

Manifestações Patológicas em Revestimentos Cerâmicos Esmaltados em Ambientes Internos: Análise da Influência dos Processos Construtivos em Alvenaria Convencional e Estrutural

Andréia Fátima Tormen^{a*}, Guilherme Manfredini Bueno^a, Carlos Eduardo Giacomini De Marco^b,
Cristina Vitorino da Silva^a

^a Departamento das Engenharias e Ciência da Computação, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus Erechim, RS, Brasil

^b Construtora De Marco e Orso, Erechim, RS, Brasil

*e-mail: andreiatormen@gmail.com

Resumo

A construção civil tem se desenvolvido significativamente nos últimos anos, porém a ineficiência de alguns processos e métodos construtivos, bem como erros na especificação de materiais, gera um desempenho insatisfatório para as indústrias e empreendedores do ramo. Neste caso particular, o presente estudo buscou avaliar as principais manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos esmaltados de piso e paredes internas em duas edificações em uso, sendo a primeira um edifício residencial e comercial executado em sistema construtivo de alvenaria convencional e a segunda, um edifício residencial em sistema construtivo de alvenaria estrutural racionalizada, ambas localizadas na cidade de Erechim – RS. Para tanto, adotou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica e a realização de visitas às edificações. As manifestações patológicas estiveram presentes em ambas as tipologias construtivas devido a deficiências de projeto, erros de execução e/ou especificação equivocada dos materiais. No sistema racionalizado verificou-se que algumas das manifestações patológicas foram minimizadas, o que pode ser explicado pelo controle mais rigoroso dos processos executivos, o que tem relação direta na ocorrência de cantos quebrados, rupturas e descolamentos das placas. Já os problemas relativos a falhas no rejunte, riscos, manchas e desgaste por abrasão apresentaram maior relação com a especificação e mau uso dos usuários. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho demonstraram a importância de respeitar as normas que garantem desempenho às edificações e criar soluções adequadas que promovam qualidade às obras durante a fase de concepção dos projetos, no intuito de prevenir o aparecimento de manifestações patológicas.

Palavras-chave: manifestações patológicas, revestimento cerâmico esmaltado, alvenaria convencional, alvenaria estrutural.

1. Introdução

Não há dúvidas de que o revestimento cerâmico está presente na maioria das obras existentes no Brasil, incluindo edifícios residenciais, comerciais e industriais.

As propriedades óticas da superfície de um revestimento cerâmico constituem atualmente objeto de grande interesse para os fabricantes, uma vez que sob o ponto de vista dos consumidores, a durabilidade do revestimento está fundamentalmente relacionada à alteração do seu aspecto visual original¹. Para os consumidores finais, muitas vezes a estética do produto acabado assume papel mais preponderante do que as propriedades técnicas que indicam o desempenho do mesmo frente às solicitações exigidas^{2,3}.

Sabe-se que os materiais tendem a sofrer algum tipo de manifestação patológica na medida em que são expostos às ações do meio no qual se encontram, sejam de origem mecânica, física, química ou biológica, que acarretam

alterações indevidas e vêm a constituir os processos de deterioração ou envelhecimento do revestimento, bem como a conseqüente diminuição da vida útil do mesmo. Estas manifestações decorrem de situações em que a magnitude das propriedades e características do produto são insuficientes em relação ao nível de agressividade e às solicitações de serviço a que o revestimento será submetido^{1,4}.

As principais manifestações patológicas superficiais que determinam alteração de aparência nas placas cerâmicas são relacionadas às suas propriedades de resistência à abrasão, resistência química, a riscos e a manchas. Além disso, uma especificação inadequada pode conduzir a um comportamento deficiente na medida em que diversas propriedades do material manifestam-se através de alterações de superfície. Também, alterações no uso

dos ambientes podem determinar mudanças significativas na severidade das agressões⁴.

As alvenarias são sistemas construtivos de grande relevância em obras de construção civil, devido à mesma estar interligada a outros sistemas importantes da construção, como o de revestimento cerâmico. Sua qualidade e seu grau de racionalização passam a exercer influência direta sobre várias fases da obra e acabam contribuindo na produtividade e desempenho de sistemas prediais⁵.

Quando tratamos de revestimentos para pisos e paredes em obras com características de base diferentes, como é o caso de obras em alvenaria convencional e alvenaria estrutural, as manifestações patológicas se manifestam de forma diferenciada.

Dentre as estratégias gerenciais para levar vantagem diante da concorrência está o custo dos empreendimentos. O que proporciona a redução e melhor aproveitamento dos recursos de produção utilizados⁶, através da elevação de seus níveis de qualidade e produtividade é o fato de haver nas empresas um sistema de gestão da qualidade, coordenação de projetos, racionalização de processos construtivos, padronização de procedimentos e pesquisa de novas tecnologias, materiais e equipamentos.

Ainda, se esta metodologia for implantada dentro do ambiente de trabalho e canteiros de obras, haverá uma redução da ocorrência de problemas patológicos, de desperdício de materiais e de forças humanas durante o processo produtivo⁶. Desta forma, é abordada a questão de coordenação de projetos quando se trata de processos de alvenaria estrutural, bem como de alvenaria tradicional racionalizada.

A alvenaria estrutural tem sido amplamente utilizada na construção de habitações de baixa renda ou mesmo edificações multipavimentadas nos últimos tempos. Sua ampla utilização se dá devido as suas vantagens por incorporar o sistema de racionalização construtivo e apresentar benefícios quanto à economia da obra frente a outras tecnologias e sistemas de construção⁷. Sendo esta utilização de blocos que permitam a passagem de instalações, o que evita retrabalho, remendos, quebras e conseqüente desperdício de material; planejamento prévio, mão de obra melhor qualificada e controle rigoroso na execução, o que promove melhoria nas condições de limpeza e organização do canteiro de obras e qualidade nos serviços prestados.

