

## XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção  
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

# IDENTIFICAÇÃO DE FENÔMENOS DE PRÉ-PATOLOGIA NAS FACHADAS DOS EDIFÍCIOS – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES<sup>1</sup>

**OLIVEIRA, Valéria C. (1); OLIVEIRA, Mayara J. (2); HENRIQUE, Elaine S. (3);  
CARVALHO, Michele T. (4); BAUER, Elton (5)**

(1) UNB, e-mail: valeria.oliveira@ifro.edu.br; (2) UNB, e-mail: mayjordana@gmail.com!;  
(3) UNB, e-mail: eshenriq@gmail.com; (4) UNB, e-mail: micheletezeza@unb.br; (5) UNB,  
e-mail: elbauerlem@gmail.com

### RESUMO

A identificação de anomalias em idades precoces em revestimentos de fachadas de edifícios, vem estimulando pesquisas que visem entender o comportamento das variáveis que interferem no surgimento de vários danos. O objetivo do trabalho é estabelecer padrões para caracterizar e diagnosticar de forma eficiente as anomalias comuns mais precocemente. As discussões contribuem sistematicamente na tomada de ações de manutenção. Nesse contexto merecem destaque as medidas de manutenção preventiva, e, por conseguinte, uma nova área de conhecimento se torna relevante: Fenômenos de Pré-patologia. Estes fenômenos serão indicadores e instrumentos para identificação dos fatores atribuídos aos mecanismos causadores das anomalias. O presente artigo tem como metodologia a identificação das pré-patologias através do estudo efetuado pelo Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM) da UnB em avaliações das condições das fachadas dos edifícios no DF, com o intuito de identificação de falhas e anomalias buscando a avaliação de seu diagnóstico e gravidade. O resultado da análise contribuiu para identificação das pré-patologias na incidência de descolamentos de revestimentos cerâmicos. A contribuição do estudo está na estratégia da manutenção proativa, intervindo na origem do problema e evitando o desenvolvimento de anomalias, otimizando a vida útil das edificações e durabilidade das construções.

**Palavras-chave:** Fenômenos de Pré-Patologia. Anomalias. Manutenção Proativa.

### ABSTRACT

The identification of abnormalities at early ages in building ceramic façade cladding systems, has stimulated research aimed at understanding the behavior of the variables that affect the emergence of various types of damage. The objective is to establish standards to characterize and diagnose efficiently the common problems earlier. Discussions systematically contribute in making maintenance actions. In this context it stresses the measures of preventive maintenance, and therefore a new area of knowledge becomes relevant: Pre-pathology phenomena. These phenomena are indicators and instruments for identification of factors attributed to the mechanisms causing the anomalies. This article presents a methodology to identify the pre-conditions through the study conducted by the Material Testing Laboratory (LEM) at UNB on assessments of the conditions of the façades of buildings in the Federal District, aiming to identify the anomalies for the Evaluation of

---

<sup>1</sup> OLIVEIRA, Valéria C. *et al.* Identificação de fenômenos de pré-patologia nas fachadas dos edifícios – uma contribuição para a durabilidade das construções. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Diagnosis and Severity. The result of the analysis contributed to the identification of the pre-anomalies that affect the detachment of ceramic tiles. The contribution of the study is in the proactive maintenance strategy, intervening at the source of the problem and preventing the development of anomalies, optimizing the service life and durability of buildings.

**Keywords:** *Pre-pathology phenomena. Pre-Anomalies. Proactive maintenance.*

## 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 (SILVA, 2014).

O estudo dos Fenômenos Pré-Patológicos, FPP, discutido por Lopes (2005), configura-se uma ferramenta importante para avaliação do comportamento das anomalias dentro do plano de manutenção da edificação, observando se estas se mantêm ou se agravam, bem como analisando a necessidade de intervenção.

