



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

HEYND MICHELLE CRUZ SANTOS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS INCIDENTES EM
REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADA DE EDIFICAÇÕES
RESIDENCIAIS DA REGIÃO DE PALMAS – TO**

PALMAS

2018

HEYND MICHELLE CRUZ SANTOS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS INCIDENTES EM
REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADA DE EDIFICAÇÕES
RESIDENCIAIS DA REGIÃO DE PALMAS – TO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel no Curso Superior de Engenheiro Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Moacyr Salles Neto

**PALMAS
2018**

Santos, H. M. C.

Manifestações patológicas incidentes em revestimentos cerâmicos de fachada de edificações residenciais da região de PALMAS – TO. / Heynd Michelle Cruz Santos – Palmas, 2018. 73 f.

Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Palmas, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Moacyr Salles Neto

1.Fachada. 2. Patologia. 3. Revestimento. 4.Mão de obra. I. Manifestações patológicas incidentes em revestimentos cerâmicos de fachada de edificações residenciais da região de PALMAS – TO.

FOLHA DE APROVAÇÃO

HEYND MICHELLE CRUZ SANTOS

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS INCIDENTES EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DA REGIÃO DE PALMAS – TO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Civil Instituto Federal do Tocantins - Campus Palmas, como exigência à obtenção do grau em Engenheiro Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Moacyr Salles Neto
Orientador

Prof. Dr. Thiago Dias de Araújo e Silva

Prof. Dr. Gilson Marafiga Pedroso

DEDICATÓRIA

À minha família e noivo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Rosimeire e Célio, e ao meu irmão Layon por sempre apoiarem, serem referências de conquistas e base emocional para continuar na jornada. Pelo o amor incondicional, preocupações e dedicação para comigo.

Ao meu noivo por ser a extensão das minhas forças nos momentos mais difíceis, sempre me motivar a dar o meu melhor, ser companheiro e ter amor, carinho e paciência nos momentos de estresse e correria tornando a jornada mais leve.

Ao meu orientador, Moacyr Salles, por todo tempo dedicado ao meu trabalho, pela valiosa e impecável orientação, pelo conhecimento compartilhado e paciência.

Aos meus amigos de classe por toda paciência, dedicação, confiança, alegrias, tristezas, preocupações e sonhos compartilhados, por incentivarem e acreditarem na minha jornada e principalmente pela amizade.

Aos professores por todos os ensinamentos, conselhos, tempo dedicado e paciência.

Aos integrantes da construtora pela atenção, ensinamentos e tempo dedicado a mim.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na elaboração desse trabalho.

RESUMO

Santos, H.M.C. Manifestações patológicas incidentes em revestimentos de fachada de edificações residenciais da região de Palmas – TO. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Instituto Federal do Tocantins Campus - Palmas, 2018.

As fachadas apresentam papel fundamental relacionado a evitar danos na parte interna das estruturas por intempéries e ainda promove a beleza dos empreendimentos. Apesar do desenvolvimento tecnológico na construção civil, é possível a identificação de patologias ao longo das mesmas. O presente trabalho tem por objetivo identificar, quantificar, analisar a incidência e apresentar as possíveis causas e origens de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada e a relação das mesmas com a idade de conclusão dos empreendimentos de uma construtora em Palmas - TO. A metodologia utilizada foi visita in loco para levantamento das manifestações patológicas das fachadas com inspeção visual e de drone com auxílio de uma ficha de identificação e quantificação das manifestações patológicas, elaborada e utilizada nesta pesquisa; registro das manifestações patológicas visíveis do edifício num croqui da fachada em questão e registro fotográfico das patologias identificadas, seguido de classificação e catalogação das mesmas. Esta metodologia foi aplicada em três edifícios residenciais de revestimentos cerâmicos situados na cidade de Palmas, Tocantins. As manifestações patológicas identificadas foram descolamento, deslocamento, eflorescência, fissura, sujidade e deterioração de juntas. Os edifícios A e B apresentaram maior área afetada por terem mais tempo de uso, o edifício C tem menos tempo de uso sendo ainda pouco afetado. A catalogação das patologias possibilitou melhor discernimento das causas e origens das mesmas. Evidenciou-se neste estudo, que a falta de detalhamentos construtivos, erro no processo executivo e desacordo com normas foram as principais causas das manifestações patológicas. Logo, mesmo com a empresa investindo em tecnologias construtivas, as manifestações patológicas não cessarão sua frequência enquanto o uso dos materiais, das normas e da mão de obra qualificada não forem realizados de maneira correta.

Palavras-chave: fachada, patologia, revestimento, mão de obra.

ABSTRACT

Santos, H.M.C. Pathological manifestations incident on facade cladding of residential buildings in the region of Palmas – TO. Completion of Course Work (Graduation) – Civil Engineering. Federal Institute of Tocantins Campus - Palmas, 2018.

The facades have a fundamental role related to avoiding damage to the interior of the structures due to bad weather and also promotes the beauty of the projects. Despite the technological development in the civil construction, it is possible to identify pathologies along the same. The objective of this study was to identify, quantify, analyze the incidence and present the possible causes and origins of pathological manifestations in ceramic façade coverings and their relationship with the age of completion of the projects of a construction company in Palmas - TO. The methodology used was an on-site visit to survey the pathological manifestations of the façades with visual and drone inspection with the aid of an identification card and quantification of the pathological manifestations, elaborated and used in this research; registry of the visible pathological manifestations of the building in a sketch of the façade in question and photographic registry of the pathologies identified, followed by classification and cataloging of the same. This methodology was applied to three residential ceramic flooring buildings located in the city of Palmas, Tocantins. The identified pathological manifestations were detachment, displacement, efflorescence, fissure, dirt and deterioration of joints. Buildings A and B had the largest area affected by having more time to use, building C has less time to use and is still little affected. The cataloging of the pathologies allowed a better discernment of the causes and origins of the same. It was evidenced in this study that the lack of constructive details, error in the executive process and disagreement with norms were the main causes of the pathological manifestations. Therefore, even with the company investing in constructive technologies, the pathological manifestations will not cease their frequency until the use of the materials, norms and the qualified manpower is not realized in a correct way.

Keywords: facade, pathology, coating, labor.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Agentes de degradação que afetam a vida útil dos componentes de construção (ISO 15686-2, 2012).....	10
Quadro 2 – Procedência dos agentes de degradação (adaptado da ASTM 632:1996).....	11
Quadro 3 – Ficha modelo de quantificação de manifestações patológicas por prumada de um edifício específico.....	22
Quadro 4 – Ficha modelo de identificação e quantificação das manifestações patológicas dos edifícios em estudo (adaptado Ferreira, Silva e Carvalho Junior, 2010).....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados dos edifícios estudados.....	30
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de conceito de desempenho.....	4
Figura 2 - Tipos de manutenção.....	7
Figura 3 - Lei da evolução de custos.....	7
Figura 4 - Tipos de danos em revestimento: 1) Ruptura Adesiva; 2) Ruptura Coesiva; 3) Ruptura Mista.....	13
Figura 5 - Fachada de revestimento cerâmico com manifestação de eflorescências.	15
Figura 6 - Mancha no revestimento de fachada cerâmico.....	16
Figura 7 - Fissura em revestimento de fachada.	17
Figura 8 - Gretamento em placa cerâmica.	18
Figura 9 - Deterioração de juntas.	19
Figura 10 - Etapas da metodologia de pesquisa utilizada por Antunes.	20
Figura 11 - Representação esquemática das regiões de análise tipo numa fachada.	21
Figura 12 - Etapas da metodologia de pesquisa utilizada por Santos.....	24
Figura 13 - Ficha modelo de classificação das patologias.	25
Figura 14 - Modelos de câmeras termográficas.	26
Figura 15 - Círculo cromático.	26
Figura 16 - Comparação de imagens sem uso de câmera termográfica e com uso da câmera termográfica.	27
Figura 17 - Tipos de VANT: asa fixa (A); asas rotativas(B); dirigíveis(C); asas batedoras(D).	29
Figura 18 - Drone Xiaomi Mi Gimbal RC.	31
Figura 19 - Gráfico de relação área total x área com patologias do edifício A.	32
Figura 20 - Gráfico das manifestações patológicas do edifício A.	32
Figura 21 - Croqui da fachada oeste, fachada sul, fachada leste e fachada norte do prédio 1.	33
Figura 22 - Croqui da fachada oeste, fachada sul, fachada leste e fachada norte do prédio 2.	34
Figura 23 - Gráfico de relação área total x área com patologias do edifício B.	35
Figura 24 - Gráfico das manifestações patológicas do edifício B.	35

Figura 25 - Croqui da fachada oeste, fachada sul, fachada leste e fachada norte do edifício B.....	36
Figura 26 - Gráfico de relação área total x área com patologias do edifício C.	37
Figura 27 - Gráfico das manifestações patológicas do edifício C.....	37
Figura 28 - Croqui da fachada oeste, fachada sul, fachada leste e fachada norte do edifício C.	38

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
TO	Tocantins
Aw	Clima tropical com estação seca de inverno
ISO	International Organization for Standardization
VANTS	Veículos aéreos não tripulados

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
2 PROBLEMA DE PESQUISA	2
3 JUSTIFICATIVA	2
4 OBJETIVOS	3
4.1 Objetivo Geral	3
4.2 Objetivos Específicos	3
5 REVISÃO DE LITERATURA	4
5.1 Conceitos e Generalidades	4
5.1.1 Desempenho	4
5.1.2 Manutenção	5
5.1.3 Durabilidade.....	8
5.1.4 Vida Útil	8
5.2 Fatores e mecanismos de degradação	9
5.3 Origem das patologias	11
5.4 Patologias frequentemente presentes em fachadas	12
5.4.1 Descolamentos ou destacamentos	13
5.4.2 Eflorescências	14
5.4.3 Manchas e bolor	15
5.4.4 Fissuras	16
5.4.5 Gretamento	17
5.4.6 Deterioração das juntas	18
5.5 Técnicas de vistorias em edificações	19
5.5.1 Vistorias visuais	19
5.5.2 Vistorias com uso de termografia.....	26
5.5.3 Vistorias com uso de veículo aéreo não tripulado	28
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
6.1 Amostras	30
6.2 Técnica	31
6.2.1 Etapa 1: Levantamento das patologias	31
6.2.2 Etapa 2: Classificação das patologias	39
6.2.3 Etapa 3: Catalogação das patologias	39
6.3 Catalogação de patologias de fachada	42
6.3.1 Edifício A.....	42

6.3.2 Edifício B.....	53
6.3.3 Edifício C	58
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
8 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	62
9 REFERÊNCIAS.....	63
Anexo A – Ficha de catalogação de fissuras (adaptado Santos, 2017).	71
Anexo B – Ficha de catalogação de manchas, bolor e eflorescências (adaptado Santos, 2017).....	72
Anexo C – Ficha de catalogação de descolamento ou deslocamento de placas cerâmicas, gretamento e deterioração das juntas (adaptado Santos, 2017).....	73

1 INTRODUÇÃO

As fachadas são de fundamental importância no intuito de evitar danos na parte interna das estruturas por intempéries, promovendo, ainda, a beleza dos empreendimentos. Mesmo com desenvolvimento tecnológico na construção civil, é possível a identificação de patologias ao longo das fachadas e estas afetam negativamente sua aparência e comprometem sua funcionalidade trazendo prejuízos técnicos.

Patologia é o estudo das causas, origens, consequências, mecanismos de ocorrência e manifestações que ao longo da vida útil de determinado edifício, prejudicam o seu desempenho. Neste trabalho serão estudadas apenas as que ocorrem nos revestimentos exteriores dos edifícios.

As patologias em fachadas podem ter origens diversas como: falhas na fase de projeto, na escolha dos materiais que podem não ser compatíveis com as condições de uso, desconhecimento das interações do revestimento com outros elementos do edifício, erros na fase de execução, falta de mão de obra especializada e controle inadequado do processo de produção. Estes erros potencializam ou causam mecanismos de degradação, quando associadas, por exemplo, às condições de uso, de exposição da edificação e às variáveis ambientais específicas do meio em que cada edificação está inserida.

Em Palmas a condição climática é um fator relevante para o surgimento de patologias, pois segundo Figuera (2005), de acordo com a classificação de Köppen, (sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizados em geografia, climatologia e ecologia) o clima dominante é o tropical quente e úmido (Aw), caracterizado por duas estações bem distintas: uma chuvosa, que se estende de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro. A temperatura média anual é de 26°C, com máximas que chegam a atingir 41°C no período de agosto a outubro. Esta configuração favorece o aparecimento de patologias nas fachadas dos edifícios, por exemplo, pela deformação de materiais distintos com consequente aparecimento de fissuras por retração.

Para a recuperação de fachadas de edifícios, os custos envolvidos podem ser bastante altos e apresentam maior dificuldade para correção. Portanto, de acordo com Antunes (2010) é de essencial importância o aprimoramento e criação de

ferramentas sistemáticas e práticas de apuração de danos, detecção das causas prováveis, e realização de diagnósticos mais rigorosos para sistemas de revestimento de fachada danificados. Isto auxiliará as construtoras no intuito de se prevenirem erros por não utilizarem ferramentas com dados relevantes para execução das fachadas, tendo, ainda direcionamento de cuidados para os pontos com maiores necessidades.

Este trabalho consiste na identificação, quantificação, análise da incidência e apresentar as possíveis causas e origens de manifestações patológicas em fachadas de revestimentos cerâmicos e a relação das mesmas com a idade de conclusão dos empreendimentos de uma construtora em Palmas - TO. Visando dar ao meio técnico esclarecimentos sobre as causas e origens das patologias e apresentar ferramentas com dados relevantes para a construtora direcionar recursos construtivos a fim de mitigar as manifestações patológicas ocorridas em seu empreendimento.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

A procura de mitigar as manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachada e solucionar a problemática de dispersão de direcionamento de recursos por falta de identificação dos problemas com maior incidência relativos a manifestações patológicas. Busca-se através da identificação, quantificação e apresentação de possíveis causas e origens, conhecer o seguinte problema de pesquisa: “Como direcionar de forma mais eficiente recursos para minimizar as patologias de revestimentos de fachada?”.

3 JUSTIFICATIVA

Levantar patologias e analisar suas causas leva ao aprimoramento nos processos construtivos, conseqüentemente ocasionando aperfeiçoamento na qualidade do produto final e redução nos custos de manutenção.

Este trabalho justifica-se devido ao fato de se propor a apresentar dados de manifestações patológicas de revestimento de fachada, observando os cerâmicos, buscando a detecção de suas causas e origens, as patologias de maior incidência e a tipificação dessas patologias, afim de disponibilizar essas informações para o

construtor para contribuir com as tomadas de decisões relacionadas ao reparo das patologias e a correção de erros construtivos.

Busca-se apresentar ferramentas para que o construtor saiba qual a incidência patológica sobre seus edifícios e dedique aos problemas específicos investindo planejamento para evitá-las.

Com isso, a construtora é poupada de gastos com reparos pós entrega e insatisfação de seus clientes por serem submetidos a desconfortos relacionados à estética das fachadas, perturbação sonora e desgaste emocional devido as atividades de reparo.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Identificar e quantificar a incidência das manifestações patológicas em sistema de revestimento cerâmico de fachada de edifícios residenciais de uma construtora na cidade de Palmas – TO.

4.2 Objetivos Específicos

- Implementar metodologia de vistoria de fachadas.
- Identificar as manifestações patológicas que ocorrem em sistema de revestimento cerâmico de fachada.
- