Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

OS FENÔMENOS DE PRÉ-DANOS NAS FACHADAS DOS EDIFÍCIOS – CONCEITUAÇÃO E APLICAÇÃO

V. C.OLIVEIRA
Engª Civil, Aluna de Mestrado
Universidade de Brasília, PECC
DF; Brasil
valeria.oliveira@ifro.edu.br

E. BAUER
Professor, Pesquisador
Universidade de Brasília, PECC
DF; Brasil
elbauerlem@gmail.com

M. J. OLIVEIRA
Engª Civil, Aluna de Mestrado
Universidade de Brasília, PECC
DF; Brasil
mayjordana@gmail.com

M. T. CARVALHO
Professora, Pesquisadora
Universidade de Brasília, PECC
DF; Brasil
micheletereza@unb.br

E. S. HENRIQUE
Engª Civil, Aluna de Mestrado
Universidade de Brasília, PECC
DF; Brasil
eshenriq@gmail.com

RESUMO

A identificação de anomalias em idades precoces de edifícios, em particular em revestimentos de fachadas, vem estimulando pesquisas que visam entender o comportamento das variáveis que interferem no surgimento das diversas anomalias e o desenvolvimento de metodologias capazes de estabelecer padrões para caracterizar e diagnosticar de forma eficiente as anomalias comuns mais precocemente. Tais metodologias contribuem sistematicamente na tomada de ações de manutenção. Nesse contexto merecem destaque as medidas de manutenção preventiva e preditiva, designadas Proativas, e, por conseguinte, uma nova área de conhecimento se torna relevante: Fenômenos de Pré-Danos. Estes fenômenos serão indicadores e instrumentos para identificação dos fatores atribuídos aos mecanismos causadores das anomalias. O presente artigo busca identificar basicamente: Soluções Indutoras de Anomalias, Defeitos e Fenômenos de Pré-Danos que levam ao sinergismo das anomalias de descolamentos de cerâmicas de fachadas de edifícios. O resultado da análise contribuiu para identificação de tais fenômenos, que podem auxiliar na definição de medidas e periodicidade para as ações de intervenção e o controle das anomalias encontradas.
Palavras-chave: Fenômenos de Pré-Danos; Anomalias; Manutenção Proativa.

ABSTRACT

The identification of anomalies at early ages of buildings, particularly in façade, has stimulated research aimed at understanding the behavior of the variables that interfere the appearance of various pathologies and the development of methodologies able to establish standards to characterize and diagnose the anomalies earlier more efficiently. Such methodologies contribute systematically in making maintenance actions. In this context should be highlighted measures of preventive and predictive maintenance, called Proactive, and therefore a new area of knowledge becomes relevant: Pre-Damage Phenomena. These phenomena are indicators and tools for definition of the main factors attributed to the mechanisms that cause anomalies. This article aims to identify basically: Solution Inducer of Anomalies, Defects and Pre-Damage Phenomena that lead to synergism of detachments of ceramic buildings façades. The result of the analysis helped identify the pre-anomalies, which can assist in defining measures and timing for intervention actions and the control of anomalies found.
Keywords: Pre-Damage Phenomena; Anomalies; Proactive Maintenance.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

A grande incidência de manifestações patológicas em sistemas construtivos e especificadamente em revestimentos de fachadas é notória e vem estimulando pesquisas que visem entender o comportamento das variáveis que interferem em seu surgimento. Sendo necessários estudos que permitam desenvolver metodologias alternativas que possam estabelecer parâmetros e índices para caracterizar e diagnosticar de forma mais eficiente as anomalias comuns em fachadas [1].

Com o intuito de aprofundar na abordagem do desempenho das edificações, é necessário caracterizar determinados parâmetros que irão influenciar na eficácia do estudo. Os principais fatores que afetam o desempenho do edifício e seus elementos (subsistema, componentes, produtos e materiais) se encontram diretamente interligados nas várias fases do processo construtivo, sendo dependente dos diversos intervenientes [2].

O estudo dos Fenômenos de Pré-Danos, a partir desse ponto tratados como FPD, é uma ferramenta importante que possibilita avaliar o comportamento das anomalias dentro do plano de manutenção da edificação, observando se as mesmas se mantém ou se agravam dentro de uma periodicidade de tempo, bem como analisando-se a necessidade de intervenção. O conceito dos sintomas do surgimento da anomalia, soluções indutoras de anomalias (SIA) e defeitos são tratados por Lopes [3], onde a SIA não pressupõe a existência de anomalias ou dos fenômenos que assinalam o surgimento dessas, e sim por caracterizar um fator ou conjunto de fatores que indiciam, de uma forma indireta, o aparecimento desses mesmos fenômenos. Já os defeitos estão relacionados ao descumprimento de normas vigentes.

Nesse contexto realizou-se uma investigação sobre as definições relacionadas ao estudo de anomalias que norteiam as metodologias e estratégias de manutenção, abordando essencialmente o descolamento cerâmico por ser a anomalia mais incidente em fachadas, conforme citam alguns estudos [1] [17]. O presente artigo se propõe a discutir o sinergismo entre as causas, SIA, defeitos, e FPD que levam ao descolamento revestimentos de cerâmicas em fachadas de edifícios, pautado na necessidade de se estudar as anomalias sobre a ótica preditiva e preventiva, visando contribuição no planejamento de estratégias de manutenção.

2. EVOLUÇÃO DO COMPORTAMENTO EM USO DAS FACHADAS

2.1 Vida Útil, Desempenho, Durabilidade e Manutenção

Os edifícios são projetados para atender necessidades previamente estabelecidas, logo devem cumprir exigências técnicas, de segurança e funcionalidade para os quais se destinam. A medida em que entram em uso observa-se um descréscimo de desempenho que poderá ser acelerado ou reduzido de acordo com especificidades da edificação. As definições a seguir são balisadoras para a abordagem a que se propõe o presente artigo.

