

# MAPEAMENTO DE PATOLOGIAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS

Alexandra A. Piscitelli Mansur<sup>A</sup>, Otávio Luiz do Nascimento<sup>B</sup>, Herman Sander Mansur<sup>A</sup>

<sup>A</sup> Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais - EEUFMG, Depto. de Engenharia Metalúrgica e Materiais, e-mail: hmansur@demet.ufmg.br

<sup>B</sup> Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Fundação Mineira de Educação e Cultura – FEA-FUMEC

## RESUMO

O estabelecimento do uso placas cerâmicas em revestimentos externos data do século XIII. Atualmente, o uso de revestimentos cerâmicos em fachadas está espalhado por todo o mundo e a principal causa desta extensiva utilização são suas propriedades e aspectos estéticos.

Um desenho esquemático do sistema de revestimento cerâmico de fachada atualmente adotado no Brasil e bastante difundido no mundo está representado na Figura 1. É utilizado um sistema aderido no qual as placas cerâmicas são aplicadas utilizando argamassa colante industrializada sobre uma camada de argamassa de regularização (emboço), previamente executada sobre os elementos de concreto/aço e alvenarias que compõem, respectivamente, a parte estrutural e de vedação das edificações. As juntas entre as placas são preenchidas com argamassa de rejuntamento industrializada. Outros componentes importantes deste sistema são as juntas de movimentação, dessolidarização e estruturais projetadas para alívio das tensões acumuladas na edificação e no próprio sistema de revestimento.

A introdução deste tipo de sistema utilizando argamassas colantes, iniciada na década de 60, mas intensificada no Brasil a partir de meados dos anos 80, como toda nova tecnologia, resultou em uma série de patologias. A formação de um conhecimento ao longo dos anos de sua utilização, o desenvolvimento e publicação de normas para o sistema (NBR 13755/96 – Revestimentos de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento (ABNT, 1996)), para as placas cerâmicas (NBR 13818/97 - Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio (ABNT, 1997)) e argamassa colante (NBR 14081/98 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Especificação (ABNT, 1998)) resultaram em uma diminuição dos problemas, mas eles ainda continuam acontecendo.

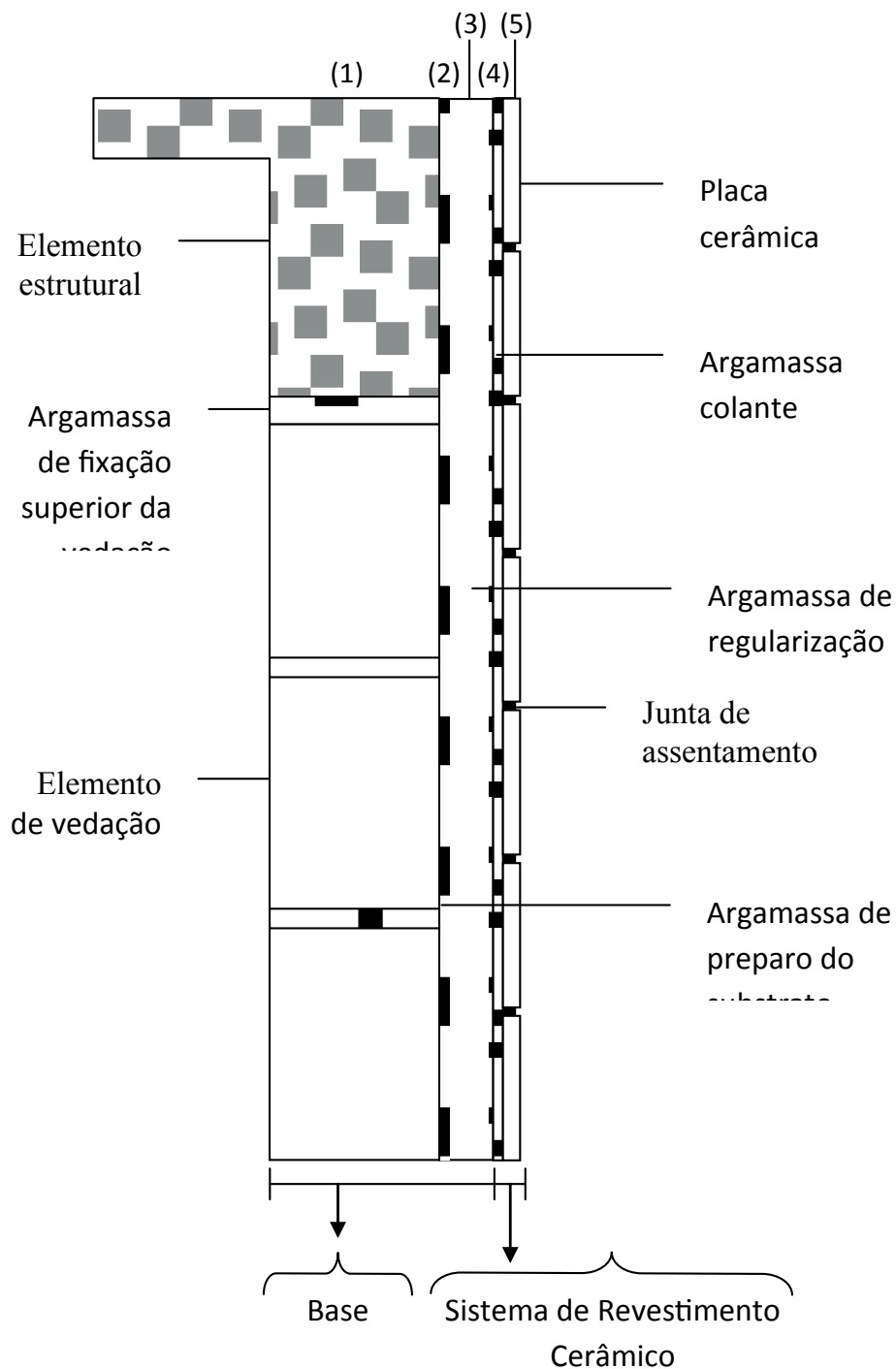


Figura 1 – Representação esquemática do sistema de revestimento cerâmico. (1) representa o substrato; (2) é a argamassa de preparo do substrato, usualmente denominada chapisco; (3) corresponde à argamassa de regularização, denominada emboço; (4) é a argamassa colante industrializada de fixação das placas cerâmicas e (5) corresponde ao conjunto formado pelas peças cerâmicas e a argamassa de preenchimento das juntas de assentamento.

As causas destas patologias são diversas, abrangendo projeto, execução, materiais e mão-de-obra, no entanto, na maioria das vezes, um problema não é causado por um único fator, mas pela interação de diversos aspectos atuando simultaneamente. Alguns defeitos são somente estéticos enquanto outros, como o destacamento de placas cerâmicas, representam um sério risco para a segurança de pessoas e bens. Outro grande problema resultante destas patologias tem sido a redução na adoção deste tipo de sistema de revestimento, com a busca de materiais alternativos que ofereçam apelo visual e desempenho funcional similares.

Considerando os efeitos dos problemas em revestimentos de fachada para a indústria cerâmica e para os usuários e proprietários de edifícios, além dos custos econômicos e ambientais associados aos reparos dos defeitos nas fachadas cerâmicas, é muito importante obter dados estatísticos capazes de fornecer informações detalhadas sobre as causas que originaram as patologias nos revestimentos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi apresentar resultados da coleta de dados de 44 casos de patologias em revestimentos cerâmicos de fachada ocorridos no Brasil no período compreendido entre 1998 e 2005.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a identificação das principais patologias em sistemas de revestimento cerâmico de fachadas foi feita uma coletânea de dados de 44 avaliações de patologias em fachadas com acabamento em cerâmica realizadas pela Consultare – Pedrosa e Nascimento Engenharia e Consultoria Ltda., no período de 1998 a 2003, em edifícios localizados em diversas cidades do Brasil.

