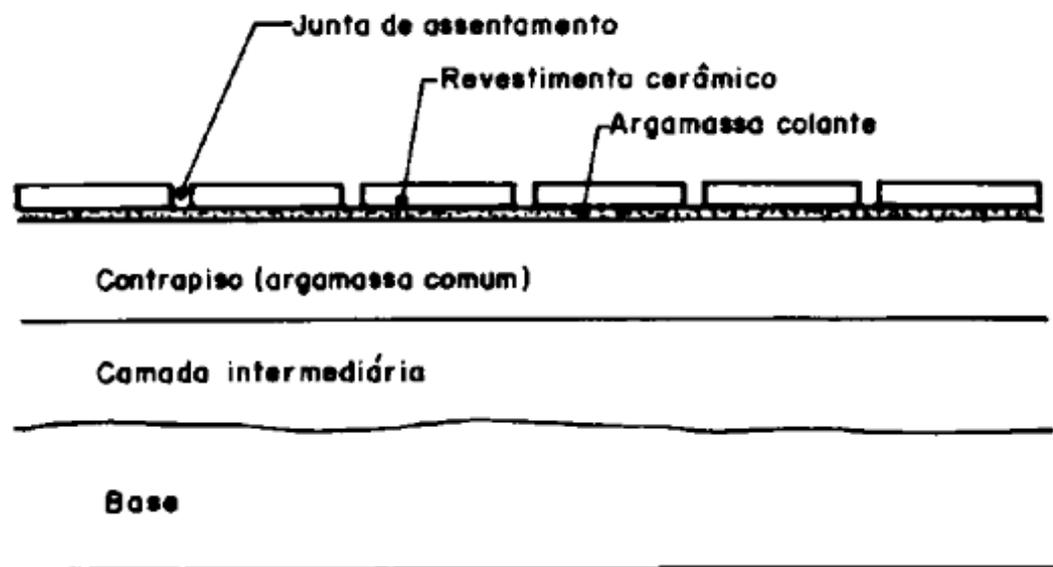
De acordo com Monte (2008, p. 43), “[...] a camada de esmalte tem como principal função impermeabilizar a superfície do revestimento.”. Melchiades et al. (2003, p. 8) caracterizam a camada de esmalte da seguinte forma:

A camada de esmalte tem como principal função impermeabilizar de maneira duradoura a superfície do revestimento, facilitando assim a sua limpeza. Além disso, a camada de esmalte está intimamente associada à decoração. De um modo geral, a camada de esmalte pode ser, no que se refere às suas propriedades óticas, transparente ou opaca e, com relação à textura da superfície, brilhante ou mate.

4 JUNTAS E REJUNTES

Placas cerâmicas esmaltadas para revestimento são aplicadas em pisos e paredes com utilização de argamassa de fixação, no sistema aderido, ou através de uma estrutura de sustentação, no sistema não aderido. Em qualquer dos casos, o material cerâmico aplicado em uma superfície é posicionado de forma sequencial e, entre as placas, são deixados pequenos espaçamentos denominados juntas. Elas são indispensáveis, pois representam importante elemento na estabilidade dos revestimentos. A figura 5 ilustra um esquema de placas cerâmicas assentadas sobre uma base com utilização de argamassa de fixação e preenchimento das juntas de assentamento.

Figura 5 – Esquema de placas cerâmicas assentadas



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996a, p. 3)

Os próximos itens do trabalho abordam os tipos de juntas existentes e suas funções, além dos materiais disponíveis para a execução do rejuntamento.

4.1 TIPOS DE JUNTAS E SUAS FUNÇÕES

Campante e Baía (2003, p. 29) afirmam que:

Por serem modulares, os revestimentos cerâmicos sempre apresentarão juntas entre os componentes. Porém, em face das condições de uso, do tipo de base e do tipo de placa cerâmica, pode ser necessária a utilização de outros tipos de juntas, como as de trabalho ou de movimentação e as juntas estruturais, todas usadas para dissipação de tensões vindas das deformações da base e/ou do revestimento.

Conforme as Normas NBR 13753, NBR 13754 e NBR 13755, as juntas classificam-se em (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996a, p. 7; 1996b, p. 5; 1996c, p. 5):

- a) de assentamento;
- b) de expansão/contração, ou juntas de movimentação, ou juntas de dessolidarização, ou juntas de trabalho;
- c) estruturais ou juntas de dilatação.

4.1.1 Juntas de Assentamento

De acordo com as Normas NBR 13753, NBR 13754 e NBR 13755, as juntas de assentamento, ou entre componentes, podem ser definidas como “[...] espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996a, p. 2; 1996b, p. 2; 1996c, p. 3). Essas juntas devem ser preenchidas com algum tipo de rejuntamento, para que sejam cumpridas certas necessidades dos revestimentos cerâmicos assentados. As mesmas Normas estabelecem quais funções devem ser atendidas pelo rejuntamento, a saber (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996a, p. 7; 1996b, p. 5; 1996c, p. 5):

- a) compensar a variação de calibre das placas cerâmicas, facilitando o alinhamento;
- b) atender à estética, harmonizando o tamanho das placas e as dimensões do pano a revestir com a largura das juntas entre as placas cerâmicas;
- c) oferecer relativo poder de acomodação às movimentações da base e das placas cerâmicas;
- d) facilitar o perfeito preenchimento, garantindo a completa vedação da junta;
- e) facilitar a troca de placas cerâmicas.

O problema da mancha d'água, a ser estudado em item posterior, é analisado em relação a este tipo de junta. Os materiais que podem servir de rejuntamento dessas juntas de assentamento também são descritos em outro item, pois possuem relevância para o caso estudado.

4.1.2 Juntas de Movimentação e Dessolidarização

Segundo as Normas NBR 13753, NBR 13754 e NBR 13755, as juntas de movimentação podem ser definidas como “[...] espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento.” e as juntas de dessolidarização podem ser definidas como “[...] espaço regular cuja função é separar o revestimento para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996a, p. 2; 1996b, p. 2; 1996c, p. 3). Campante e Baía (2003, p. 37) definem que as funções das juntas de trabalho são:

- a) criar painéis de dimensões que permitam dissipar as tensões induzidas pelas deformações do revestimento, somadas àquelas da base;
- b) funcionar como juntas de controle, sendo colocadas em locais passíveis de aparecimento de fissuras e trincas, dissipando as tensões existentes.

Para o caso de revestimentos cerâmicos de piso, a Norma NBR 13753 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996a, p. 7) prevê este tipo de juntas nas seguintes situações:

- a) em interiores, quando a área do piso for maior ou igual que 32 m² ou sempre que uma das dimensões do revestimento for maior que 8 m;
- b) em interiores e exteriores expostos diretamente à insolação e/ou umidade sempre que a área for igual ou maior que 20 m², ou sempre que uma das dimensões do revestimento for maior que 4 m;
- c) quando há mudança de materiais que compõem a base, nas bases de grandes dimensões e sujeitas à flexão e nas regiões onde ocorrem momentos fletores máximos positivos ou negativos.

Este tipo de junta e o tipo de material de preenchimento fogem do escopo da pesquisa, portanto não foram analisados. Cabe destacar que as Normas NBR 13754 e NBR 13755

tratam de recomendações específicas para paredes internas e externas, respectivamente. Entretanto, como esta pesquisa trata exclusivamente de pisos, estas recomendações não são citadas no trabalho.

4.1.3 Juntas Estruturais

Segundo as Normas NBR 13753, NBR 13754 e NBR 13755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996a, p. 7; 1996b, p. 5; 1996c, p. 5), as juntas estruturais “[...] devem ser respeitadas em posição e largura, em toda a espessura do revestimento.”. Campante e Baía (2003, p. 37-38) entendem que juntas estruturais são definidas no projeto estrutural afim de absorver tensões provocadas pela deformação do edifício.

Assim como as juntas de movimentação, as juntas estruturais e seu material de preenchimento não são analisados por não fazerem parte da abrangência da pesquisa.

4.2 MATERIAIS PARA REJUNTAMENTO

Há no mercado uma variedade de opções de materiais para preenchimento de juntas de assentamento que se diferenciam basicamente pela composição. Dentre as opções detalhadas nos itens a seguir, os rejuntas industrializados de base cimentícia “[...] são os de uso mais comum nos revestimentos cerâmicos para áreas residenciais e comerciais e são fabricados por várias empresas [...]” (RESENDE; JUNGINGER, 2001, p. 6).

É importante frisar que os rejuntas também possuem função estética no revestimento cerâmico, portanto devem apresentar resistência a sujidades e microorganismos. Junginger (2003a, p. 36) ressalta que as funções mais importantes dos rejuntas podem ser identificadas como:

- a) auxiliar no desempenho estético do revestimento;
- b) estabelecer regularidade superficial;
- c) compensar variação de bitola e facilitar assentamento das placas;
- d) vedar o revestimento cerâmico;
- e) permitir difusão de vapor de água;
- f) proporcionar alívio de tensões;
- g) otimizar aderência das placas.

Com base nas funções mais importantes dos rejunte supracitadas, é importante analisar a vedação do revestimento cerâmico e a difusão de vapor d'água. Junginger (2003a, p. 40) faz pertinente colocação a respeito da vedação do revestimento cerâmico:

Uma vez que as placas cerâmicas são assentadas de maneira justaposta e com o espaço das juntas entre todas elas, o rejunte, como material de enchimento, tem por função evitar a passagem de agentes deletérios para trás do revestimento ou, em outras palavras, tem a função de vedar o revestimento cerâmico. O enfoque que aqui é dado resume-se ao fato de impedir a passagem de água líquida, que pode levar ao surgimento de manchas provenientes de lixiviação, danos por ciclos de secagem/umedecimento e outros danos [...]