2.1.1 Vida Útil

Segundo a ISO 15686-1(2000)[4] vida útil é o período de tempo após a construção no qual o edifício ou os seus elementos igualam ou excedem as exigências mínimas de desempenho.

Vida útil ainda pode ser interpretada como o período durante o qual o produto atende às necessidades ou exigências do usuário, ou seja, é o tempo, após a instalação de um material ou componente de uma edificação, durante o qual o seu desempenho excede os valores mínimos aceitáveis, quando sofrerem manutenção rotineira [1].

Pelas definições demonstra-se a relação direta entre desempenho e o tempo em vida de edifícios. A garantia de vida útil fica associada ao cumprimento de ações de manutenção estabelecidas, que deverão ser realizadas tão logo iniciado efetivo uso. Fatores diversos, tais como métodos construtivos, escolha dos materiais, exposição a agentes climáticos mais agressivos, utilização inadequada, assim como envelhecimento natural, interferem no tempo estimado de vida útil, por isso um plano de manutenção deverá prever a relevância de tais fatores e definir a periodicidade e método de ação preventiva ou corretiva.

2.1.2 Desempenho

A ABNT NBR 15575-1:2013 define desempenho como a capacidade de atendimento das necessidades dos usuários da edificação quanto à saúde, conforto, adequação ao uso e economia. A manutenção de edificações visa preservar ou

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

recuperar o nível de desempenho mínimo, o qual pode ser reduzido pela deterioração dos seus componentes, ou por atualizações nas necessidades dos seus usuários [1].

Ao se estabelecer requisitos mínimos de aceitabilidade para desempenho dos materiais, elementos e componentes, vários quesitos, antes negligenciados, começam a ser respeitados, como cumprimento das normas técnicas pertinentes aos processos de fabricação e montagem, caracterização dos materiais, entre outros. A prevenção das anomalias se dá a partir da observação de tais exigências desde a concepção do edifício.

2.1.3 Durabilidade, utilização e manutenção

A durabilidade é uma das exigências do usuário. A NBR 15575-1:2013 [5] preconiza que a durabilidade de um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional.

A qualidade da utilização e manutenção dos edifícios é crucial para garantir a contínua satisfação dos seus usuários, minimizar os custos globais e prolongar a sua vida útil [6]. Nesse entendimento cabe assegurar que os quesitos de desempenho se mantenham em níveis aceitáveis, daí a necessidade de estabelecer planos ou operações de manutenção que irão, em períodos adequados, intervir com ações que elevem ou mantenham os parâmetros pré-estabelecidos.

Operações de manutenção são ações realizadas, durante a fase de uso dos edifícios, com o objetivo de garantir o atendimento dos níveis mínimos de desempenho e assim evitar a progressiva deterioração dos elementos, assegurando, ao longo do tempo, o valor comercial do bem e a sustentabilidade da sua utilização. Estas ações são realizadas no sentido de antecipar ou corrigir o desgaste dos elementos, passando a designar-se, respectivamente, por manutenção pró-ativa ou reativa. Esta última, normalmente associada a anomalias imprevistas, conduz ao agravamento dos custos, que serão maiores quanto maior for a degradação das regiões do edifício a intervir [7].

Grande parte dos erros de utilização e manutenção resulta da falta de informação, ausência de registros e prática contínua de deficientes intervenções, e agravam os problemas existentes no edifício, originando o aparecimento e agravamento de outros [6].

2.2 Degradação

De acordo com a norma ISO 15686-1 (2000) [4], degradação define-se como sendo as mudanças na composição, microestruturas e propriedades de um componente ou material, provocando uma redução do seu desempenho ao longo do tempo [8].

Em geral, observa-se a atuação conjunta de vários agentes de degradação que produzem ciclos sucessivos de causa-efeito, dificultando a identificação dos mecanismos de degradação atuantes (reações químicas, mecânicas ou físicas que afetam as propriedades críticas dos elementos do edifício). Assim, a degradação pode ser expressa em termos de uma função de ação-reação, em que a degradação do material é função dos agentes ambientais (por exemplo, perda do material) ou uma função de degradação (que tem em conta as anomalias) [2].

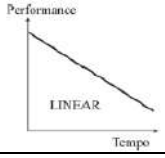
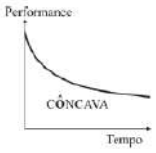
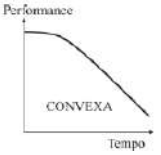
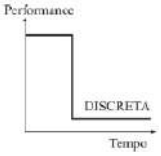
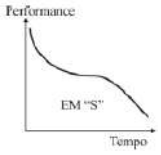
Para determinar a degradação faz-se necessário conhecer com rigor os mecanismos, ou seja a sequencia de alterações prejudiciais ao elemento avaliado. A exposição do elementoaos fatores de degradação (exposição ambiental e biológica, erros de concepção, erros de utilização,manutenção inadequada, entre outros), favorecem o surgimento de uma sequência de alterações nas características químicas, físicas ou mecânicas do elemento [1]. Cabe ressaltar que condições peculiares da edificação, como por exemplo: geometria e orientação das fachadas, condições climáticas (exposição a chuva dirigida)irão influenciar consideravelmente na análise de tais mecanismos, uma vez que o processo degradativo resulta de interações acumulativas de tais parâmetros.