O estudo das patologias começou com uma inspeção visual na edificação com a finalidade de levantar as características do edifício e da fachada e as anomalias

presentes. No primeiro momento, informações gerais sobre o prédio foram coletadas: número de pavimentos, tipo de sistema estrutural (estrutura de concreto, metálica ou alvenaria estrutural) e dos elementos de vedação (blocos cerâmicos, de concreto ou outros). Além disso, os principais defeitos estéticos e funcionais foram identificados. Durante a inspeção, as características das placas de revestimento cerâmico também foram obtidas: processo de conformação, fabricante, tamanho, cor, acabamento superficial, configuração do tardo, desvios de forma e presença de engobe no verso. As propriedades das juntas de assentamento (largura, material de preenchimento, cor do rejuntamento e configuração das juntas) e de movimentação/dessolidarização (localização, espessura, material de vedação) também foram identificadas. Se durante a visita técnica peças destacadas fossem observadas, informações sobre tempo em aberto, preenchimento do verso da cerâmica com argamassa de assentamento, tipo e local de ruptura (adesiva ou coesiva) e ocorrência de preenchimento prévio das garras do tardo também eram coletadas. Sempre que possível foi feita entrevista com proprietários e/ou construtores com a finalidade de obter informações complementares (materiais utilizados, quando se iniciaram os destacamentos, se reparos já foram executados, etc.).

Em seguida foram feitas as análises de projetos (quando disponíveis) e dos materiais. Baseado em projetos arquitetônicos e estruturais, os movimentos esperados para a edificação e os pontos de maiores tensões no sistema de revestimento foram identificados. Além disso, testes destrutivos de resistência de aderência à tração direta foram realizados seguindo a NBR 13755/96. Neste ensaio, placas metálicas de 100 mm x 100 mm são coladas na superfície das placas cerâmicas utilizando adesivo epóxi bi-componente ou similar, em seguida é feito o corte com ferramenta elétrica utilizando as bordas da placa metálica como referência e com profundidade suficiente para ultrapassar a interface em avaliação. A placa metálica é, então, acoplada ao equipamento de tração, sendo feito o arrancamento

da peça pela aplicação de força de tração normal à superfície do revestimento. Além do valor de resistência de aderência medido, é muito importante a forma de ruptura observada: adesiva ou coesiva. Baseado nestes resultados mais informações sobre as características da argamassa de assentamento, não respeito ao tempo em aberto durante o assentamento, cobertura do verso da cerâmica com argamassa, além das resistências da argamassa e do substrato de aplicação foram obtidos. A expansão por umidade das placas cerâmicas utilizadas no revestimento da fachada também foi avaliada. A expansão por umidade ocorrida (aumento das dimensões físicas da cerâmica desde o seu resfriamento no forno durante a fabricação até o momento do teste) e a expansão por umidade potencial (previsão da expansão que a cerâmica irá sofrer durante sua vida útil) foram estimadas através dos procedimentos da NBR 13818/97. Esta expansão irreversível (sob condições ambientais) das placas cerâmicas introduz considerável nível de tensões no sistema de revestimento, dependendo dos valores determinados.

Neste estudo de patologias, considerando a importância dos casos de destacamento e falha de aderência, as principais causas destes defeitos também foram avaliadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os edifícios avaliados estavam localizados preferencialmente em Belo Horizonte/MG (30), mas foram também analisadas edificações em Fortaleza/CE (4), Brasília/DF (3), São Paulo/SP (2), Passos/MG (1), Betim/MG (1), Ponte Nova/MG (1), Divinópolis/MG (1) e Recife/PE (1). As obras que fazem parte deste estudo foram executadas no período compreendido entre 1986 e 2000 e para dezoito edifícios não foi possível identificar o ano de construção. Apenas duas obras eram de alvenaria estrutural sobre pilotis, possuindo as demais estruturas em concreto e vedações em

alvenarias. Nove edifícios apresentavam menos que sete pavimentos, dezesseis edifícios possuíam entre sete e quinze pavimentos, onze eram maiores que quinze pavimentos e o número de pavimentos não foi identificado em oito obras.

Nestes 44 edifícios foram utilizados 89 tipos de placas cerâmicas. As principais características das placas cerâmicas estão anotadas em gráficos nas Figuras 2 a 6. A identificação dos sistemas de assentamento utilizados consta da Figura 7. As características das juntas de assentamento estão anotadas nas Figuras 8 e 9 e a utilização de juntas de alívio (movimentação e dessolidarização) está indicada na Figura 10.

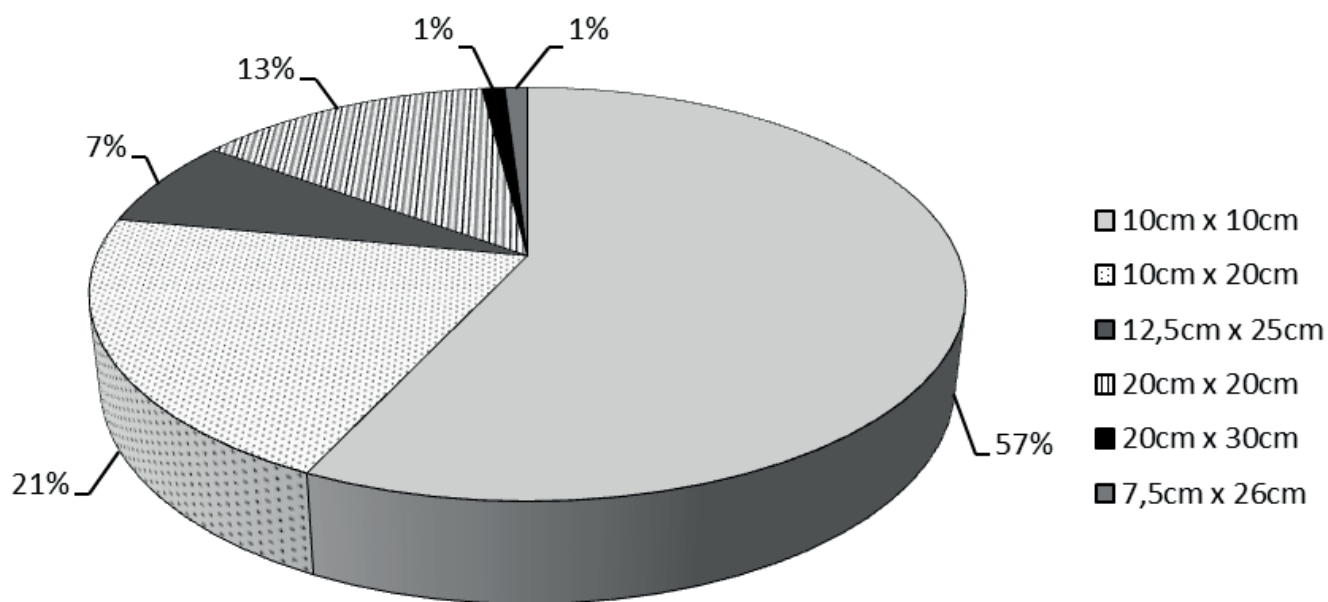


Figura 2 – Formato das cerâmicas adotadas nas edificações.