No entanto, para proceder à comparação entre o processo construtivo de alvenaria convencional com o processo de alvenaria estrutural, deve-se atentar para o fato de que esta apresenta características particulares se relacionada à construção tradicional, promovendo função portante e de vedação no conjunto global. A alvenaria estrutural de bloco cerâmico tem suas etapas de elevação e instalações de dutos e canalizações realizadas conjuntamente, o que acaba por diminuir a visita ao local de execução, concentra o uso de equipamentos e contribuiu para a transparência dos serviços.

Nesta perspectiva, este estudo analisa as características visuais referidas à durabilidade das placas cerâmicas esmaltadas utilizadas em revestimento de piso e paredes,

em duas edificações distintas quanto ao sistema construtivo, e avalia qualitativamente os revestimentos esmaltados com relação à incidência de manifestações patológicas.

2. Delimitações do Estudo

O desempenho e a durabilidade dos revestimentos cerâmicos estão fundamentalmente relacionados à alteração do seu aspecto visual original. Manifestações patológicas que acarretam alterações visíveis de brilho, tonalidade, presença de manchas e riscos, podem constituir processos de deterioração ou envelhecimento do revestimento, reduzindo a vida útil do mesmo e gerando desconforto e insatisfação por parte dos usuários.

Sendo assim, o estudo buscou avaliar manifestações patológicas do tipo ruptura, desgaste por abrasão, manchamento, presença de riscos ou arranhaduras, cantos quebrados, falhas no rejunte e descolamento de placas cerâmicas esmaltadas em duas obras de diferentes tipologias construtivas, sendo uma de alvenaria convencional e outra de alvenaria estrutural. A Figura 1 exemplifica as principais manifestações patológicas avaliadas neste estudo.

Foram selecionadas duas edificações, sendo a primeira em alvenaria convencional com tijolos cerâmicos (C), com tempo de uso de aproximadamente 1,5 anos e a segunda em alvenaria estrutural (E) com blocos cerâmicos, com período de uso aproximado de 3 anos, sendo ambas localizadas na cidade de Erechim-RS. Nos empreendimentos estudados, os revestimentos cerâmicos analisados estão aderidos em pisos e paredes de ambientes internos de edificações residenciais, como em cozinhas, áreas de serviço e banheiros.

2.1. Edificação em alvenaria convencional com tijolos cerâmicos (C)

A primeira edificação é um edifício residencial com sistema de vedação em alvenaria convencional (C), constituído de subsolos com garagens e nove pavimentos tipo, mais cobertura, conforme planta e orientação solar apresentadas abaixo (Figura 2).

A estrutura foi executada em concreto armado, sendo as vigas, pilares, lajes e escadas com seções definidas no projeto estrutural. Foi utilizado concreto usinado com fck de 20 MPa para fundações e 25 MPa para demais elementos estruturais. A alvenaria de vedação foi feita com tijolos de 9 ou 6 furos na horizontal com espessuras das juntas de no máximo 1,00 cm nas superfícies verticais. Foi empregada argamassa industrializada com resistência à compressão mínima de 2 MPa, segundo laudos técnicos avaliados.

2.2. Edificação em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos (E)

A segunda edificação é um edifício residencial construído com sistema em alvenaria estrutural (E), constituído de um subsolo com garagens e três pavimentos tipo, conforme planta e orientação solar apresentadas abaixo (Figura 3).

A estrutura foi executada em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos de 14 cm de espessura conforme definido no cálculo estrutural, furos retangulares com peso médio

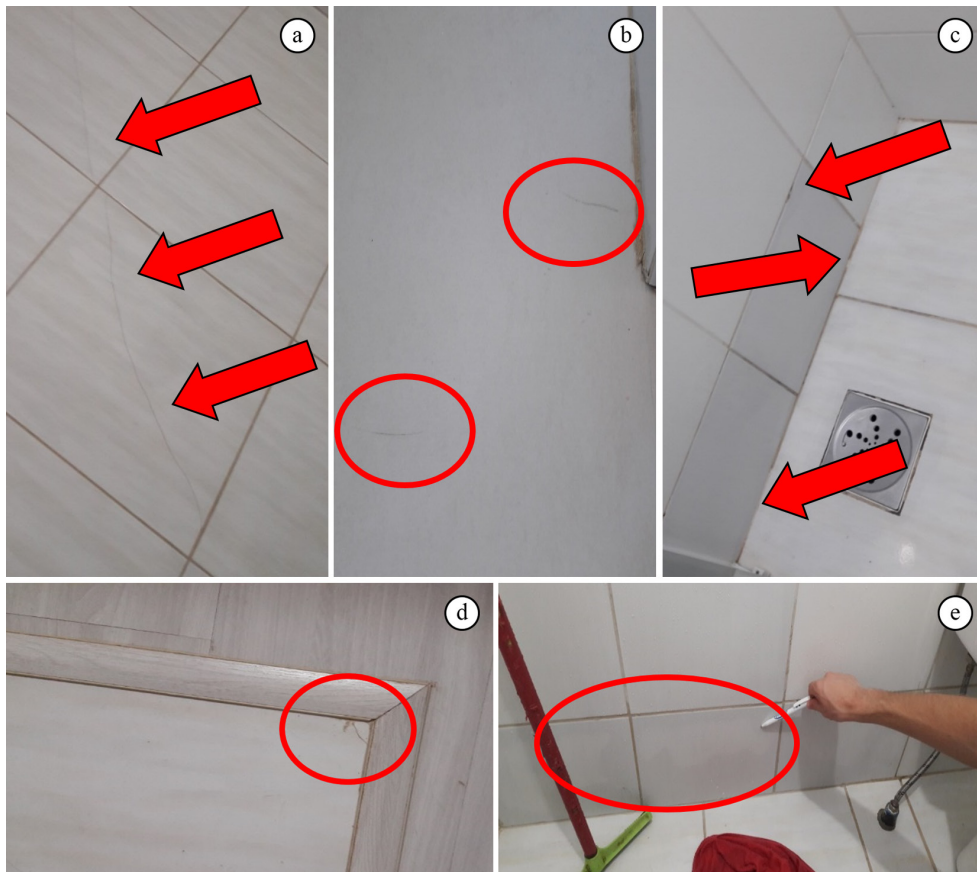


Figura 1. (a) Ruptura da placa, (b) Riscos, (c) Falha no rejunte, (d) Canto quebrado, (e) Manchamento.

