



AVALIAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS DE FACHADAS EM CERÂMICA DE UM RESIDENCIAL EM SALVADOR

BATISTA, Anna Raquel Carvalho Oliveira (1); BARBOSA, Luanne Bastos de Brito (2); COELHO, Vinícius Almeida (3); CERQUEIRA, Milena Borges dos Santos (4); SILVA, Francisco Gabriel Santos (5)

(1) Universidade Federal da Bahia, annaraquelb@hotmail.com

(2) Universidade Federal da Bahia, lubastosb@gmail.com

(3) Universidade Federal da Bahia, mrvoelho@gmail.com

(4) Universidade Federal da Bahia, milena.bsc@gmail.com

(5) Universidade Federal da Bahia, fgabriel.ufba@gmail.com

RESUMO

Na cidade de Salvador é possível observar diversas edificações cujas fachadas apresentam revestimento cerâmico em seu acabamento, ao mesmo tempo em que se verifica o surgimento de manifestações patológicas em edificações de diferentes idades. Este trabalho apresenta a análise e quantificação de danos em fachadas de revestimento cerâmico localizadas na cidade de Salvador/BA, com objetivo de estimular um melhor gerenciamento do projeto e da construção de empreendimentos, tendo como prioridade, ações preventivas de manutenção. Foi aplicado, nessa pesquisa, o método proposto por Taguchi (2010) para estudo de degradação em fachadas. A qualificação das patologias das alvenarias caracterizadas pelo método avaliou o empreendimento em grau crítico de deterioração, indicador da necessidade de intervenção imediata. Embora o estudo tenha sido restrito a um empreendimento, foi possível caracterizar cada fenômeno patológico e analisar sua respectiva causa, para em seguida qualificar os danos em suas fachadas, avaliar suas performances e pontuar a importância do cuidado durante as etapas de projeto e execução das fachadas.

Palavras-chave: Fachada, Revestimento cerâmico, Deterioração, desempenho.

ABSTRACT

In the city of Salvador it is possible to observe several buildings whose façades have a ceramic coating in their finish, while at the same time the appearance of pathological manifestations in buildings of different ages. This work presents the analysis and quantification of damages in facades of ceramic coating located in the city of Salvador / BA, aiming to stimulate better management of the project and the construction of enterprises, having as a priority, preventive maintenance actions. It was applied, in this research, the method proposed by Taguchi (2010) for the study of degradation in façades. The qualification of the masonry pathologies characterized by the method evaluated the enterprise in a critical degree of deterioration, indicating the need for immediate intervention. Although the study was restricted to an enterprise, it was possible to characterize each pathological phenomenon and analyze its respective cause, then to describe the damages in its façades, to evaluate its performances and to assess the importance of care during the design and execution phases of the facades.

Keywords: Facade, Ceramic coating, Deterioration, Performance.

1 INTRODUÇÃO

As patologias das construções têm despertado interesse dos envolvidos na construção civil a muitos anos, já que, atreladas ao alto custo de reparo,

os requisitos de desempenho a serem atendidos ganharam destaques com as exigências da norma de desempenho brasileira.

Diante dos diversos sistemas que constituem uma edificação, estudar os danos presentes em fachada tem sido uma linha de diversas pesquisas no mundo, pois, já que além de sua função estética, ela também atua como uma barreira de proteção de outros sistemas contra agentes externos ao qual a edificação está submetida.

O clima predominantemente tropical e chuvoso faz com que esta opção seja das mais interessantes, tanto pelo aspecto de desempenho como pela durabilidade. No caso das cidades litorâneas, por exemplo, esta tendência torna os revestimentos cerâmicos quase uma unanimidade para o mercado consumidor, sendo seu uso muitas vezes associado ao próprio padrão de qualidade da construção (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

Os mesmos autores comentam que as patologias de revestimento cerâmico de fachadas são difíceis de recuperar e requerem para isso custos elevados. Muitas vezes, quando elas se manifestam visualmente, já há comprometimento de sua integridade do revestimento e estes custos podem suplantar os custos da execução original.

O projeto de fachada de uma edificação, além de garantir acabamento estético a edificação, deve garantir conforto e segurança aos usuários e devem seguir padrões adequados de comportamento diante às diversas ações solicitantes (RIBEIRO; BARROS, 2010).

Campante e Sabbatini (2001) apontam que a maioria das ocorrências de manifestações patológicas em revestimento cerâmico pode ser atribuída à falta de compreensão das interfaces entre seus diversos componentes.

Nessa perspectiva, a exigência de requisitos mínimos de desempenho para as edificações em conjunto com o emprego de materiais que atendam às especificações técnicas e com a execução de trabalhos eficazes à nível de projeto, construção e manutenção contribuem para prolongar o tempo que a edificação permanecerá em níveis de serviços satisfatórios e aumentaria sua durabilidade.

Fontenelle e Moura (2004) observam que falhas de execução como: falta de controle técnico na produção da argamassa, falta de juntas de dilatação e fatores externos como umidade, chuvas, ventos e variações de temperatura causam diversas manifestações patológicas, tais como: fissuras e descolamento cerâmico.

Segundo Reis (2013), a existência de um programa de manutenção é imprescindível tanto para estruturas que serão recuperadas como para o desenvolvimento de novos projetos, tal planejamento é vantajoso economicamente tendo em vista maior aproveitamento dos recursos disponíveis. Porém, há grande deficiência dos estudos e dos conhecimentos sobre as causas e custos em reparos destas manifestações.

Diante do exposto, este trabalho visa estudar os danos encontrados em fachadas em prédios de revestimento cerâmico, buscando melhor desempenho e redução de atividades de retrabalho e remediação dos danos já causados.

2 METODOLOGIA

O trabalho realizado apresenta um estudo de caso que considera fachadas com revestimento cerâmico em um empreendimento localizado na cidade de Salvador/BA. Para investigação documental analisou-se diversas plantas arquitetônicas, relatório de análise, diagnóstico e recuperação dos fenômenos patológicos encontrados nas fachadas dos edifícios e mapeamento dos danos nas fachadas, ambos realizados por empresa especializada. Foram realizadas inspeções visuais das manifestações patológicas e relatórios fotográficos.

As informações coletadas em campo foram analisadas pela aplicação do modelo de análise de degradação das fachadas proposto por Taguchi (2010).

2.1 Modelo proposto por Taguchi para estudo de degradação em fachadas (2010)

O método proposto por Taguchi em sua dissertação avalia o desempenho das vedações verticais em alvenaria de blocos ou tijolos cerâmicos de forma a qualificar e quantificar os danos encontrados por meio de inspeções visuais.

Tendo em vista melhor planejamento para o reparo dos danos nas estruturas, o método permite identificar a deterioração do elemento através do Índice de Danos e do Fator de Deterioração.

Segundo Taguchi, o procedimento de avaliação qualitativa dos danos obedece às seguintes etapas: Observação e verificação preliminar das condições das alvenarias, visando identificar as áreas ou elementos cujos danos são mais severos e, em seguida, medir a extensão do dano; tendo em vista o observado na etapa anterior, estabelecer um índice numérico para os danos encontrados nos elementos em função da intensidade e extensão dos danos; e Avaliação quanto a segurança.

2.1.1 Índice de performance do elemento

A expressão geral, elaborada por Taguchi, para a determinação do índice de performance do elemento (IP) é a soma dos fatores para cada tipo de dano i no elemento inspecionando, conforme a equação (1),

$$IP = \sum D = \sum B_i \times K_{1i} \times K_{2i} \times K_{3i} \times K_{4i} \quad (1)$$

O parâmetro B_i quantifica a importância relativa do tipo de dano em relação aos demais inspecionados, em função de parâmetros como

segurança e/ou durabilidade do elemento inspecionado, com valores que variam de 1 a 4, segundo o modelo.

Por outro lado, o parâmetro $K1i$ expressa a importância do elemento inserido da edificação ou uma de suas partes. Na hipótese de existir além da alvenaria convencional, o fator de importância da alvenaria estrutural, seria superior ao da convencional. Nesta pesquisa, foram consideradas alvenarias convencionais, fator de importância unitário.

O parâmetro $K2i$ é determinado através de critério de avaliação visual qualitativa, variando em quatro escalas de valores de 0; 0,5; 1; 1,5 e 2, segundo critérios estabelecidos pelo modelo proposto. Assim como, o fator $K3i$ como indicativo da extensão do dano.

Finalmente, o parâmetro $K4i$ indica a urgência de intervenção e varia de 1 a 5, com 4 indicativos: grau de deterioração, consequências, segurança dos elementos e usuários, e forma de intervenção.

2.1.2 Índice de Performance Global do conjunto

Conforme indicado por Taguchi, a expressão geral para a determinação do índice de performance global (IPg) é conforme equação (2),

$$IPg = 100 \times (\Sigma Def / \Sigma Dref) \quad (2)$$

$$Def = \Sigma K1m \times Mm,ref \quad (3)$$

$$Dref = \Sigma K1m \times Mm,ref \quad (4)$$

$$Mm,ef = \Sigma Bi \times K2i \times K3i \times K4i \quad (5)$$

$$Mm,ref = \Sigma Bi \times K2i \times K3i \times K4i \times 1 \quad (6)$$

Sendo,

Def – soma dos danos efetivos do elemento ou conjunto inspecionados

Dref – soma referência dos danos do elemento ou conjunto inspecionados

$K1m$ – fator de relevância do elemento (igual a 1, na presente pesquisa)

Mm,ef – soma reduzida dos danos efetivos do elemento;

Mm,ref – soma referência reduzida dos danos do elemento;

Obtido o valor do Índice de Performance (IPg), a Tabela 1 fornece a Classe de Deterioração para cada elemento ou conjunto de elementos, grau de deterioração, consequências, prazo para intervenção.

Tabela 1 – Classe de deterioração (TAGUCHI, 2010)

CLASSE	GRAU DE DETERIORAÇÃO	Ip - Índice de performance
I	Sem danos	0 à 5
II	Baixo grau de deterioração	3 à 1
III	Médio grau de deterioração	7 à 15
IV	Alto grau de deterioração	12 à 25
V	Grave grau de deterioração	22 à 35
VI	Crítico grau de deterioração	≥ 30

Fonte: Autores.

Taguchi caracteriza os graus de deterioração da seguinte maneira:

A classe sem danos é referente apenas às deficiências construtivas como irregularidades geométricas e estéticas; já o baixo grau de deterioração, os reparos em geral são de baixo custo e fazem parte da manutenção regular; médio grau de deterioração sugere possível perda de funcionalidade e durabilidade do elemento de vedação, porém sem limitação do uso, o dano deve ser reparado em curto período de tempo. O alto grau apresenta redução da funcionalidade e durabilidade do elemento construtivo, ainda sem limitações ao uso, porém há necessidade de reparos imediatos; o grave grau de deterioração envolve redução da funcionalidade dos elementos e necessidade de medidas de proteção e reparos imediatos, por exemplo: grandes rachaduras ou destacamentos generalizados; por fim, o nível crítico há redução parcial ou total de funcionalidade dos elementos, é preciso isolamento ou interdição do local para reparos extensos e imediatos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Coleta de Dados

3.1.1 Descrição do empreendimento

O condomínio é composto por três torres com 3 anos de idade e estão localizadas na orla de Salvador/BA, com 20 pavimentos, cobertura e ático, sendo dois por andar. Além disso, há dois subsolos de garagem em comum, com fachada em cerâmica.

A Torre A apresenta área privativa de 212 m², possui três suítes, um banheiro social e um gabinete. A Torre B, assim como a Torre C,

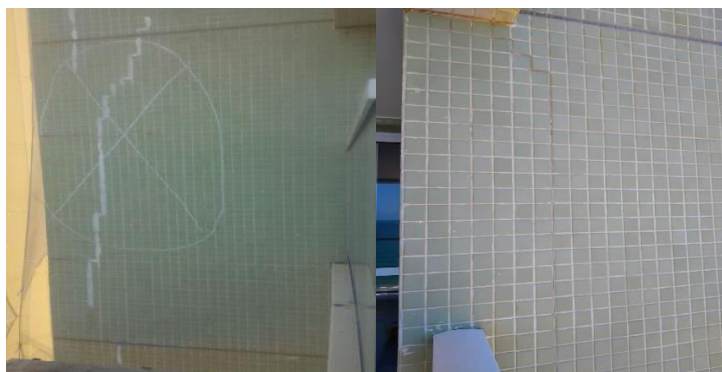
apresentam 4 suítes e um banheiro social, diferindo na área privativa, a primeira possui 166m² e a segunda, 187m².

3.2 Mapeamento e origem das principais anomalias

As principais anomalias observadas no revestimento cerâmico dos edifícios foram fissuras, destacamento, som cavo, manchas e falhas nas juntas de dilatação.

A origem de fissuras é justificada pela sua localização. Aquelas situadas em regiões de amarração da alvenaria aos pilares são ocasionadas por deficiências nas ligações ou pela falta de juntas de movimentação vertical, devido às tensões de tração geradas pelas movimentações higrotérmicas diferenciais entre alvenaria de blocos cerâmicos e o pilar (Figura 1).

Figura 1 – Fissura vertical na região de amarração entre pilar e alvenaria



Fonte: Autores.

As fissuras próximas às quinas inferiores das aberturas das fachadas, inclinadas a 45°, “trinca de bigode” são provocadas pelas tensões de tração que se concentram nos cantos das janelas, o uso de contra vergas pode evitar o problema conforme Figura 2. Além disso, como não havia proteção térmica da laje, fissuras foram encontradas nos últimos pavimentos e no ático devido às variações térmicas diferenciais entre as lajes de cobertura e a alvenaria.

Figura 2 – Fissuras inclinadas na quina da janela e no ático



Fonte: Autores.

Como não há juntas de movimentação ao longo das platibandas e dos chapins das janelas, as movimentações térmicas entre este corpo e o revestimento cerâmico geraram fissuras verticais ou inclinadas às extremidades de apoio das platibandas na cobertura das torres e dos chapins das janelas (Figura 3).



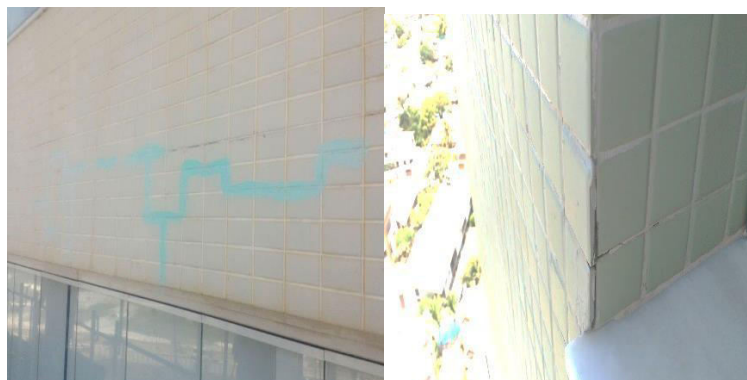
Figura 3 – Fissuras verticais próximas às janelas

Fonte: Autores.

A falta de juntas de movimentação horizontal no revestimento externo gerou fissuras na região de fixação entre a alvenaria e as vigas das fachadas (Figura 4).

A ocorrência de destacamentos cerâmicos ocorreu por três fatores: perda de aderência entre o emboço e o chapisco; perda de aderência entre o emboço e a alvenaria cerâmica, o que, pelos resultados dos ensaios de aderência realizados em laboratório, foi causada por possível deficiência na aplicação das camadas de argamassa ou na sua resistência, e o terceiro fator é a perda de rejunte entre as pastilhas cerâmicas (Figura 4), deixando a região vulnerável a percolação de água na interface entre as pastilhas e argamassa colante e sua posterior evaporação, o que gera pressão negativa que empurra a cerâmica para fora do revestimento. Foi detectado descolamento pela verificação de som cavo.

Figura 4 – Fissura na região da viga e descolamento



Fonte:

Autores.

Importante salientar que, após o apareci

mento das fissuras nos revestimentos externos da zona entre viga/alvenaria ou pilar/alvenaria do edifício ocorreu o surgimento de pontos de umidade e infiltração de água. Dessa forma, a saturação da argamassa de assentamento e posterior absorção de umidade pelos componentes do revestimento cerâmico tem como efeito o aumento de volume destes componentes, porém, com a evaporação desta água absorvida, há redução de volume destes mesmos elementos. Esse ciclo de variação volumétrica acarreta no aumento da abertura da fissura e deslocamento da cerâmica.

3.3 Quantificação dos danos

Os valores apresentados na Tabela 2 indicam a extensão dos danos, em metros, calculados a partir da análise de mapeamento das patologias. Em seguida, os danos foram separados por sua origem e posteriormente foi feita a análise percentual das origens.

É possível observar que a torre mais danificada é a Torre A e que a patologia mais encontrada nas três torres do empreendimento são as fissuras, em especial a “trinca de bigode”, causada pelo aumento das tensões nessa região mais crítica e que poderia ter sido evitada pela presença de vergas e contra-vergas. As fissuras na região da cobertura e dos últimos pavimentos também aparecem em quantidades expressivas de forma similar nas três torres.

Tabela 2 – Quantificação das manifestações patológicas

Manifestação patológica / Tipo de dano		Extensão dos danos	Extensão Relativa dos danos	Extensão dos danos	Extensão Relativa dos danos	Extensão dos danos	Extensão Relativa dos danos	
		Torre A		Torre B		Torre C		
Fissuras (m)	1	Região de amarração entre o pilar e alvenaria	56	10%	43	8%	34	29%
	2	Inclinadas à 45° nos cantos das janelas	383	67%	348	66%	69	58%
	3	Inclinadas à 45° localizadas na região da cobertura e dos últimos pavimentos	85	15%	81	15%	10	8%
	4	Verticais ou inclinadas próximas ao apoio das platibandas da cobertura das torres e dos chapins das janelas	28	5%	13	2%	5	4%
	5	Localizada entre a argamassa e o chapim da janela	5	1%	-	-	-	-
	6	Região de fixação entre a alvenaria e as vigas de periferia das fachadas	7	1%	9	2%	-	-
	7	Inclinadas à 45° da alvenaria nos primeiros pavimentos	4	1%	35	7%	-	-
Total de fissuras		568		529		118		
Destacamento (m ²)	8	Perda de aderência entre o emboço e o chapisco (detectado pelo som cavo)	27	8%	20	95%	7,3	52%
	9	Perda de aderência entre o emboço e alvenaria cerâmica	305	92%	0,98	5%	6,8	48%
	Total de deslocamento		332		20,98		14,1	

Fonte: Autores.

Com relação aos deslocamentos cerâmicos, o fenômeno se manifestou de forma distinta nas torres. A Torre A manifesta alta extensão de deslocamentos, em sua maioria causada pela perda de aderência entre o revestimento cerâmico e o emboço; as torres B e C têm menor extensão de deslocamentos, porém a primeira predomina o som cavo, assim como a última, apesar desta apresentar maior equilíbrio entre as causas.

3.4 Caracterização e avaliação das anomalias

Após a inspeção visual dos danos e análise dos mapas das manifestações patológicas das três torres, foi possível preencher a Tabela 3

caracterizando os danos por meio do julgamento ponderado dos fatores, conforme o método desenvolvido por Taguchi (2010).

Tabela 3 – Resumo dos Fatores

ELEMENTO DE VEDAÇÃO	TIPOS DE DANOS	CLASSE DE SEVERIDADE	B _i	K _{1i}	K _{2i}	K _{3i}	K _{4i}	I _p /k _{1i}	M _m
Fachada Referência	Fissuras	4	2	1	2	2	1	8	28
	Destacamentos	4	2	1	2	2	1	8	
	Som Cavo	4	2	1	2	2	1	8	
	Manchas	4	1	1	2	2	1	4	
Torre A	Fissuras	4	2	1	1,5	1,5	4	18	32
	Destacamentos	3	2	1	1	1	4	8	
	Som Cavo	3	2	1	1	1	2	4	
	Manchas	2	1	1	1	1	2	2	
Fachada Torre B	Fissuras	4	2	1	1,5	1,5	4	18	32
	Destacamentos	3	2	1	1	1	4	8	
	Som Cavo	3	2	1	1	1	2	4	
	Manchas	2	1	1	1	1	2	2	
Fachada Torre C	Fissuras	3	2	1	1	1	2	4	18
	Destacamentos	2	2	1	1	1	4	8	
	Som Cavo	2	2	1	1	1	2	4	
	Manchas	2	1	1	1	1	2	2	

Fonte: Autores.

Para a análise e comparação de tais parâmetros, foi adotada uma fachada hipotética como “fachada referência”, esta possui as mesmas patologias encontradas no empreendimento real e os danos apresentados são os mais elevados sem a necessidade de intervenção

Dessa forma, os graus de danos reais serão percentuais dos danos da “fachada referência” (Tabela 4).

Tabela 4 – Classe de deterioração

Elemento	K1m	Mm, ef	Def	K1m	Mm, ref	Dref	Ipg	Classe de deterioração
Fachada Referência	1		28	1	28		100%	VI
Fachada Torre A	1	32	32	1	28	28	114%	VI
Fachada Torre B	1	32	32	1	28	28	114%	VI
Fachada Torre C	1	18	18	1	28	28	64%	VI
Global		82			84		98%	

Fonte: Autores.

A classe de deterioração foi estabelecida de acordo com o Índice de Performance Global por meio da comparação entre os resultados obtidos na Tabela 4 e os parâmetros apresentados na Tabela 3.

O conjunto das vedações verticais das três edificações do empreendimento revelam alto grau de degradação, evidenciada pela classe VI do método de Taguchi (2010), o que compromete seu desempenho e vida útil.

O gráfico do tipo radar foi o indicado por Taguchi (2010) para representar a situação em análise, pois viabiliza uma melhor observação dos pontos críticos e dos pontos de melhor performance dos elementos analisados. Sua escala é o Índice de Performance Global que varia de 0 a 160%, além disso, a uniformidade de sua performance pode ser verificada pela diminuição do gráfico e regularidade de sua área. A Figura 8 demonstra a representação gráfica do caso estudado.

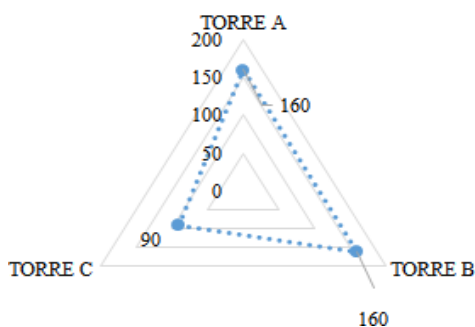


Figura 8 – Gráfico referente à performance das fachadas

Fonte: Autores.

Em relação aos outros edifícios do empreendimento, a Torre C possui as fachadas menos deterioradas. Apesar das três torres apresentarem as mesmas características físicas, é importante ressaltar que, após a execução das torres A e B, a empresa responsável declarou falência, e, desta forma, a construção da Torre C foi assumida pela incorporadora, o que pode explicar a diferença de desempenho entre as edificações. Devido a essa questão, os métodos, técnicas e materiais construtivos podem ter sofrido alterações que implicaram num desempenho diferente entre as edificações.

Quando se trata de fachadas de empreendimentos, em geral, o enfoque se volta para a produção, porém, como grande parte das patologias existentes nas vedações verticais são decorrentes de falhas durante a produção, um projeto de fachadas bem planejado e detalhado ajuda a evitar a existência de inúmeros danos.

A partir do momento em que os pontos com maior potencial causador de danos são tratados no projeto de forma precisa e meticulosa, em conjunto com controle no processo de produção, vários danos podem ser evitados. Dessa forma, no caso estudado, foi possível apurar que a origem da maior parte dos danos foi a falta de elementos estruturais da alvenaria como vergas e contra-vergas, além da ausência ou falha de detalhes construtivos como juntas de movimentação. Também é importante ressaltar que menor parcela dos danos verificados foram causados por falhas executivas.

Tendo em vista os principais causadores das patologias, é mais econômico, seguro e eficaz eliminar as principais causas dos danos por meio do projeto de revestimento de fachadas e de maior controle nas etapas construtivas.

4 CONCLUSÃO

A quantificação das patologias das alvenarias caracterizadas pelo método avaliou o empreendimento em grau crítico de deterioração, indicador da necessidade de intervenção imediata. A grande discrepância entre tal resultado e a idade do empreendimento é justificada após a investigação da origem das patologias encontradas, que apontam como as principais causas das manifestações patológicas, as falhas executivas e deficiência de detalhes construtivos.

Todas as fachadas apresentaram problemas, tais como: destacamento cerâmico e fissura. As fissuras nas quinas das janelas foram as de maior ocorrência.

A ocorrência de manifestações patológicas em empreendimentos traz impacto negativo tanto para as empresas construtoras responsáveis,

como também para o setor da engenharia civil. Logo, para evitar o surgimento de danos nas vedações verticais é necessário construir de forma mais eficiente, sendo imprescindível o planejamento dos projetos de revestimento de fachadas em busca de viabilizar maior economia, reduzir retrabalhos, obter maior controle da produção e melhor qualidade no produto final.

REFERÊNCIAS

- CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. EPUSP, 2001.
- FONTENELLE, Maria Macena; MOURA, Yolanda Montenegro de. **Análise da prática usual de revestimento cerâmico em fachadas - O caso das empresas participantes do programa de melhoria da comunidade da construção de Fortaleza**. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL EX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2004.
- MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo:EPUSP. 1999.
- REIS, W. P. **Revestimento Cerâmico de Fachada: Projeto do Produto e da Produção**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2013.
- RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. de. **Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachada**. São Paulo: Pini, 2010.
- TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.