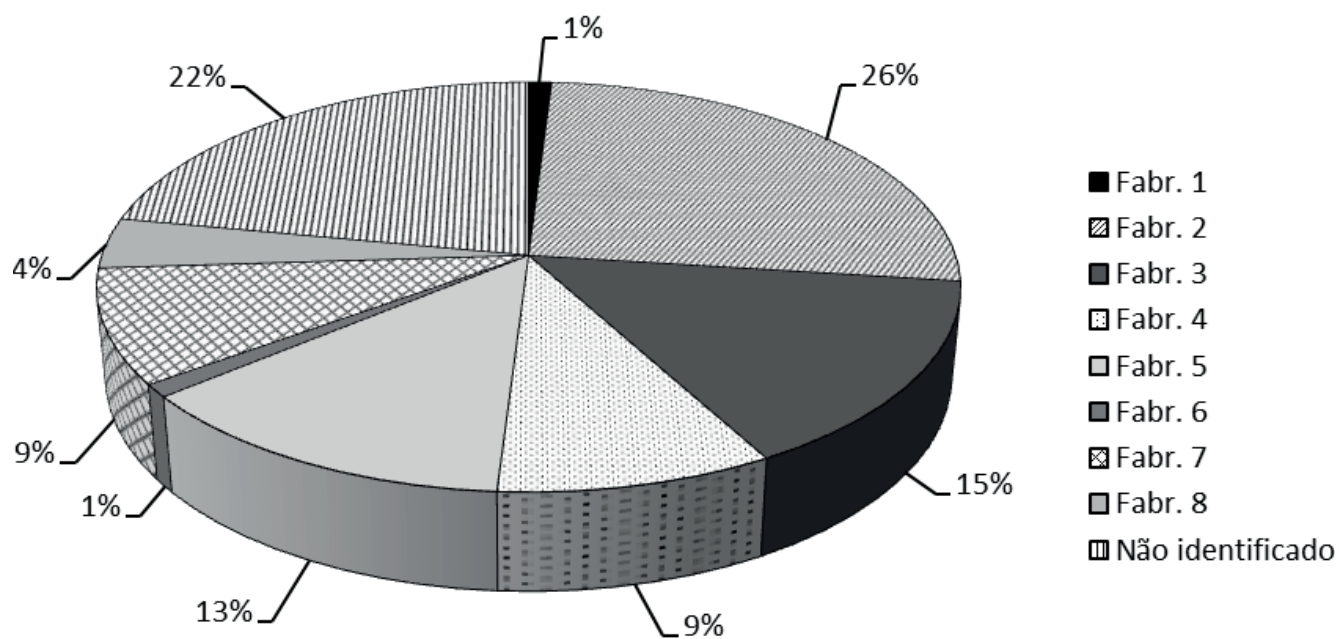


Figura 3 – Separação das placas utilizadas por fabricantes.

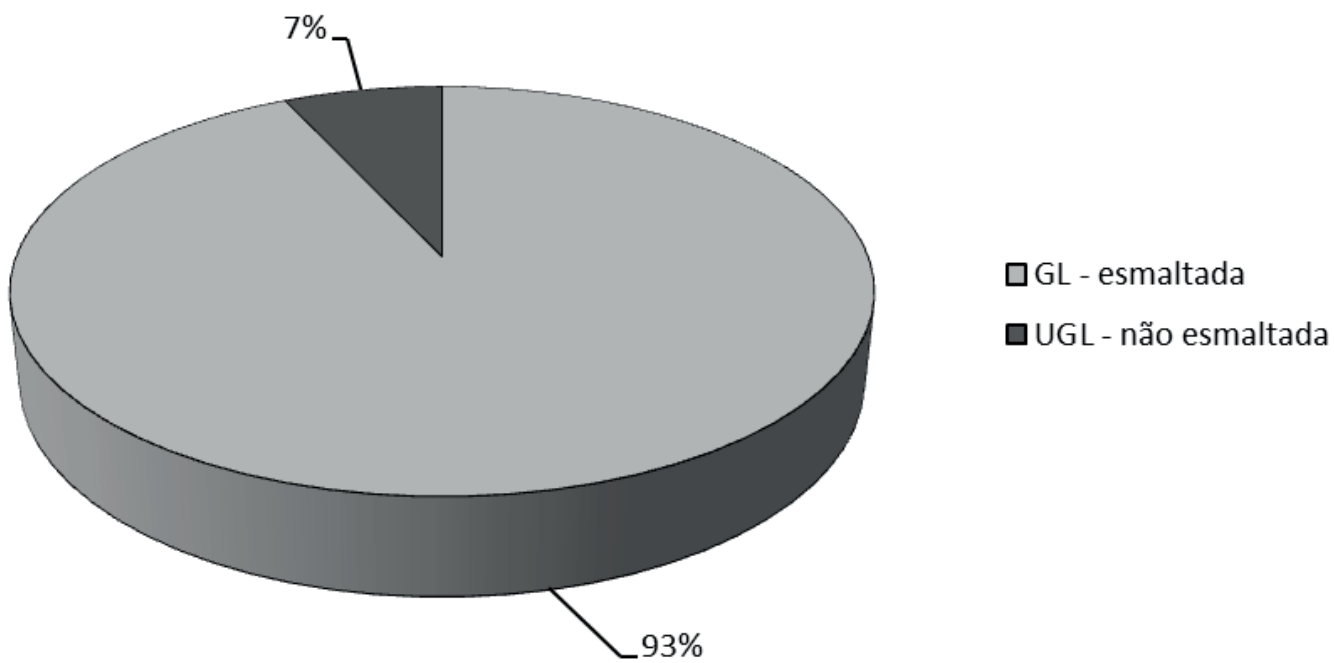


Figura 4 – Identificação do acabamento da superfície das placas cerâmicas.

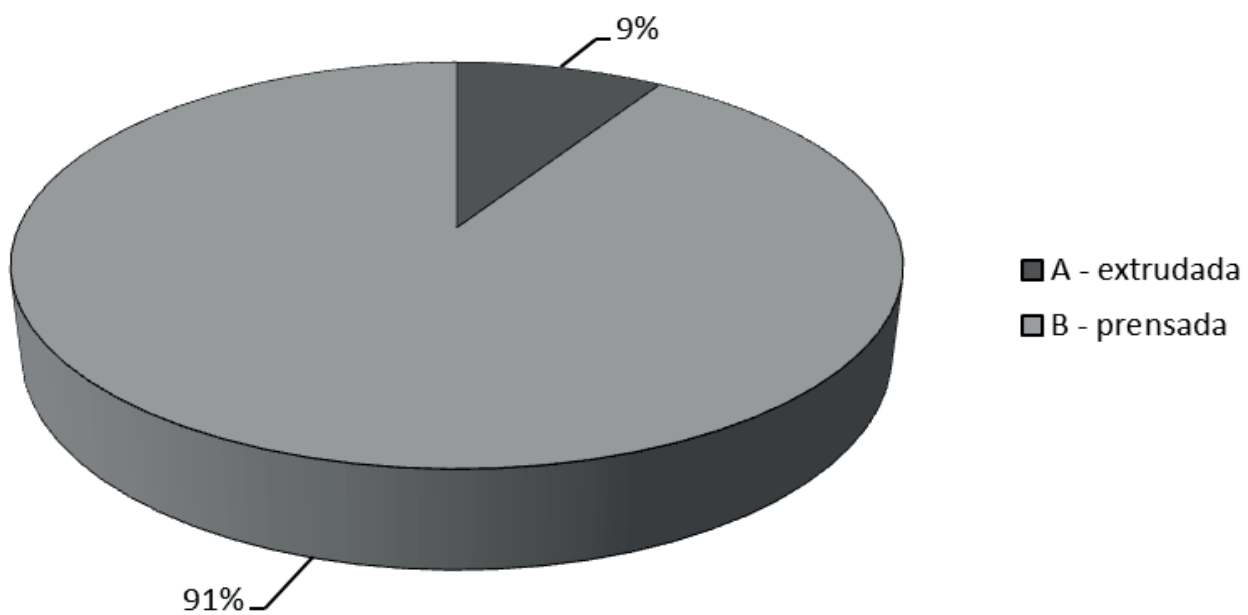


Figura 5 – Identificação do processo de conformação das placas cerâmicas.

