

João Paulo Iughetti Feres

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

LXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço.....18/03/05.....

Ass.:.....*[Signature]*.....

**ESTUDO DAS ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO:
ANÁLISE CRÍTICA DA NORMA NBR14992/2003 – A.R.
– ARGAMASSA À BASE DE CIMENTO PORTLAND
PARA REJUNTAMENTO DE PLACAS CERÂMICAS –
REQUISITOS E MÉTODOS DE ENSAIOS**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Tecnologia do Ambiente Construído

DEDALUS - Acervo - EESC



31100050938

Orientador : Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri



São Carlos
2004

TAF EESC ✓

2339

21190050938

TOF1/05

1437<<<

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

F349e

Feres, João Paulo Iughetti

Estudo das argamassas de rejuntamento: análise crítica da norma nbr14992/2003 - a.r. - argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - requisitos e métodos de ensaios / João Paulo Iughetti Feres. -- São Carlos, 2004.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2004.

Área: Arquitetura.


Orientador: Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri.

1. Rejunte. 2. Argamassa de rejuntamento. 3. Juntas de assentamento. 4. Sistema de revestimento cerâmico. 5. Patologias. 6. Normalização. I. Título.

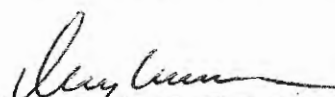
FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **JOÃO PAULO IUGHETTI FERES**

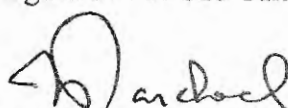
Dissertação defendida e julgada em 21-01-2005 perante a Comissão Julgadora:




Prof. Associado **EDIVALDO PAULO SICHIERI (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADO




Prof. Dr. **OSNY PELLEGRINO FERREIRA**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADO



Prof. Dr. **JOSÉ OCTAVIO ARMANI PASCHOAL**
(Centro Cerâmico do Brasil) APROVADO



Profª. Dra. **SARAH FELDMAN**
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e
Urbanismo



Prof. Associado **MARCIO ROBERTO SILVA CORRÊA**
Vice-Presidente da Comissão de Pós-Graduação, em Exercício

Dedico este trabalho à minha
filhinha **Vitória**, que desde a sua
chegada tem sido minha grande
fonte de inspiração e energia para a
superação de todos os obstáculos
que surgem em minha vida!

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a esta instituição, pois a Universidade de São Paulo foi para mim, assim como para muitos brasileiros, a fonte dos conhecimentos que sempre alavancou, tanto minha vida pessoal, através dos bons exemplos de conduta de meus mestres, assim como minha vida profissional.

Agradeço ao Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri, que, além das orientações sempre pertinentes e imprescindíveis ao desenvolvimento deste trabalho, se tornou um grande amigo pela amizade e respeito oferecidos durante todo o nosso tempo de convívio;

Agradeço ao Prof. Dr. Osny Pellegrino Ferreira e ao Prof. Dr. José Octávio Armani Paschoal, pelas críticas e sugestões oferecidas quando do exame de qualificação e, principalmente, pelo apoio externado em tal ocasião;

Agradeço aos professores e funcionários do Departamento de Arquitetura e Urbanismo;

Agradeço ao meu amigo Maurício, pelo parceiro que foi ao longo deste caminho;

Agradeço aos meus amigos pessoais Geraldo Cássio, Rubens Maurício e Luís Arthur, que foram responsáveis por me passar a derradeira e imprescindível força de vontade, quando esta mais faltava na reta final;

Agradeço ao meu amigo Luís Henrique por sua colaboração na execução do Abstract;

Agradeço aos meus pais, no mínimo por serem responsáveis pelo código genético que muito me ajudou a atingir este objetivo, fora por todo o resto;

Ao meu irmão João Theodoro, que simplesmente pelo convívio, pelas palavras, pelo exemplo de conduta, é indispensável para qualquer objetivo que eu pretenda alcançar;

À minha irmã Ana Luiza, que me acolheu em sua casa quando precisei de isolamento para estudar para o exame de qualificação;

Agradeço ao amigo Carlos Armando, meu assessor para assuntos acadêmicos que, com muita competência, me ajudou na formatação e estruturação deste trabalho;

E por fim agradeço à Marília, que só ela sabe a paciência que precisou ter comigo durante estes últimos meses de convívio.

SUMÁRIO

RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa e Revisão Bibliográfica.....	16
2. OBJETIVOS	23
2.1 Gerais.....	24
2.2 Específicos	24
3. HISTÓRICO	25
4. COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO	27
4.1 Base ou substrato.....	31
4.2 Preparo da base (chapisco).....	33
4.3 Camada de regularização (Emboço / Reboco).....	33
4.4 Camada de fixação (argamassa adesiva)	35
4.5 Camada de acabamento (revestimento Cerâmico)	39
4.6 Juntas	45
4.6.1 Junta de Assentamento	46
4.6.2 Junta de movimentação	47
4.6.3 Junta de dessolidarização	48
4.6.4 Junta estrutural.....	49
5. ARGAMASSA DE REJUNTAMENTO	51
5.1 Definição	52
5.2 Características e propriedades das argamassas de rejuntamento	55
5.2.1 Impermeabilidade	55
5.2.2 Flexibilidade.....	56
5.2.3 Resistência a fungos e bactérias.....	56

5.2.4 Resistência ao manchamento	57
5.2.5 Estabilidade de pigmentação.....	57
5.3 Tipos de rejuntamento utilizado de acordo com as características do ambiente	58
5.3.1 Rejuntamento para utilização em ambiente pouco exigido	58
5.3.2 Rejuntamento para utilização em ambiente bastante exigido	59
5.3.3 Argamassa de rejuntamento para utilização em ambiente “agressivo”	59
6. COMPARAÇÃO DAS NORMAS NACIONAL E ESTRANGEIRAS DAS ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO	61
6.1 Norma ABNT NBR-14992 – 2003.....	63
6.2 Normas ABNT, ANSI, ISO, BSI e CEN.....	66
6.3 Aspectos técnicos não contemplados pela NBR 1492	67
7. PATOLOGIAS	69
7.1 Algumas patologias dos revestimentos cerâmicos relacionadas ao rejuntamento	72
7.1.1 Expansão por Umidade	72
7.1.2 Choque Térmico	73
7.1.3 Falhas de Assentamento.....	74
7.1.4 Fissuras.....	77
7.1.5 Eflorescência.....	79
7.1.6 Manchas.....	84
8. APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE REJUNTAMENTO	86
8.1 Preceitos da Boa Execução.....	87
8.2 Preparo das juntas de assentamento	87
8.3 Preparo do rejunte.....	89
8.4 Aplicação do rejunte	92
9. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS INTERLABORATORIAIS E COMENTÁRIOS	97
9.1 Resultados.....	98
9.2 Comentários	101

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
11. CONCLUSÕES	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXO.....	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Painel de Azulejos - Convento de São Francisco da Bahia	27
Figura 2 - Elementos componentes do sistema de revestimento	30
Figura 3 - Posicionamento de tela metálica na interface de diferentes materiais	33
Figura 4 - Junta de assentamento	47
Figura 5 - Junta de movimentação	48
Figura 6 - Junta de dessolidarização.....	49
Figura 7 - Junta estrutural	50
Figura 8 - Expansão por umidade	73
Figura 9 - Choque térmico.....	74
Figura 10 - Falha de assentamento.....	76
Figura 11 - Descolamento	77
Figura 12 - Fissura em rejuntamento.....	78
Figura 13 - Eflorescência em escada externa	84
Figura 14 - Eflorescência em fachada de edifícios	84
Figura 15 - Juntas de assentamento limpas com escova de cerdas plásticas.....	88
Figura 16 - Misturador mecânico	93
Figura 17 - Aplicação do rejunte.....	95
Figura 18 - Rejunte aplicado	95
Figura 19 - Limpeza inicial das placas.....	95
Figura 20 - Aparência após limpeza	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões recomendadas de juntas de assentamento de acordo com as dimensões da placa cerâmica, segundo CCB ...	21
Tabela 2 - Dimensões recomendadas de juntas de assentamento de acordo com as dimensões da placa cerâmica, segundo o Grupo Falcão Bauer	21
Tabela 3 - Discriminação das camadas do sistema de revestimento	31
Tabela 4 - Exigências mecânicas das argamassas adesivas industrializadas segundo a norma brasileira NBR 14081 (ABNT, 1998)	38
Tabela 5 - Classificação genérica das placas cerâmicas para revestimentos em função de capacidade de absorção de água. (ABNT, 1997a) (ISO, 1994).....	41
Tabela 6 - Classes de resistência à abrasão segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997).....	43
Tabela 7 - Classes de resistência química segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997).....	44
Tabela 8 - Classes de resistência a manchas segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997)	45
Tabela 9 - Comparação entre os itens analisados no projeto de norma e na norma vigente referente às argamassas de rejuntamento à base de cimento portland	65
Tabela 10 - Comparação das características das argamassas de rejuntamento existentes nas normas ANSI, ISO E ABNT	63
Tabela 11 - Formas de manifestação de eflorescência.....	79
Tabela 12 - Primeiros ensaios baseados na norma ANSI 118.6(1995).....	94
Tabela 13 - Resultados comparativos para índice de absorção baseados na ANSI 118.6 e adaptado da NBR 9779 (1997).....	95
Tabela 14 - Média dos resultados de resistência à compressão.....	95
Tabela 15 - Média dos resultados de resistência à tensão na flexão	96
Tabela 16 - Média dos resultados de absorção de água por capilaridade.....	96
Tabela 17 - Média dos resultados de permeabilidade(cm ³)	96

ABREVIATURAS UTILIZADAS

ANFACER	Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos
A.R.	Argamassa de Rejuntamento
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT/CB	Comitês Brasileiros
ABNT/NOS	Organismos de Normalização Setorial
ANSI	American National Standard Specifications
BIA	Brick Institute of America
BSI	British Standards Institution
CCB	Centro Cerâmico do Brasil
CE	Comissões de Estudo
CEN	Comitê Europeén de Normalization
cm ²	Centímetro quadrado
cm ³	Centímetro cúbico
g/cm ²	Gramas por centímetro quadrado
ISO	International Organizatios for Standardization
ITC	Instituto de tecnologia Cerâmica
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira de Regulação
PEI	Porcelain Enamel Institute
SBTA	Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Argamassa
SFSP	Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo
TCA	TILE COUNCIL OF AMERICA
UV	Ultra-violeta

RESUMO

FERES, J. P. I. (2004). *Estudo das argamassas de rejuntamento: análise crítica da norma NBR14992/2003 – A.R. – argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – requisitos e métodos de ensaios*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2004.

Com um novo propósito na arquitetura recente, harmonizando funcionalidade e estética, as argamassas de rejuntamento para placas cerâmicas vêm conquistando cada vez mais seu espaço entre profissionais e consumidores (materiais para preenchimento de juntas estruturais, juntas de movimentação e juntas de dessolidarização não são objetos do estudo em questão por necessitarem de outras características que estas argamassas não contemplam). Desde a associação de algumas patologias à não eficiência destas argamassas de rejuntamento, estas vêm merecendo apreciada atenção tanto de fabricantes como de consumidores, tendo despertado os órgãos controladores para a necessidade da criação de uma norma que viesse a ajudar na padronização deste produto assim como garantir uma eficiência mínima em determinadas condições de solicitação. Publicada em Outubro de 2003, a Norma NBR 14992 – A.R. - “Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio”, apesar de representar um grande passo no sentido de melhorar a qualidade deste produto, como o próprio nome diz, não contempla argamassas à base epóxi, látex ou poliuretana. Algumas características das argamassas à base de cimento Portland que podem ser determinantes para o surgimento de patologias, ou para garantia de qualidade do sistema cerâmico também foram esquecidas. O presente trabalho intenciona elencar as características necessárias às argamassas de rejuntamento de forma que estas correspondam às solicitações a que estão expostas no sentido de evitar as diferentes patologias a elas associadas. Assim sendo, identificamos algumas destas características que não são contempladas pela norma e que contribuem de forma efetiva para a qualidade final do sistema cerâmico. Como resultado complementar, ao final do trabalho apresentamos orientações ao consumidor no sentido da escolha correta do produto, modo de aplicação e manutenção.

Palavras-chave: Rejunte, argamassa de rejuntamento, juntas de assentamento, sistema de revestimento cerâmico, patologias, normalização.

ABSTRACT

FERES, J. P. I. (2004). *Study of ceramic tile grouts: critical analysis of the norm NBR14992/2003 – A.R. – Portland cement based for ceramic tile grout – requirements and test methods*. M.Sc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2004.

With a new purpose in recent architecture, ceramic tile grouts have gained popularity among professionals and consumers, harmonizing functionality and aesthetics (the present study does not target materials to fill structural joints, movement joints nor expansion joints, for they require special considerations not found in the ceramic tile grouts focused in the research). However, an increasing number of manufacturers and consumers have pointed out some inefficiencies and pathologies associated to ceramic tile grouts, what have prompted Brazilian authorities to the need of a norm that could not only provide standardization to the product but also guarantee a minimum level of efficiency under certain demand conditions. Although the publication of the ABNT norm named “Norma NBR 14992 A.R. - Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaio”, in October 2003, represented a great leap toward the quality improvement of the product, the norm does not cover epoxy, latex nor polyurethane based grouts. In addition, the norm omitted some characteristics of Portland cement based grouts that can be decisive for both the emergence of pathologies and for the quality assurance of the ceramic system. In this context, the aim of this study is to present the necessary characteristics of tile grouts so that it would be possible to avoid a variety of pathologies associated to them once they are exposed to certain demands. Therefore, the study identifies some requirements that could contribute effectively to the quality of the ceramic system other than the ones covered by the ABNT norm. Complementarily, the study offers directions to consumers in terms of the right choice, application and maintenance of the product.

Key-words: grout, ceramic tile grout, ceramic tile joint, ceramic tile recovering system, pathologies, normalization.

1. INTRODUÇÃO

Até não muito tempo atrás, o termo rejuntamento era pouco conhecido como fator de qualidade no sistema construtivo de revestimentos. Nesta época, o único tipo de assentamento cerâmico que se fazia era o chamado “junta seca”, cujo procedimento, como o próprio nome diz, ignorava a necessidade de se deixar uma greta entre as peças cerâmicas, assentando-as o mais próximo possível, ficando somente os pequenos espaços devidos às irregularidades das mesmas para serem preenchidos posteriormente, ou seja, rejuntados.

Este procedimento muitas vezes levava a patologias como descolamento das peças cerâmicas, perda do rejuntamento, infiltrações etc, porém, considerava-se como único fator causador o mau assentamento por parte da mão de obra.

No decorrer dos anos, passou-se a adotar o assentamento prevendo-se espaços maiores entre as peças cerâmicas, porém, com o único intuito de diferenciação, embelezamento, surgindo assim, mais como um artifício arquitetônico, as juntas de assentamento. Estas, por sua vez, eram preenchidas com argamassas de cimento Portland convencional ou com o cimento branco, que, devido às suas características de rigidez e permeabilidade, muitas vezes não atendiam às necessidades da solicitação.

Com a evolução dos conhecimentos e dos procedimentos

construtivos, foi-se aprimorando cada vez mais a utilização deste recurso e despertando-se para a sua importância dentro do sistema cerâmico como um todo.

Hoje, sabe-se que muitas são as funções das juntas de assentamento e que para cada caso tem-se uma solicitação diferente, fazendo-se necessário o controle de determinadas características dessa argamassa .

1.1 Justificativa e Revisão Bibliográfica

Com o desenvolvimento da arquitetura, juntamente com o aprimoramento das técnicas construtivas , possibilitou-se um maior arrojo nas formas e dimensões das edificações , expondo-as a solicitações mais intensas e com isso possibilitando o aparecimento de novas patologias.

Com a constatação e estudo das diversas patologias surgidas com a evolução da construção civil, no conjunto das relacionadas ao 'Sistema Cerâmico' , constatou-se que muitas delas eram associadas às argamassas de rejuntamento.