A nova área de conhecimento destacada no estudo enunciado, aborda o estudo de fenômenos de anomalias em edifícios, logo na sua fase inicial de desenvolvimento, permitindo uma intervenção imediata na origem dos problemas, de forma a evitar o seu progresso. Esta filosofia acarreta vantagens óbvias porque, uma vez que ao intervir na origem no fenômeno, contribui para otimizar a vida útil e reduzir os custos diferidos na manutenção do edifício (LOPES, 2005).

Cabe salientar que a expressão patologia da construção é designada como ciência que estuda as anomalias e suas respectivas causas. (CALEJO,2001). Logo, ao enunciar a definição de Fenômenos Pré-Patológicos, Lopes (2005) avalia causas prováveis ao surgimento da anomalia, ou pré-aviso, assim como as consequências possíveis.

Lopes (2005) considera como fatores que assinalam o surgimento das anomalias as soluções indutoras de anomalias (SIA) e os defeitos. Uma solução indutora de anomalia distingue-se do fenômeno de pré-patologia, pelo simples fato de ainda não se verificar algum indício do aparecimento de FPP ou de anomalias. Caracteriza-se por ser uma solução ao elemento, que ainda não apresenta qualquer tipo de fenômeno patológico, mas por suas características específicas, indica que provavelmente deverá dar origem a tais fenômenos. O referido para as SIA também é aplicável aos defeitos, mas são fenômenos que se diferenciam pela existência ou não de uma norma que regulamenta determinada solução.

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 (SILVA, 2014) (BAUER; KRAUS; SILVA 2012).

O presente artigo se propõe discutir o sinergismo entre as causas, SIA, defeitos, e FPP 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 e conseqüente durabilidade dos materiais e sistemas.

## **2 COMPORTAMENTO EM USO DAS FACHADAS**

### **2.1 Desempenho em serviço das fachadas**

A definição de desempenho está relacionada 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 recuperar o nível de desempenho mínimo, o qual pode ser reduzido pela deterioração dos seus componentes, ou por atualizações nas necessidades dos seus usuários (SILVA, 2014).

Há portanto uma 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.

Uma vez que as fachadas são a "pele" do edifício e um dos subsistemas mais importantes de um edifício, a análise de desempenho deve iniciar-se por análises particulares de cada componente constituinte deste subsistema e só depois proceder à análise global da fachada (MADUREIRA, 2011).

### **2.2 Degradação**

De acordo com a norma ISO 15686-1 (2000), 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. Pode-se associar a presença de anomalias a perda de desempenho do elemento/sistema e resultam sobremaneira do processo de degradação instalado.

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) (FLORES-COLEN, 2009).

Para determinar a degradação faz-se necessário conhecer com rigor os mecanismos, ou seja a sequência de alterações prejudiciais ao elemento avaliado. A exposição do elemento aos 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 (SILVA, 2014).

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.

### **2.3 Manutenção e vida útil**

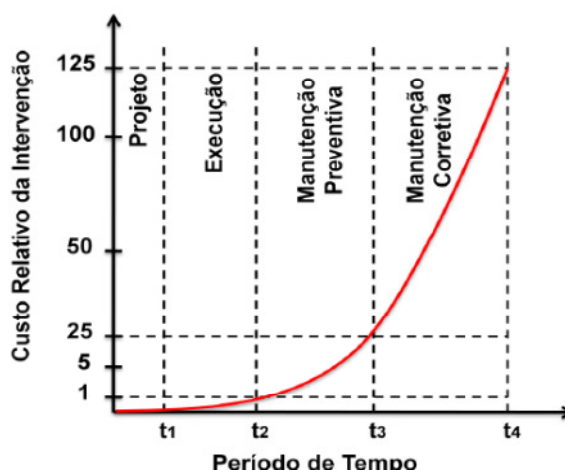
Flores-Colen (2009) apresenta diferencia as ações de manutenção como preventiva, ou seja planejada para manter o bom desempenho do sistema/componente; preditiva, quando inclui inspeções para avaliação do estado de degradação e desempenho dos componentes/sistema; e, reativa, quando o componente/sistema atingiu a ruptura. Essa última já indica portanto a não ocorrência de manutenções anteriores.