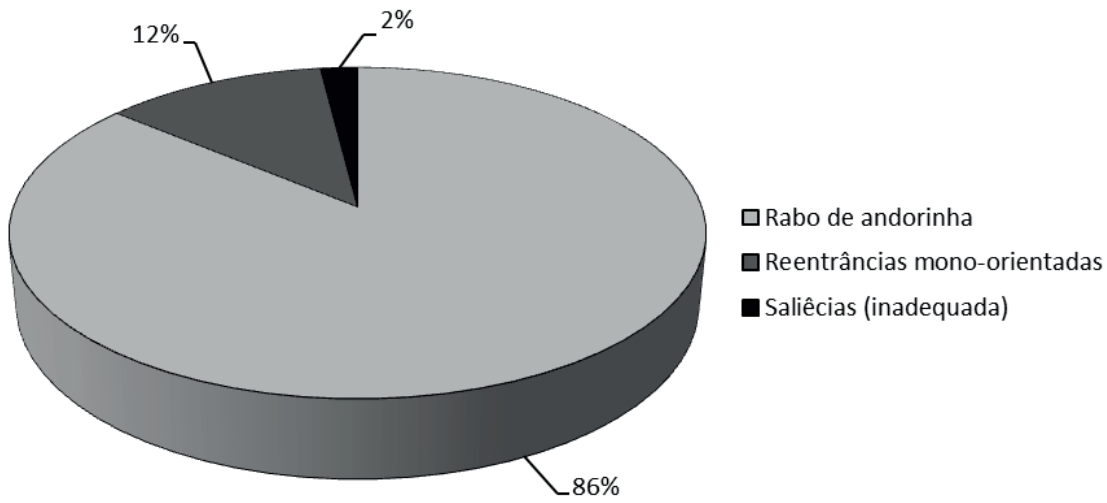


Figura 6 – Identificação do tipo de tardoz das placas cerâmicas.

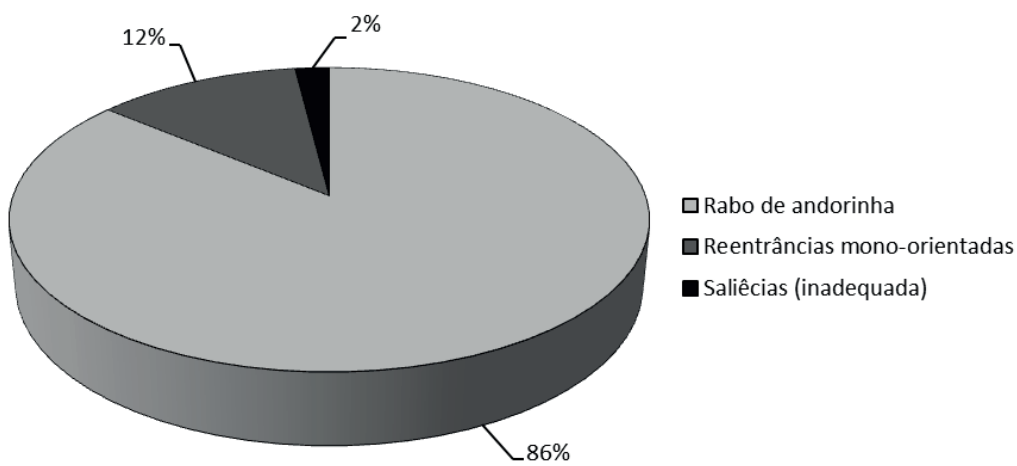


Figura 7 – Identificação do sistema de assentamento das placas cerâmicas nos edifícios avaliados.

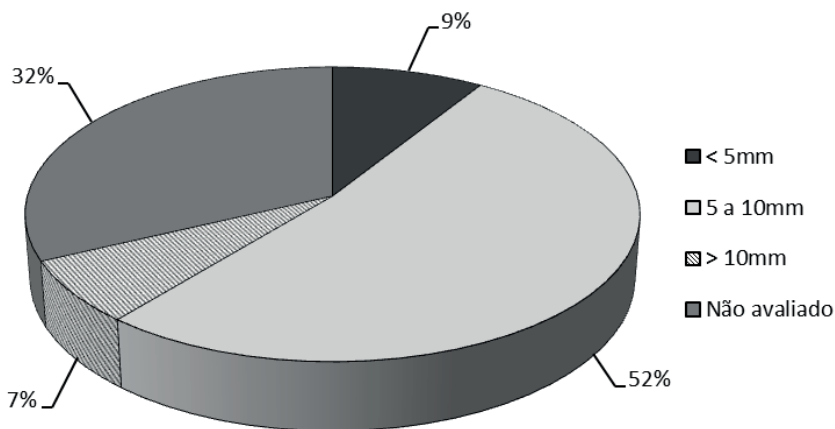


Figura 8 – Identificação das dimensões das juntas de assentamento adotadas nos revestimentos cerâmicos avaliados.

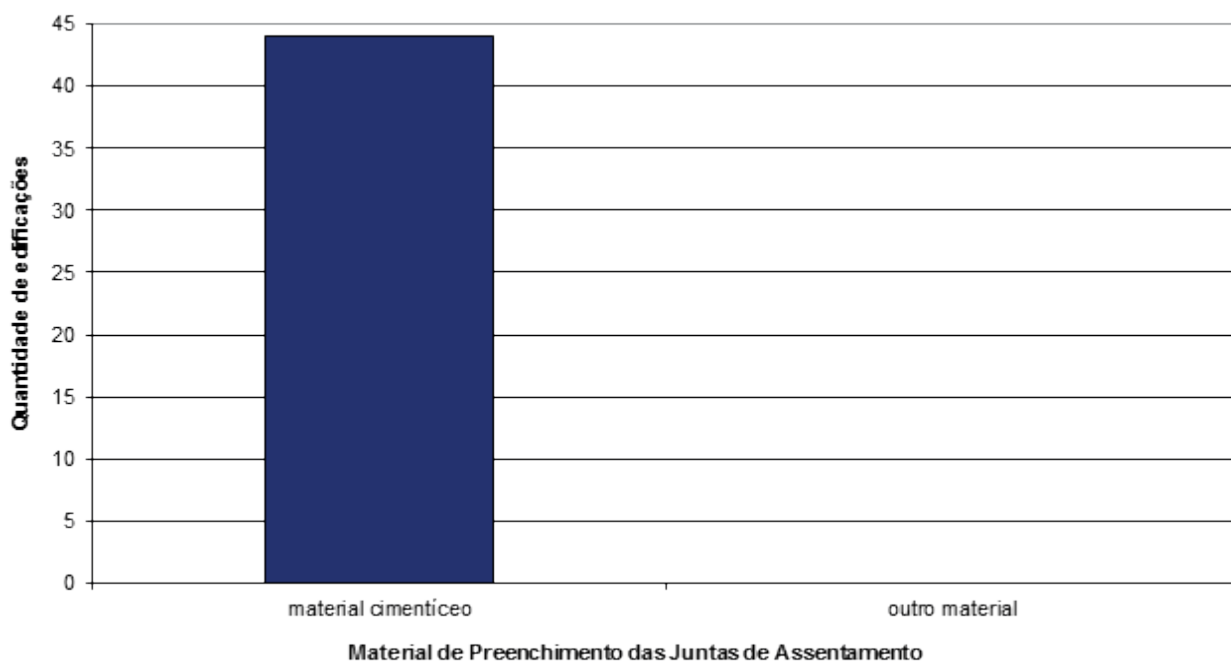


Figura 9 – Identificação do material de preenchimento das juntas de assentamento.