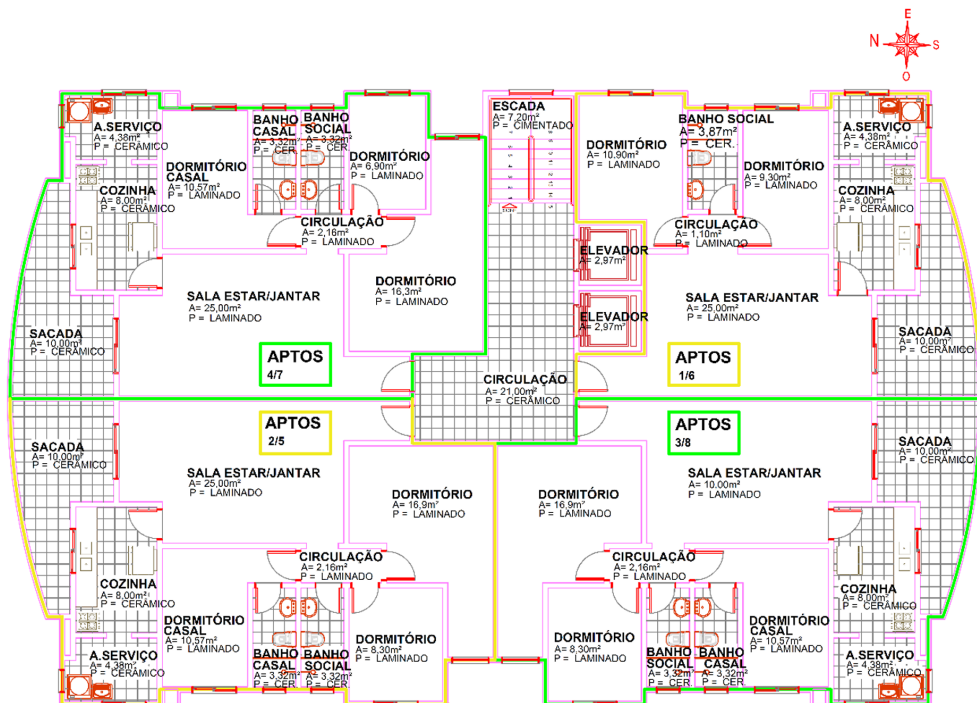


Figura 2. Planta pavimento tipo- alvenaria convencional.

de 5,50 kg/unid e resistência à compressão mínima classe “F” (6 MPa); lajes pré-moldadas de tabelas cerâmicas com espessura total de 12 cm incluindo a capa. Para as paredes, bloco estrutural tipo retangular com dimensões 14x19x29 cm assentados com argamassa traço 1:1:6 ou argamassa industrializada, com juntas amarradas entre os blocos e no encontro das paredes, sendo as faces preenchidas conforme especificado em projeto.

O método de pesquisa deste trabalho envolveu a seleção das obras, a concepção de requisitos que determinam o desempenho e durabilidade dos revestimentos (resistência a ataques químicos, a manchas e à abrasão; rupturas, cantos quebrados e descolamento das placas, bem como falhas nos rejuntas), o levantamento dos dados pelo método de coleta sistemática, por observação direta, através da verificação e registro das manifestações patológicas das paredes e pisos internos das unidades, a análise dos dados e, por fim, um comparativo entre as edificações.

3. Caracterização dos Materiais

As especificações dos revestimentos cerâmicos esmaltados avaliados para ambas as edificações estão apresentadas na Tabela 1. Os dados referentes à dureza superficial não foram fornecidos pelos fabricantes.

Quanto ao controle de produção, para os materiais correspondentes a classe A, inexistem defeitos superficiais perceptíveis prévios ao assentamento, de acordo com o que preconiza a NBR 13818⁸.

4. Análise e Discussão dos Resultados

Para a realização deste trabalho utilizou-se uma análise qualitativa para avaliação da aparência superficial do revestimento cerâmico. A Tabela 2 apresenta em suma, as manifestações patológicas encontradas por meio do mapeamento da edificação em alvenaria convencional.