O mesmo autor indica que “[...] uma das propriedades das vedações e seus respectivos acabamentos é serem permeáveis ao vapor da água, contribuindo para o equilíbrio higrotérmico entre dois ambientes distintos.”. E complementa (JUNGINGER, 2003a, p. 44):

Quando um revestimento cerâmico é aplicado, grande parte da área revestida torna-se totalmente impermeável ao vapor e à água líquida, pelo próprio fato de que as placas o são. O único local que pode ser permeável ao vapor é o rejunte entre as placas. Como bem cita o ITC ([INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA], 1994)⁴, o duplo comportamento de impermeabilidade à água líquida e permeabilidade ao vapor é desejável na prática e só é conseguido com o uso de materiais que não sejam demasiadamente compactos ou duros e que não sofram fissuras de retração.

Assim, conclui-se que o sentido de vedar se refere a fechar a cavidade da junta de assentamento à entrada de água e, conforme citado, é permitida e até desejável, a difusão de vapor de água, pois os rejuntas são porosos. Desta forma, vedar a junta com certo tipo de rejuntamento não quer dizer que ele é de fato impermeável.

4.2.1 Rejunte Produzido em Obra

Por muito tempo, foi utilizado cimento Portland branco puro, cimento branco, cimento branco com alvaiade (designação comum de vários pigmentos brancos venenosos que contêm chumbo) e nata de cimento Portland para preenchimento de juntas de assentamento de placas cerâmicas (JUNGINGER, 2003b, p. 5). Atualmente, esta prática está em desuso, pois existem opções que apresentam melhores características técnicas, como, por exemplo, maior

⁴INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA. **Colocación de pavimentos y revestimientos cerámicos.** Barcelona/Espanha, 1994.

estanqueidade à água e conter produtos que evitam a formação de fungos e bactérias. Cabe lembrar que para a época em que foi utilizado, tendo em vista a ausência de materiais mais adequados, o cimento Portland branco representou a solução mais adequada para rejuntamentos (JUNGINGER, 2003a, p. 21).

Apesar de não serem uma opção tecnicamente adequada, a bibliografia especifica as formas de se produzir este tipo de rejunte (JUNGINGER, 2003a, p. 23):

- a) nata de cimento: utilizada em juntas de pequena largura;
- b) cimento e areia: utilizada em juntas de maior largura.

A nata de cimento pode ser utilizada para o preenchimento de juntas de menor largura. Para as juntas de maior largura, deve-se acrescentar areia na mistura, com o objetivo de diminuir os problemas de retração. No caso das misturas de cimento e areia, podem ser utilizados diferentes traços, em função da largura das juntas (JUNGINGER, 2003a, p. 23).

É importante mencionar que a dosagem em obra em geral apresenta baixo controle de produção em relação aos produtos industrializados e Junginger (2003a, p. 23-24) sugere que seu uso seja evitado sempre que for possível. O autor também identifica que os rejuntamentos dosados em obra “[...] podem apresentar problemas de retração, possuem elevada rigidez, suas propriedades são fortemente influenciadas pelas condições de cura e apresentam aderência deficiente em placas de baixa ou alta absorção.”.

4.2.2 Rejunte Industrializado de Base Cimentícia

Trata-se de uma mistura industrializada para aplicação em juntas de assentamento de placas cerâmicas esmaltadas para revestimento, “[...] composta basicamente por cimento, corantes, retentores de água, agregados miúdos selecionados e polímeros em forma de pó redispersível, além de cargas minerais específicas de cada fabricante.” (JUNGINGER, 2003b, p. 6). Junginger (2003a, p. 24) afirma que, diferente dos rejuntos dosados em obra, “[...] os produtos industrializados tem a vantagem do controle de produção e a qualidade de matéria-prima, o que resulta em boa garantia de homogeneidade tanto em termos estéticos quanto em propriedades mecânicas após a aplicação.”. Junginger (2003a, p. 21), identifica que:

Com o desenvolvimento da tecnologia e o surgimento de aditivos específicos, houve sensível mudança em algumas propriedades importantes dos rejuntos, como por

exemplo: estabilidade de cor, resistência a manchas, baixa retração, baixa absorção de água, alta resistência de aderência, um certo grau de flexibilidade, capacidade de aplicação em juntas estreitas e largas, superfície lisa e de fácil limpeza, dureza apropriada, resistência à abrasão, etc. Entretanto, como não é possível obter o máximo desempenho em todos os requisitos, o projetista precisa decidir quais os mais importantes e selecionar o rejunte adequado às suas necessidades.

A respeito do número de componentes, Junginger (2003b, p. 7) faz um levantamento pertinente em relação a utilização dos rejuntas monocomponentes no mercado brasileiro:

No mercado nacional são muito comuns os rejuntas monocomponentes, mas alguns fabricantes começam a fornecer aditivos líquidos que substituem a água (no todo ou em parte) no momento da aplicação. Além desse fato, existem alguns aditivos comercializados separadamente e que podem ser adicionados aos rejuntas para modificar suas propriedades. Nesse caso, o especificador precisa ter conhecimento do material em pó e da parte líquida, de modo a evitar incompatibilidades químicas no composto final que podem ocasionar problemas de durabilidade e desempenho.

A comercialização de aditivos em separado à massa cimentícia fez alavancar a disponibilidade de formulações na forma bicomponente. Estas, formadas por uma parte de pó e outra na forma de emulsão aquosa, são utilizadas para a otimização de algumas propriedades dos rejuntas preparados apenas com água (JUNGINGER, 2003b, p. 6). O Instituto de Tecnología Cerámica⁵ (1994 apud JUNGINGER, 2003b, p. 6) lista algumas das funções dos aditivos, a saber:

Proporcionar menor absorção de água; ajudar na cura do cimento; formar juntas mais compactas; melhorar a resistência à abrasão; reduzir a permeabilidade e melhorar a compressibilidade e a flexibilidade do rejunte; aumentar a aderência à lateral das placas; eliminar a necessidade de cura úmida.

Byrne⁶ (1995 apud JUNGINGER, 2003b, p. 7) afirma que “[...] os rejuntas aditivados mantêm por mais tempo sua cor original e são mais resistentes à penetração de água.”. Quando o revestimento cerâmico estiver sujeito à ação da água, o Instituto de Tecnología Cerámica⁷ (1994 apud JUNGINGER, 2003b, p. 7) sugere que o rejunte deve ser bicomponente, como as resinas epóxi e outros materiais especiais. Entretanto, Junginger (2003b, p. 7) ressalta que o ITC não especifica exatamente o que é estar sujeito à ação da água, portanto o projetista é

⁵ INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA. **Colocación de pavimentos y revestimientos cerámicos.** Castellón/Espanha, 1994.

⁶ BYRNE, M. **Setting Tile.** 1. ed. Newtown/USA: The Taunton Press, 1995.

⁷ INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA. **Colocación de pavimentos y revestimientos cerámicos.** Castellón/Espanha, 1994.

quem deve decidir em quais áreas a aplicação dos rejuntas bicomponentes é mais recomendável. Tais áreas podem ser, por exemplo, piscinas, áreas de banho, cozinhas industriais, etc. O Instituto de Tecnología Cerámica⁸ (1987 apud JUNGINGER, 2003b, p. 7) sugere algumas áreas possíveis de utilização de rejunte cimentício bicomponente, a saber: “[...] fachadas, em placas de elevada porosidade, piscinas, terraços, pisos com juntas largas e tráfego intenso que requerem propriedades mecânicas melhoradas e boa aderência.”.

4.2.3 Rejunte Epóxi

Os rejuntas epóxi são materiais para rejuntamento à base orgânica, fornecidos na forma bicomponente (resina, catalisador e agregado selecionado – estes três constituintes fornecidos em duas partes). Apresentam propriedades técnicas superiores, as quais são úteis em revestimentos que estejam sujeitos à ação de produtos químicos. Sua aplicação é relativamente complexa, portanto é necessária mão de obra especializada. É importante frisar que são produtos de custo mais elevado (RESENDE; JUNGINGER, 2001, p. 6). Por apresentarem melhores propriedades técnicas, estes rejuntas, de maneira geral, são utilizados em locais que exigem desempenho superior em alguns requisitos, como flexibilidade, aderência e resistência térmica (JUNGINGER, 2003b, p. 7).

As principais características do rejunte epóxi são (JUNGINGER, 2003b, p. 8):

- a) apresenta boa resistência à variação de cor e tonalidade;
- b) não fatura, não libera poeira e apresenta textura lisa que facilita a limpeza e dificulta a impregnação de sujidades;
- c) apresenta aderência elevada às placas cerâmicas e forma uma junta totalmente impermeável à água e ao vapor. A aderência também é elevada ao esmalte das placas, de modo que o material precisa ser removido antes do endurecimento;
- d) é ideal para rejuntamento em locais destinados ao armazenamento de produtos alimentícios e outros locais que requerem ótimas condições de higiene (laboratórios, hospitais), pois além da alta resistência química, apresenta boa resistência às manchas, não altera os alimentos e é de fácil limpeza e esterilização⁹;
- e) deve ser aplicado até 20-30min após a mistura, pois ganha consistência rapidamente, o que justifica seu preparo em pequenas quantidades. A

⁸ INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA. **Guía técnica de los pavimentos y revestimientos cerámicos.** Castellón/Espanha, 1994.