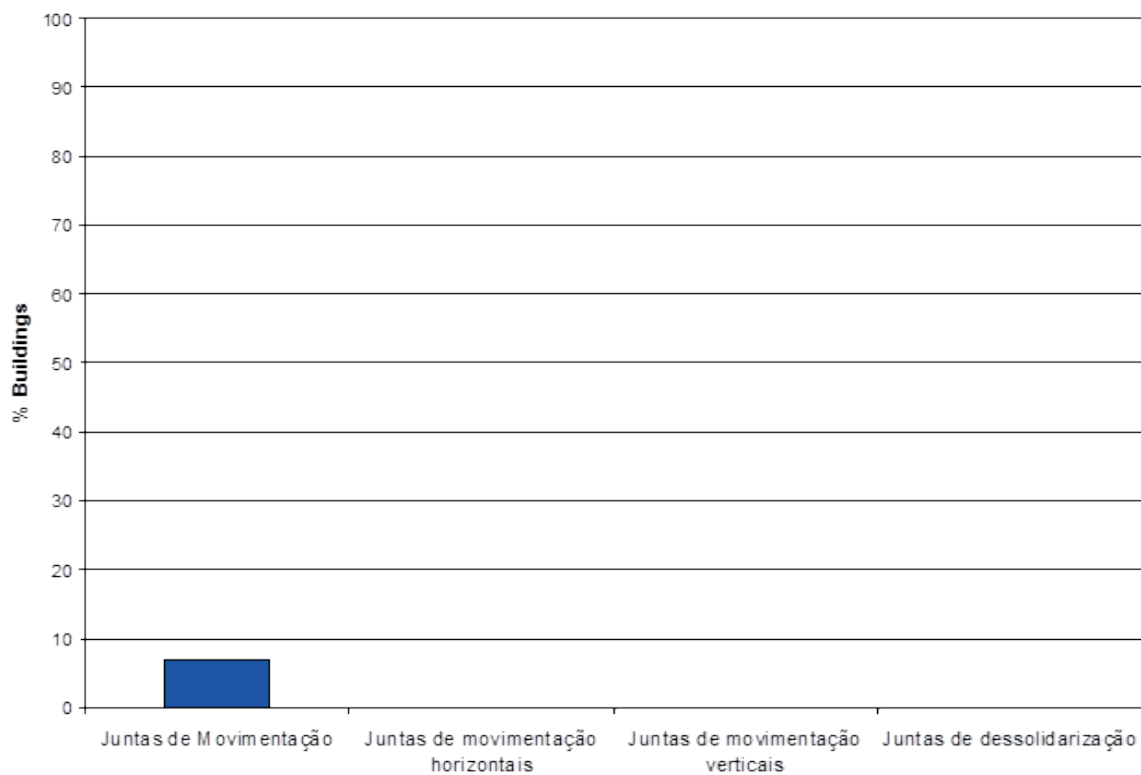


Figura 10 – Gráfico indicando o número percentual de edifícios com juntas de alívio.



As informações contidas nos gráficos das Figuras 2 a 10 permitem as seguintes considerações:

- As placas cerâmicas eram predominantemente de pequenas dimensões (10 x 10), esmaltadas, conformadas por prensagem e com tardez do tipo rabo de andorinha. Estes produtos foram obtidos de diversos fabricantes;

- A forma de assentamento destas cerâmicas foi com argamassa colante no sistema de fina camada. Muitas argamassas utilizadas não têm os tipos identificados (ACI, ACII ou ACIII) uma vez que mais de 90% das obras (cujos períodos de execução foram obtidos) haviam sido concluídas antes da publicação das normas;

- As juntas de assentamento apresentaram em, pelo menos, 60% das edificações dimensões superiores à largura mínima recomendada (5 mm) e todas foram preenchidas com material de rejuntamento à base de cimento Portland;

- A utilização de juntas de movimentação foi observada em apenas uma edificação executada em 1997, isto é, após a publicação das normas que tratam deste assunto. Foram utilizadas apenas juntas horizontais não tendo sido observadas juntas de movimentação verticais e de dessolidarização em nenhuma das obras.

As principais patologias observadas nas obras avaliadas estão resumidas na Tabela 1 para as patologias estéticas e na Tabela 2 para as patologias funcionais. A Figura 11 mostra um gráfico que resume todas as patologias observadas nas edificações.

A partir das informações contidas nestas tabelas (1 e 2) e gráfico (Figura 11) pode-se observar que os fatores geradores das avaliações do revestimento foram as ocorrências de destacamento e estufamento das placas cerâmicas, uma vez que estas patologias foram observada em, respectivamente, 95% e 82% dos casos estudados. Este resultado era esperado considerando os riscos para a integridade física e para bens materiais que estas patologias representam.

Analisando as patologias identificadas, pode-se observar que o gretamento é um defeito de fabricação do produto associado, principalmente, às matérias-primas utilizadas (falta de acordo dilatométrico esmalte-biscoito) (DELBIANCO, 2003) ou a uma expansão por umidade elevada da placa cerâmica (MERRIT, 1926).

As eflorescências são resultantes da presença de sais solúveis, água e pressão hidrostática. Os sais solúveis estão usualmente presentes nos materiais que compõem concretos, argamassas e alvenarias (BAUER, 1994; GOLDBERG, 1998). Impedir com que a água entre em contato com estes sais é fundamental para que as eflorescências não ocorram. Desta forma, sistemas de impermeabilização de coberturas, adequada vedação de platibandas e argamassas de rejuntamento sem fissuras e pontos falhos são imprescindíveis para a não ocorrência desta patologia. É importante observar que esta patologia que, inicialmente, é apenas estética pode se tornar funcional pelo enfraquecimento da argamassa e pela possibilidade da cristalização dos sais solúveis exercerem pressões em interfaces e no interior dos materiais que constituem o revestimento cerâmico (GOLDBERG, 1998).

A ocorrência de alteração de cor da argamassa de rejuntamento pode ser associada com os pigmentos utilizados não serem adequados para a aplicação: não resistentes às radiações na região do ultravioleta e migração destes da argamassa na presença de água de chuva ou limpeza. Algumas das alterações de cor são conseqüências de processos de infiltração de umidade e eflorescências. A presença de pontos falhos nestas argamassas usualmente é resultante de aplicação inadequada do produto, enquanto que a ocorrência de fissuras pode ser problema de aplicação, de má dosagem do traço, de ciclos de molhagem e secagem e de acúmulo de tensões (BAUER, 1994; GOLDBERG, 1998; JUNGINGER e MEDEIROS, 2007).

O manchamento dos revestimentos após aplicação de produtos hidrorrepelentes está associado à alteração das características das superfícies após a aplicação do material. Este aspecto de manchamento somente é visível quando os produtos são aplicados em partes da fachada ao invés de em todo o revestimento (GOLDBERG, 1998).

As causas das patologias funcionais de som cavo, estufamento e destacamento cerâmico são diversas e, geralmente, são resultantes de um conjunto de fatores atuando e somando-se ao longo do tempo. A Tabela 3 mostra um resumo dos principais fatores associados ao destacamento cerâmico nas obras avaliadas.