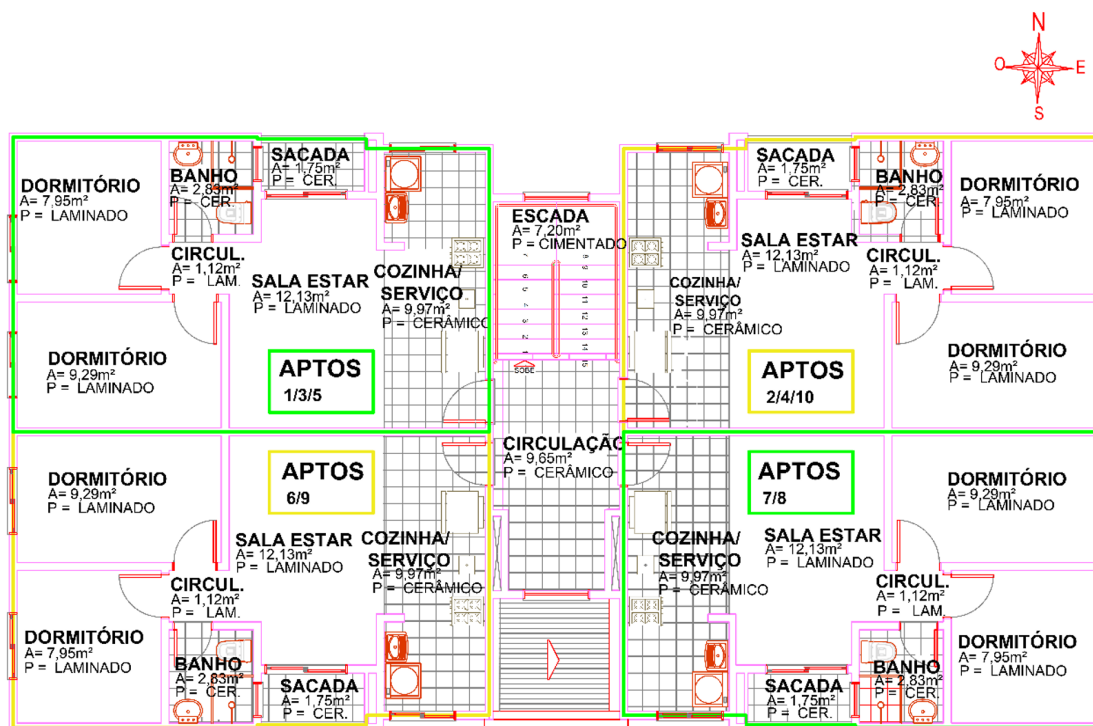


Figura 3. Planta pavimento tipo- alvenaria estrutural.

Tabela 1. Especificação dos materiais.

| Edificação | Cômodos | Local | Tamanho da placa (cm) | Cor | Resistência Química (Classe) | Resistência à abrasão - PEI |
|-------------------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|------------------------------|-----------------------------|
| Alv. Estrutural | Coz./ Á. Serviço/Ban. | Piso | 52x52 | Bege | A | 4 |
| | Coz./ Á. Serviço/Ban. | Parede | 37x57 | Branco | A | 3 |
| Alv. Convencional | Coz./ Á. Serviço/Ban. | Piso | 41x41 | Branco | A | 4 |
| | Coz./ Á. Serviço/Ban. | Parede | 30,5x61 | Branco | A | 3 |

Nota: Cozinha/Área de serviço/ Banheiro.

Tabela 2. Manifestações patológicas encontradas no edifício em alvenaria convencional (C).

| Aptos. | Cômodos | Manifestações Patológicas | | | | | | |
|--------|-----------------|---------------------------|----------------|------------------|--------------|---------|---------|--------|
| | | Desgaste | Canto quebrado | Falha no rejunte | Descolamento | Ruptura | Manchas | Riscos |
| 1-C | Cozinha | X | | | | | | |
| | Área de serviço | | x | | | | | |
| | Banheiro | | | x | | | x | x |
| 2-C | Cozinha | | | | | | | |
| | Área de serviço | | | | | x | | x |
| | Banheiro | X | | x | | | | |
| 3-C | Cozinha | | | x | | | x | x |
| | Área de serviço | | x | | | | | |
| | Banheiro | | | x | | | x | |
| 4-C | Cozinha | | | | | | | x |
| | Área de serviço | | x | | | x | | x |
| | Banheiro | | | x | X | | x | |
| 5-C | Cozinha | | | | | x | x | |
| | Área de serviço | | | | X | | | x |
| | Banheiro | | | | | | | |
| 6-C | Cozinha | | x | | | | | |
| | Área de serviço | | | | | | x | x |
| | Banheiro | | | x | | | | x |
| 7-C | Cozinha | | | | | | | |
| | Área de serviço | X | | x | | | | |
| | Banheiro | | | | | | x | x |
| 8-C | Cozinha | X | | | | | | |
| | Área de serviço | | | | | x | | |
| | Banheiro | | x | x | | | x | x |

A Tabela 3 apresenta em suma, as manifestações patológicas encontradas por meio do mapeamento da edificação em alvenaria estrutural.

A partir da coleta sistemática dos dados, foi possível obter um comparativo das manifestações em questão entre ambas as edificações.

4.1. Manifestações patológicas na edificação em alvenaria convencional com tijolos cerâmicos (C)

A durabilidade das placas cerâmicas esmaltadas para revestimento de pisos e paredes está relacionada com ações que comprometam a aparência do material. Dentre os diferentes processos de deterioração levantados e apresentados na Figura 4, os riscos apresentaram maior incidência nesta tipologia construtiva, sendo observados em 100% dos apartamentos visitados. Este problema esteve presente em quase todos os ambientes em estudo, ficando mais evidente em áreas de serviço e cozinhas, uma vez que o tráfego nesses locais se torna mais intenso por serem, normalmente, os primeiros cômodos acessados pelos usuários ao retornarem às suas residências. Tal problema se refere à presença de areia (mineral quartzo) no solado dos calçados, que apresenta dureza 7 na escala de Mohs, segundo anexo V da NBR 13818⁸, aumentando a propensão de riscos. Logo, com a finalidade de prevenir

esta manifestação patológica, deveria ser indicada classe 7 para revestimentos de piso, no entanto, nota-se que tal propriedade do material, muitas vezes, não é considerada nas especificações. Conjuntamente a isto, ressalta-se a disponibilidade de informações deficientes nos catálogos dos produtos ou, ainda, somente a indicação da classe PEI, a qual não tem relação com a classificação de resistência ao risco da cerâmica, fato que denota o desconhecimento desta característica por parte do meio técnico.