2.2.1 Curva de degradação para fachadas de Brasília

A perda de capacidade funcional de fachadas pode ser demonstrada através de representação gráfica por intermédio das curvas de degradação [10]. Essas curvas de degradação podem apresentar diferentes configurações em função dos mecanismos de degradação, podendo ser obtidas a partir de uma regressão (tendência) dos quantitativos de degradação, sendo representadas em função de diversos mecanismos de degradação e mostrar que fator é mais representativo no

comportamento temporal das degradações. A Tabela 1 é auto-explicativa e descreve uma sistematização das principais tendências de degradação em função dos agentes de degradação e dos possíveis mecanismos atuantes.

Tabela 1- Curvas de degradação (Adaptado) [1], [10],[12]

Tipo de Curva	Representação Gráfica	Agentes
Curva de Tendência Linear		Agentesatmosféricos permanentes (radiação solar ou ventos). O elemento analisado apresenta uma perda constante de sua capacidade funcional ao longo do tempo.
Curva Côncava		Degradações provocadas pela ação de micro-organismos que podem provocar manchas ou, a ocorrência de eflorescências. Desenvolvimento de fenômenos de degradação acelerado nas idades iniciais, contudo, com o decorrer do tempo, essa evolução da degradação se torna menos acelerada.
Curva Convexa		Associada a fenômenos físicos e químicos, cuja ação inicial é geralmente lenta, contudo, com o decorrer do tempo, por associação e sinergismo entre as anomalias, ocorre um aumento no processo de degradação. Essa curva apresenta, portanto, a melhor configuração para representar os fenômenos de degradação.
Curva Discreta		É atribuída a fenômenos que podem ocorrer em qualquer período de vida útil de determinado elemento ou material, expressos numa função descontínua. Podendo ocorrer em função do uso, de fissuras resultantes de recalque estrutura ou acidentes de qualquer natureza que imponham queda brusca da capacidade funcional do elemento fazendo com que o mesmo atinja o fim de vida antes do limite de sua vida útil.
Curva em “S”		Representa fenômenos associados a anomalias que ocorrem em idades recentes, ou seja, logo após a conclusão de obra. Esses fenômenos estabilizam em determinado período e no decorrer do tempo voltam a ficar ativos e passam a apresentar uma evolução acelerada em seu desenvolvimento.

Estudos demonstraram ser possível estabelecer padrões de degradação através de uma curva da degradação na análise do processo de degradação em fachadas, de forma a facilitar a tomada de decisão quanto à necessidade ou não de reparos em fachadas, de maneira a reduzir custos e o consequente impacto ambiental, e definir critérios importantes na avaliação da vida útil das fachadas [1], [9], [10], [11].

Como modelo de quantificação da degradação de fachadas, o Fator Geral de Dano (FGD) ou índice de Severidade estabelece uma relação cumulativa ponderada por variáveis (condição do dano e custo de reparação) condicionantes do processo de degradação, atuando como uma ferramenta de cálculo do percentual de degradação e estimativa da vida útil de fachadas. Esta ferramenta de análise permite estabelecer, a partir de uma relação ponderada de diversos tipos de danos, o estágio de degradação total das amostras de fachada. A ponderação dos fatores estabelece a hierarquia de cada tipo de dano em função da extensão de ocorrência. Essa ponderação fornece ainda a sinergia ou a contribuição da propagação dos danos e do custo de reparação desses danos [1] [10]. A formulação matemática do fator geral de danos é dada pela equação (I):

$$FGD = \sum[(A_n \,.\, K_n \,.\, K_{c,n}) / (A \,.\, K) \quad \textbf{(I)}$$

Onde,
FGD – Fator Geral de Danos (%);
A_n – Área de uma fachada afetada por n tipos de anomalias (m²);
K_n – Nível de condição de n anomalias contido no intervalo (0; 0,02; 0,20; 2,00; 4,00);
k – Constante, equivalente ao nível da pior condição (k = 4,00);

As análises dos resultados do FGD são efetuadas em função da idade e da influência da orientação cardeal nas fachadas, estabelecendo uma relação cumulativa ponderada por variáveis (condição do dano e custo de reparação) condicionantes do processo de degradação.

A Figura 1 mostra os resultados do FGD em função da orientação das fachadas (Norte, Leste Sul e Oeste) [1], onde os resultados permitiram comprovar a influência da orientação das fachadas na evolução e aceleração da degradação, pois identificou-se com precisão os diferentes níveis de degradação em relação à idade, evidenciando maior intensidade de degradação para os edifícios com idades superiores a 10 anos.

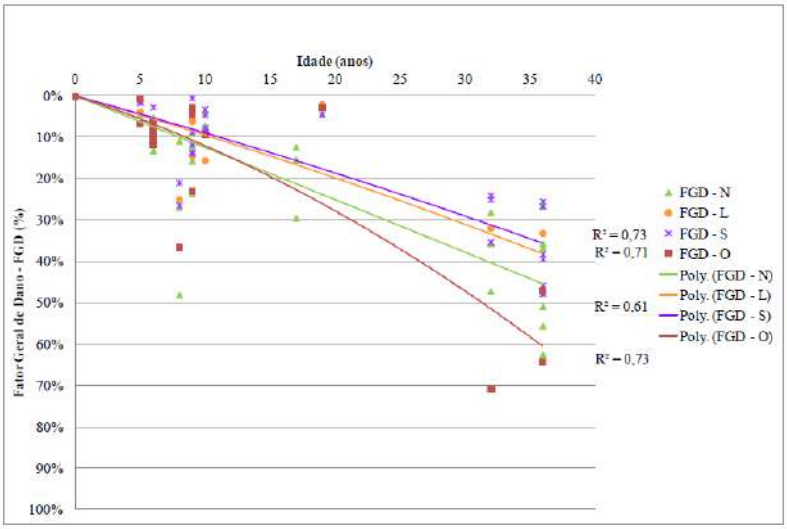


Figura 1– Curvas de evolução da degradação em função da orientação para o FGD[1].