A EPU das placas cerâmicas contribui para a ocorrência de destacamento quando se considera a utilização do

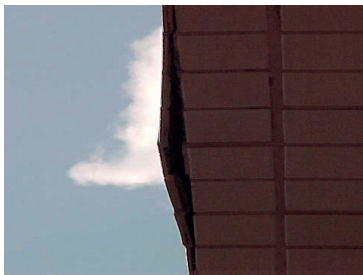

sistema aderido. Neste caso, o aumento das dimensões da cerâmica solidarizada com outras camadas introduz tensões no sistema de revestimento cerâmico. Para valores elevados de EPU, estas tensões são superiores às resistências dos materiais e interfaces envolvidos, provocando

Tabela 1 – Resumo das principais patologias estéticas.

Patologia	Ilustração	Número de ocorrências <sup>a</sup>
Gretamento das placas cerâmicas		29 cerâmicas (em 77 avaliadas)
Eflorescências <sup>b</sup>		11 edifícios
Alteração de cor na argamassa de rejuntamento		10 edifícios
Pontos falhos e fissuras na argamassa de rejuntamento		16 edifícios
Manchamento pela aplicação de hidrorepelentes		1 edifício

a Sempre que não estiver identificado, o número de ocorrências foi obtido no conjunto total de amostras avaliadas, isto é, 44 prédios e 89 cerâmicas. Quando determinada ocorrência não tiver sido avaliada em todas as obras (ou cerâmicas) o número de avaliações será indicado. b Eflorescência: depósito de material branco cristalino decorrente da dissolução de sais solúveis (presentes nas argamassas, alvenarias, concreto e solo) pela água, seguido do seu carreamento para a superfície do material onde ocorre a evaporação da água, formando o depósito cristalino (GOLDBERG, 1998).

Tabela 2 – Resumo das principais patologias funcionais.

Patologia	Ilustração	Número de ocorrências <sup>a</sup>
Cavo	-	32 edifícios
Fissamento		36 edifícios
Desacabamento		42 edifícios
Manchas provocadas por infiltração da edificação		11 edifícios
Mancha nas juntas de infiltração		1 edifício

<sup>a</sup> Sempre que não estiver identificado, o número de ocorrências foi obtido no conjunto total de amostras avaliadas, isto é, 44 prédios e 89 cerâmicas. Quando determinada ocorrência não tiver sido avaliada em todas as obras (ou cerâmicas) o número de avaliações será indicado.

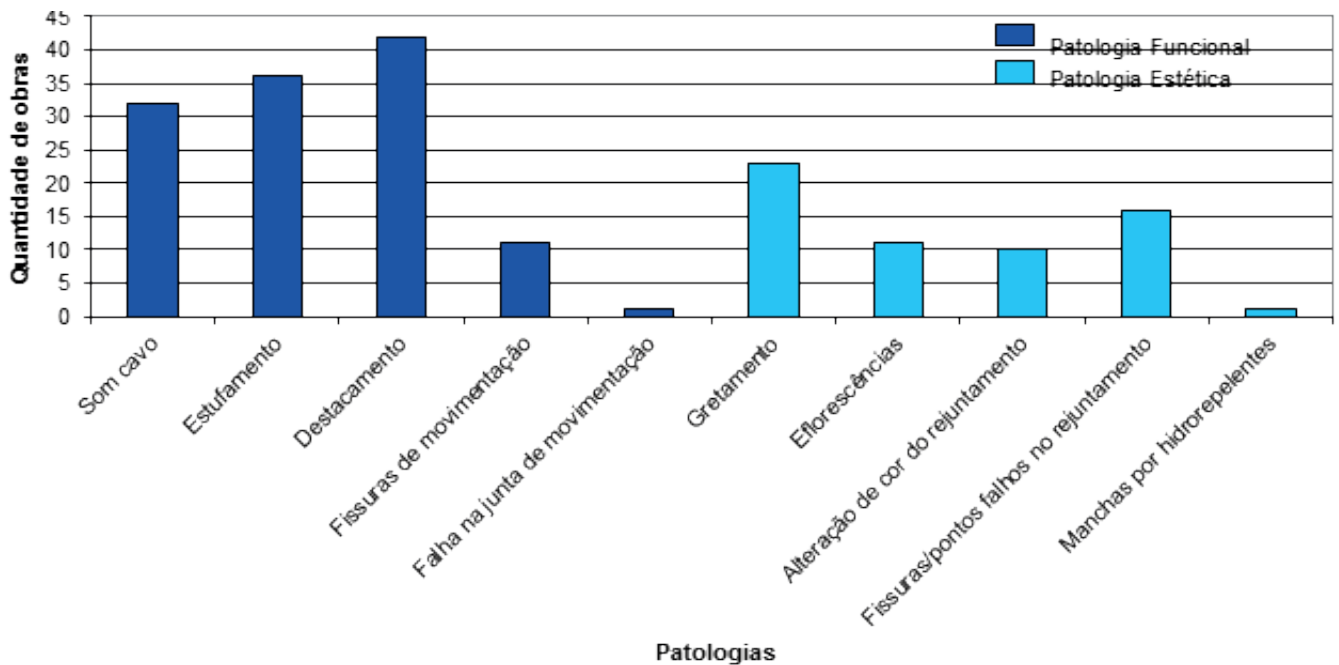


Figura 11 – Gráfico com as principais patologias observadas incluindo a quantidade de edifícios em que a ocorrência foi verificada.

a ruptura (FIORITO, 1994; MANSUR, 2002). A presença de engobe no verso das placas reduz a aderência na interface, pois ele atua como uma barreira à fixação da argamassa ao tardo (BAUER, 1994; MALUF, 2006). Placas cerâmicas com curvatura excessiva reduzem a área de contato da cerâmica com a base, uma vez que a aplicação da argamassa é em fina camada, comprometendo a seção resistente (BARROS e SABBATINI, 2007).

As falhas no assentamento são facilmente identificadas pela falta de completo preenchimento do verso da placa cerâmica. Isto pode ser resultado do tempo em aberto excedido, de procedimento de assentamento inadequado, com movimentação da peça insuficiente para ruptura dos cordões e falta de preenchimento das garras do tardo e do uso de dupla camada, quando necessários (BAUER, 1994; FIORITO, 1994; MAS, 1997; GOLDBERG, 1998; BARROS e SABBATINI, 2007). Nas obras avaliadas, ausência de ruptura dos cordões de argamassa foi verificada em quase a totalidade das obras e a quantificação dos espaços vazios representou, em média, ausência de argamassa em 41% da superfície das placas cerâmicas, quando o

necessário é um mínimo de 90% do verso preenchido com o material de assentamento (CASS, 2004).

As falhas de projeto observadas podem ser resumidas como a ausência de juntas necessárias para promover o alívio das tensões de origem térmica, de expansão por umidade das cerâmicas, de deformação normal da estrutura e alvenarias apoiadas nestas estruturas, de movimentação

Tabela 3 – Principais fatores associados à presença de som cavo, estufamento e destacamento de placas cerâmicas nos edifícios avaliados.