Posteriormente, as falhas em rejuntas e manchamentos apresentaram igual representatividade, sendo 87,5% do total dos apartamentos visitados (Figura 4). As falhas em rejuntas ocorreram predominantemente em banheiros, principalmente nas áreas do box. A umidade de percolação constante neste local pode ter acarretado acúmulo de água entre o substrato impermeabilizado, a qual é absorvida pelo revestimento cerâmico, que por sua vez sofre alteração na sua tonalidade, havendo um manchamento aparente. Além disso, os manchamentos podem ter sido ocasionados pelo mau uso do revestimento ou por acidentes que ocasionaram derramamento de substâncias que continham agentes manchantes. Tanto para os pisos como para os revestimentos das paredes das cozinhas, áreas de serviço e banheiros, foi especificada classe A para a resistência ao ataque químico das placas cerâmicas.

Tabela 3. Manifestações patológicas encontradas no edifício em alvenaria estrutural (E).

| Aptos. | Cômodos | Manifestações Patológicas | | | | | | |
|--------|-----------------|---------------------------|----------------|------------------|--------------|---------|---------|--------|
| | | Desgaste | Canto quebrado | Falha no rejunte | Descolamento | Ruptura | Manchas | Riscos |
| 1-E | Cozinha | | | | | X | | X |
| | Área de serviço | | | | | | | |
| 2-E | Banheiro | | | X | X | | | |
| | Cozinha | | | | | | | |
| 3-E | Área de serviço | X | X | | | | X | X |
| | Banheiro | | | X | | | X | |
| 4-E | Cozinha | | X | | | X | X | X |
| | Área de serviço | | X | | | | | X |
| 5-E | Banheiro | | | X | X | | | |
| | Cozinha | X | | | | X | | X |
| 6-E | Área de serviço | | | | | | | |
| | Banheiro | | | X | | X | X | |
| 7-E | Cozinha | | | X | | | | |
| | Área de serviço | | | | X | | | |
| 8-E | Banheiro | | | X | X | | | |
| | Cozinha | | | | | | | X |

Segundo a NBR 13818⁸, para produtos de uso doméstico, deve-se indicar, no mínimo, classe B para a resistência química de placas cerâmicas. Importante salientar que não foi observado ataque químico em nenhum ambiente.

Ao longo do tempo de utilização do revestimento, o desgaste e riscos também alteram as características da superfície original, modificando a resistência ao manchamento do material. Dessa forma, a partir de determinado tempo de uso, o revestimento pode passar a apresentar manchas irreversíveis.

Ainda, de acordo com a Figura 4 os cantos quebrados, encontrados em 62,5% dos apartamentos, e as rupturas das placas, em torno de 50% no total dos apartamentos, foram observados com maior incidência nas áreas de serviço, próximo a máquina de lavar, fato que pode estar ligado à vibração produzida pelo eletrodoméstico. Porém, como causa principal, tem-se o erro no assentamento das placas, o qual muitas vezes é realizado com excesso de argamassa no meio destas, ficando os cantos ociosos e desta forma, mais frágeis, o que é aliado à falta de nivelamento do contra piso.

O desgaste por abrasão, observado em 50% dos apartamentos (Figura 4), é causado pelo atrito de partículas secas sobre a superfície esmaltada da cerâmica. O piso de cerâmica utilizado para cozinhas, áreas de serviço e banheiros apresenta classe PEI 4, segundo especificação

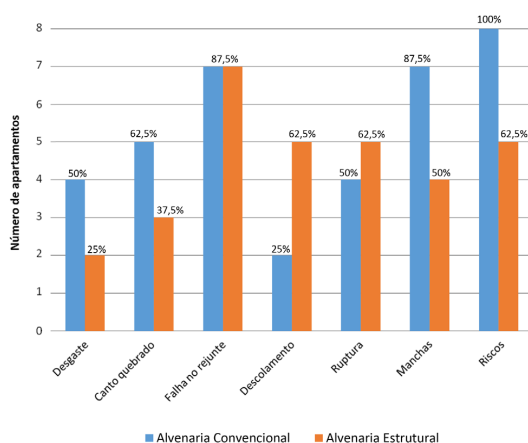


Figura 4. Incidência das manifestações patológicas nas edificações avaliadas.

por parte do profissional, sendo indicado para alto tráfego, em pavimentos sobre os quais se caminha com algum material intermediário abrasivo, de modo que as condições são mais severas que aquelas da classe PEI3 (residências, garagens, lojas, bares, bancos, restaurantes, hospitais, hotéis e escritórios), o que não seria necessário, uma vez que encarece o custo da obra. Para o caso de

ambientes internos onde se caminha com calçados e pequena quantidade de pó abrasivo (cozinhas, corredores, halls e quintais), podendo-se incluir áreas de serviço, em função de se utilizar muitas vezes calçados contendo particulados externos, poderia ter sido adotado um piso cerâmico classe PEI 2 ou 3^o, enquanto que em banheiros classe PEI 1.

No caso dos revestimentos de paredes, verificou-se uma seleção equivocada das placas cerâmicas, uma vez que foi adotada classe PEI 3 (tráfego médio a alto), tanto para cozinhas e áreas de serviço, como para banheiros. O PEI 3 conforme mencionado acima, não tem necessidade de ser especificado em paredes não solicitadas à abrasão. Ainda, neste caso poderia ser empregado classe PEI 0, ou, ainda, classe PEI 1^o. Sendo assim, tanto paredes como pisos, caracterizam-se com boa resistência à abrasão, uma vez que quanto maior for o PEI da cerâmica analisada, mais tempo o material irá resistir à ação natural de partículas abrasivas (areia, terra, poeira da rua, etc.) e ao alto tráfego de pessoas.

4.2. Manifestações patológicas na edificação em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos (E)

Dentre as manifestações patológicas verificadas, a que apresentou uma maior incidência foi à falha no rejunte, predominante em ambientes úmidos, como banheiros (Figura 4).