2.3 A manutenção e a vida útil

Dispositivos que estabelecem procedimentos de manutenção, sejam eles normas técnicas ou metodologias, visam garantir melhor desempenho da edificação e consequente garantia de vida útil. Contudo ainda não há uma consciência incorporada quanto a importância da aplicação desses, bem como o impacto financeiro gerado pela tardia adoção de medidas de manutenção.

A Lei de Sitter [13] sistematiza que os custos devidos a intervenções tardias em estruturas ascendem em projeção geométrica de razão 5 (cinco) em relação aos custos com medidas preventiva adotadas na etapa de projeto (Figura 2). É do senso comum que os custos das intervenções sobem quando se atrasa a correção das anomalias, sendo aconselhável atuar com a maior brevidade e se possível, agir na prevenção das mesmas.

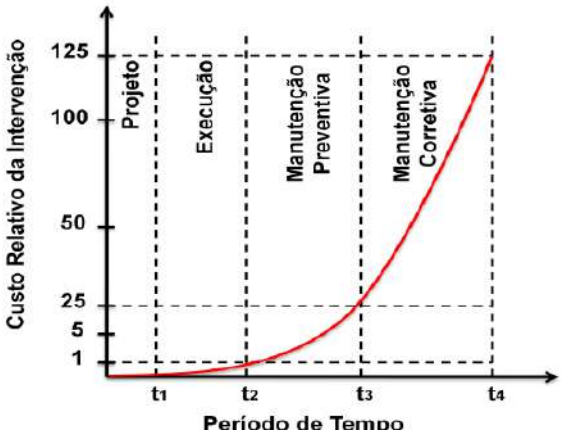


Figura 2 - Lei de Sitter[13].

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

O entendimento e aplicação dos conceitos de manutenção conduzem a estratégias de atuação adequadas a idade da edificação, contribuindo no planejamento e alocação de recursos. Flores (2009) [2] apresenta as seguintes definições para manutenção dadas as diferentes formas que podem ser assumidas, sendo elas:

- Manutenção preventiva (muitas vezes designada por manutenção planejada) - inclui as ações periódicas de manutenção que foram planejadas previamente tendo em vista o bom desempenho do sistema/componente e, por conseguinte, do edifício; este tipo de manutenção reduz o número de trabalhos não-planejados e permite uma melhor estimativa dos custos envolvidos;

- Manutenção preditiva (muitas vezes designada por manutenção condicionada) - inclui a realização de inspeções periódicas para a avaliação do estado de degradação e desempenho dos componentes/sistemas ou edifício, com consequente planejamento das ações de manutenção; este tipo de manutenção traduz-se numa maior capacidade de conhecer o desempenho em serviço ;

- Manutenção reativa que corresponde à manutenção realizada após os componentes / sistemas terem atingido a ruptura; ocorre quando não são realizadas acções de manutenção antecipadas ou na consequência de anomalias imprevistas; este tipo de manutenção origina sobrecustos devido, normalmente, ao seu carácter de urgência.

O que se busca ao caracterizar tipos de manutenção é traçar o momento de atuação, favorecendo estratégias de manutenção que sejam efetivamente favoráveis á vida útil do sistema. Agindo preventivamente tem-se uma otimização e consequente redução nos custos com os reparos e/ou substituições. As medidas preventivas e preditivas representam ações pró-ativas no controle de desempenho e vida útil do sistema.

A NBR 5674:2012 [14], apresenta os mesmos princípios para a caracterização de tipos de manutenção necessárias para a organização da gestão do sistema de manutenção de edifícios, sendo elas:
a) manutenção rotineira, caracterizada por um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos, citando-se, por exemplo, limpeza geral e lavagem de áreas comuns;
b) manutenção corretiva, caracterizada por serviços que demandam ação ou intervenção imediata a fim de permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários ou proprietários; e,
c) manutenção preventiva, caracterizada por serviços cuja realização seja programada com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, estimativas da durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, e relatórios de verificações periódicas sobre o seu estado de degradação.

Qualquer ação de manutenção deve enquadrar a especificidade de cada edifício, num conjunto de orientações que garantam uma abordagem correta. É consensual que a realização de intervenções segundo padrões incorretos origina o agravamento dos custos [7].

2.3.1 Plano de manutenção de fachadas

As fachadas e as coberturas são os elementos da envolvente dos edifícios que constituem a barreira fundamental para a proteção das agressões exteriores, principalmente as atmosféricas. A manutenção destes elementos durante a sua vida útil deve ter em conta a degradação em serviço e o desempenho esperado. Um plano de manutenção proativa deve conter toda a informação fundamental de modo a prevenir e monitorar o desempenho dos elementos da envolvente, programar ações de inspeção, limpeza, reparação e substituição que forem apropriadas para a resolução das anomalias em serviço [15].

Metodologias de avaliação in-situ (inspeção visual, medições auxiliares, ensaios – com recolhimento de amostras em campo) visam quantificar e caracterizar os resultados com a observância de variabilidadee influência de fatores relacionados a análise e ensaios. Considera-se ainda a avaliação in-situ do desempenho de fachadas como uma atividade crucial para a prescrição das ações de manutenção e para aferição de sua eficácia, comparando-se desempenho especificado em projeto com desempenho em serviço [2].