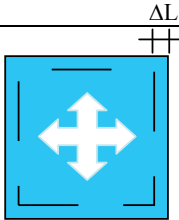



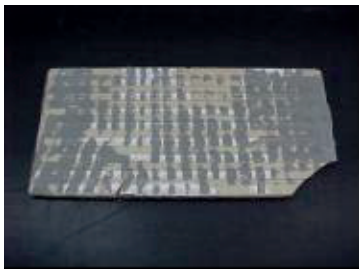

Fatores Associados à Ocorrência de Som Cavo, Estufamento e Destacamento das Placas Cerâmicas		Ilustração	Número de Ocorrências <sup>a</sup>
Cerâmica	Expansão por Umidade acima do limite de 0,6 mm/m recomendado pela norma NBR 13818/97		18 edifícios e 25 cerâmicas (em 69 avaliadas)
	Engobe		18 edifícios e 32 tipos de cerâmicas (de 72 avaliadas)
	Curvatura		1 edifício
Falha no Assentamento	Ausência de esmagamento completo dos cordões de argamassa colante		42 edifícios
	Ausência de preenchimento das reentrâncias no tardo (cerâmicas extrudadas)		6 edifícios (em 6 edifícios)

Tabela 3 (continuação)

Tabela 3 (continuação)

Falha no Assentamento	Tempo em aberto excedido		42 edifícios
Falha de Projeto	Ausência de juntas de movimentação		43 edifícios
	Ausência de juntas de dessolidarização em transição entre materiais diferentes		44 edifícios
	Ausência de juntas de dessolidarização em quinas		44 edifícios
	Ausência de estudo das regiões de concentração de tensões (balanços, revestimentos arredondados, fachadas cegas, pergolados, platibandas)		44 edifícios



Tabela 3 (continuação)			
Argamassa	Falta de especificação adequada do produto	-	40 edifícios
	Formulação inadequada (ausência de aditivos retentores de água)	-	1 edifício
Problemas nas camadas de base	Presença de película superficial não coesa e fissuras na argamassa de emboço de base		8 edifícios (em 30 edifícios)

a Sempre que não estiver identificado, o número de ocorrências foi obtido no conjunto total de amostras avaliadas, isto é, 44 prédios e 89 cerâmicas. Quando determinada ocorrência não tiver sido avaliada em todas as obras (ou cerâmicas) o número de avaliações será indicado.

diferenciada entre materiais da base e do próprio revestimento, de retração das camadas de argamassa, etc (GOLDBERG, 1998). Apenas em uma obra avaliada foram executadas juntas de movimentação. Neste aspecto é interessante notar que apenas seis dos edifícios estudados foram executados após a publicação das normas que trata deste assunto.

No que diz respeito às argamassas colantes, geralmente não são feitas avaliações diretas nestes materiais, como reconstituição de traço, identificação dos aditivos e quantificação destes modificadores de propriedades. A argamassa colante é avaliada indiretamente através da resistência de aderência à tração, o que não fornece uma informação muito completa devido aos outros fatores que podem favorecer baixos valores de resistência de aderência como tempo em aberto excedido, falha do esmagamento dos cordões, etc. Além disso, os valores são consequência de diversas variáveis o que pode ser facilmente ilustrado pelos resultados obtidos para este ensaio nos edifícios em estudo: em uma mesma obra os resultados variavam de zero a superiores que 0,5 MPa. Em apenas um dos casos a argamassa foi avaliada diretamente, sendo identificada falta de aditivos retentores de água, porque as peças estavam destacando quase imediatamente após o assentamento

tendo sido o produto estudado durante a execução da obra.

Nos casos em estudo, pode-se observar, ainda, que existe um erro de especificação (utilização de argamassa AC I para fachadas) em diversas obras causadas pela ausência de norma na época da construção dos edifícios. Além disso, a argamassa identificada como AC II e, portanto, adequada para fachadas, não necessariamente atendia os requisitos para esta classificação, como muitas vezes observado até três anos após a publicação da NBR 14081/98 (NEVES, 2001).

Nas camadas de base, o maior problema identificado nas obras com destacamentos cerâmicos foi a presença de uma camada superficial da argamassa sem coesão na qual ocorria o destacamento. Este problema é, geralmente, associado à dessecação da superfície da argamassa, não havendo água suficiente para hidratação ou, ao contrário, a uma exsudação excessiva da argamassa (causada, por exemplo, por um desempenho em excesso da argamassa) que aumenta o fator água/cimento na região da superfície, reduzindo a resistência nesta área.

Uma informação interessante sobre os destacamentos

observados diz respeito à forma de ruptura observada nas placas cerâmicas desprendidas. O gráfico da Figura 12 indica que, em 84% dos edifícios em que foi possível identificar a forma de ruptura (32 edifícios), foi verificada ocorrência de destacamento com ruptura adesiva na interface placa cerâmica/argamassa colante, seguida de 47% dos edifícios apresentando ruptura coesiva na argamassa colante. Deve-se observar que às vezes em um mesmo edifício foram observadas duas ou mais formas de ruptura. Este percentual não é de todo surpreendente por ser esta a seção do sistema de revestimento submetido às maiores tensões (ABREU et al., 2004; SILVA et al., 1998; SARAIVA et al., 2001).

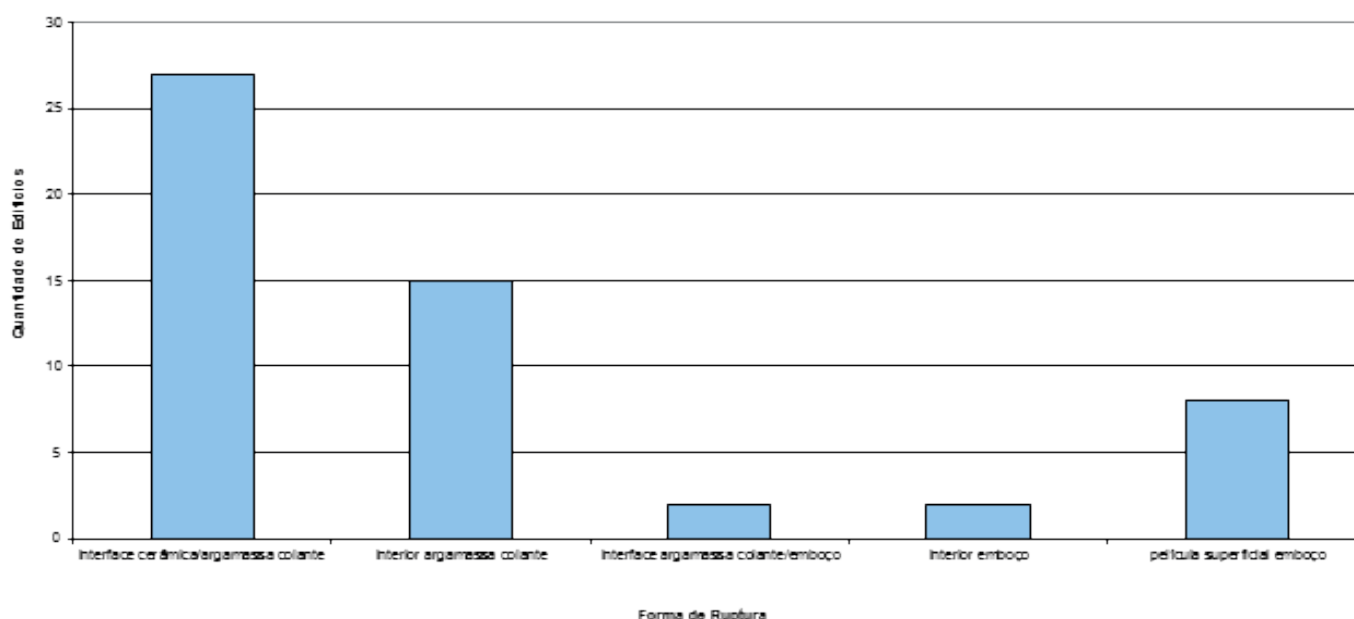


Figura 12 – Formas de ruptura das placas cerâmicas quando do desprendimento da fachada, observadas em 32 das obras avaliadas.