Outras manifestações que incidiram de forma notória foram os descolamentos, as rupturas e os riscos, apresentando a mesma proporcionalidade de ocorrência (62,5%) entre os apartamentos estudados, segundo a Figura 4. Já as manchas estavam presentes em 50% dos apartamentos visitados. Cantos quebrados representaram 37,5% dos casos e desgaste por abrasão 25%.

4.3. Principais manifestações patológicas: comparativo entre as tipologias construtivas

As manifestações verificadas com maior percentual de incidência, tanto para os apartamentos em alvenaria convencional como estrutural, de acordo com a Figura 4, estão descritas a seguir.

4.3.1. Falhas no rejunte

Nota-se que ambas as tipologias construtivas apresentaram problemas como falhas no rejunte, constatando-se que em quase 100% dos casos o problema foi localizado nos banheiros, em específico, nas áreas do box. Esta manifestação patológica é um tanto comum, pois em ambientes úmidos e pouco ventilados acaba ocorrendo um acúmulo de água de infiltração no rebaixo da laje. Caso ocorram falhas com a impermeabilização neste ambiente, o apartamento localizado no pavimento inferior também poderá sofrer as conseqüências de infiltrações. Contudo, em casos em que a impermeabilização está correta, a umidade pode acabar deteriorando o rejuntamento do piso. Além disso, os problemas de falhas no rejunte podem decorrer de especificação inadequada do material e/ou de falhas na execução e no tempo para rejuntamento do revestimento.

A NBR 9574¹⁰ recomenda que a impermeabilização deve subir 1 m acima do piso acabado na área do box, e 40 cm no rodapé. Ainda, segundo a referida Norma, considerando a existência de banheira, a impermeabilização deve ser feita até 15 cm acima nas paredes em contato com esse local.

4.3.2. Riscos

A visualização do risco é mais evidente em superfícies brilhantes e de uma cor, por isso para tentar evitar a ocorrência dessa manifestação deve-se especificar revestimentos naturais, sem esmaltação ou polimento. Foi verificado que 100% dos apartamentos visitados em alvenaria convencional apresentaram esta manifestação patológica, estando à maioria concentrada em áreas de serviço. Já na edificação com estrutura de alvenaria portante, 62,5% dos apartamentos estudados já tinham este tipo de manifestação, sendo mais comum nas cozinhas. Os aspectos relativos ao trânsito das pessoas, à carga e à dinâmica do movimento implicam na incidência desta patologia. Somado a isto, sabe-se que o solado do calçado acumula resíduos e principalmente minerais do grupo do quartzo, em especial, a areia, o que aumenta a propensão de riscos nos revestimentos de piso. Contudo, deve-se especificar corretamente o revestimento para um determinado local, levando-se em conta à escala de Mohs que está descrita na NBR 13818⁸, a qual mede a resistência ao risco para determinados minerais, podendo assim evitar possíveis manifestações das mesmas. Cabe ressaltar que, na maior parte das situações, os fabricantes não evidenciam tal propriedade do material, o que gera deficiências nas informações disponíveis nos catálogos online, fazendo com que o especificador desconheça essa importante característica do produto.

4.3.3. Manchas

A resistência ao manchamento está diretamente relacionada à manutenção da qualidade estética do revestimento, influenciando, portanto, no tempo de vida útil previsto. O manchamento das placas cerâmicas ocorre quando o material entra em contato com substâncias que podem alterar o seu aspecto, denominados agentes manchantes, que possuem como principais mecanismos de manchamento: ação química, ação penetrante e com coloração, ação oxidante e formação de película.

A tendência ao manchamento está diretamente ligada à presença de irregularidades na superfície das peças, que podem se apresentar na forma de poros superficiais, os quais podem permitir a penetração de agentes manchantes, o que dificulta ou até mesmo impossibilita sua remoção¹¹. Conjuntamente, pode-se ressaltar a presença da rugosidade da superfície, a qual pode ocasionar que o agente manchante fique mais ou menos impregnado a essa superfície, mas removível por algum processo de limpeza, passando a denotar um problema de limpabilidade, não de manchamento.

A NBR 13818⁸ classifica as cerâmicas de 1 a 5, conforme os procedimentos de limpeza empregados, considerando a facilidade e eficiência com que se consegue eliminar

as manchas causadas pelos agentes manchantes, sendo especificadas como classe 1 as peças com manchas não removíveis. Salienta-se o fato de que as classes dizem respeito ao método de limpeza empregado na remoção da mancha e que a eficácia da limpeza diminui progressivamente com o desgaste ocasionado na placa, independente da classificação da resistência química inicial.

4.3.4. Desgaste por abrasão

O desgaste por abrasão, bastante freqüente em pisos cerâmicos esmaltados, teve pouca incidência em ambas as edificações. Este é um processo mecânico e progressivo que gera perda de material e alteração da aparência do revestimento cerâmico com variação de cor e brilho, entre outros aspectos. O PEI, método de avaliação e classificação da resistência à abrasão para placas esmaltadas, conforme estabelece a NBR 13818⁸ ajuda a indicar quais os pisos mais adequados a serem utilizados em diferentes locais. Esse método analisa as variações sofridas pelo material através das alterações de cor, não levando em consideração as variações de brilho, e não fornece dados relativos à vida útil em uso real¹².

Contudo, as verificações que foram realizadas *in loco* serviram para a constatação de manifestações patológicas decorrentes de má utilização dos usuários e problemas de execução. Também, verificaram-se erros ou inadequações na especificação dos revestimentos cerâmicos em relação ao ambiente de aplicação, fato que está ligado à falta de informações por parte dos fabricantes dos produtos, sejam estas referentes à vida útil, capacidade resistente ao manchamento, ataque químico, abrasão e dureza, por exemplo.