Os planos de inspeção e manutenção (PIME) são essenciais para a implementação de estratégias proativas de manutenção durante a vida útil dos elementos dos edifícios. Devem ser definidas as ações de manutenção mais prováveis (manutenção preventiva) e também as inspeções (manutenção preditiva) com critérios de intervenção. Vários

estudos já realizados e também tendo em conta referências internacionais orientam quanto à estrutura que um PIME deve apresentar:

i) estimar a vida útil dos elementos construtivos;
ii) caracterizar o desempenho em serviço expectável;
iii) definir as anomalias mais relevantes, as possíveis causas e os respectivos mecanismos de degradação em serviço;
iv) prever e definir os sintomas da anomalia;
v) definir o sistema de seleção das operações de manutenção a realizar;
vi) estabelecer rotinas de inspeção;
vi) definir estratégias de atuação incluindo critérios de prioridade e risco;
vii) analisar o histórico das intervenções;
viii) registrar custos em serviço;
ix) gerir adequadamente a informação relacionada com a manutenção e a satisfação dos utilizadores dos edifícios [15].

Os planos de manutenção visam essencialmente estabelecer as ações e medidas a serem tomadas (inspeção, limpeza, tratamento, intervenções, substituições) e a periodicidade que serão realizadas, logo estão relacionados ao que se pretende fornecer ao elemento avaliado, seja em caráter preventivo, preditivo ou corretivo. Como ferramenta para definições de tais medidas, otimização nos custos a serem destinados à manutenção cabe lançar mão de avaliações dos sintomas, ou avisos ao surgimento de anomalias.

2.4 Fenômenos de Pré-Danos - FPD

Os FPD consistem no anúncio do surgimento de anomalias que precocemente se estabelecem em um determinado componente da edificação e que portanto, despertam a atenção para avaliação de sua evolução.

Motivada pela prevenção da degradação dos edifícios e consequente redução dos custos empregados com manutenção, avaliar o desenvolvimento das anomalias torna-se uma ferramenta relevante na gestão de manutenção dos edifícios. Os fenômenos que antecedem a anomalia são considerados como alertas da perda de desempenho e, necessitam ser considerados como instrumentos essenciais por parte de todos os agentes envolvidos na manutenção do edifício, permitindo intervir antecipadamente com uma metodologia adequadas de atuação [3].

Tais fenômenos podem ainda ser divididos em duas fases, sendo a primeira caracterizada pela fase inicial de uma anomalia, na qual se tem uma reduzida perda de desempenho, sem que sejam afetadas de modo siginificativo as principais funcionalidades do elemento fonte de manutenção, entretanto anunciam a perda de desempenho desse. Em uma segunda fase, tem-se a anomalia em reduzida extensão, no qual já evidencia-se o alerta para o agravamento em sua extensão ou surgimento em outro local, nesse caso, poderá ou não, afetar as funcionalidades do elemento [3].

Nesse contexto a avaliação de tais sintomas, que poderão favorecer o surgimento de anomalias mais danosas ao sistema e consequente perda de desempenho, apresenta-se como ferramenta importante no planejamento de ações proativas.

O planejamento da manutenção se dará a partir do diagnóstico realizado de acordo com o sintoma ou a anomalia instalada no sistema, de modo que se torna possível eleger qual medida a ser tomada e sua periodicidade, tendo em vista a gravidade da situação. Ações preventivas, associadas a medidas preditivas podem reestabelecer os níveis de desempenho previstos e quando avaliadas e associadas à previsão de vida útil do elemento, correlação com as curvas de degradação, é possível otimizar a escolha da ação de manutenção visando a redução de custos com reparos e ações corretivas [16].

2.5 Solução Indutora de Anomalias e Defeitos

O sistema de revestimento cerâmico poderá apresentar como característica fator ou conjunto de fatores que irão favorecer o surgimento de anomalias, tal consideração é apresentada para definir Soluções Indutoras de Anomalias -SIA e defeitos, que tem sua origem em erros de concepção, execução e intervenção. Na SIA ainda não se verifica algum indício do aparecimento de anomalias, mas pelas suas características específicas, indica que provavelmente deverá dar origem a tais fenômenos. Como exemplos de SIA temos os elementos construtivos que favoreçam o surgimento de pontes térmicas, a geometria das peças, peitoril deficiente, pintura externas não permeáveis ao vapor de água, entre outros. Ressalta-se que uma anomalia poderá ter ou não uma SIA como consequência [3].

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Os defeitos têm origem em causas humanas, ou seja, em erros de promoção, concepção, execução e intervenção, que por sua vez poderão levar ao aparecimento de anomalias. Defeito em um determinado elemento consiste no descumprimento de norma técnica, que poderá levar ou não ao aparecimento de uma anomalia. Em suma, deverá afirmar-se que determinada solução construtiva apresenta um defeito se tiver como base um erro que viole procedimentos de normas vigentes, ou uma SIA caso não exista norma aplicável [3].

Na figura 3 pode-se identificar a distinção separação entre defeito ou SIA, causas e FPD ou anomalias, associando-se a uma evolução e sinergismo entre eles, até se chegar numa anomalia ou uma forma de rotura. Estudando os fenômenos de anomalias através deste fluxograma é possível se chegar mais rapidamente na sua origem e combater a anomalia com maior eficácia. Além dos SIA e defeitos, também fazem parte as causas, que podem ser devido a agentes exteriores e interiores, envelhecimento natural e erros de utilização.



Figura 3- Processo de perda de desempenho adaptado de CIB W86[3].

É importante que estudos foquem nesta metodologia de análise, pois a mesma permite uma compreensão ampla do sinergismos entre os diversos fatores que contribuem para o surgimento das anomalias. Enfatiza-se assim a importância de, ainda na fase de projeto, se buscar soluções construtivas que visem um melhor desempenho e durabilidade, as quais promovam um menor custo final do que se fossem realizadas intervenções na fase de execução ou de utilização do edifício.

3. EXEMPLIFICAÇÃO DE APLICAÇÃO DOS FPD AO DESCOLAMENTO CERÂMICO

O presente artigo norteia-se nos conceitos apresentados por Lopes (2005) [3] sobre os fenômenos que desencadeiam o surgimento de anomalias, soluções indutoras de anomalias e defeitos. Neste sentido buscou-se aprofundar em tais conceitos para desmembrar a origem da anomalias sobre estas definições e identificar o seu sinergismo e evolução a partir deles.

Foram utilizados estudos efetuados pelo Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM) da Universidade de Brasília (UnB) em prédios residenciais no Distrito Federal, no que diz respeito a avaliação das condições da fachada dos edifícios com o intuito da identificação de falhas e anomalias, da avaliação de seu diagnóstico e gravidade, bem como orientações em como proceder face às constatações levantadas, foi possível identificar os tipos mais recorrentes de anomalias em fachadas com revestimento cerâmico, que são: descolamento cerâmico, falha de rejunte, fissuração, eflorescência e falha de vedação, conforme é mostrado na figura 4 [17].



Figura 4 - Ocorrência de manifestações patológicas gerais nas fachadas dos edifícios [17].

Constatando que o descolamento cerâmico é a anomalia de maior incidência em fachadas, adotou-se esta anomalia para o presente estudo a fim de aplicar e exemplificar os conceitos mencionados, apresentando-se uma análise e fluxograma explicando o seu surgimento e agravamento.

É importante um levantamento bibliográfico e inspeção detalhada a respeito da origem da anomalia que se deseja estudar para em seguida classificá-la conforme os conceitos abordados. Para configurar determinada consideração como SIA é importante observar se ela se encaixa em fatores como: fixação de elementos metálicos à fachada, que poderão descolorar a superfície; elementos construtivos da fachada (peitoris ou outros elementos) suscetíveis de acumularem sujidades e de originarem manchas de escorrimento na fachada; existência de vegetação próximo à fachada, sendo um fator favorável ao desenvolvimento microbiológico; inexistência de um batente de porta, de modo a evitar o choque da mesma com a fachada; inexistência de uma pintura resistente ao desenvolvimento de agentes biológicos em fachadas norte ou sombreadas em microclimas úmidos; utilização de sistemas não normatizados; intervenções em sistemas normatizados e geometria da fachada, entre outros fatores correlatos.

O que se configurar como um descumprimento relativo à norma vigente é classificado como defeito, e é desta maneira que ele se diferencia das SIA. Assim, esta primeira análise permite separar as razões precípuas do surgimento da anomalia das suas causas, que são devido aos agentes exteriores e interiores, erros de utilização e o próprio envelhecimento natural. SIA, defeitos e causas interagem e podem dar início ao surgimento dos FPD.

3. CONSIDERAÇÕES E ANÁLISES

A falha de descolamento da cerâmica caracteriza-se pela existência de uma separação de contato entre o revestimento cerâmico e a argamassa de emboço. O descolamento geralmente não é um fenômeno rápido, acontece geralmente depois de passado o primeiro ano da ocupação do edifício, podendo se manifestar através de casos isolados ou em grandes painéis e ocorre com maior frequência nos primeiros e últimos pavimentos, provavelmente em função do maior nível de solicitação (estruturas em balanço e efeito de segunda ordem) a que estes estão sujeitos. Além destas causas, também podem ser citadas outras como o envelhecimento natural e os agentes interiores e exteriores, como contribuintes neste processo, sendo decorrentes de falhas ligadas a aspectos como especificação dos materiais, projeto e produção.

Dentre as ações que sinergicamente atuam para a evolução do descolamento cerâmico destacam-se a inadequada ancoragem do revestimento na base e a condição ambiental, onde o descolamento surge pontualmente em regiões que apresentam baixa aderência ou falhas de aderência, a partir da ultrapassagem do limite de aderência pelas tensões provocadas pela retração do pano de revestimento. Em um segundo momento esse local de descolamento se torna ponto de dissipação de tensões e vai aumentando conforme vão ocorrendo movimentações no revestimento [1].

Como causas do descolamento são citadas a instabilidade do suporte, devido à acomodação do edifício como um todo, deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado, variações higrotérmicas e de temperatura, características um pouco resilientes dos rejuntes, ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de dessolidarização, utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido; assentamento sobre superfície contaminada e a imperícia ou negligência da mão de obra na execução e/ou controle dos serviços (assentadores, mestres e engenheiros) [1], [18].

A espessura do revestimento interfere consideravelmente na movimentação superficial do revestimento. Acredita-se que essa movimentação da argamassa poderá causar tensões que serão propagadas e armazenadas até chegar ao limite de resistência do revestimento causando, em seguida, o descolamento das camadas seguintes (argamassa colante e peças

cerâmicas) devido a retração mais significativa observada nos ensaios foi produzida pela saída prematura de água da camada do revestimento, devido à evaporação intensa somada à absorção do substrato [19].

Os revestimentos estão suscetíveis a diferentes intempéries que se manifestam em ações solicitantes. Entre estas ações solicitantes destacamos a variação da temperatura ao longo do dia e eventuais choques térmicos causados por chuvas e ventos, entre outros. Estas ações, combinadas com as diferentes características físico-mecânico dos materiais empregados nos revestimentos podem causar sérios problemas de anomalias como desplacamentos em virtude principalmente das tensões térmicas geradas pelas variações de temperatura às quais as fachadas estão submetidas e influenciam na ruptura pelo fenômeno de fadiga destes revestimentos [20].

A combinação dos diversos fatores para o desenvolvimento do descolamento cerâmico, mostrada no fluxo da Figura 5, onde, através dos estudos realizados pelos autores citados, foram selecionadas as principais SIA, defeitos, causas e alertas da evolução desta anomalia. Acredita-se que o fluxograma apresentado é capaz de contribuir para a definição de inspeções de manutenção,uma vez que identificados os sintomas dos FPD, tem-se a possibilidade de intervenção antecipada. As diversas fontes de erros, SIA/Defeito, associadas às causas inerentes à ações que atuam sobre o edifício, resultam em uma resposta imediata ou a médio e longo prazo caracterizadas como FPD e que, portanto antecedem o descolamento cerâmico.

No fluxograma da Figura 5 é possível elencar e classificar as principais SIA ou defeitos, causas e FPD que antecedem o descolamento cerâmico. Fissuração, falha de rejunte, pequenas regiões de desplacamento, entre os demais apontados como FPD, interagindo, resultarão no descolamento cerâmico. Ao classificar tais fatores é possível elaborar planos de ação, que poderão agir na fase de projeto, execução ou uso.

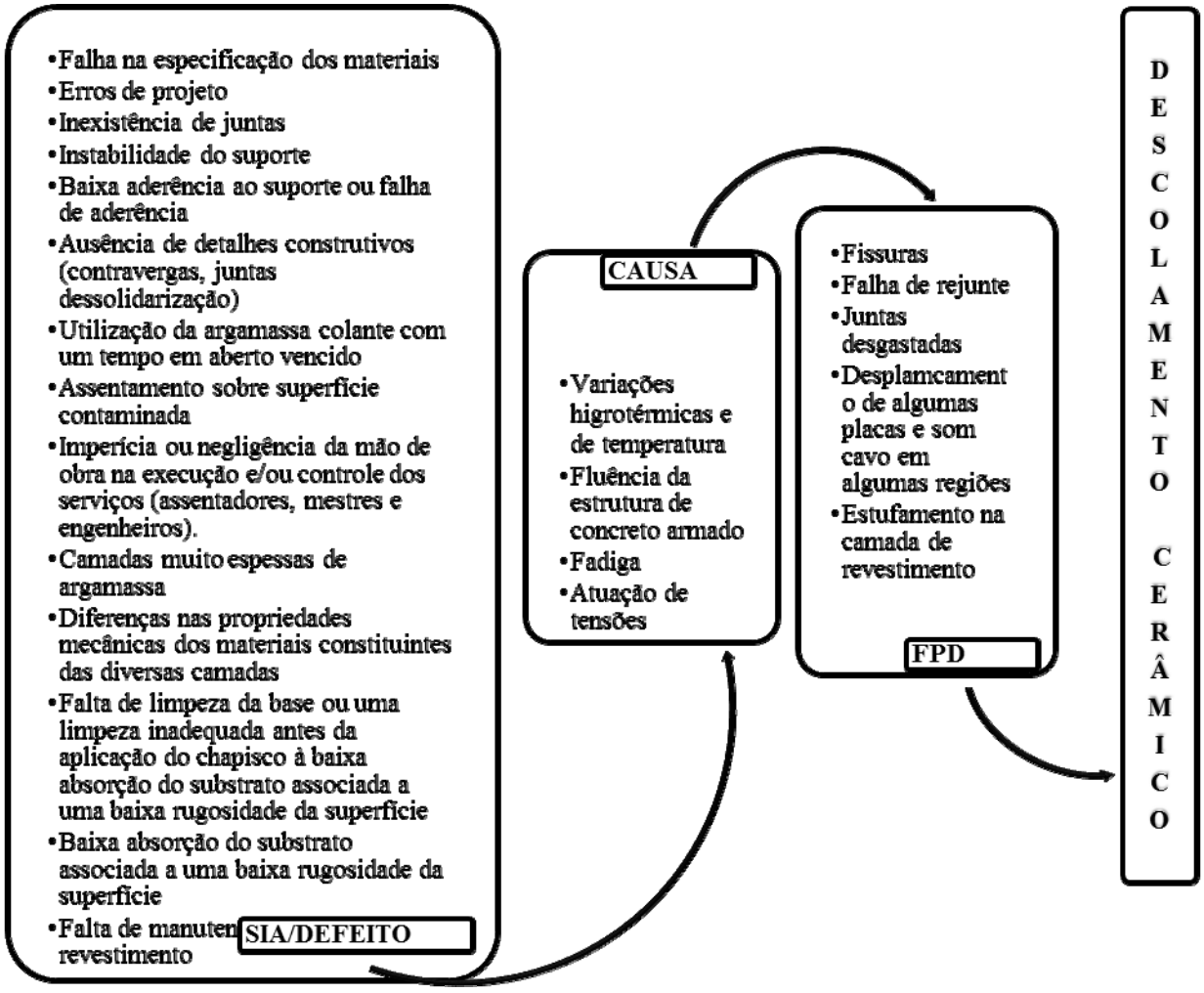


Figura 5 – Fluxograma do sinergismo das ações que corroboram para o Descolamento Cerâmico.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

É importante salientar que o descolamento cerâmico está associado a outras anomalias que preliminarmente são apontadas como sintomas ou FPD, como representado na figura 5, que são as fissuras e falhas nas juntas, ou seja, as expansões e retrações por absorção e secagem de água, as variações térmicas, assim como as infiltrações de água pelas fissuras e por deficiência de estanqueidade das juntas que contribui para o aumento da ocorrência do descolamento, dessa forma confirmando-se a relação e necessidade de estudos que discutam as soluções indutoras de anomalias, defeitos e FPD. As SIA ou defeitos associados às causas tornam-se responsáveis pelo aparecimento de FPD e anomalias propriamente ditas, podendo levar à perda de desempenho do sistema.

Abordados os conceitos, diferenças e aplicações das SIA, defeitos e FPD, tais fenômenos revelam-se como ferramenta fundamental de estratégias de ação nos de planos de manutenção de edifícios, atuando como ferramenta auxiliar nas inspeções. Nesse contexto tomou-se como exemplo a avaliação dos principais fatores que contribuem para o descolamento cerâmico, de forma classificativa, conforme os conceitos de SIA, defeito e FPD, o que possibilita uma melhor compreensão do processo de surgimento e evolução da anomalia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises realizadas neste estudo, apresenta-se as seguintes considerações:

- Os FPD, as SIA ou defeitos permitem avaliar o comportamento dos edifícios, anunciando de uma forma prematura ou de pré-aviso problemas que possam surgir, permitindo identificar o aparecimento de pequenas alterações de comportamento nas fachadas, e podem antecipar formas de atuação que indiquem quando e como intervir, na forma de manutenção condicionada, atuando, se possível, na origem dos problemas, prevenindo o aparecimento e desenvolvimento de anomalias, otimizando os custos de intervenção e a vida útil dos elementos.

- Ao se detectar um FPD numa fachada, ele deve ser controlado através do plano de manutenção, onde, conforme a periodicidade das inspeções verificar se o fenômeno se mantém ou amplia. Observando-se a sua evolução no tempo deve-se intervir de acordo com o seu desenvolvimento, exceto em circunstâncias específicas em que seja necessário ou se deseje atuar. A listagem destes FPD encontrados darão embasamento para a próxima inspeção a se realizar, de acordo com o plano de manutenção. Desta maneira, mantendo-se o estado de desempenho da fachada e minimizando os custos de intervenção.

- O conhecimento das SIA ou defeitos deverão dar aos projetistas uma escolha adequada de soluções na fase de projeto, de forma a sistematizar e evitar os principais erros de concepção, execução, utilização e manutenção. Elaborar um projeto de durabilidade e um manual de utilização e manutenção e aprovar as soluções construtivas projetadas por seus projetistas e apostar na revisão de projetos e na implementação de um sistema de informação aplicado as construções, para a melhoria da qualidade de projeto e execução, tendo em vista a durabilidade do edifício faz parte dos ganhos nos estudos das SIA e FPD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] SILVA. M. N. B., “Avaliação Quantiativa da Degradação e Vida ùtil de Revestimentos de Fachada - Aplicação ao Caso de Brasília”, Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, 2014.
[2] FLORES-COLEN, I. dos S., “Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva”,Tese de Doutorado, Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico, 2009.
[3] LOPES, T. J. O. L.,“Fenômenos de pré-patologia em manutenção de edifícios - Aplicação ao revestimento ETICS”. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, 2005.
[4] ISO 15686:2011, "Buildings and constructed assets- Service life planning - Part 1: General Principles. Geneva: International Organization for Standardization.
[5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15575-1:2013 - Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: 2013.
[6] BRITO, J. De, FLORES-COLEN.I.,“Erros na utilização e manutenção de edifícios”,2º Congresso Nacional da Construção “Repensar a Construção”,Anais2004.
[7] FLORES-COLEN, I., “Planos de Manutenção Pró-Activa em Edifícios Recentes”,3º ENCORE – Encontro sobre conservação e reabilitação de edifícios, LNEC, v. 2, p. 1027–1036, 2003.

[8] MORGADO, J. “Plano de inspecção e manutenção de coberturas de edifícios correntes”,Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico, 2012.
[9] GASPAR, P.; BRITO, J. “Quantifying environmental effects on cement-rendered facades: a comparison between different degradation indicators”, Building and Environment, v. 43, n. 11, 2008, p. 1818-28.
[10] GASPAR, P. “Vida útil das construções: desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa da durabilidade de elementos da construção. Aplicação a rebocos de edifícios correntes”, Dissertação de Doutorado em Construção, IST, 2009.
[11] GASPAR, P. L.; BRITO, J. “The perception of damage on rendered façades”, XII DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Porto, Portugal. 2011.
[12] SHOHET I. M.; ROSENFELD Y.; PUTERMAN M.; GILBOA E., “Deterioration Patterns for Maintenance Managemente – A Methodological Approach”, Durability of Building Materials and Components 8.Ottawa ON, Canada, pp. 1666-1678.1999
[13] SITTER, W.R. “Costs for service life optimization the Law of Fives”. Comite Euro International du Beton – CEB. Boletim Técnico. Copenhagen, Denmark, n.152, p.131-134, 1983.
[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5674:2012Manutenção das edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, Rio de Janeiro: 2012.
[15] FLORES-COLEN I., F. et al,“Planos de Manutenção Pró-ativa da envolvente de edifícios”,Conference: XIII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción / XV Congreso de Control de Calidad en la Construcción, CONPAT, At Lisboa, Portugal, 2015
[16] FLORES-COLEN, I.; BRITO, J., A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies, Construction and Building Materials 24 (2010) 1718–1729.
[17] BAUER, E.; KRAUS, E.; SILVA, M. N. B., “Patologia e deterioração das fachadas de edifícios em brasília – Estudo da quantificação de danos”, PATORREB, 4º Congreso de patología y rehabilitación de edificios, Santiago de Compostela, Espanha, (2012).
[18] BAUER, E.,“Resistência a Penetração da Chuva em Fachadas de Alvenaria de Materiais Cerâmicos – Uma Análise de Desempenho”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.
[19] PEREIRA, C. H.A.F.,“Contribuição ao Estudo da Fissuração, da Retração e do Mecanismo de Descolamento do Revestimento à Base de Argamassa”, Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
[20] UCHÔA, J. C. B.,“Procedimento numérico e experimental para a avaliação da resistência à fadiga de sistemas de revestimento”, 2007. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.