⁹ Informações obtidas de obra do Instituto de Tecnología Cerámica (1994):

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA. **Colocación de pavimentos y revestimientos cerámicos.** Castellón/Espanha, 1994.

temperatura de aplicação varia aproximadamente de 15°C a 30°C, sendo que endurece tanto mais rápido quanto maior a temperatura ambiente;

- f) requer certa habilidade para que possa ser aplicado, pois os produtos envolvidos são prejudiciais à saúde e a técnica de aplicação deve ser seguida corretamente. Como o rejunte epóxi está disponível no varejo, é importante ressaltar que o usuário final pode executar sua aplicação desde que obedeça às orientações do fabricante e utilize ferramentas e equipamentos adequados;
- g) é de difícil aplicação em juntas estreitas, pois sua consistência dificulta a penetração. De maneira geral e com base na prática laboratorial do autor, juntas com profundidade, maior do que o dobro da largura, exigem esforço extra para uma aplicação adequada.

5 MANCHA D'ÁGUA EM PLACAS CERÂMICAS ESMALTADAS PARA REVESTIMENTO

As placas cerâmicas esmaltadas para revestimento, embora muito utilizadas na construção civil por causa de suas boas propriedades técnicas, estão sujeitas a certos problemas. Um importante problema é a mancha d'água, como definido no início deste trabalho, que corresponde à variação de tonalidade da placa que ocorre devido à umidade que entra em contato com o suporte cerâmico. Melchiades et al. (2003, p. 8) diferenciam a mancha d'água de manchamento através da seguinte colocação:

Nos casos em que a mancha persiste mesmo após a secagem, trata-se de um outro fenômeno, conhecido por manchamento, que tem sua origem geralmente associada à penetração, juntamente com a água, de substâncias coloridas e/ou com índices de refração diferentes dos índices de refração dos materiais presentes nos produtos originais.

Segundo Quinteiro et al. (2010, p. 19), não existem normas, (nacionais ou internacionais), para tratar do problema e assim, os consumidores estão sujeitos à possibilidade de que as placas apresentem a mancha d'água. A indústria de placas cerâmicas para revestimentos pode ou não adotar medidas que assegurem o não aparecimento do problema, estando livre para adotar procedimento interno próprio para garantir o desempenho das placas cerâmicas esmaltadas para revestimento.

A figura 6 ilustra um exemplo de mancha d'água em um revestimento cerâmico. No caso, a argamassa de rejuntamento não foi suficiente para impedir a passagem de água, e como a peça é propensa a apresentar o problema, ele de fato foi verificado.

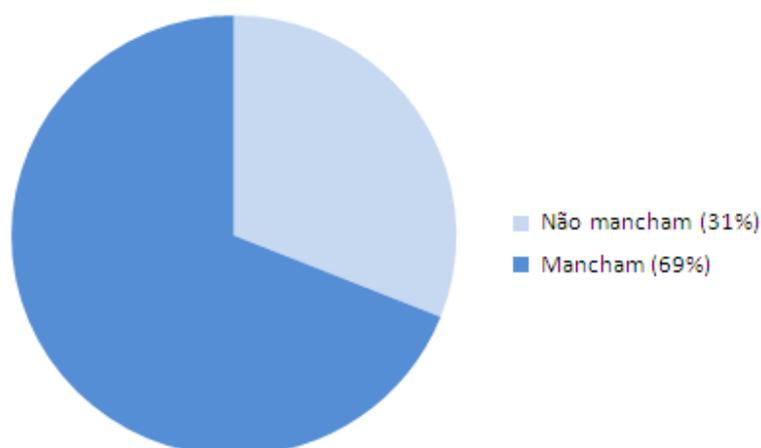
Figura 6 – Visualização de mancha d'água devido à permeabilidade de água pelo rejuntamento



(fonte: QUINTEIRO et al., 2010, p. 20)

Em um levantamento realizado pelo Centro Cerâmico do Brasil (CCB), verificou-se que existe a incidência do problema nas placas cerâmicas nacionais. Sobre o levantamento, “[...] os resultados são relativos a 26 produtos coletados em pontos de vendas aleatoriamente escolhidos, sendo que 14 eram de empresas localizadas na região Sul e 12 do Sudeste.” (MELCHIADES et al., 2003, p. 8). O método utilizado foi o de imersão parcial em água das placas para a identificação visual do problema, e assim foi possível identificar que 69% destas placas analisadas o apresentaram (MELCHIADES et al., 2003, p. 8). A figura 7 ilustra os resultados obtidos.

Figura 7 – Resultado do teste de mancha d'água realizado em 26 produtos nacionais



(fonte: adaptado de MELCHIADES et al., 2003, p. 8)

5.1 MECANISMOS DE OCORRÊNCIA DO PROBLEMA E COMO EVITÁ-LO

Melchiades et al. (2000, p. 21) afirmam que “[...] a eliminação do efeito só pode ser buscada através de produção de revestimentos que não mudem de cor quando seus suportes entram em contato com a água.”. Os mesmos autores identificam que para isso é preciso primeiro identificar as causas do seu aparecimento. Algumas das principais causas são:

- a) o esmalte é muito transparente e/ou a camada é muito fina (esmaltes opacos e camadas espessas minimizam o defeito);
- b) a camada de engobe é pouco opaca, muito fina e/ou porosa;
- c) o suporte é muito poroso e absorve muita água.

Por fim, os autores concluem (MELCHIADES et al., 2000, p. 21-22):

[...] pode-se perceber que as causas da mancha d’água estão ligadas às características do esmalte, engobe, suporte e processamento. Infelizmente, entretanto, na maioria das vezes, as restrições a cada uma dessas variáveis para que o problema da mancha d’água seja eliminado são impossíveis de serem praticadas industrialmente. Mesmo assim é interessante perceber que uma empresa que trabalhasse com camadas espessas de esmaltes opacos, camadas espessas de engobes impermeáveis e perfeitamente opacos e suportes sem porosidade não precisaria se preocupar com a mancha d’água, pois à partir dessas informações pode-se identificar os produtos que tem maior probabilidade de apresentar o problema assim como identificar as alterações que poderiam levar à sua eliminação.

Quinteiro et al. (2010, p. 19) afirmam que a mancha d’água ocorre com maior frequência em ambientes úmidos, como áreas externas, banheiros, cozinhas, etc. Melchiades et al. (2000, p. 21) ressaltam que “[...] o contato do revestimento com a água quer durante o assentamento, quer durante o uso são praticamente impossíveis de serem evitados.”.

A literatura (MELCHIADES et al., 2003, p. 9) sugere que para se evitar a mancha d’água, existem fundamentalmente duas possibilidades:

- a) especificar revestimentos que não desenvolvam a mancha d’água;
- b) impedir que a água chegue até o suporte dos revestimentos.

A origem deste problema em placas cerâmicas esmaltadas para revestimentos envolve a absorção de água pelo suporte cerâmico, pois este apresenta porosidade (em maior ou menor grau, dependendo da peça em si). O contato do suporte cerâmico com a água se dá em duas situações:

- a) durante o assentamento das placas, através da absorção de água da argamassa de assentamento;
- b) durante o uso, através do rejunte, caso este não seja suficientemente impermeável ou foi mal executado.

Entretanto, não é apenas o contato do suporte cerâmico com a água que determina a observação do problema, pois o engobe representa um importante ponto de controle na visualização da absorção de água pela base. Em outras palavras, engobes bem formulados e em espessura adequada são eficazes para impedir que a água que foi absorvida fique retida abaixo do esmalte. É importante ressaltar que o engobe deve criar um filme impermeável e possuir espessura suficiente para a não visualização da mancha d'água. Melchiades et al. (2002, p. 31) reforçam esta ideia ao citarem os aspectos que devem ser considerados para a definição da composição de engobes que não permitam a observação do problema e, para eles, tais fatores são: a espessura da camada, a transparência da fase vítrea e a presença de poros abertos.

Entretanto, os produtores estão produzindo engobes cada vez mais permeáveis e menos espessos para diminuir custos e aumentar a produtividade, pois não existem normas relativas à mancha d'água e nem discussões propondo texto normativo. Tecnicamente é mais difícil trabalhar com engobes impermeáveis, principalmente quando se leva em consideração as características das massas e as condições de fabricação adotadas por considerável parte das empresas (MELCHIADES et al., 2003, p. 10).

Os rejuntas também representam outro importante ponto de controle de absorção de água. Em áreas molhadas, como, por exemplo, um box de banheiro, o contato das placas com a água é muito intenso. Nesses casos, as juntas entre componentes podem representar um ponto de acesso ao suporte cerâmico. É fato que “[...] nos casos de emprego de rejuntas permeáveis em locais úmidos, a umidade inevitavelmente chegará ao suporte.” (MELCHIADES et al., 2003, p. 9). Conforme citado, o Instituto de Tecnología Cerámica¹⁰ (1994 apud JUNGINGER, 2003b, p. 6) atentou para as qualidades dos aditivos dos rejuntas industrializados bicomponentes em diminuir a permeabilidade do rejuntamento. Byrne¹¹ (1995 apud

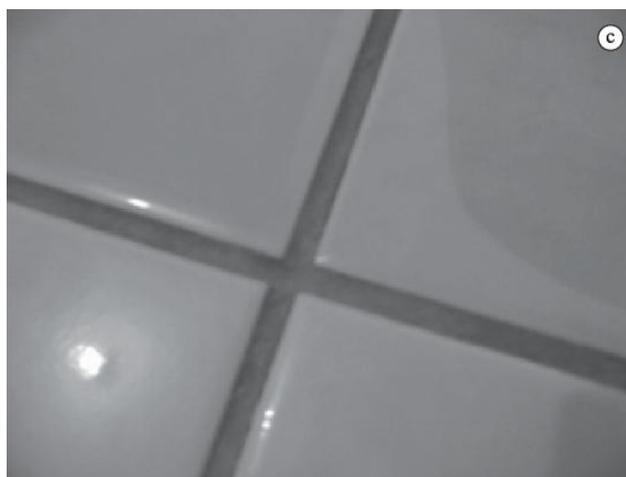
¹⁰ INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA. **Colocación de pavimentos y revestimientos cerámicos.** Castellón/Espanha, 1994.