4.3.5. Ruptura

As manifestações patológicas classificadas como rupturas ocasionam a separação das placas e são provocadas por esforços mecânicos. Apresentam, geralmente, aberturas maiores que 1mm¹³.

Este tipo de manifestação patológica também pode ocorrer devido à dilatação e retração das placas cerâmicas, deformação estrutural excessiva, ausência de detalhes construtivos e retração da argamassa de fixação¹⁴.

Pelo que foi constatado nas obras visitadas, o uso de juntas de assentamento executadas com espessuras adequadas à dimensão das placas poderia ter evitado o surgimento do problema. Somando-se a isto, as rupturas no revestimento do piso também podem ter sido ocasionadas por problemas com a regularização do contra piso e/ou mau uso dos usuários.

4.3.6. Canto quebrado

Segundo os fabricantes, deve-se ter um cuidado com o transporte e estocagem das peças cerâmicas, evitando-se impactos. Além disso, a estocagem deve ser sobre *palets* sempre na vertical com uma altura máxima de 1,5 metros, preferencialmente em local coberto. Devem ser respeitadas as normas técnicas de assentamento (NBR 13753¹⁵, NBR 13754¹⁶ e NBR 13755¹⁷).

Esse correto manuseio e respeito às normas técnicas pode evitar que o produto enfraqueça e, futuramente, venha estar mais propenso à ocorrência de cantos quebrados, que além de estarem relacionados à resistência mecânica do revestimento, podem se manifestar em função da ausência de detalhes construtivos, como as juntas de dessolidarização e de assentamento. Outro fator que pode ter promovido a presença de cantos quebrados é a falta de regularização do substrato. Enfatiza-se, ainda, a influência de movimentações estruturais na ocorrência dessa manifestação.

4.3.7. Descolamento

Os descolamentos são decorrentes da perda de aderência das placas cerâmicas ao substrato, ou à argamassa colante, no instante em que as tensões surgidas no revestimento cerâmico ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante e/ou emboço¹⁸.

Os principais fatores que contribuem para a ocorrência de descolamentos de placas cerâmicas de revestimento são: base, argamassa de assentamento das placas cerâmicas, placas cerâmicas e argamassa de rejuntamento^{19,20}. Sendo que estão associados a esses fatores deficiências no preparo, execução, aplicação e qualidade dos materiais. O problema pode ter ocorrido na base se ela for muito lisa ou estiver impregnada com substância hidrófuga, e também pode ter sido feita a molhagem da base, que só é recomendada em casos onde a temperatura for alta e a umidade relativa do ar for baixa. Outra possível causa está relacionada, com a espessura do emboço, que em casos onde for maior que 2,5 cm, deve se prever em projeto o uso de telas metálicas ou argamassa armada. Deve ser respeitado o tempo em aberto da argamassa, prever o uso das juntas de assentamento e fazer a correta especificação tanto da peça cerâmica, como das argamassas colantes e rejuntas.

Nas verificações realizadas *in loco* pode ser observado que, provavelmente, os descolamentos devem ter sido oriundos da falta de um projeto que especificasse a técnica correta de execução, os materiais adequados e, também, devido à ausência de um controle durante o processo de execução.

5. Conclusão

Em relação ao sistema construtivo de alvenaria estrutural, este se assemelha perfeitamente com as filosofias de construtibilidade e desempenho das edificações, uma vez que devido ao seu elevado grau de racionalização, ao seu sistemático processo construtivo, à presença de ferramentas e compatibilização de projetos e execução, entre outros fatores, incorpora princípios de valorização do projeto, padronização dos componentes, com conseqüente redução de desperdícios e de mão-de-obra, além de maior rapidez de execução, fatores positivos para o empreendimento realizado.

Entretanto, em muitos casos, em função da falta de entendimento e conhecimento técnico dos profissionais da construção civil e da mão de obra, problemas decorrentes

da execução inadequada, como imprecisão dimensional, falhas na coordenação modular e no controle de qualidade, acarretam manifestações patológicas indesejáveis, como foi o caso dos descolamentos e rupturas das placas cerâmicas, que apresentaram maior incidência nesta tipologia construtiva, comparativamente à alvenaria convencional.

Desta forma, seria possível minimizar a ocorrência das manifestações patológicas incidentes nas obras de alvenaria estrutural e os custos referentes a pouca experiência na execução, com um estudo correto de viabilidade de uma obra com esta tipologia construtiva, considerando fatores como região de instalação, disponibilidade de equipe especializada, número de pavimentos, existência ou não de pilotis, tempo de entrega do empreendimento e, principalmente, um planejamento adequado, desde a concepção do projeto arquitetônico, buscando a racionalização e compatibilidade com os demais projetos.

Vale ressaltar a importância da avaliação pós-ocupação, que tem por objetivo identificar os problemas enfrentados por parte dos usuários ao longo do tempo de uso das edificações, sejam estes relacionados à revestimento, pintura, acabamentos, dentre outros, de forma a respeitar o cumprimento de prazos de procedimentos de manutenção preventiva, e no processo de identificação e solução de problemas, através da execução da manutenção corretiva.

Após a realização deste estudo pode-se observar que parte das manifestações patológicas poderiam ter sido evitadas durante a concepção e execução do empreendimento, ou durante a utilização do mesmo. Desta forma, espera-se que as análises apresentadas reforcem a necessidade de se considerar os requisitos de desempenho das edificações durante a fase de projeto. Para tanto, enfatiza-se a necessidade de se considerar os requisitos de desempenho e durante a realização do projeto, buscando soluções adequadas que repercutam na construtibilidade, no grau de manutenibilidade e na qualidade dos edifícios.