Ainda em relação às patologias funcionais, têm-se fissuras causadas pela movimentação da edificação e de seus componentes, além de falhas nas juntas de movimentação. Muitas fissuras são decorrentes da falta de projeto de juntas, que poderia prever juntas de alívio nestas regiões de acúmulo de tensões. Outras têm a sua origem na falta de projetos de alvenaria (definições de pilaretes, cintas, fixação aos pilares, fixação superior, argamassas, etc), promovendo a ocorrência de fissuras desde esta camada do substrato e na deformação excessiva da estrutura. No que diz respeito à falha nas juntas de movimentação, foi observada a ocorrência de fissuras no selante de vedação e falta de aderência do selante nas bordas do revestimento. Estes problemas estão associados ao produto propriamente dito (não existe norma brasileira com requisitos para selantes para



utilização em revestimentos externos) e à execução. Todas estas informações sobre as edificações e patologias de fachada refletem a carência de orientações sobre execução de sistemas de revestimento em placas cerâmicas e também que a existência destas orientações às vezes não é o bastante. Em seis obras realizadas após a publicação da norma NBR 13755/96, apenas uma delas executou juntas de movimentação e de forma insuficiente. A análise dos dados, no entanto, também mostra o grande efeito positivo da publicação das normas relativas aos procedimentos de execução e especificação de materiais, indicado pela queda nas solicitações de avaliação de destacamentos ao longo dos anos. Isto é um reflexo do que é possível assistir nos prédios em execução, nas embalagens dos produtos e na elaboração/contratação de projetos e de serviços de acompanhamento para as fachadas.

É interessante observar que na análise das causas do destacamento diversos fatores não são geralmente avaliados. Inicialmente, tem-se a grande parte dos procedimentos de armazenamento, preparo dos materiais e utilização, que raramente estão disponíveis descritos (projetos de execução e acompanhamento) e não tem como ser avaliados em campo uma vez que os destacamentos normalmente ocorrem após a conclusão e entrega do edifício. Outro aspecto são as características dos materiais utilizados e seu atendimento as normas. Atualmente os produtos até tem sido adquiridos baseados nos requisitos e classificações indicados nas normas, mas os ensaios de verificação destas propriedades raramente são realizados.

## CONCLUSÃO

Na maioria dos casos avaliados, os defeitos foram consequência de uma série de fatores. Foi possível identificar que a falta de normalização para as placas cerâmicas, argamassas e sistemas de revestimento, publicadas apenas a partir de 1996, teve uma grande contribuição nos problemas observados. Atualmente, após a publicação das normas brasileiras, as informações mínimas sobre as juntas de assentamento e de movimentação estão disponíveis. Além disso, o estabelecimento dos tipos de argamassas colantes e dos métodos de avaliação das suas propriedades de interesse, juntamente com a difusão dos conceitos de tempo em aberto e da necessidade de preenchimento de 100% do verso da placa cerâmica, contribuem para a redução das patologias. Soma-se a tudo isto,

crescimento em todo o Brasil da preocupação com o treinamento, a inspeção durante a instalação e a manutenção preventiva. Os problemas de patologias em revestimentos cerâmicos de fachada estão diminuindo, mas novos desafios despontam. Normas brasileiras para os selantes aplicados nas juntas de movimentação, modelagem das tensões e deformações nos sistemas de revestimentos cerâmicos, a melhoria da aderência entre a placa cerâmica e a argamassa de assentamento e a utilização de cerâmicas de grandes formatos estão entre os aspectos que os projetistas de fachadas tem que enfrentar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimentos de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. NBR 13755. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia. NBR 13816. Rio de Janeiro, 1997a.

\_\_\_\_\_. Placas cerâmicas para revestimento – Classificação. NBR 13817. Rio de Janeiro, 1997b.

\_\_\_\_\_. Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. NBR 13818. Rio de Janeiro, 1997c.

\_\_\_\_\_. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Especificação. NBR 14081. Rio de Janeiro, 1998a.

\_\_\_\_\_. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Execução do substrato padrão e aplicação de argamassa para ensaios. NBR 14082. Rio de Janeiro, 1998b.

\_\_\_\_\_. Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio. NBR 14992. Rio de Janeiro, 2003.

ABREU, M. et al. Modeling the Behavior of Ceramic Tile Coverings. In: VIII WORLD CONGRESS ON CERAMIC TILE QUALITY – QUALICER 2004, 2004, Castellón, Espanha. Anais ... Castellón: Logui Impresión, 2004. p. P.GII-3 – P.GII-17.

BARROS, M. M. S. B. e SABBATINI, F. H. Execução de Revestimentos Cerâmicos. Aula curso de Tecnologia de Produção de Revestimentos. 21 slides. Disponível em: <http://tgp-mba.pcc.usp.br/TG-006/Aulas2003/Arquivos/TG06-AULA9.pdf>. Acesso em: 27 de janeiro de 2007.

BAUER, L. A. F. Materiais de Construção 2. 5ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1994.

CASS, C. Achieving 100% Adhesive Coverage, an Industry Wide Approach. In: VIII WORLD CONGRESS ON CERAMIC TILE QUALITY – QUALICER 2004, 2004, Castellón, Espanha. Anais ... Castellón: Logui Impresión, 2004. p. P.GII.-99 – P.GII.-108.

DELBIANCO, G.A.B. Propriedades físico-químicas de vidrados cerâmicos preparados com rejeitos galvânicos atuando como corantes. 2003. 82 folhas. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

FIORITO, A. J. S. I. Manual de Argamassas e Revestimento: Estudos e Procedimentos de Execução. São Paulo: Editora Pini Ltda., 1994.

GOLDBERG, R. P. Directed Adhered Ceramic Tile, Stone & Thin Brick Facades – Technical Manual. LATICRETE International, Inc., 1998.

JUNGINGER, M. e MEDEIROS, J. S. Ação da Eflorescência de Carbonato de Cálcio sobre o Vidrado de Placas Cerâmicas. Disponível em: <http://maxjunginger.pcc.usp.br/images/Trabalhos/Eflorescencia.pdf>. Acesso em: 27 de janeiro de 2007.

MALUF, R. H. Materiais de Construção Civil III. Apostila Curso Superior de Tecnologia. 44 folhas. CESET – Unicamp, Campinas. Disponível em: [www.ceset.unicamp.br/~renatom/pub/Apostila\\_ST524.doc](http://www.ceset.unicamp.br/~renatom/pub/Apostila_ST524.doc). Acesso em: 27 de janeiro de 2007.

MANSUR, A. A. P. Avaliação da Expansão por Umidade em Placas Cerâmicas de Revestimento. 2002. 131 folhas. Dissertação (Mestrado) – Depto Engenharia Metalúrgica e Materiais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

MÁS, E. Manual de Fachadas em Cerâmica. 1997.

MERRIT, G. E. et al. Interferometer Measurements of the

Thermal Dilatation of Glazed Ware. Journal of American Ceramic Society, v. 9 (6), p. 327-342, 1926.

NEVES, C. M. M. Características das Argamassas Colantes em Salvador. In: IV Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas IV SBTA, 2001, Brasília, Brasil. Anais ... 2001. p. 355-363.

SARAIVA, A. G. et al. Análise das Tensões entre Argamassa Colante e Placas Cerâmicas Submetidas a Esforços de Natureza Térmica. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS – IV SBTA, 2001, Brasília, Brasil. Anais ... São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica Ltda., 2001. p. 365-376.

SILVA, D. A. et al. Tensões Térmicas em Revestimentos Cerâmicos. In: SEMINÁRIO CAPIXABA SOBRE REVESTIMENTOS CERÂMICOS, 1998, Vitória, Brasil. Anais ... Vitória: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 1998. p. 17-34.