A NBR 5674:2012, apresenta os mesmos princípios para a caracterização de tipos de manutenção necessárias para a organização da gestão do sistema de manutenção de edifícios distinguindo-se em ações rotineiras (fluxo constante de serviços padronizados), ações corretivas (intervenção para continuidade do uso do sistema) e ações preventivas (programação de atividades relacionadas a durabilidade esperada).

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

A Lei de Sitter (SITTER, 1983) sistematiza que os custos devidos a intervenções tardias em estruturas ascendem em projeção geométrica de razão 5 em relação aos custos com medidas preventiva adotadas na etapa de projeto (Figura 1). 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 1 - Lei de Sitter[13].



Fonte: Sitter (1983).

## 2.4 Planejamento da 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. Tais planos são essenciais para implementação de estratégias proativas de manutenção durante a vida útil dos elementos/sistema (FLORES-COLEN, 2015).

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 variabilidade e influência de fatores relacionados a análise e ensaios. Considera-se a avaliação in-situ do desempenho de fachadas como atividade crucial para a prescrição das ações de manutenção e para aferição de eficácia, comparando-se desempenho especificado em projeto com desempenho em serviço (FLORES-COLEN, 2009).

Os planos manutenção visam essencialmente estabelecer ações e medidas a tomar (inspeção, limpeza, tratamento, intervenções, substituições), 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 destinados à manutenção cabe avaliações dos sintomas, ou avisos do surgimento de anomalias.

### **3 ASPECTOS DA PRÉ-PATOLOGIA**

Os FPP 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 (LOPES, 2005).

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 (FLORES-COLEN, BRITO, 2010).

#### **3.1 Solução Indutora de Anomalias e Defeitos**

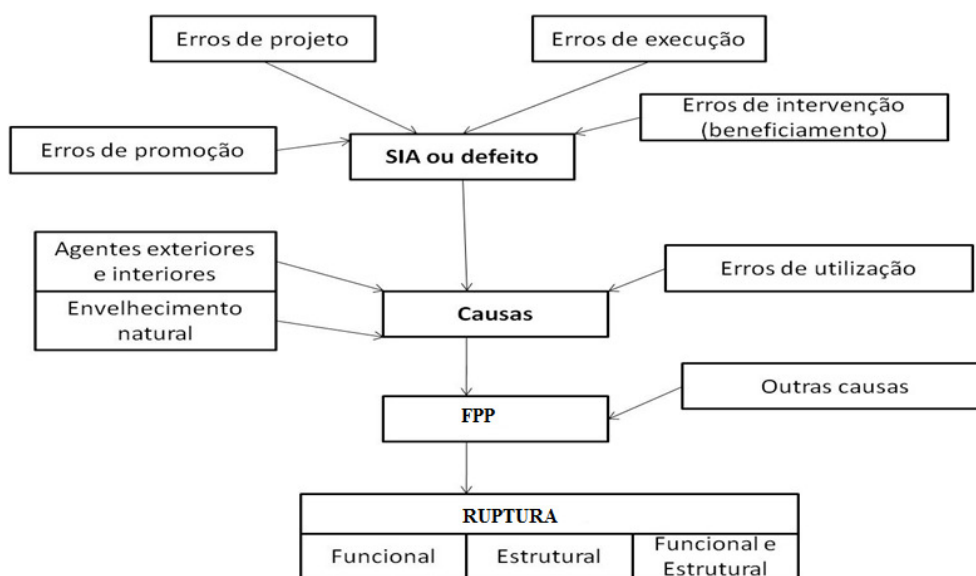
O sistema de revestimento cerâmico poderá apresentar como característica fator ou conjunto de fatores que irão favorecer o surgimento de anomalias, tal consideração é apresentada para definir Soluções Indutoras de Anomalias -SIA e defeitos, que tem sua origem em erros de concepção, execução e intervenção. Na SIA ainda não se verifica algum indício do aparecimento de anomalia, mas por suas características específicas, indica que provavelmente deverá dar origem a tais fenômenos. Como exemplos de SIA tem-se elementos construtivos que favorecem o surgimento de pontes térmicas, a geometria das peças, peitoril deficiente, pintura externa não permeável ao vapor de água, entre outros. Ressalta-se que uma anomalia poderá ter ou não uma SIA como consequência (LOPES,2005).

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 normativos vigentes, ou uma SIA caso não exista norma aplicável (LOPES, 2005).

A metodologia verificada na figura 2 permite uma compreensão ampla do sinergismo entre os diversos fatores que contribuem para o surgimento das anomalias. Enfatiza-se assim a importância de, na fase de projeto, buscar soluções construtivas que visem melhor desempenho e durabilidade, promovendo menor custo final do que se fossem realizadas intervenções na fase de execução ou de utilização do edifício.

Figura 2- Processo de perda de desempenho



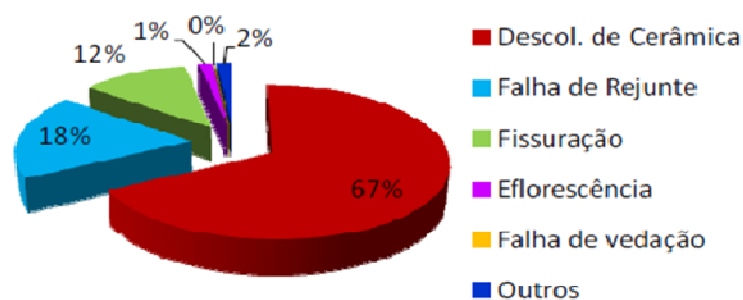
Fonte: Adaptado de CIB W86, Lopes( 2005).

#### 4 APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO DOS FPP AO DESCOLAMENTO CERÂMICO – MÉTODO DE PESQUISA

O presente artigo norteia-se nos conceitos apresentados por Lopes (2005) 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 sinergismo e evolução a partir deles.

Foram utilizados estudos do 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 intuito da identificação de falhas e anomalias, 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 3 (BAUER; KRAUS; SILVA, 2012).

Figura 3 - Ocorrência de anomalias nas fachadas dos edifícios



Fonte: Bauer; Kraus; Silva (2012).

Constatado o descolamento cerâmico como anomalia de maior incidência em fachadas, adotou-se esta anomalia para o presente estudo a fim de aplicar e exemplificar os conceitos mencionados com base na metodologia da figura 2.

O estudo sistematizado e inspeção detalhada sobre a origem da anomalia, permite classificar e apontar causas possíveis. Para definir uma SIA é importante observar a ocorrência de fatores como: fixação de elementos metálicos à fachada, que poderão descolorar a superfície; elementos construtivos da fachada (peitoris ou outros elementos) suscetíveis de acumular sujidades e de originarem manchas de escurimento na fachada; existência de vegetação próximo à fachada, sendo fator favorável ao desenvolvimento microbiológico; inexistência de batente de porta, de modo a evitar o choque da mesma com a fachada; inexistência de 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.

Desta forma, as SIA indicam situações que provavelmente levarão ao surgimento de anomalias. 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 FPP.

Na figura 4 pode-se identificar a distinção entre defeito ou SIA, causas e FPP ou anomalias, associando-se a uma evolução e sinergismo entre eles, até se chegar numa anomalia ou uma forma de ruptura, desta forma é possível identificar mais rapidamente a origem do problema. 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.



## 5 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.

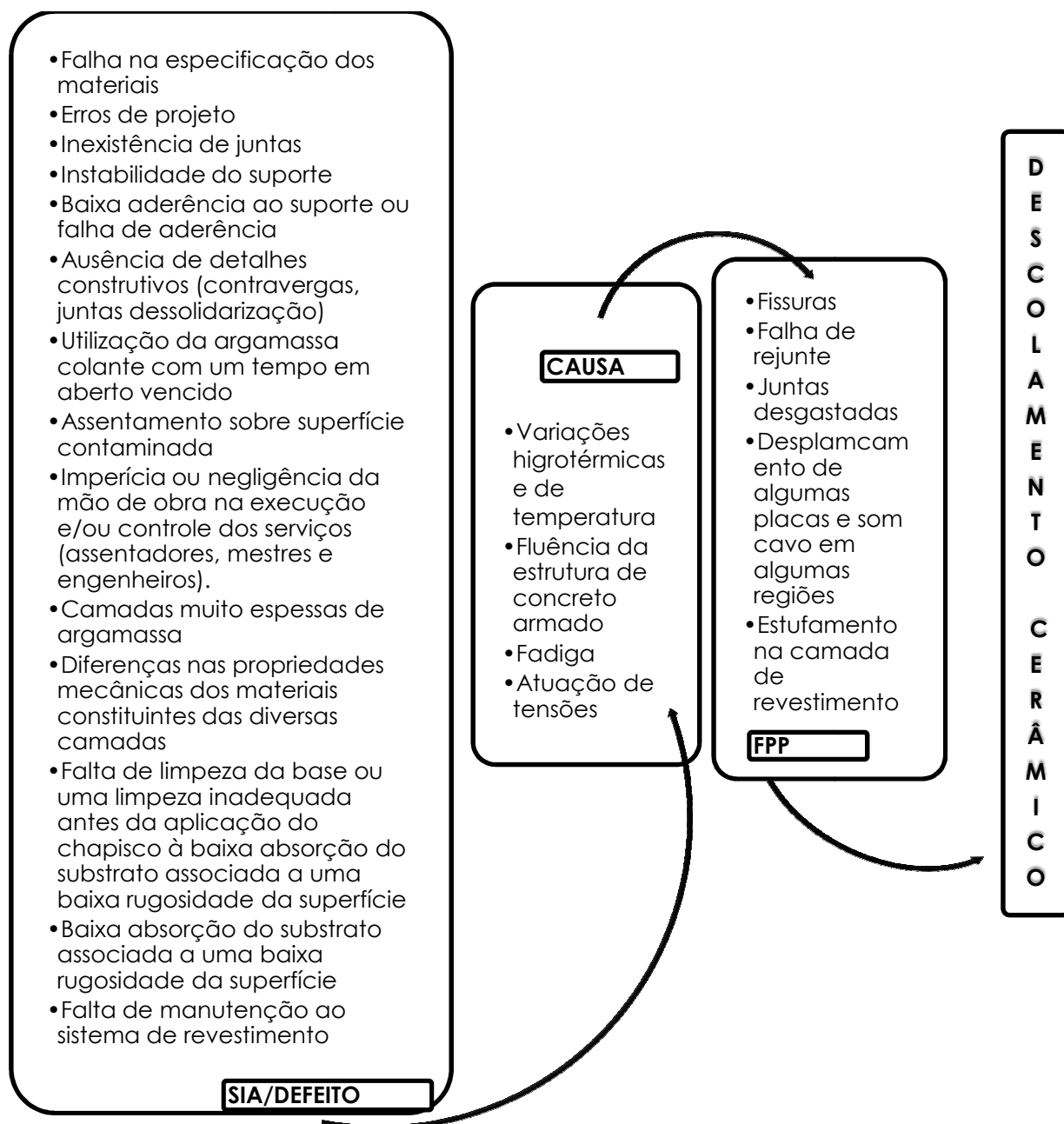
Dentre as ações que sinergicamente atuam para a evolução do descolamento cerâmico destacam-se a inadequada ancoragem do revestimento na base e a condição ambiental, onde o descolamento surge pontualmente em regiões que apresentam baixa aderência ou falhas de aderência, a partir da ultrapassagem do limite 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 (SILVA, 2014).

Na Figura 4 é possível classificar as principais SIA ou defeitos, causas e FPP que antecedem o descolamento cerâmico. Fissuração, falha de rejunte, pequenas regiões de deslocamento, 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, assim como corroborar para o planejamento de ações proativas de manutenção.

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 rejuntos, 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. (SILVA, 2014) (BAUER, 1987).

Entretanto, aplicando as definições de SIA/DEFEITOS às causas elencadas, em uma avaliação mais abrangente, é possível atribuir a tais fatores o descumprimento ou negligência a normas técnicas, assim como a recomendações de boas práticas da construção, a exemplo de tais defeitos tem-se: ausência de vergas e contravergas, inexistência de juntas, assentamento sobre superfície contaminada, entre outros citados na figura 4.

Figura 4 – Fluxograma do sinergismo das ações que corroboram para o Descolamento Cerâmico.



Fonte: Autores

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 (PEREIRA,

2007).

O descolamento cerâmico está associado a outras anomalias que preliminarmente são apontadas como sintomas ou FPP, como representado na figura 4, 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 FPP. As SIA ou defeitos associados às causas tornam-se responsáveis pelo aparecimento de FPP e anomalias propriamente ditas, podendo levar à perda de desempenho do sistema.

## **6 CONCLUSÕES**

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

Os FPP, as SIA ou defeitos permitem avaliar o comportamento dos edifícios, anunciando de uma forma prematura ou de pré-aviso problemas que possam surgir, que permitem antecipar formas de manutenção, atuando, se possível, na origem dos problemas, prevenindo o aparecimento e desenvolvimento de anomalias, otimizando custos de intervenção e a vida útil dos elementos/sistema.

O planejamento da manutenção consiste em ações que visam garantir os níveis de desempenho e durabilidade para os quais o sistema foi concebido. Os FPP contribuem para o desenvolvimento de tais ações, uma vez que alertam para a perda de desempenho e surgimento da anomalia. Sua detecção contribui para prevenir e atuar antecipadamente, por meio de ações preventivas e preditivas, que incluem inspeções com periodicidades definidas. A Intervenção ocorrerá de acordo com desenvolvimento do FPP, exceto em circunstâncias específicas em que seja necessário ou se deseje atuar.

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. Favorece procedimentos que visem a durabilidade do elemento/sistema, otimização de soluções construtivas, construção de manual de utilização e manutenção. Todo esse contexto faz parte dos ganhos nos estudos das SIA e FPD.

## **7 AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM da Universidade de Brasília pela disponibilização de dados de levantamento de anomalias em edifícios de Brasília.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5674:2012 Manutenção das edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, Rio de Janeiro: 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15575-1:2013 - Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: 2013.
- BAUER, E. ; KRAUS, E.; SILVA, M. N. B., "Patologia e deterioração das fachadas de edifícios em Brasília – Estudo da quantificação de danos", PATORREB, 4º Congresso de patología y rehabilitación de edificios, Santiago de Compostela, Espanha, (2012).
- 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.
- CALEJO, R. *Gestão de edifícios Modelo de simulação técnico-económica*. Dissertação de Doutorado, FEUP, 2001.
- 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.
- 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
- 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.
- ISO 15686:2011, "Buildings and constructed assets- Service life planning - Part 1: General Principles. Geneva: International Organization for Standardization.
- LOPES, T.J. O. L., "Fenômenos de pré-patologia em manutenção de edifícios - Aplicação ao revestimento ETICS". Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, 2005.
- MADUREIRA, S. S., Plano e manual de inspeção e manutenção de fachadas de edifícios correntes , Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.
- 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.
- SILVA. M. N. B., "Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida útil de Revestimentos de Fachada - Aplicação ao Caso de Brasília", Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, 2014.

SITTER, W.R. "Costs for service life optimization the Law of Fives". Comitê Euro International du Beton – CEB. Boletim Técnico. Copenhagen, Denmark, n.152, p.131-134, 1983.