Já para o sistema de alvenaria convencional, as manifestações patológicas verificadas nas obras estudadas justificam-se em função da própria tipologia construtiva, onde a maioria das edificações são executadas com deficiências no projeto, ocasionando desperdício de materiais, retrabalhos, falta de controle de execução, dentre outros problemas, que acabam afetando o desempenho das edificações.

Segundo estudos relacionados, as falhas de projeto e de especificação correspondem a 42% das manifestações patológicas; 24% aos processos de construção (execução); 17% aos materiais; 10% ao uso indevido das obras e 7% a outro tipo de causa (acidentes, erosão, etc.). Deficiências de projetos atreladas à qualidade da execução constituem as causas predominantes das manifestações patológicas em obras de alvenaria convencional. Uma questão significativa é a velocidade da construção que exige dos operários (a maioria desqualificados) uma produtividade elevada, o que acaba prejudicando a qualidade dos serviços. Para que as edificações tenham um bom desempenho ao uso previsto, é fundamental um planejamento da manutenção e sua eficiente gestão.

Na obra estudada, foi verificado que os revestimentos cerâmicos aplicados nos pisos e paredes dos apartamentos apresentaram manifestações patológicas superficiais já nos primeiros anos de uso, comprometendo a sua vida útil e prejudicando a estética dos ambientes. As manifestações patológicas podem ter sido ocasionadas por diferentes fatores, dentre eles pode-se enfatizar as falhas de projeto; falhas durante as fases de execução das etapas construtivas, como é o caso de planicidade, alinhamento e prumo; falta de manutenção corretiva de problemas que surgiram logo nos primeiros anos de ocupação, bem como, manutenção preventiva, além de possíveis erros de materiais empregados.

Cabe ressaltar que muitos profissionais ao especificarem os materiais e revestimentos em projeto se preocupam com a questão estética, esquecendo das características técnicas. Contudo, ao tentar descobrir as características técnicas de um determinado produto em um catálogo online ou em outros meios de publicação do fabricante, muitas vezes não se obtêm as informações técnicas necessárias ao projetista para realizar tal especificação e escolha corretamente.

Para o desempenho adequado dos revestimentos cerâmicos, os fabricantes deveriam aprimorar a qualidade dos produtos e disponibilizar de maneira mais evidente as informações da especificação e ambientes indicados para o uso aos especificadores e proprietários das edificações.

O estudo apresentado neste artigo demonstra a necessidade de um maior cuidado com as especificações dos materiais e um controle de execução com respeito às questões normativas, buscando atender as questões de desempenho e funcionalidade da edificação, não comprometendo o conforto e bem-estar dos usuários.

Referências

1. ABITANTE, A. L. R., BERGMANN, C. P., RIBEIRO, J. L. D. Considerações sobre a durabilidade de placas cerâmicas esmaltadas solicitadas por abrasão. **Cerâmica Industrial**, v. 9, n. 2, 23-32, 2004.
2. PARRA, B. S. et al. Rugosidade Superficial de Revestimentos Cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 11, n. 2, 15-18, 2006.
3. ROSSO, J., CUNHA, E. DE S., ROJAS-RAMÍREZ, R. A. Características técnicas e polimento de porcelanatos. **Cerâmica Industrial**, v. 10, n. 4, 11-14, 2005.
4. ABITANTE, A. L. R., DA SILVA, C. V. Porcelanato para revestimento de piso em shopping centers de Porto Alegre: Identificação de manifestações patológicas em período defasado de 3 anos. **Cerâmica Industrial**, v. 17, n. 5-6, 2012.
5. MONTEIRO, J. M. F. et al. A alvenaria estrutural como um processo construtivo potencialmente enxuto- uma visão a partir do LeanConstruction. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construtivo, 13. **Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construtivo**. Canela, RS: 2010.
6. RODRÍGUEZ, M. A. A. **Coordenação de projetos na construção civil**. Informativo do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Santa Catarina. CREA-SC. Ano 3, n.20, fevereiro de 2002, p. 6.

7. RICHTER, C., MASUERO, Â. B., FORMOSO, C. T. Manifestações patológicas de alvenaria: uma análise de causa e efeito. In: VI Congreso Internacional sobre Patología Y Recuperación de Estructuras, 6. **Anais do VI Congreso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras**. Córdoba, Argentina: jun/2010.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento- especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997.
9. MOURA, T. Y. **Fiscalização e controle de execução de revestimento cerâmico**. 2012. 33 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Curitiba, 2012.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574**: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.
11. MOURA, C. B. et al. Análise da influência das variáveis cor e brilho na limpabilidade de porcelanatos. **Cerâmica Industrial**, v. 11, n. 4, 35-39, 2006.
12. PIRES, A., MASCOLO, R., ABITANTE, A. L. R. Desempenho de pisos cerâmicos esmaltados frente suas especificações. **Cerâmica Industrial**, v. 16, n. 4, 7-12, 2011.
13. BARROS, M. M. B. et al. **Tecnologia construtiva racionalizada para produção de revestimentos cerâmicos verticais**. Notas de aula. São Paulo: USP, 1997.
14. CAMPANTE, E. F., BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.
15. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - procedimento. Rio de Janeiro, 1996.
16. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13754**: Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - procedimento. Rio de Janeiro, 1996.
17. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - procedimento. Rio de Janeiro, 1997.
18. ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2008.
19. BAUER, R. J. F., RAGO, F. Expansão por Umidade de Placas Cerâmicas para Revestimento. **Cerâmica Industrial**, v. 5, n. 3, 41-45, 2000.
20. CICHINELLI, G. Patologias cerâmicas: Por que ocorrem os deslocamentos e trincas em edificações revestidas com cerâmicas e quais as recomendações dos especialistas para evitar problemas. **Téchne**, ed. 116, nov. 2006.