¹¹ BYRNE, M. **Setting Tile.** 1. ed. Newtown/USA: The Taunton Press, 1995.

JUNGINGER, 2003b, p. 7) também ressaltou que este tipo de rejuntamento é mais resistente à penetração de água.

No caso em que certa placa cerâmica é propensa a apresentar a mancha d'água, a argamassa de assentamento, por conter água, pode desencadear o problema, que pode ser observado na figura 8.

Figura 8 – Manifestação da mancha d'água devido a retenção de água de preparação da argamassa colante



(fonte: QUINTEIRO et al., 2010, p. 20)

Quinteiro et al. (2010, p. 20) identificam o seguinte:

O manchamento é observado após o assentamento e pode ocorrer secagem e recuperação da tonalidade original da peça a partir das bordas. O desaparecimento completo desta mancha pode levar alguns anos ou, em alguns casos, nunca desaparecer completamente. Esta é uma manifestação típica de ocorrência que tem correlação com os materiais e/ou procedimentos de assentamento. É muito grande a frequência de reclamações que se enquadram neste padrão de ocorrência.

Deve-se levar em conta que placas cerâmicas esmaltadas para revestimento são materiais que, invariavelmente, estarão em contato com a água, seja em uma situação temporária, como durante o assentamento com argamassa colante, seja durante a vida útil do revestimento, como a permeação de água pelo rejuntamento.

Conforme citado anteriormente, é fato que o umedecimento do suporte cerâmico pode levar ao problema. A bibliografia (MELCHIADES et al., 2003, p. 9) identifica algumas das situações comuns em que existe a possibilidade de umedecimento do suporte, a saber:

- a) rejuntas permeáveis em locais úmidos;
- b) assentamento incorreto;
- c) vazamentos hidráulicos;
- d) infiltrações.

Os mesmos autores também sugerem que o acabamento das juntas durante o assentamento também é um fator que contribui para a ocorrência do problema:

No que se refere ao assentamento incorreto, é comum se “vincar” o rejunte para obter um aspecto esteticamente mais agradável. Entretanto, se essa operação não for corretamente executada, o suporte pode ficar exposto e permite a penetração da água quando umedecido e, em alguns casos, dar origem à mancha d’água.

Finalmente, Melchiades et al. (2003, p. 9) mencionam uma questão interessante a respeito dos revestimentos que estão sujeitos a apresentarem a mancha d’água:

Invariavelmente pode-se afirmar que vazamentos e infiltrações são indesejáveis em qualquer construção, pois além dos efeitos estéticos, podem comprometer a integridade da estrutura. Assim sendo, é desejável que, caso essas anomalias ocorram, sejam acompanhadas de evidências claras da sua presença para que o problema possa ser sanado o mais rapidamente possível. Nesses casos, entretanto, o uso de revestimento que não desenvolvem a mancha d’água em muito dificultam a detecção do problema e podem levar a consequências desastrosas.

Os referidos autores sugerem um benefício do uso de placas cerâmicas capazes de desenvolver a mancha d’água. Tais materiais alertariam para a ocorrência de outros problemas construtivos, como vazamentos. Considera-se, todavia, que a existência de um problema não pode ser usado como instrumento de identificação de outro.

Conforme identificado pela bibliografia, é fato que as placas cerâmicas esmaltadas para revestimento estão constantemente sujeitas ao contato com a água. Portanto, somado ao fato de que não existem normas técnicas nem especificações a respeito do problema em questão, resulta o consumidor à mercê dos produtores.

Quinteiro et al. (2010, p. 22) sugerem que existe uma dúvida recorrente sobre a atribuição de responsabilidade pela ocorrência de mancha d’água. Melchiades et al. (2003, p. 9-10) complementam que essa questão “[...] muitas vezes aparece em disputas legais e leva a indenizações consideráveis por parte dos fabricantes dos revestimentos.”. Como se percebe,

existe uma série de fatores que podem interferir na ocorrência ou não deste problema. Pode-se, por exemplo, assentar uma peça sujeita à mancha d'água em um box de banheiro, mas em função do rejunte utilizado pode-se nem observar o problema. Entretanto, esconder a mancha não representa uma solução, e sim um paliativo.

A bibliografia identifica que, no que se refere ao aspecto mercadológico, o consumidor deve ser respeitado. Nesse sentido, é certo que ele deseja que o revestimento não manche, e que a indústria de construção e os profissionais que especificam o rejunte é que deveriam especificar produtos de acordo com as necessidades do mercado (MELCHIADES et al., 2003, p. 10).

5.2 MÉTODOS DE MEDIDA DA MANCHA D'ÁGUA

Embora o fenômeno da mancha d'água seja uma manifestação patológica frequente em placas cerâmicas esmaltadas para revestimento, não existem métodos normalizados para a avaliação quantitativa do problema. Melchiades et al. (2000, p. 22) identificam que industrialmente existem três métodos para avaliação da mancha d'água: o método do reservatório, a imersão parcial das peças e o teste de absorção capilar.

Os mesmos autores ressaltam que, entretanto, estes métodos apresentam várias deficiências. A primeira, é que “[...] só permitem uma avaliação qualitativa do fenômeno.”. Outra, é que “[...] é difícil saber com precisão se as peças que apresentaram mancha d'água nestes testes apresentarão problemas semelhantes em condições de uso.”. Também, “[...] nenhum destes métodos avalia o desaparecimento da mancha d'água.”. Finalmente, identifica-se que “[...] em todos os métodos a avaliação é subjetiva e esbarra na pergunta fundamental ‘Qual a intensidade de variação de tonalidade admissível?’”. Assim, Melchiades et al. (2000, p. 22) concluem que é necessário um método que permita avaliar quantitativamente o fenômeno e é fundamental que se possa quantificar o efeito de cada variável envolvida, para se tentar trazer a mancha d'água para limites admissíveis.

5.2.1 Método do Reservatório

O método do reservatório, segundo Melchiades et al. (2000, p. 22), deve ser realizado conforme segue:

Nesse método, água (ou uma solução diluída de azul de metileno) é colocada em um recipiente afixado à superfície não esmaltada da peça, previamente seca em estufa, e ali permanece por um período de tempo pré-determinado. A seguir, a face esmaltada da peça é examinada à procura de regiões mais escuras que coincidam com a localização do reservatório.

5.2.2 Imersão Parcial das Peças

Este foi o método utilizado pelo Centro Cerâmico do Brasil para a avaliação da mancha d'água em 26 produtos nacionais, conforme indicado anteriormente. A bibliografia descreve o método (MELCHIADES et al., 2000, p. 22):

Este método é uma versão simplificada do método do reservatório. As peças, previamente secas em estufa, são parcialmente imersas em água (ou uma solução diluída de azul de metileno) e, após decorrido um período de tempo pré-estabelecido, são retiradas, enxugadas e observadas à procura de uma mudança de cor da parte imersa em relação à parte não imersa.

5.2.3 Teste de Absorção Capilar

Por fim, a bibliografia identifica outro método, conforme segue (MELCHIADES et al., 2000, p. 22):

Neste teste, a superfície não esmaltada da peça, previamente seca em estufa, é colocada sobre um material absorvente (uma esponja ou toalha de cozinha) que, por sua vez, está dentro de uma bandeja com água (ou uma solução diluída de azul de metileno). A espessura do material absorvente e o posicionamento da peça devem ser ajustados de modo que a mesma não entre em contato direto com o líquido da bandeja.

6 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa experimental desenvolvida neste trabalho consistiu inicialmente na coleta de placas cerâmicas esmaltadas para revestimento junto a empresas construtoras. Foram contatadas diversas construtoras, sendo que foi possível obter placas diferentes de fabricantes distintos. As placas coletadas, mesmo quando de um mesmo fabricante, se diferenciam em relação a características, tais como cor ou dimensões. Nestas ocasiões, foi possível também obter dados sobre o tipo de rejuntamento utilizado, o que é de extrema importância para esta pesquisa. Somente foram selecionadas obras de empresas que utilizaram como revestimento placas de cerâmica esmaltada em conjunto com rejunte industrializado de base cimentícia.

Optou-se por identificar cada fabricante de placas cerâmicas esmaltadas por letras. Além disso, numerou-se cada placa, pois em alguns casos foi possível adquirir mais de uma peça do mesmo modelo.

Dentre os três ensaios descritos nesta pesquisa, optou-se pela imersão parcial em água. Trata-se de uma opção que apresenta execução relativamente simples e que apresenta resultados facilmente identificáveis.

6.1 ENSAIO DE IMERSÃO PARCIAL EM ÁGUA

Com as placas coletadas, seguiu-se a realização do ensaio de imersão parcial em água, ensaio não normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Melchiades et al. (2000, p. 22-25) apresentam um procedimento experimental que utiliza leituras de coordenadas tricromáticas de uma dada região da placa cerâmica com o uso de um espectrofotômetro. Com este aparelho, é possível identificar variações na intensidade da mancha ao se comparar as leituras antes e depois da imersão parcial em água. Em vista da dificuldade em se obter o equipamento para a análise quantitativa e considerando o problema do ponto de vista do usuário, que percebe ou não a sua ocorrência, a análise que seguiu neste trabalho baseia-se em uma avaliação qualitativa da mancha d'água, obtida através de inspeção visual.

Outra simplificação que foi feita é a não utilização de estufa para secagem das peças, etapa esta explicitada pelos mesmos autores. Esta etapa não foi levada em conta, pois a observância da mancha d'água foi feita apenas comparativamente, ou seja, dependeu apenas da observação visual de variações de tonalidade. Desta forma, possíveis teores de umidade presentes nas peças escolhidas, no momento da execução do ensaio, não tem relevância para a metodologia empregada. Entretanto, esta posição só se verifica quando os possíveis teores de umidade são baixos.

A observação da mancha d'água, em alguns casos, se mostrou de fácil visualização a olho nu. Entretanto, por questões de limitações da câmera fotográfica utilizada, as fotografias nem sempre apresentaram resultados satisfatórios de visualização do efeito em meio digital. Por este motivo, utilizou-se o *software* de manipulação de imagens Microsoft Picture Manager (2010) a fim de aumentar o contraste e ser possível identificar o problema também em meio digital.

As etapas do ensaio de imersão parcial em água foram as seguintes:

- a) anotação da umidade relativa do ar e temperatura para Porto Alegre no momento dos ensaios, informações estas provenientes de dois *sites* distintos;
- b) inserção da placa cerâmica (limpa, seca ao ar, sem sinais de rachaduras ou pedaços quebrados) em bacia com água;
- c) verificação a olho nu da ocorrência ou não da mancha d'água em intervalos de 15 minutos, com máximo de três intervalos de 15 minutos (totalizando 45 minutos) e registro da informação;
- d) verificação em meio digital da mancha d'água e edição de imagem em *software* a fim de aumentar o contraste quando necessário a fim de publicação gráfica dos resultados.

Este método pôde compreender satisfatoriamente os fatores necessários para a identificação qualitativa da mancha d'água. A figura 9 ilustra a execução do ensaio de imersão parcial em água.

Figura 9 – Execução do ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

No caso em que uma ou mais placas de determinado modelo de certo fabricante apresentaram a mancha d'água, prosseguiu-se à molhagem do box e conseqüente análise dos resultados.

6.2 MOLHAGEM DO BOX

Com a autorização prévia das empresas construtoras contatadas, foi possível executar a molhagem do box de banheiro em que se utilizou as peças retiradas de mesmo lote, em conjunto com o rejunte industrializado utilizado. As etapas da molhagem do box foram as seguintes:

- a) cobrir o ralo do box com o auxílio de tampa para ralo, filme plástico e fita adesiva com o objetivo de vedá-lo;
- b) abertura do registro do chuveiro (quando existente) ou enchimento do box com auxílio de mangueira ou balde a fim de formar lâmina d'água sobre o mesmo;
- c) manutenção do nível da lamina d'água em função de eventual escoamento de água devido a possível má vedação do ralo;
- d) esvaziamento da lamina d'água após período de uma hora e verificação da ocorrência ou não de mancha d'água.

O tempo de uma hora em que a lâmina d'água foi mantida no box foi adotado através do entendimento de que em condições normais de utilização, é improvável que água permaneça

empoçada por período de tempo mais elevado, a menos que exista problema de caimento do piso. Considera-se que caimento inadequado se deve a problema de projeto e/ou execução e não deveria ter acontecido. Assim, este intervalo de tempo contempla uma condição severa de molhagem. A figura 10 ilustra a execução da molhagem de um box.

Figura 10 – Molhagem do box



(fonte: foto do autor)

Nas situações em que foi possível identificar a olho nu mancha d'água após a molhagem do box, se fez uso de acentuação de contraste em *software*, de maneira semelhante a realizada com a imersão parcial em água, a fim de documentar fotograficamente. Finalmente, ao se confrontarem os resultados da molhagem do box com os resultados do ensaio de imersão em água, foi possível chegar a conclusões a respeito da capacidade do rejuntamento de impedir ou não a mancha d'água.

7 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo pretende apresentar os resultados dos ensaios realizados com as placas cerâmicas e respectivos boxes individualmente. Conforme explicitado anteriormente, um determinado modelo de placa cerâmica esmaltada para revestimento foi identificado com uma letra maiúscula. O número que segue à letra designa diferentes placas coletadas de mesmo modelo e de um mesmo fabricante, pois foi possível coletar duas placas para cada modelo. Apenas a título de exemplo, ensaios hipotéticos X1 e X2 se referem a duas placas, 1 e 2, coletadas do mesmo modelo X de certo fabricante.

Foram contatadas quatro empresas construtoras diferentes, sendo possível obter seis placas distintas. As placas A e B são do mesmo fabricante, mas são modelos diferentes. A placa D é de outro fabricante, enquanto que a placa F é de mais outro, diferente dos fabricantes das placas A, B e E. Para as placas C e E não foi possível identificar o fabricante. O quadro 1 resume estas informações.

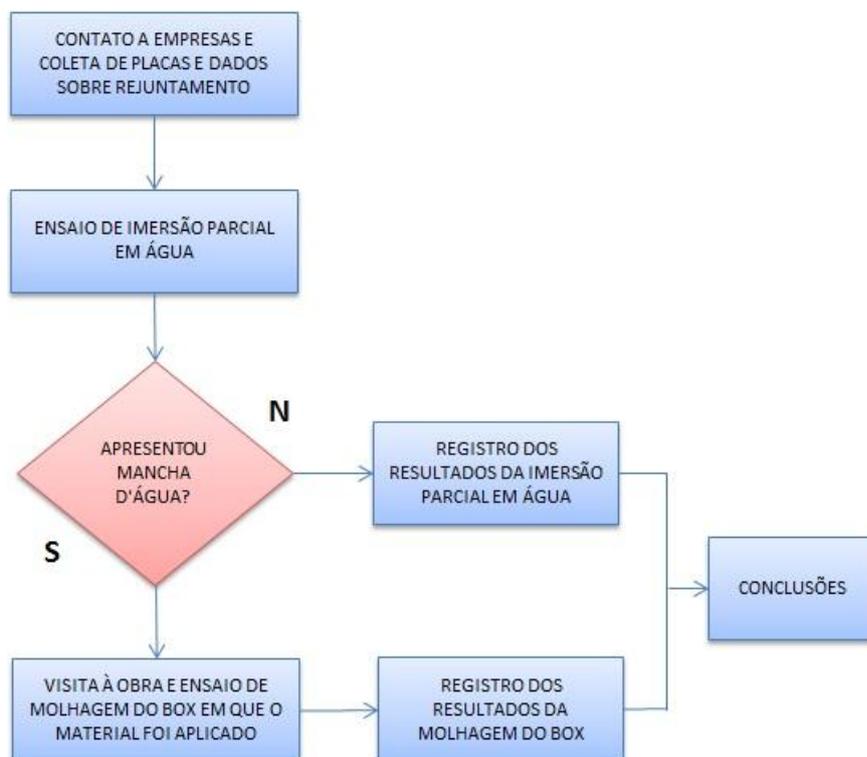
Quadro 1 – Resumo dos dados obtidos

Fabricante	Modelo	Tamanho (cm)	Cor	Efeito Visual
I	A	30 x 30	branca	liso fosco
I	B	30 x 30	branca	liso fosco
Desconhecido	C	34 x 34	cinza	decorado fosco
II	D	34 x 34	branca	decorado fosco
Desconhecido	E	20 x 20	branca	liso fosco
III	F	30 x 30	branca	liso brilhante

(fonte: elaborado pelo autor)

A figura 11 apresenta um fluxograma simplificado das etapas envolvidas na execução dos ensaios e obtenção dos resultados. Nos próximos itens são apresentados os resultados correspondentes a cada placa.

Figura 11 – Fluxograma das etapas



(fonte: elaborado pelo autor)

7.1 PLACA A1

A placa A1 apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, mas não apresentou o problema ao se executar a molhagem do box. A figura 12 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 12 – Placa A1 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.1.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água apresentou a mancha d'água no primeiro intervalo de 15 minutos, visível a olho nu. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 14 de fevereiro de 2013, iniciando às 16:00 e finalizando às 16:15;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 43% e a temperatura do ar era de 33°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 50% e a temperatura do ar era de 34°C.

A figura 13 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça A1.

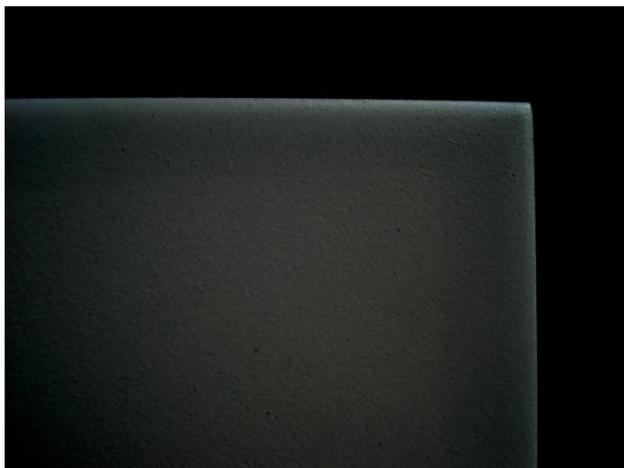
Figura 13 – Placa A1 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

A figura 14 apresenta uma fotografia manipulada digitalmente visando facilitar a identificação da mancha d'água nas bordas da peça.

Figura 14 – Placa A1 – identificação da mancha d'água



(fonte: foto do autor)

7.1.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não apresentou a mancha d'água. O ensaio foi realizado em 19 de fevereiro de 2013, iniciando às 14:05 e finalizando às 15:05. O rejunte utilizado neste box é do tipo industrializado a base cimentícia. A figura 15 apresenta uma fotografia do ensaio de molhagem do box.

Figura 15 – Placa A1 – ensaio de molhagem do box



(fonte: foto do autor)

7.2 PLACA A2

A placa A2 apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, mas não apresentou o problema ao se executar a molhagem do box. A figura 16 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 16 – Placa A2 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.2.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água apresentou a mancha d'água no primeiro intervalo de 15 minutos, visível a olho nu. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 14 de fevereiro de 2013, iniciando às 16:55 e finalizando às 17:10;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 43% e a temperatura do ar era de 33°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 50% e a temperatura do ar era de 34°C.

A figura 17 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça A2.

Figura 17 – Placa A2 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

A figura 18 apresenta uma fotografia manipulada digitalmente visando facilitar a identificação da mancha d'água nas bordas da peça.

Figura 18 – Placa A2 – identificação da mancha d'água



(fonte: foto do autor)

7.2.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não apresentou a mancha d'água. O ensaio foi realizado em 19 de fevereiro de 2013, iniciando às 14:05 e finalizando às 15:05. O rejunte utilizado neste box é do tipo industrializado. A figura 19 apresenta uma fotografia do ensaio de molhagem do box.

Figura 19 – Placa A2 – ensaio de molhagem do box



(fonte: foto do autor)

7.3 PLACA B1

A placa B1 não apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, portanto não se executou a molhagem do box. A figura 20 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 20 – Placa B1 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.3.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água não apresentou a mancha d'água em nenhum dos três intervalos de 15 minutos. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 14 de fevereiro de 2013, iniciando às 14:50 e finalizando às 15:35;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 62% e a temperatura do ar era de 28°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 56% e a temperatura do ar era de 32°C.

A figura 21 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça A2.

Figura 21 – Placa B1 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

7.3.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não foi executado pois a mancha d'água não foi identificada a olho nu após a execução do ensaio de imersão parcial em água. A alteração do contraste da fotografia em *software* serviu como suporte para a conclusão.

7.4 PLACA B2

A placa B2 não apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, portanto não se executou a molhagem do box. A figura 22 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 22 – Placa B2 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.4.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água não apresentou a mancha d'água em nenhum dos três intervalos de 15 minutos. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 14 de fevereiro de 2013, iniciando às 17:30 e finalizando às 18:15;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 43% e a temperatura do ar era de 33°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 50% e a temperatura do ar era de 34°C.

A figura 23 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça B2.

Figura 23 – Placa B2 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

7.4.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não foi executado pois a mancha d'água não foi identificada a olho nu após a execução do ensaio de imersão parcial em água. A alteração do contraste da fotografia em *software* serviu como suporte para a conclusão.

7.5 PLACA C1

A placa C1 não apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, portanto não se executou a molhagem do box. A figura 24 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 24 – Placa C1 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.5.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água não apresentou a mancha d'água em nenhum dos três intervalos de 15 minutos. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 15 de maio de 2013, iniciando às 10:55 e finalizando às 11:40;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 83% e a temperatura do ar era de 22°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 78% e a temperatura do ar era de 23°C.

A figura 25 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça C1.

Figura 25 – Placa C1 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

7.5.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não foi executado pois a mancha d'água não foi identificada a olho nu após a execução do ensaio de imersão parcial em água. A alteração do contraste da fotografia em *software* serviu como suporte para a conclusão.

7.6 PLACA C2

A placa C2 não apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, portanto não se executou a molhagem do box. A figura 26 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 26 – Placa C2 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.6.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água não apresentou a mancha d'água em nenhum dos três intervalos de 15 minutos. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 15 de maio de 2013, iniciando às 12:00 e finalizando às 12:45;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 83% e a temperatura do ar era de 22°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 78% e a temperatura do ar era de 23°C.

A figura 27 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça C2.

Figura 27 – Placa C2 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

7.6.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não foi executado pois a mancha d'água não foi identificada a olho nu após a execução do ensaio de imersão parcial em água. A alteração do contraste da fotografia em *software* serviu como suporte para a conclusão.

7.7 PLACA D1

A placa D1 apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, mas não apresentou o problema ao se executar a molhagem do box. A figura 28 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 28 – Placa D1 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.7.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água apresentou a mancha d'água no primeiro intervalo de 15 minutos, visível a olho nu. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 15 de maio de 2013, iniciando às 11:28 e finalizando às 11:43;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 83% e a temperatura do ar era de 22°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 78% e a temperatura do ar era de 23°C.

A figura 29 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça D1.

Figura 29 – Placa D1 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

A figura 30 apresenta uma fotografia manipulada digitalmente visando facilitar a identificação da mancha d'água nas bordas da peça.

Figura 30 – Placa D1 – identificação da mancha d'água



(fonte: foto do autor)

7.7.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não apresentou a mancha d'água. O ensaio foi realizado em 20 de maio de 2013, iniciando às 16:15 e finalizando às 17:15. O rejunte utilizado neste box é do tipo industrializado. A figura 31 apresenta uma fotografia do ensaio de molhagem do box.

Figura 31 – Placa D1 – ensaio de molhagem do box



(fonte: foto do autor)

7.8 PLACA D2

A placa D2 apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, mas não apresentou o problema ao se executar a molhagem do box. A figura 32 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 32 – Placa D2 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.8.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água apresentou a mancha d'água no primeiro intervalo de 15 minutos, visível a olho nu. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 15 de maio de 2013, iniciando às 12:03 e finalizando às 12:18;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 83% e a temperatura do ar era de 22°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 74% e a temperatura do ar era de 24°C.

A figura 33 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça D2.

Figura 33 – Placa D2 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

A figura 34 apresenta uma fotografia manipulada digitalmente visando facilitar a identificação da mancha d'água nas bordas da peça.

Figura 34 – Placa D2 – identificação da mancha d'água



(fonte: foto do autor)

7.8.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não apresentou a mancha d'água. O ensaio foi realizado em 20 de maio de 2013, iniciando às 16:15 e finalizando às 17:15. O rejunte utilizado neste box é do tipo industrializado. A figura 35 apresenta uma fotografia do ensaio de molhagem do box.

Figura 35 – Placa D2 – ensaio de molhagem do box



(fonte: foto do autor)

7.9 PLACA E1

A placa E1 não apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, portanto não se executou a molhagem do box. A figura 36 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 36 – Placa E1 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.9.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água não apresentou a mancha d'água em nenhum dos três intervalos de 15 minutos. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 22 de maio de 2013, iniciando às 12:57 e finalizando às 13:42;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 94% e a temperatura do ar era de 12°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 88% e a temperatura do ar era de 15°C.

A figura 37 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça E1.

Figura 37 – Placa E1 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

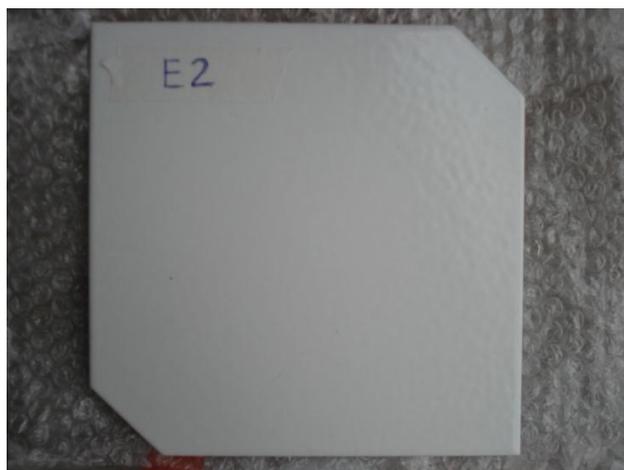
7.9.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não foi executado pois a mancha d'água não foi identificada a olho nu após a execução do ensaio de imersão parcial em água. A alteração do contraste da fotografia em *software* serviu como suporte para a conclusão.

7.10 PLACA E2

A placa E2 não apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água, portanto não se executou a molhagem do box. A figura 38 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 38 – Placa E2 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.10.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água não apresentou a mancha d'água em nenhum dos três intervalos de 15 minutos. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio.

- a) ensaio realizado em 22 de maio de 2013, iniciando às 12:57 e finalizando às 13:42;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 94% e a temperatura do ar era de 12°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 88% e a temperatura do ar era de 15°C.

A figura 39 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça E2.

Figura 39 – Placa E2 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

7.10.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box não foi executado pois a mancha d'água não foi identificada a olho nu após a execução do ensaio de imersão parcial em água. A alteração do contraste da fotografia em *software* serviu como suporte para a conclusão.

7.11 PLACA F1

A placa F1 apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água e também apresentou o problema ao se executar a molhagem do box. A figura 40 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 40 – Placa F1 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.11.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água apresentou a mancha d'água no primeiro intervalo de 15 minutos, visível a olho nu. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 24 de maio de 2013, iniciando às 15:25 e finalizando às 15:40;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 88% e a temperatura do ar era de 17°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 94% e a temperatura do ar era de 11°C.

A figura 41 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça F1.

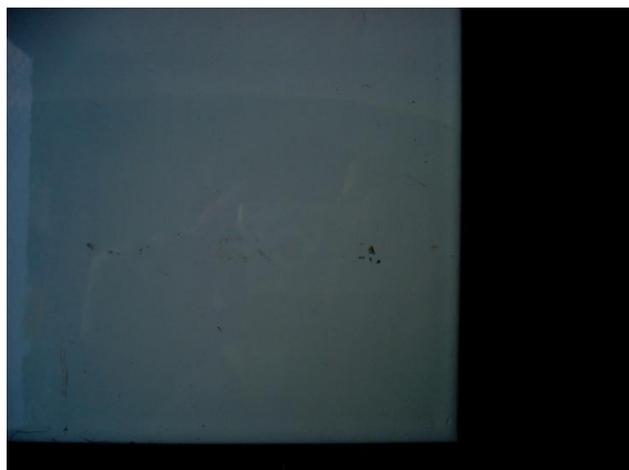
Figura 41 – Placa F1 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

A figura 42 apresenta uma fotografia manipulada digitalmente visando facilitar a identificação da mancha d'água nas bordas da peça.

Figura 42 – Placa F1 – identificação da mancha d'água

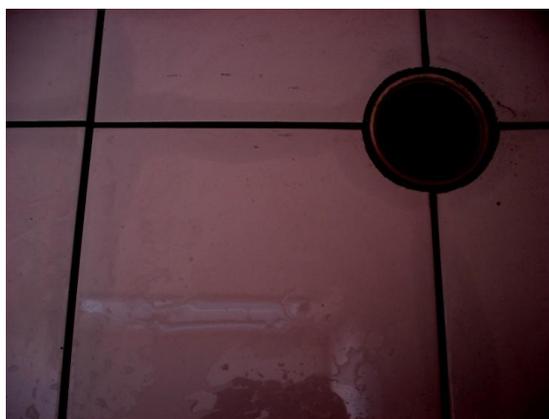


(fonte: foto do autor)

7.11.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box apresentou a mancha d'água. O ensaio foi realizado em 25 de maio de 2013, iniciando às 11:20 e finalizando às 12:20. O rejunte utilizado neste box é do tipo industrializado. A figura 43 apresenta uma fotografia do ensaio de molhagem do box. Nesta fotografia, o contraste foi alterado para facilitar a visualização do efeito.

Figura 43 – Placa F1 – ensaio de molhagem do box



(fonte: foto do autor)

7.12 PLACA F2

A placa F2 apresentou mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água e também apresentou o problema ao se executar a molhagem do box. A figura 44 apresenta uma fotografia da peça ensaiada em sua condição de armazenamento.

Figura 44 – Placa F2 – armazenamento



(fonte: foto do autor)

7.12.1 Imersão Parcial em água

Para esta placa, o ensaio de imersão parcial em água apresentou a mancha d'água no primeiro intervalo de 15 minutos, visível a olho nu. Os dados a seguir referem-se ao dia do ensaio:

- a) ensaio realizado em 24 de maio de 2013, iniciando às 15:25 e finalizando às 15:40;
- b) para o *site* 1 a umidade relativa do ar era de 88% e a temperatura do ar era de 17°C, enquanto que para o *site* 2 a umidade relativa do ar era de 94% e a temperatura do ar era de 11°C.

A figura 45 apresenta uma fotografia do ensaio de imersão parcial em água da peça F2.

Figura 45 – Placa F2 – ensaio de imersão parcial em água



(fonte: foto do autor)

A figura 46 apresenta uma fotografia manipulada digitalmente visando facilitar a identificação da mancha d'água nas bordas da peça.

Figura 46 – Placa F2 – identificação da mancha d'água



(fonte: foto do autor)

7.12.2 Molhagem do Box

Para esta placa, o ensaio de molhagem do box apresentou a mancha d'água. O ensaio foi realizado em 25 de maio de 2013, iniciando às 11:20 e finalizando às 12:20. O rejunte utilizado neste box é do tipo industrializado. A figura 47 apresenta uma fotografia do ensaio de molhagem do box. Nesta fotografia, o contraste foi alterado para facilitar a visualização do efeito.

Figura 47 – Placa F2 – ensaio de molhagem do box



(fonte: foto do autor)

8 ANÁLISE DOS DADOS E CONCLUSÕES

O quadro 2 contempla um resumo dos resultados das 12 placas cerâmicas esmaltadas para revestimento estudadas.

Quadro 2 – Resumo de ocorrência da mancha d'água

Placa	Mancha d'água	
	Imersão parcial em água	Molhagem do box
A1	APRESENTOU	NÃO APRESENTOU
A2	APRESENTOU	NÃO APRESENTOU
B1	NÃO APRESENTOU	NÃO REALIZADO
B2	NÃO APRESENTOU	NÃO REALIZADO
C1	NÃO APRESENTOU	NÃO REALIZADO
C2	NÃO APRESENTOU	NÃO REALIZADO
D1	APRESENTOU	NÃO APRESENTOU
D2	APRESENTOU	NÃO APRESENTOU
E1	NÃO APRESENTOU	NÃO REALIZADO
E2	NÃO APRESENTOU	NÃO REALIZADO
F1	APRESENTOU	APRESENTOU
F2	APRESENTOU	APRESENTOU

(fonte: elaborado pelo autor)

Os dados desse quadro permitem fazer algumas inferências. Foram coletadas e ensaiadas seis placas diferentes, sendo que destas, três apresentaram mancha d'água no ensaio de imersão parcial em água. Estes resultados são inferiores aos obtidos pelo Centro Cerâmico do Brasil, onde estes identificam que 69% das 26 placas cerâmicas por eles estudadas apresentam a mancha d'água, embora comparações entre os resultados não devam ser feitas. Melchiades et al. (2003, p. 8) ressaltam que “[...] outras características como a cor da base e absorção de água, por exemplo, afetam significativamente a probabilidade do desenvolvimento da mancha d'água.”. Os autores citam que o Centro Cerâmico do Brasil não apresentou tais informações, portanto não é possível comparar exatamente os resultados entre a pesquisa do Centro Cerâmico do Brasil e desta presente pesquisa.

Melchiades et al. (2000, p. 21-22) identificam que “[...] uma empresa que trabalhasse com camadas espessas de esmaltes opacos, camadas espessas de engobes impermeáveis e perfeitamente opacos e suportes sem porosidade não precisaria se preocupar com a mancha d’água [...]”. É possível inferir que esmaltes e decorações mais claras permitem observar o fenômeno de forma facilitada. Esta conclusão é reforçada no fato de que placas cerâmicas esmaltadas que apresentam esmalte e decoração mais escuros e com efeitos, como rajados e tonalidades diferentes de pigmentos podem mascarar a visualização do problema. Assim sendo, é possível que o engobe de tais placas possa ter permitido a passagem de água vinda do suporte, mas o esmalte pode ter evitado a observação do problema. Deve-se ter em mente que o ponto levantado aqui é sobre a percepção da mancha d’água, pois ela pode ser mais ou menos facilmente identificada em função das características do esmalte. Da mesma forma é possível concluir que, para as placas de esmalte branco que não apresentaram problemas, é razoável que o engobe esteja cumprindo sua função de impermeabilizar a camada suporte, respeitando a mesma observação feita sobre os esmaltes.

A metodologia adotada para esta pesquisa se mostrou eficaz para a avaliação da ocorrência da mancha d’água e a influência do rejunte em evitá-la. Esta pesquisa não se mostrou onerosa, pois todo o material utilizado é de custo baixo e facilmente encontrado. O ensaio de imersão parcial, por não ser normatizado, permitiu a liberdade de adoção de critérios próprios de preparação e avaliação. Melchiades et al. (2000, p. 22), por exemplo, descrevem que as peças são secas em estufa, etapa não seguida para esta pesquisa porque se entende que a comparação visual da mancha d’água entre a parte imersa e a não imersa da placa é possível independente de possíveis teores presentes na placa. Esta opção também elimina a necessidade de utilizar estufa, simplificando as etapas da pesquisa.

Para a molhagem do box também não foram utilizados materiais onerosos e de difícil obtenção. O ponto mais crítico foi a vedação do ralo, de forma a evitar o escoamento de água pelo ralo antes do fim do ensaio. Para resolver este problema, pesos extras aplicados na tampa do ralo permitiram minimizar a fuga da água. Em conjunto, acréscimos de água permitiram a manutenção da lâmina d’água. A condição inicial dos boxes era de não utilização, em função das etapas finais de conclusão da obra não envolverem molhagens. Entretanto, o box onde as placas cerâmicas D1 e D2 estão instaladas é constantemente molhado em função de sua

condição normal de uso, pois trata-se de um banheiro residencial que é utilizado frequentemente.

As placas que apresentaram o problema, A1, A2, D1, D2, F1 e F2, possibilitaram a observação da mancha d'água nos primeiros 15 minutos do ensaio de imersão parcial em água, não ficando nenhum efeito residual de mancha após secagem. Entretanto, o tempo de secagem e desaparecimento da mancha d'água não foi quantificado. Melchiades et al. (2003, p. 8) ressaltam que, no levantamento do Centro Cerâmico do Brasil, todas as placas que apresentaram a mancha d'água possibilitaram a visualização do problema após um período entre cinco e 30 minutos de imersão. Neste caso, o engobe não permite esconder a mancha d'água vinda do suporte. Ao se executar a molhagem dos três boxes revestidos com placas correspondentes às ensaiadas foi possível identificar que a mancha d'água não ocorreu para dois deles, mas ocorreu para um. Conforme explicitado nos objetivos deste trabalho, foi utilizado rejunte industrializado de base cimentícia, produto comumente encontrado no mercado brasileiro. Assim, é possível verificar que em dois dos três casos estudados, os rejuntamentos foram eficientes em bloquear ou, ao menos, minimizar o acesso de água ao substrato, mesmo quando em condição mais severa de molhagem.

Essa maior eficiência do rejunte pode ser decorrente dos aditivos presentes nestes materiais, da relação água/aglomerante, resultante do proporcionamento feito em obra, do modo de execução do rejuntamento e também das condições de cura do mesmo. Provavelmente as obras em estudo não adotem uma condição de cura propriamente dita, mas as condições ambientais poderiam atuar mais ou menos desfavoráveis. Entretanto, não se pode chegar a uma conclusão sobre a influência do rejunte em impedir a mancha d'água, pois a amostra não é representativa dentro de um universo muito grande.

Ainda sobre esta questão da influência do rejunte, é conveniente ressaltar a questão que existe sobre necessidade ou obrigatoriedade dos rejuntas epóxi para evitar a mancha d'água. Conforme identificado nesta pesquisa, o Instituto de Tecnología Cerámica¹² (1994 apud JUNGINGER, 2003b, p. 7) sugere que o rejunte deve ser bicomponente, como as resinas epóxi e outros materiais especiais, em áreas em que o revestimento cerâmico estiver em contato mais severo com a água. A capacidade de impermeabilização da resina epóxi é maior, embora não exista obrigatoriedade de utilizar este tipo de material para áreas sujeitas à água,

¹² INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA. **Colocación de pavimentos y revestimientos cerámicos.** Castellón/Espanha, 1994.

como os boxes de banheiros. Melchiades et al. (2003, p. 9) entendem que os revestimentos cerâmicos, materiais amplamente utilizados justamente por impermeabilizarem superfícies de forma eficaz, não são projetados para que seus suportes sejam umedecidos durante o uso, portanto é razoável especificar rejuntas que evitem este contato com a água e que o assentamento seja bem executado. A conclusão que se pode chegar é que os rejuntas industrializados, seja o de base cimentícia ou a resina epóxi, dependem de formulações adequadas que de fato sirvam para barrar a passagem de água, muito embora esta pesquisa não pôde concluir se os rejuntas estudados apresentavam tais formulações.

Foi visto neste trabalho que a posição dos fabricantes é a de ignorar o problema, em função de ausência de normas que exijam o controle, barateando custos de engobes. Portanto, é muito provável que o consumidor possa escolher inadvertidamente no mercado placas cerâmicas que possam levar a apresentar o problema. O consumidor pode evitar incômodos futuros ao ter em mente a existência do problema, deixando de comprar produtos que desenvolvam a mancha d'água. Neste caso, o construtor poderia testar algumas placas cerâmicas de sua preferência, evitando aquelas que apresentem a mancha d'água. Conforme visto nesta pesquisa, os procedimentos para visualização da mancha d'água em placas isoladas são relativamente simples e de baixo custo. No caso de o consumidor aceitar produtos que apresentam a mancha d'água, é possível evitar o problema ao se estabelecer condições precisas quanto ao material de rejuntamento e método de execução. Uma empresa de engenharia pode, inclusive, realizar a molhagem de um box para se ter ideia de que as escolhas dos materiais de rejuntamento e o método de execução são adequados. Caso as escolhas resultem em mancha d'água, é possível escolher outros materiais, até se obter um resultado satisfatório. Nesse caso, o problema é que os materiais cerâmicos possivelmente já estariam comprados.

Outra observação é que o box revestido com as placas D1 e D2 apresenta o mesmo rejuntamento há pelo menos 15 anos e, mesmo assim, ainda cumpre sua função de vedar o sistema. Inclusive, a Norma NBR 15575, estabelece que o prazo de garantia mínimo para revestimentos de pisos em cerâmica é de três anos no quesito estanqueidade de pisos molhados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 48).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. [Apresenta informações a respeito do segmento de revestimentos cerâmicos]. [s. l.], 2012. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br/site/?area=43>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753**: revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento. Rio de Janeiro, 1996a.

_____. **NBR 13754**: revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento. Rio de Janeiro, 1996b.

_____. **NBR 13755**: revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento. Rio de Janeiro, 1996c.

_____. **NBR 13816**: placas cerâmicas para revestimento – terminologia. Rio de Janeiro, 1997a.

_____. **NBR 13817**: placas cerâmicas para revestimento – classificação. Rio de Janeiro, 1997b.

_____. **NBR 15575-1**: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. [Apresenta números a respeito do setor de cerâmicas]. [s. l.], 2012a. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/site/?idConteudo=2152>>. Acesso em: 3 jun. 2012.

_____. [Figura sobre vendas de revestimentos cerâmicos no mercado interno e produção brasileira de revestimentos cerâmicos]. [s. l.], 2012b. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/site/default.aspx?idConteudo=159&n=Brasil>>. Acesso em: 8 jun. 2012.

BERTO, A. M. Adequação das propriedades de tintas e esmaltes aos sistemas de aplicação e técnicas decorativas. Parte I: Esmaltação. **Cerâmica Industrial**: a revista do técnico cerâmico brasileiro. São Paulo, v. 5, n. 5, p. 11-18, set./out. 2000. Disponível em: <www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n05/v5n5_2.pdf>. Acesso em: 4 maio 2013.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimentos cerâmicos**. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

DAL BÓ, M.; MELCHIADES, F. G.; BOSCHI, A. O.; HOTZA, D. Efeito das propriedades dos esmaltes e engobes sobre a curvatura de revestimentos cerâmicos. **Cerâmica**. São Paulo, v. 58, n. 345, p. 118-125, jan./mar. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v58n345/19.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2012.

INCOPIOS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PISOS LTDA. Santa Gertrudes, 2011. Vídeo institucional. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=DOuYHd8AAKw>>. Acesso em: 11 jun. 2012.

JUNGINGER, M. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos:** influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis. 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003a. Disponível em: <maxjunginger.pcc.usp.br/images/Trabalhos/Dissert_Max.pdf>. Acesso em: 28 maio 2012.

_____. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos:** influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis. São Paulo: EPUSP, 2003b. Boletim Técnico PCC n. 372. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT372-%20Junginger.PDF>. Acesso em: 28 maio 2012.

LAGO, F. E. **Manchas em porcelanato:** análise de produtos encontrados no mercado brasileiro. 64 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34400/000789687.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 26 maio 2012.

MELCHIADES, F. G.; ROMACHELLI, J. C.; BOSCHI, A. O. A mancha d'água em Revestimentos Cerâmicos: contribuição para o desenvolvimento de um método de medida. **Cerâmica Industrial:** a revista do técnico cerâmico brasileiro. São Paulo, v. 5, n. 4, p. 21-25, jul./ago. 2000. Disponível em: <www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n04/v5n4_3.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2012.

_____. A Mancha D'Água de Revestimentos Cerâmicos: defeito ou característica? **Cerâmica Industrial:** a revista do técnico cerâmico brasileiro. São Paulo, v. 8, n. 4, p. 7-10, jul./ago. 2003. Disponível em: <www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v08n04/v8n4_01.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2012.

MELCHIADES, F. G.; SILVA, L. L.; SILVA, V. A.; ROMACHELLI, J. C.; VARGAS, D. D. T.; BOSCHI, A. O. Sobre Engobes e Mancha D'Água. **Cerâmica Industrial:** a revista do técnico cerâmico brasileiro. São Paulo, v. 7, n. 4, p. 31-39, jul./ago. 2002. Disponível em: <www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v07n04/v7n4_4.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2012.

MICROSOFT Picture Manager, version 14.0.6015.1000: proofing tool. Santa Rosa/USA: Microsoft Corporation, 2010. Programa computacional.

MONTE, M. V. R. da C. **Avaliação de engobes no aparecimento da mancha d'água em revestimentos cerâmicos.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Marcia%20Valeria%20Rocha%20da%20Cruz%20Monte_M.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2012.

PRACIDELLI, S. Estudo dos Esmaltes Cerâmicos e Engobes. **Cerâmica Industrial**: a revista do técnico cerâmico brasileiro. São Paulo, v. 13, n. 1-2, p. 8-20, jan./abr. 2008. Disponível em: <www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v07n02/v7n2_4.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2012.

QUINTEIRO, E.; MENEGAZZO, A. P. M.; PASCHOAL, J. O. A.; GIBERTONI, C.; TEIXEIRA NETO, O. Manchamento do Engobe em Placas Cerâmicas Esmaltadas para Revestimentos – Parte 1: a mancha d’água. **Cerâmica Industrial**: a revista do técnico cerâmico brasileiro. São Paulo, v. 15, n. 3, p. 19-23, maio/jun. 2010. Disponível em: <www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v15n3/v15n3a02.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2012.

RESENDE, M. M.; JUNGINGER, M. **Análise das características das argamassas de rejuntamento**. São Paulo: EPUSP, 2001. Trabalho final da disciplina PCC 5831 – Tecnologia de Produção de Revestimentos Cerâmicos. Disponível em: <http://www.maxjunginger.pcc.usp.br/images/trabalhos/rejuntamento_arg.pdf> Acesso em: 3 jun. 2012.

VALIATI, V. G. **Estudo da Estanqueidade de Rejuntas em Revestimentos Cerâmicos Externos**. 108 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28545/000769472.pdf?sequence=1>> Acesso em: 27 maio 2012.