Aqui citamos alguns exemplos :

Permeabilidade : Edifícios altos ficavam sujeitos a grandes pressões de vento , expondo as fachadas a possíveis infiltrações, levando à deterioração da pintura interna ou ao aparecimento de eflorescências localizadas no revestimento ;

Porosidade / Limpabilidade / Manchamento : A aderência de

grandes quantidades de sujeira em suspensão, propiciava a perda das características decorativas;

Flexibilidade: Locais expostos a grandes variações de temperatura apresentavam altas tensões internas nas diferentes camadas dos substratos , ocasionando o trincamento ou o descolamento das peças;

Composição : Ataques por produtos químicos em pisos de indústrias e fábricas eram notados por manchas que surgiam nas áreas revestidas.

Do exposto acima nasceu a necessidade do desenvolvimento de sistemas de controle para os diferentes tipos de argamassas de rejuntamento e suas aplicações de acordo com as solicitações a que estas estariam sujeitas.

Devido à pouca idade da norma brasileira para argamassas de rejuntamento à base de cimento Portland e da ausência de normalização para rejuntas à base de látex, poliuretana e epóxi, a ausência de certificação deste material é quase total e o consumidor fica a mercê dos fabricantes quanto ao controle de qualidade destas argamassas.

Soma-se a este fato a falta de preparo e informação da mão de obra e temos todas as condições para facilitar a instalação e o alastramento das patologias no sistema cerâmico.

Publicações sobre o assunto também são escassas , tornando ainda mais difícil o trabalho de catalogação de novos produtos e a divulgação de metodologias e tipo de aplicação a que se destinam.

Na tentativa de minimizar esta lacuna e alavancar as vendas de seus produtos, os fabricantes se tornaram os grandes informantes técnicos de seus produtos. Fazendo uso de poderosos catálogos, vêm enchendo os olhos dos consumidores com novos produtos, cada vez mais específicos, porém fica a dúvida quanto à comprovação da eficácia destes produtos.

A revista Anamaco de Março de 2000 traz uma longa reportagem sobre o surgimento de novas argamassas, incluindo as de rejuntamento, com o grande apelo visual e embalagens chamativas que os fabricantes vêm usando para atrair o consumidor, indicando um investimento pesado nesta área .

Este mercado vem demonstrando grande potencial de ascensão, juntamente com o de revestimento cerâmico e a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos (ANFACER) prevê um crescimento interno de cerca de 5% ao ano.

Só por estes motivos já se justificaria um estudo mais aprofundado sobre o assunto, sem contar com a diversificação que estes produtos vêm apresentando, cada vez mais específicos e com apurada técnica de aplicação.

A criação de normas é o primeiro passo para ajudar este mercado a evoluir, estabelecendo critérios para fabricantes e construtoras, e conseqüentemente aumentando a segurança do consumidor em adquirir produtos de qualidade.

Em se falando em norma, cabe apresentar as principais características das argamassas de rejuntamento à base de cimento Portland a serem controladas, que a norma brasileira traz :

- Retenção de água;
- Variação dimensional;
- Resistência à compressão;
- Resistência à tração na flexão;
- Absorção de água por capilaridade;
- Permeabilidade;

A Norma americana, ANSI A 118.6, de 1999, traz as seguintes características a serem controladas:

- Índice de consistência;
- Presença de retentor de água;
- Retração linear;
- Resistência à tração na flexão;
- Absorção de água por imersão;
- Resistência à compressão;
- Módulo de deformação estático.

Cabe ressaltar que o item Resistência ao manchamento ou limpabilidade, fazia parte da versão da norma no ano de 1992, sendo suprimido em sua versão atual (1999).

A Norma ISO, traz outros controles não citados anteriormente:

- Resistência à abrasão;
- Resistência à ataques químicos;

- Deformação transversal.

Em um trabalho da empresa espanhola Vorsevi (não foi possível acesso ao texto de norma espanhola) encontramos a especificação de alguns outros índices, tais como:

- Estabilidade de volume da argamassa;
- Densidade da argamassa antes e após a cura;
- Comportamento depois de 30 ciclos alternando calor e umidade.

Segundo a revista Mundo Cerâmico (1996), "a argamassa de rejuntamento deve ser impermeável, não ser rígida, ser de fácil remoção, lavável e ser antifungo".

Quanto às principais finalidades das juntas de assentamento destacadas pelo Centro Cerâmico do Brasil – CCB (1999), temos:

A acomodação de tensões ocasionadas pelas diferentes dilatações do sistema placas-substrato (sejam estas devidas a gradientes de temperatura ou à permeabilidade do conjunto) ;

A compensação das diferentes bitolas das placas cerâmicas (facilitando o alinhamento das peças) ;

E também a facilitação da troca das placas quando esta se fizer necessária.

A estas finalidades podemos acrescentar o aspecto decorativo, caso contrário não se justificaria a enorme gama de cores que hoje encontramos no mercado.

A publicação do CCB traz ainda uma tabela para dimensões mínimas das juntas de assentamento de acordo com as dimensões das placas cerâmicas:

Tabela 1 - Dimensões recomendadas de juntas de assentamento de acordo com as dimensões da placa cerâmica, segundo CCB.

Tamanho da peça (cm)	Junta recomendada (mm)
5 x 5	3
10 x 10	3
15 x 15	3 a 5
20 x 20	3 a 5
25 x 25	3 a 5
30 x 30	5 a 7
40 x 40	6 a 8

Já a publicação de Bauer (2002), traz uma tabela um pouco diversa :

Tabela 2 - Dimensões recomendadas de juntas de assentamento de acordo com as dimensões da placa cerâmica, segundo o Grupo Falcão Bauer.

Dimensão das peças (mm)	Juntas de assentamento mínimas (mm)	
	Paredes Internas	Paredes Externas
110 x 140	1,0	2,0
110 x 220	2,0	3,0
150 x 150	1,5	3,0
150 x 200	2,0	3,0
200 x 200	2,0	4,0
200 x 250	2,5	4,0

Devido a estas divergências, talvez fosse mais eficaz se os fabricantes tivessem a responsabilidade de especificar estas informações na embalagem, diferentes para cada tipo de placa cerâmica, determinadas pelas características individuais de cada uma. Estas receberiam uma classificação através de tabelas divulgadas pelos órgãos controladores que,

por sua vez, teriam condições de ajustar os termos hoje consagrados no mercado para relacionarem qualidade, tais como, Primeira Linha (que engloba as designações classe A e Extra) e Segunda Linha (que abrange as designações classe B, classe C e Comercial) que muitas vezes não condizem com a expectativa criada, além de terem sido adotados pelos próprios agentes do ramo, unilateralmente, sem nenhum aval da comunidade.

Não obstante, o presente trabalho acaba por apresentar um estudo das patologias relacionadas às argamassas de rejuntamento, bem como a sistematização das características determinantes destas patologias, a fim de criar um material útil tanto para fabricantes como consumidores em geral.

Pesquisou-se material disponível sobre o assunto, inclusive dados laboratoriais, para listar os problemas encontrados nas diversas fases de execução e utilização do conjunto cerâmico, destacando características não constantes na norma brasileira, que podem estar decisivamente relacionadas às patologias encontradas nos vários tipos de edificações, sejam elas novas ou meia vida, executadas com economia ou desperdício. Exemplos reais que servem para alertar sobre a importância do tema, cujos reparos podem chegar a pesadas cifras nos dias de hoje.

2. OBJETIVOS

2.1 Gerais

Analisar a evolução dos resultados obtidos nos ensaios interlaboratoriais quanto à qualidade dos produtos disponíveis no mercado e desenvolver material referencial para consulta.

2.2 Específicos

Como finalidade primeira deste trabalho procurou-se demonstrar a importância da argamassa de rejuntamento na garantia da qualidade do sistema de revestimento cerâmico e avaliar as características de controle indicadas pela NBR 14992/2003, ressaltando as características importantes e não contempladas pela norma.

As juntas estruturais, juntas de movimentação e juntas de dessolidarização não são preenchidas pelas argamassas ora em estudo.

3. HISTÓRICO

De acordo com Moraes (1988), os azulejos vêm acompanhando, passo a passo, a própria história do homem, por intermédio das suas formas de expressão de arte e arquitetura, bem como contribuindo de forma incessante para o perfeccionismo da obra e o equilíbrio estético dos interiores e exteriores.

O uso da cerâmica como revestimento remonta há pelo menos três mil anos, devendo ter ocorrido provavelmente no Oriente Médio (ITC, 1994). Há mais de dois mil anos, placas cerâmicas foram empregadas nos revestimentos das piscinas e paredes dos banhos romanos, existindo vários registros ainda mais antigos na Grécia, Egito e China (NORTON, 1973; SFSP, 1992). Foram as navegações portuguesas que propiciaram o conhecimento e o aprendizado da técnica de elaboração da cerâmica para revestimento, e sua posterior difusão para os povos do ocidente.

Já no século XVI, após terem sido de uso exclusivo de grandes Palácios Reais, torna-se freqüente o uso em igrejas, conventos e palácios da burguesia, propiciando o aparecimento de uma procura regular por revestimentos cerâmicos.

Os países ibéricos podem ser apontados como responsáveis pela difusão do uso dos revestimentos cerâmicos no novo mundo. Os portugueses, ainda no século XVII, realizaram inúmeras construções usando

azulejos para compor painéis de fachadas em edifícios de uso administrativo e religioso (GEPB, 1990).



Fonte: www.uol.com.br/novaescola

Figura 1 - Painel de Azulejos - Convento de São Francisco da Bahia.

Quando depois, no Século XVIII, o então Primeiro Ministro de D. João VI, Marquês de Pombal, lança um projeto de industrialização manufatureira, temos uma redução significativa nos preços, já podendo notar seu uso em alpendres, pátios, jardins, ou seja, em áreas menos nobres, acontecendo então uma maior difusão do uso deste material.

A chegada de revestimentos cerâmicos ao Brasil se dá durante o Século XVIII, quando de nossa extrema dependência não só econômica e política, mas também cultural de Portugal.

Ocorrendo em nossas terras o mesmo fenômeno da “popularização” visto em Portugal, expandiam-se suas utilizações, indo de interiores para exteriores, passando por jardins, chafarizes, painéis, até alcançarem as fachadas.

As primeiras vezes em que se empregou revestimento cerâmico em fachadas, foram consideradas suas características de durabilidade e isolamento, difundindo-se assim, primeiramente no norte, nordeste e Rio de Janeiro, devido às características climáticas destas regiões.

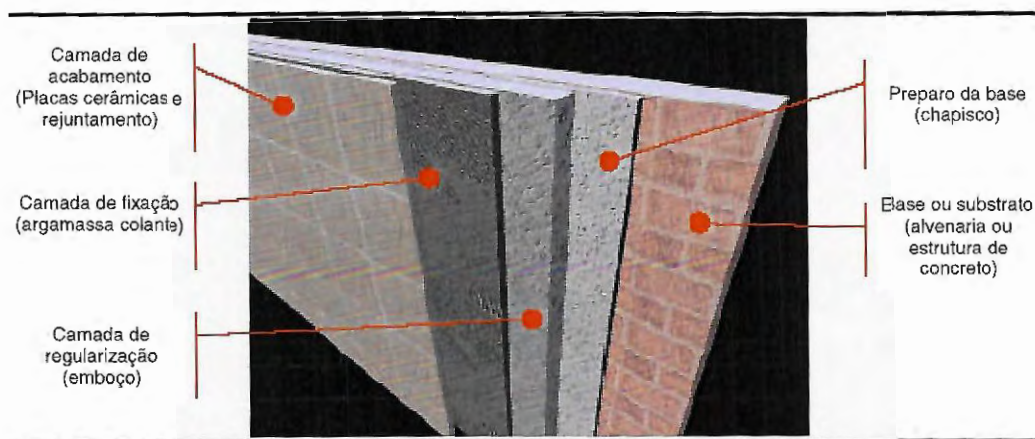
Com isso, acabou por despertar o interesse decorativo, dado a imensa versatilidade do material para se compor idéias, espalhando-se assim, para as mais diversas regiões do país.

Através dos tempos vem se dando o desenvolvimento desta indústria, multiplicando suas formas de emprego, ficando expostas às mais diversas solicitações, alcançando até as camadas mais simples da população e aumento assim, cada vez mais, sua produção em larga escala.

Nos dias de hoje, mesmo o Brasil sendo um grande produtor, detentor de tecnologia de ponta em algumas indústrias, temos a carência de uma maior padronização de nossos produtos - sem falarmos no tocante à mão de obra - de forma a garantir a qualidade necessária para as várias formas de utilização e solicitação que hoje encontramos, tornando o sistema cerâmico eficaz e confiável como um todo.

Considera-se como sistema de revestimento o conjunto dos elementos componentes das camadas sucessivas que formam este sistema, sendo nominados da seguinte maneira: base ou substrato, preparo da base (chapisco), camada de regularização (emboço), camada de fixação e camada de acabamento (Figura 2).

A seguir detalhamos cada elemento componente deste sistema, bem como discorremos sobre sua função peculiar.



Fonte: Junginger, 2003

Figura 2 - Elementos componentes do sistema de revestimento

4. COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO

Tabela 3 - Discriminação das camadas do sistema de revestimento.

MATERIAIS CONSTITUINTES	DENOMINAÇÃO DA CAMADA
Concreto armado Alvenaria de blocos cerâmicos Alvenaria de blocos de concreto Alvenaria de blocos de concreto celular Alvenaria de blocos sílico-calcários	BASE OU SUBSTRATO
Argamassa de cimento e areia, podendo ou não conter adesivos (chapisco)	PREPARO DA BASE (CHAPISCO)
Argamassa de cimento, areia e/ou outro agregado fino, com adição ou não de cal e aditivos químicos	CAMADA DE REGULARIZAÇÃO (EMBOÇO/REBOCO)
Argamassa adesiva à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos	CAMADA DE FIXAÇÃO (ARGAMASSA ADESIVA)
Placa cerâmica e argamassa de rejunte à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos	CAMADA DE ACABAMENTO (CERÂMICA / JUNTAS / REJUNTAMENTOS)

Fonte: Pedro, 2002.

4.1 Base ou substrato

A base ou substrato é o componente de sustentação dos revestimentos, via de regra formado por elementos de alvenaria/estrutura

Todos os materiais desta fase deverão ser analisados e aprovados previamente de acordo com normas da ABNT, com distinção pelo uso estrutural ou vedação.

NBR 7171 - Bloco Cerâmico para alvenaria .

NBR 6136 - Blocos Vazados de concreto simples para alvenaria estrutural.

NBR 7173 - Blocos Vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural.

Estas normas são especificações de dimensões, resistência, absorção de água e outros.

Do ponto de vista em questão, sendo um componente de sustentação dos revestimentos, é muito importante que esta etapa seja executada com muita acuidade, de forma a não acarretar retrabalho nas etapas subsequentes.

As formas da estrutura de concreto armado devem estar devidamente escoradas e travadas de forma a não permitir que as mesmas deformem durante a concretagem, o que geraria a perda de prumo do conjunto e conseqüente espessamento da argamassa de revestimento.

Os escoramentos só devem ser removidos após 21 dias da concretagem, sempre do vão para os apoios, propiciando que as deformações ocorram lenta e gradualmente.

Sendo o elemento base composto por materiais de diferentes coeficientes de dilatação, estrutura e alvenaria, é de suma importância para o bom funcionamento do sistema de revestimentos, que tanto as juntas de movimentação sejam muito bem pensadas e posicionadas, como também a adoção de telas metálicas no encontro (interface) destes materiais quando da ausência de juntas de movimentação nestes locais (figura 3).

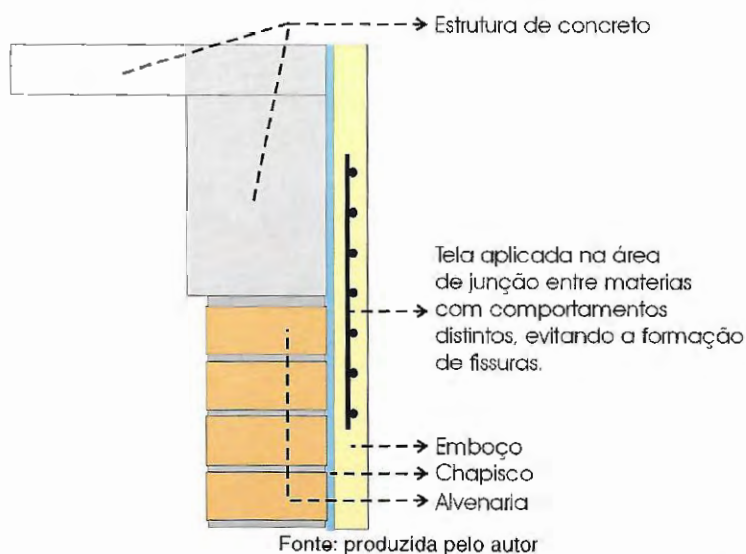


Figura 3 - Posicionamento de tela (metálica, fibra de vidro, polipropileno) na interface de diferentes materiais

4.2 Preparo da base (chapisco)

Para início dos serviços de chapisco, devemos ter uma superfície regular, limpa, isenta de pó, gorduras, barro, desmoldantes, etc, sendo que o traço dependerá sempre das condições locais de temperatura e umidade, principalmente, e das características da base, tais como aspereza, porosidade, absorção, etc.

É prudente que se inicie os serviços de revestimentos após 3 dias de cura do chapisco, salvo exceções.

4.3 Camada de regularização (Emboço / Reboco)

De acordo com Junginger (2003), em geral essa camada é representada pelo emboço, mas pode estar ausente caso a cerâmica seja assentada diretamente sobre a alvenaria ou outras superfícies. Entretanto,

quando essa camada existir, seus objetivos visam proporcionar uma superfície de características e propriedades adequadas para receber as placas cerâmicas.

Deste modo, pode-se dizer que a camada de regularização deve possuir as seguintes propriedades:

- resistência mecânica: necessária para proporcionar capacidade de suporte para as placas;
- planeza: tem por finalidade facilitar o assentamento das placas sem a necessidade de acúmulo de argamassa adesiva em pontos localizados; saliências ou depressões podem prejudicar o acabamento final e sua influência é tanto mais perceptível quanto maior a dimensão das placas. A NBR 13755 (ABNT, 1996, p.8) sugere o limite de 3 mm para saliências/depressões quando medidas com uma régua de 2 m de comprimento;
- capacidade para absorver deformações: uma vez que o comportamento da camada de acabamento pode ser bastante distinto do comportamento da base, é importante que haja uma camada intermediária que distribua e “absorva” movimentações diferenciais, atenuando seu efeito sobre as placas cerâmicas. Esta é uma função importante da camada de regularização que, se não estiver presente, pode significar o surgimento de manifestações patológicas precoces e de difícil solução, podendo prejudicar

seriamente o desempenho do revestimento cerâmico;

- homogeneidade e regularidade superficial: facilita o espalhamento da argamassa, induz o mesmo comportamento de todas as placas e evita o surgimento de tensões localizadas.

4.4 Camada de fixação (argamassa adesiva)

Os materiais adesivos têm como principal função permitir a aderência das placas cerâmicas aos substratos ou às outras camadas que lhe servem de base. Estes materiais devem garantir os requisitos de segurança e durabilidade dos revestimentos estabelecidos no projeto.

Atualmente, são as argamassas adesivas os materiais mais empregados para a execução de revestimentos cerâmicos. A principal vantagem desta argamassa reside basicamente no uso de camada fina no assentamento, permitindo a racionalização da execução e redução de custos. Além de simplificar a técnica de colocação das placas cerâmicas, dissociando os serviços de regularização do serviço de acabamento superficial, o uso adequado da argamassa adesiva proporciona as seguintes principais vantagens:

1. maior produtividade no assentamento;
2. maior uniformização do serviço;
3. facilidade de controle;

4. menor consumo de material;
5. maior possibilidade de adequação às necessidades de projeto;
6. grande potencial de aderência.

Sabbatini; Barros (1990) afirmam que o custo global de serviços de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante, considerando o aumento da produtividade da mão-de-obra, é normalmente inferior ao custo dos métodos de assentamento tradicionais.

A argamassa adesiva é um produto industrializado composto de uma mistura pré-dosada pulverulenta no estado seco, fornecida em sacos. A norma brasileira NBR 14.081 (ABNT, 1998) denomina as argamassas adesivas de colantes, definindo-as como “produtos industrializados, no estado seco, compostos de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturados com a água, formam uma pasta viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento”.

As argamassas monocomponentes, que apenas necessitam de água para sua utilização, são chamadas, em inglês, de *dry-set mortar*, enquanto que as argamassas que apresentam-se na forma de dois componentes ou partes, sendo uma pulverulenta e outra na forma de dispersão aquosa (aditivos), são denominadas de *latex-cement mortar* (TCA, 1995). Já os adesivos de base não cimentícia são compostos de resinas orgânicas e cargas minerais e denominados em função do tipo de resina de:

1. *pastas de resina*, largamente utilizadas em outros países,

são constituídas basicamente de adesivos sintéticos, principalmente as resinas vinílicas e acrílicas; e

2. *resinas de reação*, adesivos que possuem desempenho superior em relação a praticamente todos os demais tipos de materiais de fixação, geralmente constituídas por dois componentes, um adesivo e um catalisador. (MEDEIROS; SABATINI, 1999)

A propriedade fundamental que diferencia as argamassas adesivas convencionais das argamassas tradicionais é a capacidade de retenção de água. É esta propriedade que permite que o material seja aplicado em camada fina, sem perder, para a base ou para o ar, a quantidade de água necessária à hidratação do cimento Portland (MEDEIROS; SABATINI, 1999).

No Brasil, as argamassas adesivas foram recentemente normalizadas e classificadas em quatro tipos pela norma brasileira NBR 14081 (ABNT, 1998). A diferenciação básica considera o tempo em aberto e a capacidade de aderência. Por esta classificação as argamassas tipo AC-III e AC-III-E possuem maior resistência de aderência que as demais. A tipo AC-III-E é a que apresenta maior tempo em aberto. A Tabela 4 apresenta a classificação utilizada na normalização brasileira. Segundo esta norma ficou estabelecido a seguinte designação:

- TIPO AC-I – argamassa para uso INTERIOR
- TIPO AC-II – argamassa para uso EXTERIOR
- TIPO AC-III – argamassa de ALTA RESISTÊNCIA

- TIPO AC-III-E – argamassa ESPECIAL

A maioria das argamassas adesivas são constituídas basicamente de cimento Portland, areia silicosa de granulometria controlada e aditivos orgânicos que modificam ou ajustam suas propriedades. (ITC, 1987).

Tabela 4 - Exigências mecânicas das argamassas adesivas industrializadas segundo a norma brasileira NBR 14081 (ABNT, 1998).

Propriedade	Método de Ensaio	Und.	TIPO			
			I	II	III	III-E
TEMPO EM ABERTO	NBR 14.083	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	≥ 30
RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA AOS 28 DIAS	NBR 14.084 cura normal	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
	NBR 14.084 cura submersa em água	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
	NBR 14.084 cura em estufa	MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
DESLIZAMENTO	NBR 14.085	mm	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5

Nas argamassas adesivas devem existir aditivos orgânicos que adequem suas propriedades. Nas argamassas à base de emulsão são empregadas misturas de agentes orgânicos, aditivos e cargas minerais, prontas para uso em emulsão aquosa, isto é, não é mais necessário adicionar água à mistura. Os aditivos usados nas argamassas adesivas, e

adesivos destinados ao assentamento de placas cerâmicas podem modificar diversas propriedades importantes destes materiais (MEDEIROS; SABATINI, 1999).

4.5 Camada de acabamento (revestimento cerâmico)

Materiais cerâmicos ou cerâmicas compreendem todos os materiais de emprego em engenharia (materiais de construção de engenharia) ou produtos químicos inorgânicos, com exceção dos metais e suas ligas, que são obtidos, geralmente, pelo tratamento em temperaturas elevadas (ZANDONADI, 1995).

Conforme NBR -13.816, placas cerâmicas para revestimento são definidas como sendo material composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão ou por prensagem, podendo também ser conformadas por outros processos. Após secagem e queima à temperatura de sinterização, na qual começa a formação de fases vítreas, segundo BUCHER; MULLER (1993), adquirem propriedades físicas, mecânicas e químicas superiores às dos produtos de cerâmica vermelha (PEDRO et al, 2002).

As placas cerâmicas para revestimento caracterizam-se por sofrer um processo de sinterização que confere suas principais propriedades e as diferenciam dos outros materiais e componentes empregados na

construção. Este processo resulta em mudanças fundamentais na microestrutura do material que constitui as placas, conferindo-lhe uma estrutura cristalina de propriedades muito particulares (SANTOS, 1975).

Utilizamos como base a nomenclatura internacional, ajustando a tradução de alguns termos, para definição da placa cerâmica: componentes cujas duas dimensões (largura e altura) predominam sobre uma terceira (espessura), produzidas a partir de argilas e/ou outras matérias-primas inorgânicas, conformadas através de extrusão (tipo A) ou prensagem (tipo B) e sinterizadas por meio de processo térmico, e utilizadas como componente principal da camada mais externa de revestimentos cerâmicos de pisos e paredes (MEDEIROS; SABATINI, 1999).

As propriedades dos revestimentos cerâmicos trazem consigo uma série de vantagens importantes para uso como revestimento de fachada, as principais delas são as seguintes:

- não propaga fogo;
- elevada impermeabilidade;
- baixa higroscopicidade;
- não provoca diferença de potencial;
- não é radioativo;
- não gera eletricidade estática;
- excelente isolamento;
- custo final, em geral, compatível com benefícios, principalmente com relação à manutenção durante a vida útil.

As placas cerâmicas podem ser classificadas de diversos modos tendo por base sua capacidade de absorção de água. A Tabela 5 mostra a classificação da ISO e também da norma brasileira NBR 13817 (ABNT, 1997a) (MEDEIROS; SABATINI, 1999).

Tabela 5 - Classificação genérica das placas cerâmicas para revestimentos em função de capacidade de absorção de água. (ABNT, 1997a) (ISO, 1994).

PROCESSO DE CONFORMAÇÃO	GRUPOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA			
	Grupo I $E \leq 3\%$	Grupo IIa $3\% < E \leq 6\%$	Grupo IIb $6\% < E \leq 10\%$	Grupo III $E > 10\%$
A EXTRUDADO	Grupo AI	Grupo All _{a1}	Grupo All _{b1}	Grupo Alll
		Grupo All _{a2}	Grupo All _{b2}	
B PRENSADO A SECO	Grupo BIa	Grupo BIla	Grupo BIlb	Grupo BIll
	Grupo BIb			
C OUTROS PROCESSOS	Grupo CI	Grupo CIIa	Grupo CIIb	Grupo CIII

Observações:

- Grupo BIll engloba apenas placas vidradas. Existe uma pequena produção de placas prensadas a seco não vidradas com absorção maior do que 10% que não entram neste grupo;
- Os Grupos Alla e Allb são divididos em duas partes com diferentes especificações de produção.

A absorção total dos revestimentos cerâmicos deve ser baixa para limitar as movimentações higroscópicas a que o revestimento de uso externo está sujeito. A norma brasileira NBR 13.818 (ABNT, 1997b) não estabelece um limite específico para a absorção total das placas cerâmicas

destinadas às fachadas. A norma britânica BS 5385 (BSI, 1991) na parte 2, especifica para fachada absorção inferior a 3 % para placas extrudadas e prensadas. Esta norma é a única entre as referenciadas que estabelece claramente um limite de absorção de água para as placas cerâmicas destinadas às fachadas (MEDEIROS; SABATINI, 1999).

Com relação à abrasão superficial, para sua determinação é realizado um ensaio de abrasão que consiste em submeter a superfície esmaltada das placas cerâmicas ao atrito de esferas de aço de tamanhos padronizados durante um número fixo de ciclos numa câmara rotativa. Dependendo da quantidade de ciclos necessária para provocar alterações na superfície, as placas são classificadas conforme a Tabela 6. Quanto maior o número de ciclos necessários para provocar alterações no esmalte, maior é a classificação PEI (Porcelain Enamel Institute) da placa. Entretanto, uma exceção importante ocorre para o PEI V: embora algumas placas apresentem resistência à abrasão superior aos 12.000 ciclos, a NBR 13818 (ABNT, 1997) indica que, para uma placa receber a classificação PEI V, ela deve também apresentar resistência ao manchamento após a realização do ensaio de desgaste por abrasão, fator que não é exigido para níveis PEI de 0 a 4. Dessa forma, embora algumas placas resistam ao número de ciclos requeridos pelo PEI V, elas não podem ser classificadas como tal porque não resistem adequadamente ao manchamento pós-abrasão (JUNGINGER, 2003).

No caso dos porcelanatos polidos, embora no varejo seja comum seu enquadramento na classificação PEI V devido à sua grande

resistência à abrasão, existe um certo equívoco a esse respeito. A ISO 10545:Part 7 (ISO, 1995) - origem da NBR 13818, anexo D - especifica o ensaio para determinação do índice PEI apenas para placas esmaltadas, o que não é o caso dos porcelanatos polidos (JUNGINGER, 2003).

Mesmo que o índice PEI fosse aplicado a essas placas, sua classificação máxima seria PEI IV, já que elas não resistem ao manchamento mesmo antes da abrasão. Entretanto, numa visita do autor a uma grande loja de materiais de construção, dos 32 porcelanatos polidos disponíveis, 30 possuíam classificação PEI V do próprio fabricante e os outros dois estavam sem etiqueta descritiva.(JUNGINGER, 2003)

Tabela 6 - Classes de resistência à abrasão segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997)

Classificação quanto à resistência à abrasão			
Grupo PEI ^a	Ciclos ^b	Resistência	Ambientes de aplicação (não sugeridos na norma)
PEI 0	100	Muito baixa	Uso exclusivo em paredes. Não usado em pisos.
PEI I	150	Baixa	Banheiros residenciais, quartos de dormir.
PEI II	600	Média	Ambientes sem portas para o exterior, banheiros.
PEI III	750, 1.500	Média alta	Cozinhas residenciais, corredores, <i>hall</i> de residências, quintais.
PEI IV	2.100, 6.000, 12.000	Alta	Áreas comerciais, entradas de hotéis, <i>show rooms</i> , salões de vendas, lojas, bares, bancos.
PEI V	≥ 12.000	Muito alta e sem encardido	Áreas públicas: <i>shopping centers</i> , aeroportos, padarias, <i>fast-foods</i> , terminais rodoviários.

Quanto ao ataque químico e ao manchamento, em ambos os casos, para sua determinação, as placas são submetidas à ação de agentes padronizados, sendo então avaliada a alteração da superfície. A Tabela 7 mostra as classes de resistência ao ataque químico e a Tabela 8 mostra a

classificação quanto à resistência ao manchamento, ambas propostas pela NBR 13818 (ABNT, 1997).

De um modo geral, as placas esmaltadas apresentam boa resistência ao manchamento, o que pode ser atribuído à absorção nula e à baixíssima rugosidade proporcionada pelo esmalte. Entretanto, no caso dos porcelanatos, que pertencem ao grupo B1a (Tabela 5), o manchamento pode manifestar-se rapidamente nas peças polidas.

Tabela 7 - Classes de resistência química segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997)

Agentes químicos		Níveis de resistência aos produtos químicos		
		A Ótima resistência	B Ligeira alteração	C Alteração bem definida
Ácidos e bases	Alta concentração (H)	HA	HB	HC
	Baixa concentração (L)	LA	LB	LC
Produtos domésticos e piscinas		A	B	C

A explicação para isso, segundo Arantes et al (2001), pode ser dada pelo fato de que o polimento provoca a abertura de poros anteriormente confinados numa massa monolítica, expondo-os ao meio exterior. Assim, mesmo sendo o porcelanato um material de absorção muito baixa, a quebra da matriz original provocada pelo polimento deixa a superfície com porosidade exposta, proporcionando a impregnação de vários tipos de sujidades e dando origem ao manchamento (JUNGINGER, 2003).

Tabela 8 - Classes de resistência a manchas segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997)

Classe	Descrição da remoção das manchas
Classe 5	Máxima facilidade de remoção de manchas.
Classe 4	Mancha pode ser removida com produto de limpeza fraco.
Classe 3	Mancha pode ser removida com produto de limpeza forte.
Classe 2	Mancha pode ser removida com ácido clorídrico ou acetona.
Classe 1	Mancha não pode ser removida sem danificar a peça.

Com relação à resistência química, o ITC (1994) bem relembra que o revestimento selecionado para um ambiente precisa resistir aos produtos de limpeza que ali serão aplicados. Quanto a isso, as placas cerâmicas esmaltadas representam uma ótima escolha, pois são altamente resistentes aos mais variados produtos utilizados na limpeza doméstica.

4.6 Juntas

Podemos definir juntas como espaços vazios entre elementos construtivos. Podem ser entre peças iguais e/ou entre diferentes tipos de materiais.

A função das juntas nos sistemas cerâmicos é de acomodar as movimentações diversas minimizando a transmissão dessas tensões de uma peça à outra (CUNHA, 2000).

São tensões consideráveis no sistema cerâmico as causadas pela deformação lenta do concreto da estrutura de forma diferente das que ocorrem com a alvenaria; pelo recalque das fundações; pela variação da umidade e temperatura ambiente; pelo peso próprio das peças

principalmente em aplicação vertical (exemplo : fachadas) e por ações externas (ventos por exemplo) (CUNHA, 2000).

Existem diversos tipos de juntas, cada uma com sua função específica. Podemos identificar os principais tipos: junta de assentamento, junta de movimentação, junta de dessolidarização e junta estrutural.

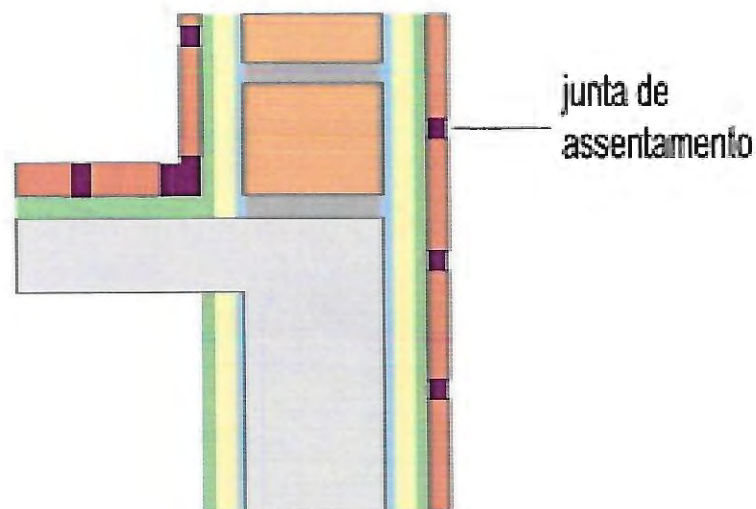
4.6.1 Junta de assentamento

As juntas de assentamento entre as placas de revestimento cerâmico são definidas pela NBR 13753 (ABNT, 1996) como “espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes”, embora não apresente quaisquer outros detalhes acerca do assunto. Por sua vez, a BS 5385 (BSI, 1991) apresenta maiores informações e sugere que o material de rejuntamento tenha boa trabalhabilidade, baixa retração e boa adesão à lateral das placas cerâmicas e, também, que a especificação deve optar por materiais adequados ao uso externo, quando for o caso (figura 4).

Dentre as várias funções das juntas de assentamento, destacam-se:

1. facilitar o assentamento das placas e seu ajuste na posição final correta;
2. reduzir o módulo de deformação do pano de revestimento, de modo a permitir a absorção de deformações sem que sejam geradas tensões prejudiciais. Não é função das juntas, entretanto, absorver deformações exageradas provenientes

- de outros subsistemas (fluência da estrutura, por exemplo);
3. disfarçar a variação dimensional intrínseca das placas cerâmicas, permitindo o alinhamento perfeito que não seria possível com junta seca;
 4. permitir combinações estéticas que valorizem o conjunto final do revestimento;
 5. evitar a entrada de água e elementos potencialmente prejudiciais por trás do revestimento;
 6. facilitar a remoção e troca de placas que porventura necessitem de reparo.



Fonte: produzida pelo autor

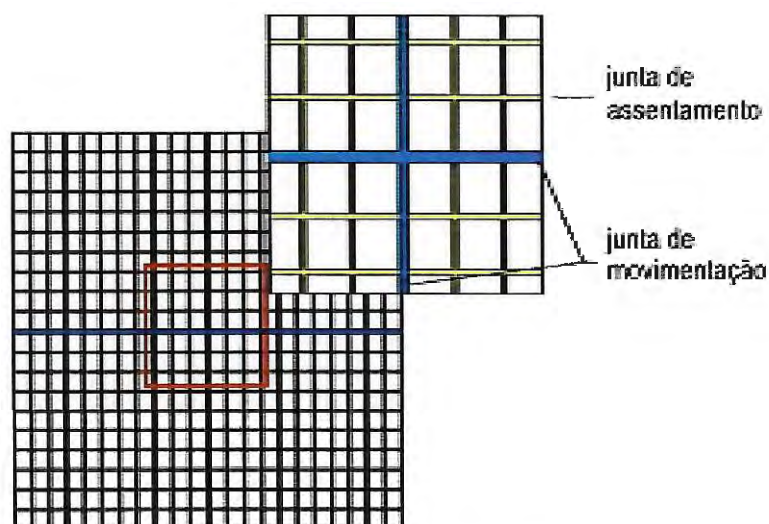
Figura 4 - Junta de assentamento

4.6.2 Junta de movimentação

São juntas com posicionamento escalonado ao longo do

revestimento cerâmico, que são aprofundadas desde a superfície até a base, preenchidas com materiais resilientes, e com a função de dividir o pano cerâmico extenso em panos menores e absorver as tensões geradas por movimentações da estrutura e dos panos cerâmicos que estas juntas delimitam (figura 5).

A NBR 13755 (ABNT, 1996) recomenda a execução de juntas horizontais de movimentação espaçadas no máximo a cada 3m ou a cada pé-direito, na região de encunhamento da alvenaria e as juntas verticais a cada 6m no máximo.



Fonte: produzida pelo autor

Figura 5 - Junta de movimentação

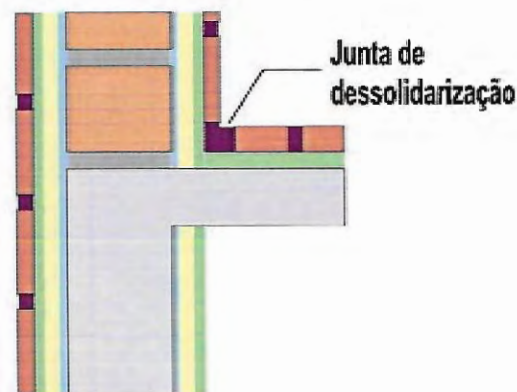
4.6.3 Junta de dessolidarização

São juntas localizadas na intersecção de diferentes elementos da fachada devido ao comportamento diferencial entre eles. Devem ser

executadas para que não ocorram fissuras nas camadas do sistema podendo prejudicar a peça (figura 6).

Devem ser executadas nas seguintes situações:

- todo o perímetro do piso
- encontro da alvenaria com forros
- encontro de alvenaria com pilares e vigas; mudança de materiais que compõem a base
- encontro com outros tipos de revestimento
- encontro com outros elementos (por exemplo, caixilhos)
- cantos e quinas
- em locais onde ocorrer mudança de tipo de material que compoem a estrutura-suporte de concreto para alvenaria.



Fonte: produzida pelo autor

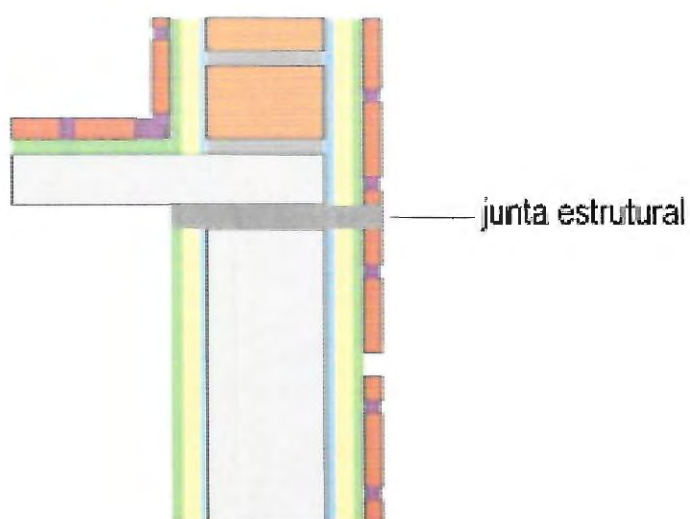
Figura 6 - Junta de dessolidarização

4.6.4 Junta estrutural

Denomina-se junta estrutural o espaço existente na estrutura

que deve ser respeitado ao longo de todas as camadas que venham em seguida, com a mesma largura inicial (CUNHA, 2000).

A principal função da junta estrutural é absorver as movimentações do edifício como um todo, por isso, devem ser acompanhadas em todas as camadas posteriores (figura 7).



Fonte: produzida pelo autor

Figura 7 - Junta estrutural



5. ARGAMASSA DE REJUNTAMENTO

5.1 Definição

Como já mencionado anteriormente, até há algum tempo atrás, a disposição do assentamento dos elementos cerâmicos não apresentava vãos, sendo assentados bem próximos entre si, sendo denominada a interface entre eles de “junta seca” pois não havia espaço para aplicação de rejuntamento, apenas uma fina camada de argamassa para vedação dos espaços vazios.

Com o passar do tempo e com a evolução tecnológica, estudos realizados na área de engenharia e arquitetura, tanto no sentido de aperfeiçoamento de técnicas e materiais, como através do estudo de patologias relativas aos revestimentos com elementos cerâmicos, constatou-se a necessidade e a importância dos vãos entre os elementos.

Estes vãos, denominados juntas de assentamento, mostraram-se necessários do ponto de vista estrutural e estético, pois possuem uma série de funções, tais como: absorção do desbitolamento das peças cerâmicas, facilitando o alinhamento; absorção de tensões geradas pelas dilatações termo-higroscópicas sofridas pela peça cerâmica; função estética de harmonizar o alinhamento das peças, o tamanho do plano e do parâmetro e a largura das juntas; função de facilitar caso necessário a remoção das peças, inclusive (PEDRO, 2002).

Com a utilização das juntas de assentamento passou-se a utilizar material para preenchimento dos espaços existentes entre os elementos cerâmicos: as argamassas de rejuntamento, com a responsabilidade de evitar patologias provenientes de infiltração de água, gases etc, além de proporcionar uma condição estética mais apropriada ao conjunto do revestimento.

As argamassas inicialmente produzidas à base de cimento Portland puro, cimento branco, cimento branco com alvaiade¹ e nata de cimento Portland foram utilizados para preencher as juntas de assentamento das placas, embora deixassem a desejar em relação a algumas características importantes para seu desempenho segundo as solicitações a que estivessem expostas. Entretanto, isso não pode ser tomado como uma crítica, mesmo porque esses eram os materiais mais adequados para a época. Posteriormente identificou-se a possibilidade de acrescentar outros elementos de cunho estético, como corantes, e de cunho estrutural, como polímeros que possibilitam melhores propriedades físicas.

Com o desenvolvimento da tecnologia e o surgimento de aditivos (produtos adicionados em pequenas quantidades a concretos de cimento Portland com o objetivo de modificar algumas de suas propriedades e melhor adaptá-las a condições específicas, de acordo com a NBR 11768 (ABNT, 1992)), houve sensível mudança em algumas propriedades

¹ Designação comum de vários pigmentos brancos venenosos que contêm chumbo, sendo nesse caso um pigmento formado por carbonato básico de chumbo ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) com alto poder de vedação e alta resistência ao desenvolvimento biológico pelo fato de incorporar metais pesados em sua fórmula), também conhecido como branco-de-chumbo, branco-de-prata e cerusa (do latim *cerussa*).

importantes dos rejuntas, 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.

Uma vez que os aditivos disponíveis são variados, a produção de rejuntas com propriedades otimizadas exige controle de produção e dosagem adequada, o que se pode conseguir com maior eficácia por meio da industrialização. Hoje, os rejuntas industrializados estão disponíveis basicamente das seguintes formas:

- **Rejuntas cimentícios monocomponentes:** apresentam-se como uma parte em pó que necessita apenas de adição de água imediatamente antes da aplicação. Como este é o tipo de rejunte mais comum, o termo monocomponente não acompanha sua especificação. Embora não recebam aditivos líquidos durante o preparo, normalmente incorporam aditivos em pó na sua formulação;
- **Rejuntas cimentícios bicomponentes:** apresentam-se como duas partes distintas, com uma fração granular seca e outra na forma de emulsão aquosa (aditivo líquido), bastando efetuar a mistura na hora da aplicação;
- **Rejuntas de base orgânica:** são geralmente compostos por dois ou mais componentes pré-dosados que, quando misturados, formam uma pasta homogênea pronta para aplicação. Como exemplos mais

comuns, existem as resinas epóxi e as resinas furânicas (JUNGINGER, 2003)

5.2 Características e propriedades das argamassas de rejuntamento

O objetivo principal da argamassa de rejuntamento é proporcionar um bom acabamento estético além de viabilizar a durabilidade do revestimento cerâmico atuando como elemento fundamental no controle do desenvolvimento de fenômenos físico-químicos que atuam neste revestimento. Assim sendo existem algumas características que se fazem imprescindíveis na argamassa de rejuntamento, sendo algumas delas descritas a seguir.

5.2.1 Impermeabilidade

Uma das principais causas do descolamento de elementos cerâmicos é a dilatação por umidade, também denominada dilatação higroscópica. Este problema é causado pela adsorção de água no estado líquido ou gasoso e que, ao contrário da simples absorção de água retida nos poros do elemento, provoca alteração na estrutura do elemento levando ao aumento de volume.

Assim, a característica de impermeabilidade da argamassa de rejuntamento é de importância fundamental, devendo ser eficaz o bastante para evitar patologias relacionadas à umidade.

Para complementar sua eficácia, além de ser impermeável, o rejunte deve também ser hidrorrepelente, o que complementa sua função de impermeabilizante.

5.2.2 Flexibilidade

Característica muito importante para a argamassa de rejuntamento, pois a flexibilidade propicia a absorção da expansão ou retração do elemento cerâmico, o que evita o aparecimento de fissuras, trincamento ou até mesmo rompimento do rejuntamento, evitando por conseguinte a infiltração de água. É importante que se tenha claro a diferença entre flexibilidade e módulo de deformação, tendo em vista freqüente confusão entre os dois termos. Caracteriza-se como módulo de deformação a propriedade que relaciona tensão e deformação, e flexibilidade representa a capacidade de absorver deformações e retornar à sua forma original sem perda de desempenho, independente de qual tensão foi necessária para induzir tais deformações (JUNGINGER, 2002)

5.2.3 Resistência a fungos e bactérias

Esta propriedade é de fundamental importância principalmente em ambientes com alto índice de umidade e temperatura, adequados ao desenvolvimento de fungos e bactérias e ambientes externos pois, no primeiro caso, além do desenvolvimento destes microorganismos ser prejudicial à saúde humana, promove o aparecimento de cristas que causam

impacto visual anti-estético além de denotar falta de higiene. Já no segundo caso, mais especificamente em fachadas, além do desenvolvimento dos microorganismos e da degradação estética da edificação, existe a possibilidade de, com o constante umedecimento, possibilitar a infiltração de umidade, desencadeando patologias no revestimento.

5.2.4 Resistência ao manchamento

A resistência ao manchamento proporciona uma melhor manutenção das características estéticas e decorativas do ambiente por evitar a penetração de agentes manchantes e, conseqüentemente, alteração da coloração do rejuntamento. Esta característica está diretamente relacionada à impermeabilidade, visto que quanto mais impermeável o material, menor será a ação de agentes manchantes.

5.2.5 Estabilidade de pigmentação

As cores das argamassas de rejuntamento são obtidas de duas fontes de pigmentação: as orgânicas e as inorgânicas.

Como o intuito da pigmentação do rejunte é harmonizar o ambiente estético e decorativamente, estabilidade e durabilidade são requisitos indispensáveis, portanto, imprescindível que a coloração seja resistente a agentes físicos como intempéries (chuvas, ventos), raios uv, e agentes químicos como produtos de limpeza, chuva ácida etc. Assim sendo, os pigmentos de origem orgânica, por possuírem menor durabilidade e

sujeitos a perderem sua coloração com o passar do tempo, são indicados para áreas internas onde não sofram ação dos elementos naturais. Já os pigmentos inorgânicos, por possuírem características mais resistentes à descoloração, são indicados para uma maior variedade de aplicações.

5.3 Tipos de rejuntamento utilizado de acordo com as características do ambiente

De acordo com o tipo de ambiente, existe um tipo de argamassa apropriada. Nos itens a seguir distinguimos estes tipos de argamassa.

5.3.1 Rejuntamento para utilização em ambiente pouco exigido

De acordo com a NBR 14992-2003, rejuntamentos utilizados neste tipo de ambiente recebem a classificação de Rejuntamento tipo I. Definido como

"Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas e pedras decorativas (desde que indicada pelo fabricante), para uso em ambientes internos e externos, desde que observadas as seguintes condições:

- a) aplicação restrita aos locais de trânsito de pedestres/transeuntes, não intenso;
- b) aplicação restrita à placas cerâmicas com absorção de água acima de 3% (Grupos II e III - segundo NBR-13817/97);
- c) aplicação em ambientes externos, piso ou parede, desde que não excedam 20 e 18 m², respectivamente, limite a partir do qual são exigidas as juntas de movimentação, segundo NBR-13753/96 e NBR-13755/96."

5.3.2 Rejuntamento para utilização em ambiente bastante exigido

Segundo a NBR 14992-2003, rejuntamentos utilizados neste tipo Rejuntamento tipo II, definido como:

“Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas e pedras decorativas (desde que indicada pelo fabricante), para uso em ambientes internos e externos, desde que observadas as seguintes condições:

- a) todas as condições do tipo I;
- b) aplicação em locais de trânsito intenso de pedestres/transeuntes;
- c) aplicação em placas cerâmicas com absorção de água inferior a 3% (Grupo I - segundo a NBR-13817/97);
- d) aplicação em ambientes externos , piso ou parede, de qualquer dimensão ,ou sempre que se exijam as juntas de movimentação;
- e) ambientes internos ou externos com presença de água estancada (piscinas, espelhos d'água, etc.).”

Analisando o texto da norma para este item percebe-se que a descrição com relação à aplicação em ambientes externos não existe diferenciação para rejuntas a serem utilizados em grandes fachadas, que necessitariam de características técnicas mais específicas.

5.3.3 Argamassa de rejuntamento para utilização em ambiente “agressivo”

Esse tipo de rejuntamento normalmente é caracterizado por ser utilizado em áreas sujeitas a forte ação de vários tipos de ácidos, gorduras, óleos, sulfatos, água açucarada, sangue de suínos e bovinos e agentes de limpeza.

A ABNT, em sua NBR 14992-2003 orienta que para ambientes quimicamente ou mecanicamente agressivos e outros tipos de materiais e

pedras decorativas, é necessário consultar o fabricante, assim como para ambientes acima de 70°C ou abaixo de 0°C, para definir qual o produto mais adequado.

Caracteriza-se por ser um produto de alta resistência e anti-corrosivo, ideal para aplicação em ambientes altamente “agressivos” como cozinhas industriais, indústrias químicas, alimentícias e de bebidas.

Deve possuir basicamente as seguintes características: composição de cimento aluminoso; polímeros; bactericida; fungicida; alta resistência mecânica e à ação de agentes químicos.

Fica clara na orientação fornecida pela norma, sua negligência quanto a parâmetros para ensaios de agressividade do meio, que deveriam ser especificados pelo órgão e não deixados a cargo dos fabricantes, o que acarreta uma parcialidade nas informações oferecidas por cada indústria.

6. COMPARAÇÃO DAS NORMAS NACIONAL E ESTRANGEIRAS DAS ARGAMASSAS DE REJUNTAMENTO

Até aproximadamente 1995 não existia no Brasil nenhuma iniciativa para a normalização específica para as argamassas de rejuntamento, sendo utilizadas as normas do órgão americano ANSI - American National Standard, em específico a norma ANSI A-118.6/1992, quando foram iniciados estudos das propriedades destas argamassas.

No Brasil o órgão responsável pela normalização técnica é a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. As normas especificadas pela ABNT são provenientes dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/NOS), que são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes de setores específicos envolvidos da área de interesse. Essas comissões de estudos são compostas por produtores, consumidores e agentes denominados “neutros”, como universidades, laboratórios, entre outros.

Para o desenvolvimento da normalização relativa às argamassas de rejuntamento foi criada a Comissão de Estudo de Argamassa à Base de Cimento Portland para Rejuntamento de Pastilhas e Porcelana, em 1998. (anais IV SBTA)

Em 1997, nos Anais do II SBTA, foram publicados resultados de estudos baseados na ANSI, que deram origem aos métodos de ensaio

que, por conseguinte originaram o Projeto de norma 18:406.05-001, sendo composto dos seguintes itens:

- Anexo A: preparo da mistura – procedimento
- Anexo B – Determinação do índice de consistência;
- Anexo C – Determinação da retenção de água;
- Anexo D – Determinação da retração linear;
- Anexo E – Determinação da resistência à compressão;
- Anexo F – Determinação da resistência à tração na flexão;
- Anexo G – Determinação do módulo de deformação estático;
- Anexo H – Determinação da absorção de água por capilaridade;
- Anexo I – Determinação da permeabilidade;

Diversos estudos e ensaios foram desenvolvidos desde então até que em 2003 foi publicada norma específica para as argamassas de rejuntamento, a NBR 14992, que é abordada do próximo item.

6.1 Norma ABNT NBR-14992 - 2003

A Norma NBR 14992 – **A.R. – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – requisitos e métodos de ensaio**, teve origem do Projeto 18:406.05-001:2002, elaborado pelo

Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados – ABNT/CB-18 e Comissão de Estudo de Argamassa para rejunte – CE-18:406.05, passando a vigorar a partir de outubro de 2003 e especifica os requisitos exigíveis no que diz respeito às argamassas de rejuntamento de placas cerâmicas no revestimento de pisos e paredes.

Após conclusão dos estudos realizados pela Comissão de estudo que deu origem a esta norma, a mesma contempla os seguintes parâmetros com relação às argamassas de rejuntamento à base de cimento Portland:

- Anexo A: preparo da mistura
- Anexo B – Determinação de retenção de água
- Anexo C – Determinação da variação dimensional
- Anexo D – Determinação da resistência à compressão
- Anexo E – Determinação da resistência à tração na flexão;
- Anexo F – Determinação da absorção de água por capilaridade;
- Anexo G – Determinação da permeabilidade;

Como se pode observar, foram realizadas algumas modificações desde a publicação do projeto de normalização e a norma propriamente dita, como mostra a Tabela 9, a seguir:

Tabela 9 – Comparação entre os itens analisados no projeto de norma e na norma vigente referente às argamassas de rejuntamento à base de cimento portland.

Projeto de norma 18:406.05.001	Norma NBR 14992
<ul style="list-style-type: none"> • Anexo A – Preparo da mistura – procedimento • Anexo B – Determinação do índice de consistência • Anexo C – Determinação da retenção de água • Anexo D – Determinação da retração linear • Anexo E – Determinação da resistência à compressão • Anexo F – Determinação da resistência à tração na flexão • Anexo G – Determinação do módulo de deformação estático • Anexo H – Determinação da absorção de água por capilaridade • Anexo I – Determinação da permeabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Anexo A - Preparo da mistura • Anexo B – Determinação de retenção de água • Anexo C – Determinação da variação dimensional • Anexo D – Determinação da resistência à compressão • Anexo E – Determinação da resistência à tração na flexão • Anexo F – Determinação da absorção de água por capilaridade • Anexo G – Determinação da permeabilidade

Estas modificações ocorridas entre projeto de norma e o texto final, não parecem muito lógicas, uma vez que o ensaio de determinação do índice de consistência poderia ser um bom parâmetro para avaliarmos a presença de possíveis aditivos que melhorariam o desempenho das argamassas, só interessando a sua exclusão à fabricantes menos consciencioso.

6.2 Normas ABNT, ANSI, ISO, BSI e CEN

Os Estados Unidos e a Europa também possuem sua normalização para as argamassas de rejuntamento. Nos Estados Unidos são utilizados os parâmetros da ANSI – American National Standard Specifications e da ISO – International Organization for Standardization. Já na Europa são utilizados parâmetros da BSI – British Standards Institution e CEN – Comitê Europeu de Normalization além da ISO. Cabe ressaltar que não tivemos acesso ao texto original das normas BSI e CEN, sendo as informações citadas colhidas da literatura, o que nos impossibilitou de incluí-las na tabela 10.

Realizando uma análise dos parâmetros elencados nas diversas normas, identificamos pontos comuns, porém observamos também especificações contempladas em algumas normalizações e em outras não, como demonstrado na tabela comparativa a seguir:

Tabela 10 – Comparação das características das argamassas de rejuntamento existentes nas normas ANSI, ISO, E ABNT.

Características	ANSI	ISO	ABNT
Retenção de água			S
Varição dimensional	S	S	S
Resistência à compressão	S	S	S
Resistência à tração na flexão	S	S	S
Absorção de água por capilaridade	S	S	S
Permeabilidade	N	N	S
Resistência à abrasão	N	S	N
Resistência química	N	S	N
Índice de consistência	S	N	N
Absorção de água por imersão	S	S	N
Módulo de deformação	S	S	N
Resistência ao manchamento*	S	N	N

*Esta característica consta na versão da norma ANSI de 1992, porém na edição de 1999 já não é mais considerada.

6.3 Aspectos técnicos não contemplados pela NBR 14992

Certamente a NBR 14992 representa o preenchimento de uma lacuna na normalização técnica da construção civil no que tange seu objeto principal que são as argamassas de rejuntamento. Entretanto, percebemos que alguns itens, ao nosso ver muito importantes, não fazem parte de seu conteúdo.

Alguns desses itens são aspectos técnicos referentes às características físicas e químicas do material que certamente têm participação fundamental no contexto do conjunto do revestimento cerâmico.

Para ilustrar, podemos citar esses itens que, inclusive, alguns deles fazem parte da normalização internacional, como por exemplo: flexibilidade, resistência ao manchamento, limpabilidade, aderência à lateral da placa cerâmica, módulo de deformação (que fazia parte do projeto de norma 18:406.05-001) e resistência à ação dos raios solares, principalmente o raio Ultra Violeta.

Somam-se a estes a necessidade de uma melhor especificação com relação à utilização em grandes fachadas e em meios agressivos, através da realização de ensaios laboratoriais específicos.

Outro aspecto que deve ser abordado é de cunho tecnológico. A norma refere-se exclusivamente a argamassas à base de cimento portland, o que a torna um pouco limitada em vista da variedade de materiais diversificados existentes atualmente no mercado e que podem ser utilizados

com o mesmo fim, com características certamente mais adequadas com relação aos aspectos de resistência às atividades físicas, biológicas e químicas a que estão expostos.

Tendo em vista a recente entrada em vigor desta norma, acreditamos que ainda esteja em fase de adaptação, sendo positiva sua implementação através de sugestões e opiniões por parte dos profissionais e setores de pesquisa da construção civil que têm em seu dia-a-dia um contato mais estreito com a vivência prática da utilização desse material, podendo desta maneira contribuir com o melhoramento contínuo das especificações técnicas.

7. PATOLOGIAS

Segundo Saraiva (1998), a importância do estudo das patologias nos revestimentos cerâmicos de uma edificação decorre do fato de que todos os seus requisitos de desempenho dependem fundamentalmente da estabilidade do revestimento.

Patologias registradas em revestimentos se apresentam de diversas formas, todas elas resultando na impossibilidade de cumprimento das finalidades para os quais foram concebidos, notadamente no que se refere aos aspectos estéticos, de proteção e de isolamento.

De acordo com Pedro et al. (2002), a origem das patologias podem ser classificadas em:

a) Congênitas - São aquelas originárias da fase de projeto, em função da não observância das Normas Técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos. São responsáveis por grande parte das avarias registradas em edificações.

b) Construtivas - Sua origem está relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças, o que, segundo pesquisas mundiais, também são responsáveis por grande parte das anomalias em edificações.

c) Adquiridas - Ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou decorrentes da ação humana, em função de manutenção inadequada ou

realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico.

d) Acidentais - Caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal, recalques e, até mesmo incêndio”.

No Brasil, as patologias mais importantes manifestam-se tipicamente na forma de fissuras e perda de aderência (descolamentos) devido às deformações excessivas e inadequação das camadas do revestimento.

As patologias, muitas vezes, são resultado de uma combinação de fatores. Fissuras e descolamentos nos revestimentos, por exemplo, podem ser resultado da propagação de fissuras ocorridas nas suas interfaces com a estrutura, falta de reforço no substrato (emboço), falta de juntas de controle, preenchimento inadequado das juntas de colocação, falta de argamassa de assentamento no verso das placas e não observação dos limites de tempo em aberto e tempo de ajuste dos materiais de assentamento.

As patologias de revestimento cerâmico são difíceis de recuperar e requerem para isso custos elevados. Muitas vezes, quando elas manifestam-se visualmente, já há comprometimento da integridade do revestimento e estes custos podem suplantar os custos da execução original (MEDEIROS; SABATINI, 1999).

Nos tópicos a seguir procuramos relacionar as ocorrências

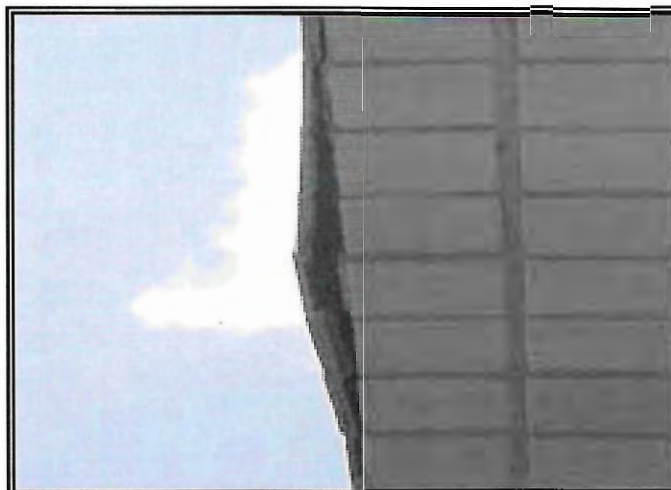
mais comuns registradas, em função, dos levantamentos efetuados, especialmente no que se refere aos principais grupos patológicos selecionados, que correspondem à realidade presente em nosso país, relacionando-os com a argamassa de rejuntamento, objeto de nosso estudo.

7.1 Algumas patologias dos revestimentos cerâmicos relacionadas ao rejuntamento

7.1.1 Expansão por umidade

Expansão por umidade é a expansão sofrida por alguns materiais cerâmicos e provocada por absorção de água na forma líquida ou de vapor.

Essa expansão geralmente ocorre lentamente, durante um longo período, e é pequena. A causa da expansão é a reidratação dos materiais argilosos que compõem o corpo cerâmico, o que pode estar relacionado à argamassa de rejuntamento deficiente em impermeabilidade ou aplicada inadequadamente.



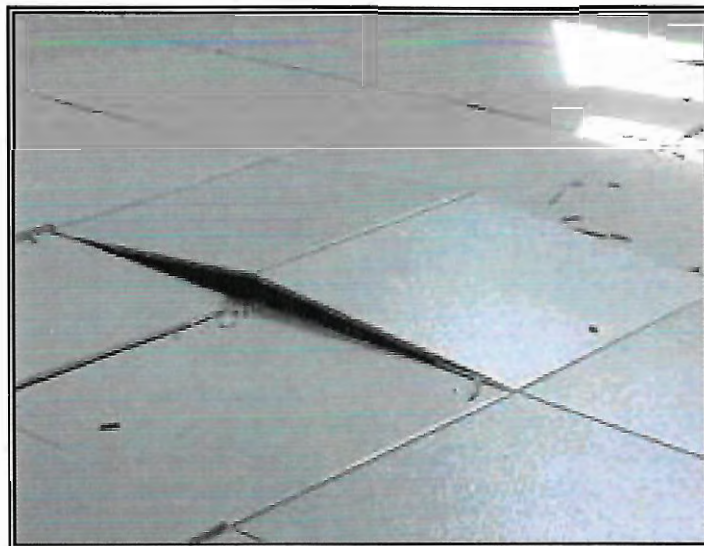
Fonte: Pedro et al., 2002

Figura 8 - Expansão por umidade

7.1.2 Choque térmico

Os revestimentos e suas camadas suportes de argamassa, de alvenaria, ou de concreto, sofrem deformações térmicas diferentes devido aos seus coeficientes de dilatação e, especialmente, deformações causadas pela temperatura diferencial entre as faces superior e inferior de um piso elevado, ou entre as faces externa e interna dos edifícios ou, ainda, pelas condições ambientais de temperatura.

No caso do revestimento cerâmico, sendo o coeficiente de dilatação linear a metade do coeficiente de dilatação térmica linear da argamassa e do concreto, haverá compressão à medida que a temperatura cai em todo o conjunto (PEDRO et al., 2002), gerando forças normais ao plano de assentamento. As propriedades do módulo de deformação e flexibilidade da argamassa de rejuntamento relacionam-se diretamente a esta patologia, ambas na contempladas pela norma.



Fonte: Pedro et al., 2002

Figura 9 - Choque térmico

7.1.3 Falhas de assentamento

É importante analisar as patologias resultantes de deficiências de assentamento, especialmente no que se refere à configuração do tardo (face posterior da peça), que pode apresentar uma superfície lisa, com reentrâncias ou em garras. Garras poli-orientadas no tardo se apresentam como elemento bastante favorável em cerâmicas para fachadas, uma vez que esta característica aumenta a resistência às tensões de cisalhamento a que as peças estarão submetidas.

Já com relação à argamassa de assentamento, o mais comum é a utilização das argamassas colantes. Especificamente no caso de fachadas, é recomendada pela norma a utilização de argamassas tipo AC-II (também conhecidas como argamassas colantes flexíveis ou com adição polimérica), porém estudos recentes demonstram que as argamassas tipo

AC-III apresentam maior eficiência para este fim (BORTOLETTO, 2004). Estas argamassas requerem um tempo de espera mínimo a partir da mistura do produto com água (geralmente, da ordem de 15 minutos), sendo fundamental a observação do tempo em aberto, que corresponde ao intervalo de tempo em que a argamassa colante pode ficar estendida sobre o emboço sem que haja perda de seu poder adesivo. Para as argamassas tipo AC-II o tempo em aberto deve ser de no mínimo 20 minutos, sendo que este pode ser verificado *in loco* durante o assentamento do revestimento cerâmico. A verificação das seguintes situações indica tempo em aberto excedido: 1) observação de película esbranquiçada brilhante na superfície da argamassa; 2) toque da argamassa colante com as pontas dos dedos e não ocorrência de sujeira nos mesmos e 3) arrancamento de uma cerâmica recém assentada e a não verificação de grande impregnação da área do tardo por argamassa colante. No assentamento de peças cerâmicas com dimensões superiores a 20 x 20 cm recomenda-se a aplicação da argamassa também em seu tardo (além da já aplicada no emboço com a utilização da desempenadeira denteada metálica). O arraste da cerâmica, proporcionando o rompimento dos cordões da argamassa colante e a posterior percussão eficiente da peça, garantem maior estabilidade do assentamento, uma vez que aumenta a área colada (MAIA NETO, 1999).



Fonte: Pedro et al., 2002

Figura 10 - Falha de assentamento

Os problemas de descolamentos são especialmente críticos devido aos riscos de acidentes envolvidos na queda de placas ou de partes das camadas. Estes descolamentos ocorrem com mais intensidade nos primeiros e últimos andares dos edifícios, nas regiões de deslocamento estruturais mais intenso (como os balanços, por exemplo) e nas fachadas mais solicitadas por insolação (devido aos choques térmicos).

A má aplicação do rejunte pode acelerar o aparecimento das patologias.



Fonte: Pedro et al., 2002

Figura 11 - Descolamento

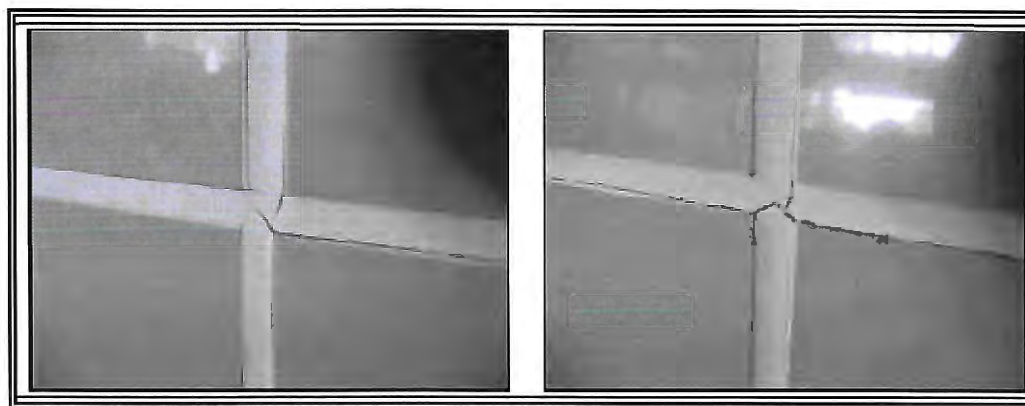
7.1.4 Fissuras

As fissuras nos revestimentos podem estar associadas à sua incapacidade de absorver as movimentações da estrutura que reveste (oriundas de carregamentos diversos ou ação de vento), bem como a técnica executiva utilizada, características e dosagem dos materiais constituintes.

Vale a pena citar fissuras originadas por deficiências ocorridas em etapas anteriores a da aplicação do revestimento, tais como: i) fissuras relacionadas ao cobrimento insuficiente do concreto (uma menor camada de cobrimento pode permitir a penetração de gases que provocam diversas

reações que ocorrem com aumento de volume e acabam por transmitir tensões ao revestimento final. Exemplos destas reações são a redução do pH do concreto comprometendo a proteção química que este fornece ao aço e conseqüente oxidação do mesmo, e as reações álcalis-agregados) e ii) fissuras relativas à execução da alvenaria (fissuras que ocorrem na região de transição viga/alvenaria, também fissuras devido a reações expansivas da argamassa de assentamento dos elementos de alvenaria ocasionadas pela utilização de argilo-minerais expansivos, cal com elevado teor de óxidos não hidratados ou reações expansivas cimentos/sulfatos e ainda fissuras relacionadas à ausência ou mal dimensionamento de vergas e contra-vergas gerando concentrações de tensões nos cantos das janelas) (MAIA NETO, 1999).

No caso das argamassas de rejuntamento, o uso de elevado teor de finos, traços muito fortes (com alto teor de aglomerantes em relação aos agregados), elevada quantidade de água de amassamento e operações excessivas de alisamento podem favorecer o aparecimento de fissuras oriundas da retração hidráulica deste material cimentício.



Fonte: Junginger, 2003.

Figura 12 – Fissura em rejuntamento

7.1.5 Eflorescência

Esse fenômeno se caracteriza pelo aparecimento de formações salinas sobre algumas superfícies, podendo ter caráter pulverulento ou ter a forma de crostas duras e insolúveis em água. Na grande maioria dos casos, o fenômeno é visível e de aspecto desagradável, mas em alguns casos específicos pode ocorrer no interior dos corpos, imediatamente abaixo da superfície (JUNGINGER, 2003). Uemoto (1988) afirma que a eflorescência pode ser considerada um dano, seja por modificar visualmente o local onde se deposita ou por poder provocar degradações profundas.

Segundo Junginger (2003), o fenômeno da eflorescência, bastante conhecido e pesquisado, resulta da dissolução dos sais presentes na argamassa (ou nos componentes cerâmicos, ou provenientes de contaminações externas etc.) e seu posterior transporte pela água através dos mais variados materiais porosos. Se, durante esse transporte, a concentração dos sais na solução aumentar (por perda de água ou por aumento da quantidade de sais), eles poderão entrar em processo de cristalização e dar origem ao fenômeno. Ocorrendo superficialmente, essa cristalização dá origem à eflorescência mais amplamente encontrada e visível; se ocorrer internamente ao material, dá origem à cripto-eflorescência, muitas vezes de difícil identificação.

Como sabemos, as placas cerâmicas e a argamassa possuem vazios em seu interior, como cavidades, bolhas, poros abertos e fechados e uma enorme e complexa rede de micro canais (FIORITTO, 1994). A água,

então, pode passar pelo seu interior por força da capilaridade ou mesmo por força do gradiente hidráulico.

Embora seja claro como a eflorescência ocorre, as reações químicas envolvidas podem ser bastante complexas e nem todas são conhecidas ou explicadas. De qualquer forma, o resultado final de sua ação é notório e seu aparecimento não necessariamente indica seu local de origem, pois os sais podem ser transportados pela água a partir de locais afastados do ponto de ocorrência do problema. Assim, é necessário compreender o comportamento dos sais dissolvidos, sua possível fonte e também a origem da água. A simples intervenção localizada e sintomática pode ser totalmente ineficaz e até danosa (JUNGINGER, 2003).

Para que a eflorescência se manifeste, os seguintes fatores apresentam-se como necessários e suficientes:

- **Água:** atua como um solvente que possibilita a dissolução dos sais que dão origem ao fenômeno. Ela pode ter origem em vários pontos e o *Brick Institute of America* (BIA, 1997) ressalta os seguintes:

água de chuva, que pode ser acompanhada de vento ou não. A água de chuva tem grande chance de penetrar através das juntas, em particular se forem mal executadas;

água de condensação: resulta das trocas de vapor de água entre o interior e o exterior através de meios porosos. Se o vapor de água atingir o ponto de orvalho

(*dew point*) em algum local no interior da parede, pode ocorrer a condensação intersticial;

água proveniente da etapa de construção: a água de amassamento, o uso de proteções deficientes contra a chuva ou qualquer outro fato que possibilite a concentração de umidade podem ocasionar problemas em obras recém entregues (em inglês *new building bloom*). Paredes saturadas de água podem demandar semanas ou meses para que a secagem ocorra; blocos em contato com o solo, além de absorver umidade, podem ser contaminados por sais ou elementos estranhos;

- sais, que se movimentam dissolvidos na água e efetivamente dão origem ao fenômeno;
- gradiente hidráulico, que possibilita a movimentação da água e o transporte dos sais do interior para a superfície dos corpos afetados.

Além dos fatores expostos anteriormente, algumas condições externas podem favorecer ainda mais o aparecimento da eflorescência, segundo afirma Uemoto (1988): quanto maior a quantidade de água e o tempo de contato, maior o potencial de solubilização associado; a elevação da temperatura, além de favorecer a solubilização dos sais, aumenta a velocidade de evaporação da água e, em conseqüência, de cristalização dos sais; a porosidade dos materiais atingidos. Em alguns casos, elementos

muito porosos podem ser afetados por causa da alta concentração de sais em elementos vizinhos menos porosos.

Os sais mais comumente encontrados são Na_2SO_4 e K_2SO_4 , já que são provenientes de metais alcalinos que formam compostos bastante solúveis em água. Depois, as formas Na_2CO_3 , NaHCO_3 , K_2CO_3 e KHCO_3 aparecem com menor freqüência. Compostos do tipo MgCl_2 , MgSO_4 , CaCO_3 , CaSO_4 e $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ aparecem em terceiro lugar e, por último, traços de sulfatos de Vanádio e Molibdênio foram encontrados em análises químicas de amostras (JUNGINGER, 2003).

Segundo o Brick Institute of America (BIA, 1997), quando os carbonatos ocorrem geralmente possuem uma coloração mista de cinza e branco, aparecendo como crostas localizadas. Supõe-se que sua formação pode ocorrer quando um feixe constante de água atravessa, por longos períodos de tempo (devido à baixa solubilidade dos carbonatos), fendas ou furos existentes na estrutura matriz, de forma semelhante à formação de estalactites. Ao chegar à superfície, a água evapora, os sais reagem com o CO_2 e dão origem às crostas de carbonatos.

Outra origem dos sais pode estar nos componentes cerâmicos produzidos com argilas ricas em pirita (FeS_2). Esse componente sofre oxidação durante o processo de queima segundo a equação abaixo:

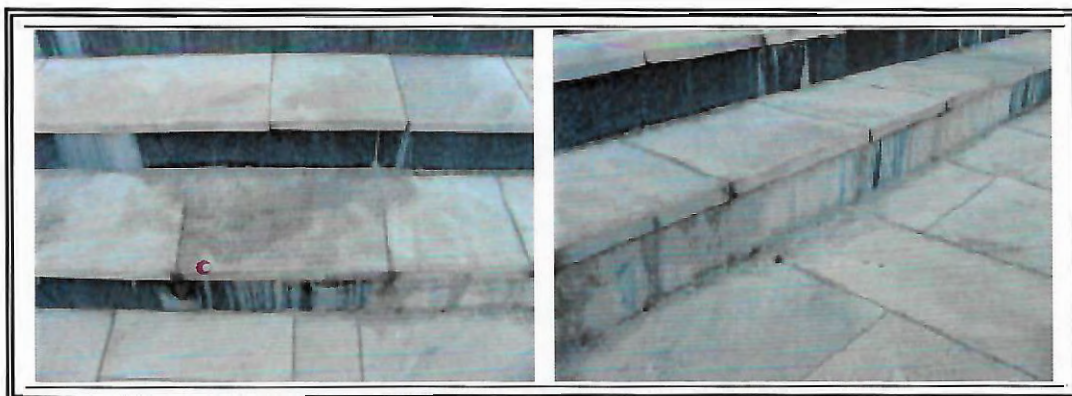


Os sulfatos de Sódio (Na_2SO_4), Potássio (K_2SO_4), Magnésio

(MgSO₄) e Cálcio (CaSO₄) ocorrem largamente nas argilas e nos solos e também nas placas do revestimento cerâmico. Quando em solução aquosa, eles interagem com o cimento Portland, podendo causar expansão e perda de resistência.

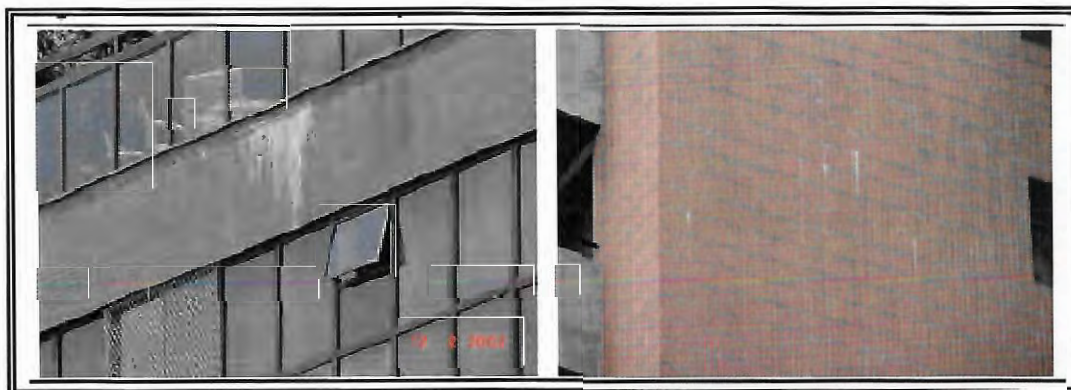
Tabela 11 – Formas de manifestação de eflorescência.

Tipo	Locais de formação	Causas prováveis	Reparos
Pó branco pulverulento solúvel em água.	<ul style="list-style-type: none"> . superfícies de concreto aparente; . superfícies de alvenaria revestida; . juntas de pisos cerâmicos ou azulejos; . regiões próximas a caixilhos mal vedados; . superfícies de ladrilhos não esmaltados. 	<ul style="list-style-type: none"> . sais solúveis presentes nos materiais: água de amassamento, agregados ou aglomerantes; . sais solúveis presentes nos materiais cerâmicos; . sais solúveis presentes no solo; . poluição atmosférica; . reação entre compostos do cimento e da cerâmica. 	<ul style="list-style-type: none"> . eliminação da fonte de umidade; . em superfície externa, aguardar a eliminação dos sais pela ação da chuva; . lavagem com água; . escovamento; . limpeza com ácido clorídrico a 10%.
Depósito branco com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água.	<ul style="list-style-type: none"> . juntas das alvenarias assentadas com argamassa; . superfície de concreto ou revestimento com argamassa; . superfícies de componentes próximos a elementos de alvenaria ou concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> . carbonatação da cal liberada na hidratação do cimento; . carbonatação da cal constituinte da argamassa. 	<ul style="list-style-type: none"> . eliminação da percolação de água; . lavagem com ácido clorídrico a 10%; . escovamento mecânico se necessário.
Depósito branco, solúvel em água, com efeito de expansão.	<ul style="list-style-type: none"> . em fissuras eventualmente presentes nas juntas das alvenarias; . nas juntas de argamassa das alvenarias; . em regiões da alvenaria muito expostas à ação da chuva. 	<ul style="list-style-type: none"> . expansão devido à hidratação do sulfato de cálcio existente no tijolo ou reação dos compostos do tijolo e do cimento; . formação do sal expansivo por ação do sulfato do meio. 	<ul style="list-style-type: none"> . esperar a estabilização antes de efetuar reparos; . reparar com uso de cimento isento de sulfatos.



Fonte: Junginger, 2003.

Figura 13 – Eflorescência em escada externa



Fonte: Junginger, 2003.

Figura 14 – Eflorescência em fachada de edifícios

7.1.6 Manchas

Normalmente provocadas pelas infiltrações de água contaminada, devido a sistemas de impermeabilização deficientes, as manchas podem se manifestar sob forma de eflorescências (discutidas anteriormente), bolor (manchas esverdeadas ou escuras, comuns em áreas não expostas à insolação) ou mudanças de tonalidade dos revestimentos e rejuntas. Frequentemente estão associadas aos descolamentos, à

desagregação dos revestimentos e à má aderência entre camadas distintas de revestimentos (MAIA NETO, 1999).

Embora seja largamente empregado em nosso país e em praticamente todo o mundo, os revestimentos cerâmicos ainda carecem de muitas melhorias e evolução tecnológica, notadamente no que diz respeito à tecnologia de produção de fachadas, conforme já enfatizado anteriormente. A grande incidência de defeitos patológicos atestam esta necessidade.

8. APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE REJUNTAMENTO

8.1 Preceitos da Boa Execução

Neste momento é bastante importante atentarmos para a necessidade de uma mão de obra extremamente treinada, e não só isso, é imprescindível o engajamento desta mão de obra, no sentido até de um aprimoramento cultural, reconhecendo o verdadeiro sentido da responsabilidade inerente ao trabalho envolvido em seu cotidiano.

8.2 Preparo das juntas de assentamento

Para um correto preenchimento das juntas de assentamento, elas devem estar limpas e isentas de corpos estranhos ao rejunte, como pó, óleos e graxas, entulho de obra etc. Ademais, é necessário que os excessos de argamassa adesiva tenham sido removidos durante a etapa de assentamento das placas, logo após a secagem inicial, já que uma espera prolongada pode inviabilizar ou dificultar demasiadamente essa tarefa, em particular para argamassas de uso específico, como aquelas para assentamento de placas de baixa absorção. A Figura 15 mostra as juntas de assentamento após a limpeza com o uso de uma escova de cerdas plásticas.



Fonte: Junginger, 2003.

Figura 15 - Juntas de assentamento limpas com escova de cerdas plásticas

A seqüência preferencial de execução do revestimento deve indicar o assentamento das placas sobre as paredes e apenas depois sobre o piso, pelo próprio fato de que a movimentação de operários e materiais pode danificar as placas já assentadas sobre ele. Além disso, o assentamento das placas na horizontal como última tarefa minimiza a possibilidade de as juntas serem tomadas por sujidades que necessariamente precisam ser removidas posteriormente.

A limpeza das juntas deve ser feita o mais breve possível (num instante tal que as placas não mais percam sua posição) e pode ser feita com ajuda de qualquer ferramenta dura, capaz de remover os excessos da argamassa de assentamento. O ITC (1994, p.127) cita que o excesso de adesivo precisa ser retirado das juntas antes da secagem e que elas devem ser completamente tomadas pelo rejunte. Um assentador habilidoso pode perfeitamente retirar grande parte do excesso com a própria desempenadeira denteada, bastando ter cuidado para não riscar o esmalte das placas. Na maioria dos casos, entretanto, a limpeza das juntas pode ser

feita com auxílio de uma escova de cerdas plásticas ou até mesmo de uma vassoura de piaçava (JUNGINGER, 2003).

É importante salientar que o assentamento das placas pode, embora não deva, ser feito sem que as juntas sejam tomadas por excessos de argamassa, situação essa que ocorre quando as placas são posicionadas no local tendo como referência uma das arestas. Entretanto, isso é um potencial indicativo de que o assentamento foi mal executado e de que o tardo das placas dificilmente está preenchido de maneira adequada, mesmo porque se a placa for percutida com força suficiente para esmagar os cordões de argamassa, seu transbordamento pelas juntas é inevitável .

8.3 Preparo do rejunte

Os rejuntas industrializados são preparados basicamente com a adição do pó à água em proporção bem definida e indicada na própria embalagem. Mesmos tipos de rejunte para as mesmas condições de aplicação podem exigir teores diferenciados de água dependendo de sua procedência. Existem casos, também, em que o fabricante anexa etiquetas específicas com o objetivo de explicitar essa quantidade, o que o deixa livre para utilizar a mesma embalagem para produtos que exigem teores de água diferenciados (JUNGINGER, 2003).

O rejunte deve ser preparado em um recipiente que não absorva água e que seja inerte, isto é, que não solte partículas, corantes ou outros compostos que a ele possam misturar-se. Em síntese, pode ser de

metal que não sofra corrosão ou de plástico resistente; caixotes de madeira são inadequados porque podem absorver a água de amassamento.

A mistura pode ser feita manualmente ou com auxílio de misturadores de haste helicoidal a baixa rotação, evitando a incorporação de ar que torna o rejunte menos denso. Após, é importante observar o tempo de repouso proposto pelo fabricante e remisturar uma última vez. A água utilizada deve ser limpa, de modo a não contaminar o rejunte com sais solúveis que podem dar origem a eflorescências posteriores.

Como todo produto cimentício, as propriedades do rejunte também estão intimamente ligadas à relação água/cimento, motivo pelo qual a quantidade de água deve seguir rigorosamente as recomendações do fabricante. Embora uma maior quantidade de água facilite a aplicação por tornar o rejunte mais trabalhável, ela pode prejudicar a coloração, diminuir a aderência, aumentar a porosidade e a retração; enfim, pode prejudicar as propriedades do rejunte endurecido. Uma vez que o rejunte deve evitar a entrada de água por trás das placas e seu contato com elas limita-se apenas à pequena área das bordas, suas propriedades mecânicas não devem ser prejudicadas por excesso de água de amassamento (JUNGINGER, 2003).

A mistura deve ser executada em quantidade tal que seu uso não ultrapasse aproximadamente 1 hora ou o tempo determinado pelo fabricante. Quanto maior a quantidade preparada, mais tempo o produto ficará exposto e sujeito à perda de água por evaporação, fato agravado pelas altas temperaturas e baixas umidades. Nesses casos, o recipiente deve ser coberto com um pano úmido. Independentemente disso, o rejunte

deve ser protegido do Sol e do vento (JUNGINGER, 2003).

A mistura deve ser bem feita e não devem existir grumos secos imersos na massa úmida, situação bastante comum na mistura manual. Quando adicionada na proporção correta, a água transmite uma falsa impressão de que não é suficiente para todo o pó. Entretanto, basta prosseguir com a mistura para que todo o pó transforme-se numa pasta homogênea e com aspecto cremoso. De maneira geral, o pó deve ser adicionado aos poucos sobre a água, na quantidade definida pelo fabricante, e não o contrário, evitando a formação de partes secas no fundo do recipiente e facilitando a mistura. Após essa mistura inicial, podem ser adicionadas pequenas quantidades de água para ajuste da consistência final.

De acordo com Junginger (2003), no caso de produtos bicomponentes, vale ressaltar que os aditivos devem ser utilizados apenas quando aprovados pelo fabricante e com rígido controle da proporção. Caso sejam utilizados dois líquidos (água e aditivo), é fundamental que sua homogeneização seja executada antes da adição do pó.

Após a atividade da mistura, é necessário um intervalo aproximado de 10 a 15 min para que possa haver a hidratação de alguns compostos que fazem parte do pó. Somente após esse período deve-se promover a remistura do rejunte e liberá-lo para aplicação.

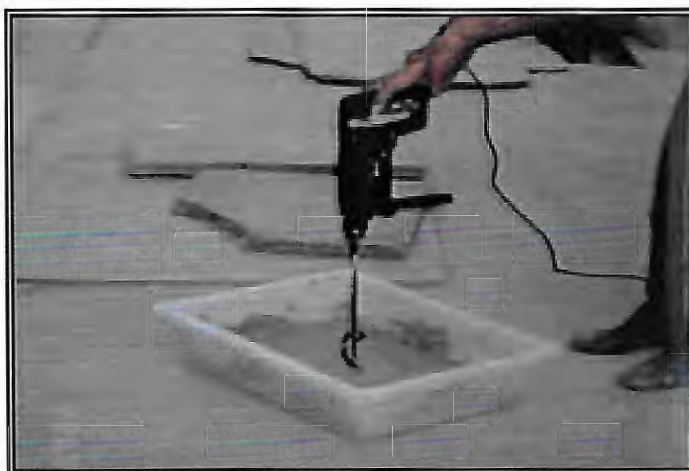
8.4 Aplicação do rejunte

Antes de qualquer tipo de aplicação definitiva do rejunte, recomenda-se a aplicação de cera líquida, para que ele não provoque manchamento nas placas, em particular naquelas não esmaltadas (algumas linhas rústicas, por exemplo, ou os porcelanatos polidos). Esse teste pode ser feito por meio de uma aplicação prévia num local menos visível, analisando o resultado final da aplicação. Caso não seja tomado esse cuidado, existe a possibilidade de o rejunte manchar de maneira perceptível e irreversível as placas do revestimento, inutilizando-o ou causando sérios prejuízos (JUNGINGER, 2003).

Ainda de acordo com este autor, a aplicação do rejuntamento cimentício e liberação ao uso envolvem os seguintes passos:

1. limpeza das juntas de assentamento: a retirada dos restos de argamassa adesiva, do pó e de corpos estranhos deve ser feita antes do preparo da argamassa. A limpeza de restos de argamassa é feita ainda durante o assentamento das placas, de modo que sua retirada seja simples e rápida. Também, recomenda-se uma espera de 72 horas antes de rejuntar as placas, de modo a diminuir o efeito da acomodação sobre as juntas, que têm pequena largura e pouca possibilidade de absorver variações dimensionais. Por outro lado, como lembra a BS 5385 (BSI, 1991), as juntas não devem permanecer expostas por longos períodos, pois podem acumular resíduos prejudiciais que provocarão efeitos deletérios ao longo da vida útil do rejuntamento;

2. preparo da argamassa de rejuntamento: deve ser feito de preferência com misturador mecânico, como ratifica a ANSI A108.10 (1992), que proporciona boa homogeneidade e produtividade. Entretanto, a velocidade de rotação do misturador não deve ser elevada para que não haja incorporação de ar e diminuição da compacidade da argamassa endurecida. Também, as indicações do fabricante com respeito aos tempos de vida e mistura devem ser respeitadas, bem como a quantidade de água a adicionar;



Fonte: Pedro et al., 2002.

Figura 16 – Misturador mecânico

3. aplicação: deve ser feita com desempenadeira de borracha macia ou com espátula de borracha, de forma a preencher totalmente as juntas entre as placas (Figura 17). Como orientação geral, a argamassa deve ser espalhada na direção diagonal às juntas, em sucessivos movimentos de vai e vem até o completo preenchimento. Deve ser feita em temperaturas amenas e o

umedecimento das juntas deve ser executado de acordo com orientações do fabricante. De modo geral, o umedecimento é limitado aos casos de altas temperaturas e juntas de pequena largura. O máximo de material deve ser colocado no interior das juntas, sendo que a ANSI A108.10 (1992) recomenda que o preenchimento mínimo admissível das juntas seja de pelo menos 2/3 da espessura das placas assentadas. Byrne (1995) recomenda que a aplicação seja feita, inicialmente, em pequenas áreas, de modo a verificar quanto tempo é necessário para uma boa aplicação e quanto tempo a argamassa necessita para aceitar a etapa de limpeza.

Quando for aplicado rejuntamento colorido, é necessário verificar se há a possibilidade de algum tipo de manchamento das placas cerâmicas. Isso pode ser feito por meio da aplicação em uma pequena área de teste e, caso ocorram problemas, uma camada selante protetora pode ser aplicada sobre as placas. Nesses casos, as instruções do fabricante devem ser seguidas.

4. acabamento: após a secagem inicial, que varia com as condições atmosféricas, pode ser feita a limpeza grosseira das placas (Figura 18), removendo o excesso de argamassa com a própria ferramenta de aplicação. Como mencionado por Byrne (1995), é importante levar em consideração que os restos de argamassa sobre as placas secam mais rapidamente do que a argamassa da junta e isso requer um certo cuidado na limpeza.



Fonte: Junginger, 2003

Figura 17 – Aplicação do rejunte

Figura 18 – Rejunte aplicado

O frisamento, opcional, deve ser feito com materiais inertes, de preferência plásticos, de modo a evitar alterações de cor e formação de manchas futuras. A limpeza fina (Figura 19 e Figura 20) deve ser feita após a argamassa obter resistência mecânica suficiente para permitir a passagem de um pano seco sem danos. A limpeza final deve ser feita com água, sendo que o uso de produtos químicos ácidos e/ou palha de aço não são recomendados;



Fonte: Junginger, 2003

Figura 19 – Limpeza inicial das placas

Figura 20 – Aparência após limpeza

5. prazo de liberação ao uso: tem por objetivo impedir que o material de rejuntamento sofra solicitações prematuras que prejudiquem seu desempenho. A liberação ao tráfego normal deve ser feita após, no mínimo, sete dias de cura, sendo que quanto maior esse prazo, melhor será o desenvolvimento das propriedades que garantirão seu desempenho. (JUNGINGER, 2002)

É importante alertar que a não obediência às etapas descritas poderá ter como consequência o surgimento das patologias citadas no capítulo anterior.

**9. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS
INTERLABORATORIAIS E
COMENTÁRIOS**

9.1 Resultados

Os resultados apresentados nas tabela a seguir foram obtidos através de testes realizados pela L.A. Falcão Bauer – Centro Tecnológico de Controle da Qualidade, durante o desenvolvimento do Projeto de Norma 18:406.05-001.

Tabela 12. Primeiros ensaios baseados na norma ANSI 118.6(1995)

Amostra	Absorção de água		Resist. à compressão (MPa) 28 dias	Resist. Tração na flexão (MPa) 7 dias
	U.R. 50%	Saturado		
1	---	---	23,9	3,56
2	---	---	9,7	2,00
3	---	---	2,5	0,55
4	---	---	19	3,45
5	--	---	9	2,06
6	8,7	13,4	9,9	2,32
7	10,6	16,8	15,6	2,51
8	2,9	19	9,4	1,95
9	1,7	24,7	3,5	0,93
10	1,9	19,6	7,4	1,61
11	2,8	16,4	15,7	3,11
12	23,8	25,2	2,3	0,46
13	4,2	6	14,9	4,50
14	3	7,7	17,9	2,60
15	8,5	12,4	37,9	4,73
16	13,3	16	23	2,61
17	13,8	15,7	19,1	2,81
18	2,1	24,5	4,6	1,13
19	2,1	26	3,4	0,85
Parâmetros da ANSI 118,6	≤ 10%	≤ 12%	≥ 24,9	≥ 2,45

Tabela 13 - Resultados comparativos para índice de absorção baseados na ANSI 118.6 e adaptado da NBR 9779 (1997).

Amostra	Absorção de água		Abs. água por capilaridade 360min.(g/cm ²)
	U.R. 50%	Saturado	
1	1,6	16,8	0,387
2	2,4	16,3	0,589
3	6,4	19,8	0,774
4	7,6	20,8	0,996
5	9,7	22,7	1,241
6	8,6	20,1	0,656
7	5,4	9,5	0,165
8	8,4	12,6	0,160
9	1,2	10,0	0,114
10	4,6	18,5	0,270
11	11,4	14,6	0,084
12	4,8	9,6	0,096
13	---	---	1,465
14	---	---	0,951
15	---	---	1,548
16	25,9	29,4	4,249
17	25,5	29,2	4,270
18	13,4	24,7	1,042
19	27,1	29,5	1,321
20	26,4	28,6	1,575
21	9,6	12,4	0,377
22	16,2	22,2	1,492
23	12,5	21,1	0,506
24	20,3	27,4	0,379
25	19,4	26,7	4,100
26	6,4	12,4	0,209
27	7,1	13,0	0,368
28	2,8	8,3	0,207
29	2,7	12,0	0,095
30	3,1	8,2	0,149
31	1,2	9,7	0,160
Parâmetros da ANSI 118,6	≤ 10%	≤ 12%	NBR 14992 (300 MIN.) Tipo I ≤ 0,6 Tipo II ≤ 0,3

Tabela 14 - Média dos resultados de resistência à compressão

Amostra	Projeto Brasileiro
	Tensão (MPa)
1	11,9
2	12,1
3	11,3
4	9,2
5	9,6
6	12,8
7	15,4
Tipo I $\geq 8,0$ MPa - Tipo II $\geq 10,0$ MPa	

Tabela 15 - Média dos resultados de resistência à tensão na flexão

Amostra	Projeto Brasileiro
	Tensão (MPa)
1	4,55
2	5,30
3	2,76
4	3,52
5	3,71
6	3,62
7	3,83
Tipo I $\geq 2,0$ MPa - Tipo II $\geq 3,0$ MPa	

Tabela 16 - Média dos resultados de absorção de água por capilaridade

Amostra	Projeto Brasileiro
	Absorção (g/cm ²)
1	0,255
2	0,499
3	0,229
4	0,535
5	0,181
6	0,166
7	0,548
Tipo I $\leq 0,6$ g/cm ² - Tipo II $\leq 0,3$ g/cm ²	

Tabela 17 - Média dos resultados de permeabilidade(cm³)

Amostra	240 min.
1	0,9
2	1,9
3	1,0
4	2,3
5	0,6
6	0,3
7	3,5
Tipo I $\leq 2,0$ cm ³ Tipo II $\leq 1,0$ cm ³	



9.2 Comentários

Na Tabela 12, que mostra ensaios realizados em 1995, baseados na ANSI 118.6, utilizaram 44 amostras, sendo 27 nacionais (produtos já comercializados no Brasil) sendo as demais importadas. Quanto aos valores para absorção de água por imersão temos uma grande variância nos resultados, demonstrando que novos métodos para especificação devam ser estudados. Já para os ensaios de resistência à compressão e de resistência à tração na flexão, novos valores devem ser especificados, uma vez que os produtos nacionais nem os importados atendem totalmente a especificação americana.

A tabela 13 mostra os resultados dos ensaios realizados em 1997, comparando os procedimentos preconizados pela ANSI 118.6 e NBR9779. No ensaio de determinação de absorção de água por imersão (ANSI 118.6), foi observada grande variação nos resultados, não sendo possível oferecer dados confiáveis com relação a especificação de limites. Já no ensaio de determinação de absorção de água por capilaridade (NBR 9779) observou-se maior possibilidade de diferenciação dos tipos de argamassa de rejuntamento com maior confiabilidade.

Nas tabelas 14 a 17, baseadas já no Projeto de Norma 18:406.05-001, nota-se uma grande evolução dos resultados ensaiados demonstrando uma preocupação dos fabricantes de adequarem-se aos índices determinados pelo Projeto.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por muitos séculos o revestimento cerâmico foi sinônimo de produto de luxo, usado em pisos e paredes das casas dos membros da aristocracia. Finda a II Guerra Mundial, a produção de cerâmica apresentou um desenvolvimento industrial considerável com o advento das técnicas de produção. A possibilidade de produzir em escala industrial baixou os preços e os tornou acessível à grande parte da população. Na fase inicial deste período, os revestimentos cerâmicos foram usados principalmente para satisfazer necessidades funcionais, tais como higiene e facilidade de limpeza e, desse modo, empregado em banheiros e cozinhas. A indústria cerâmica evoluiu com rapidez, desenvolvendo novos materiais que ampliaram consideravelmente as opções e tipos de revestimento disponíveis.

Com o progresso das tecnologias de fabricação das placas cerâmicas, o revestimento cerâmico vem ganhando maior valor agregado e novos campos de aplicação, passando pelo revestimento de pequenos ambientes residenciais internos até o revestimento de fachadas e pisos industriais com altas exigências de desempenho.

Este aumento na utilização de elementos cerâmicos exigiu também uma evolução dos materiais que fazem parte do conjunto cerâmico e a argamassa de rejuntamento passou a desempenhar um papel fundamental neste conjunto, não só do ponto de vista estético, como principalmente do ponto de vista técnico, à medida em que está diretamente

relacionada com o aparecimento ou não de patologias associadas ao conjunto cerâmico.

Atualmente existem vários materiais que podem ser utilizados para cumprir as funções da argamassa de rejuntamento, alguns com melhor desempenho do que outros, sendo os mais comuns a nata de cimento com adições; argamassa de cimento e areia; rejuntamento cimentício industrializado; rejuntamentos à base de resina epóxi, látex e poliuretano.

Neste sentido, a necessidade de uma normalização para utilização dessas argamassas para suprir as necessidades de qualidade do mercado da construção civil deu origem a estudos e testes com materiais destinados a este fim, sendo oficializada por parte da ABNT a norma NBR 14992/2003.

A efetivação desta norma representa um marco importante no setor, que passa a ter um ponto de referência na produção, utilização e manutenção das argamassas de rejuntamento.

Entretanto, a norma apresenta, sob nosso ponto de vista, alguns pontos passíveis de melhoria que merecem estudos mais aprofundados.

Como já dito anteriormente, a evolução tecnológica traz consigo uma diversidade de materiais com propriedades e características adequadas para utilização no rejuntamento. Entretanto a norma refere-se especificamente às argamassas à base de Cimento Portland, que tem suas características bem específicas.

Quanto ao local de aplicação a norma refere-se apenas a

argamassas para pisos e paredes, não se referindo a fachadas.

Além disso, é sabido que algumas características das argamassas de rejuntamento que desempenham papel fundamental no conjunto cerâmico, tal como aderência à lateral da placa cerâmica, resistência aos raios UV, resistência ao manchamento (limpabilidade) estabilidade de pigmentação, resistência à agressividade do meio, etc., não são contemplados nesta norma.

Estas lacunas na norma dão margem a que fabricantes coloquem produtos no mercado que não correspondam com as expectativas e necessidades dos consumidores, pois ao se utilizarem matérias primas mais em conta, acabam por oferecer produtos mais baratos, porém com qualidade insuficiente para estas características que encontram-se em aberto na norma, oferecendo uma concorrência desleal para com as empresas sérias, que trabalham com matérias primas de primeira qualidade, portanto mais caras, mas que vão garantir o desempenho adequado inclusive destes aspectos não controlados pela norma.

Cabe aqui ressaltar, que quando falamos do controle de determinadas características das argamassas, estamos sempre nos referindo a controles feitos em laboratórios, com equipamentos precisos, com pessoal altamente treinado e capacitado, com condições ambientais, tais como temperatura, ventilação, umidade do ar, sempre adequadas, ferramentas sempre em perfeitas condições de limpeza, etc. e que quando levamos tudo isso para as condições de obra, nos distanciamos bastante da situação ideal, pois encontramos:

- falta de aparelhos de medidas precisos;
- água potável de mistura com composição química variável;
- procedimentos menos controlados;
- falta de consciência da mão de obra;
- condições ambientais adversas;
- etc.

Isto faz com que o resultado final piore bastante em relação ao obtido em condições de laboratório, o que nos leva a crer que quanto mais lacunas na norma existirem, muito mais distante estaremos de bons resultados em obra.

Entretanto os ensaios apresentados nos indicam uma crescente melhora na qualidade das argamassas a partir da expectativa de implantação da norma.

Neste sentido, esperamos que o caminho natural da evolução desta norma confirme a necessidade de estudos mais aprofundados de todas estas características apresentadas.

11. CONCLUSÕES

Assim sendo, de acordo com o estudo realizado nesta pesquisa, podemos concluir que:

- A norma refere-se apenas a argamassas para aplicação em pisos e paredes, não se referindo a fachadas;
- a normalização contempla apenas as argamassas de cimento Portland não se aplicando a outros tipos de materiais disponíveis no mercado;
- algumas características das argamassas de rejuntamento que desempenham papel fundamental no conjunto cerâmico, não são contemplados nesta norma;
- lacunas na norma geram possibilidade de utilização de matérias primas de baixo custo resultando produtos mais baratos, com qualidade questionável para características não contempladas, não correspondendo às expectativas e necessidades dos consumidores;
- produtos mais baratos oferecem concorrência desleal para empresas idôneas, que trabalham com matérias primas de primeira qualidade;
- os ensaios apresentados nos indicam uma crescente melhora na qualidade das argamassas a partir da expectativa de implantação da norma;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE (ANSI). **Specifications for ceramic tile grouts – ANSI A118.6**. New Jersey: Tile Council of America, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento**. NBR 13755, Rio de Janeiro, 1996.

_____. **Placa cerâmica para revestimento: especificação e métodos de ensaios**. NBR 13818, Rio de Janeiro 1997b.

_____. **Placa cerâmica para revestimento: classificação**. NBR 13817, Rio de Janeiro, 1997a.

_____. **Argamassa Colante Industrializada para Assentamento de Placas Cerâmica - Especificação**. NBR 14081, Rio de Janeiro, 1998.

BAUER, Jose Roberto. **Descolamentos em revestimento cerâmicos**. São Paulo: Centro Tecnológico Falcão Bauer, 2002.

BORTOLETTO, M. P. **Avaliação das argamassas colantes industrializadas, tipo AC III, para utilização no assentamento de revestimento cerâmico em fachadas de edifícios**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004

BRICK INSTITUTE OF AMERICA (BIA). **Efflorescence – causes and mechanisms. Parts I, II**. Disponível em <<http://www.bia.org>>. Acesso em: Abr.2002.

BSI – BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Wall and floor tiling Part 2: Code of practice for the design and installation of external ceramic wall tiling and mosaics**. London, BSI, 1991. BS 5385 Part 2.

BUCHER, H.R.E.; MULLER, M.S.K. Argamassas colantes semiprontas para assentamento de placas cerâmicas em revestimentos. In: SEMINÁRIO DE ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS - Usos e Desempenhos, São Paulo, 1993.

BYRNE, M. **Setting Tile**. USA: The Taunton Press, 1995.

Centro Cerâmico do Brasil - CCB. **Qualidade e Inovação Tecnológica** : Certificação , Especificação e Assentamento. Setembro, 1999.

CUNHA, Érica Cristina. **Projeto e execução de fachadas com porcelanato**. Exame de Qualificação. Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2000.

FIORITO, A.J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos**: Estudos e procedimentos de execução. 1.ed. São Paulo: PINI, 1994. 221p.

GEPB - GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Quatro séculos de arte sacra: a Igreja de São Francisco: o Convento de Santo Antônio e a Capela da Ordem Terceira**. Bloch Editores S.A. João Pessoa, 1990.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Ceramic tile: test methods**. ISO 10545. Draft. 1994b.

ITC – INSTITUTO DE TECNOLOGIA CERÂMICA. **Colocación de Pavimentos y Revestimientos Cerámicos**. Ministerio de Industria y Energía. Dirección General de Minas y de la Construcción. Barcelona. Espanha, 1994.

JUNGINGER, Max. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos**: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis. – São Paulo : EPUSP, 2003.

JUNGINGER, Max; RESENDE, Maurício M.; SABATINI, Fernando H.; MEDEIROS, Jonas Silvestre. **Influência de aditivos SBR na flexibilidade e no manchamento de rejuntamentos cimentícios**. In:V Congresso de Engenharia Civil, Juiz de Fora, MG, 2002.

MAIA NETO, Francisco; SILVA, Adriano de Paula; CARVALHO JR., Antônio Neves. **Perícias em patologias de revestimentos em fachadas**. X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS. Belo Horizonte, 1999.

MEDEIROS, Jonas Silvestre; SABATINI, Fernando Henrique. **Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. São Paulo : EPUSP, 1999.

NORTON, F. H. **Introdução à tecnologia cerâmica**. Trad. Jefferson Vieira de Souza. Edgard Blücher. EDUSP. 1973.

PEDRO, Edmundo Gonçalves; MAIA, Luiz Eugênio Frateschi Corrêa; ROCHA, Marcelle de Oliveira; CHAVES, Maurício Vieira. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação do CECON. Orientador: Otávio Luiz do Nascimento. Belo Horizonte, 2002.

PERRY, J. C.; WEST, D. G. Principles of external tiling design. In: **International Conference on Building Envelope Systems and Technology**. Proceedings. Singapore, 1994. p. 85-90.

Revista Mundo Cerâmico – Guia Geral de Cerâmica 96, Abril de 1996.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M.M.S.B. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. Escola Politécnica da USP, PCC: São Paulo. 1990.

SARAIVA, A.G. **Contribuição ao estudo de tensões de natureza térmica em sistemas de revestimento cerâmico de fachada**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF.

SANTOS, P. S. **Tecnologia de argilas aplicadas às argilas brasileiras**. EDUSP: São Paulo, 1975. v.1.

SFSP – SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de conhecimentos: cerâmicas**. São Paulo. 1992.

TILE COUNCIL OF AMERICA (TCA). **Handbook for ceramic tile installation**. Anderson:TCA, 2002.

UEMOTO, K.L. Patologia. Danos causados por eflorescência. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo, PINI/IPT, 1988. p.561-564.

ZANDONADI, A.R. Cerâmica da Revestimento. In: **CURSO INTERNACIONAL DE TREINAMENTO EM GRUPO EM TECNOLOGIA CERÂMICA**, São Paulo, 1995.

ANEXO

Anexo A

Tipos de A.R. e requisitos mínimos – ANBT – NBR 14992

Anexos	Método/propriedade	Unidade	Idade de Ensaio	Tipo I	Tipo II
B	Retenção de água	Milímetro (mm)	10 min	≤ 75	≤ 65
C	Varição dimensional	Milímetro por metro (mm/m)	7 dias	$\leq 2,00 $	$\leq 2,00 $
D	Resistência à compressão	Megapascal (MPa)	14 dias	$\geq 8,0$	$\geq 10,0$
E	Resistência à tração na flexão	Megapascal (MPa)	7 dias	$\geq 2,0$	$\geq 3,0$
F	Absorção de água por capilaridade aos 300 min.	Grama por centímetro quadrado (g/cm ²)	28 dias	$\leq 0,60$	$\leq 0,30$
G	Permeabilidade aos 240 min.	Centímetro cúbico (cm ³)	28 dias	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$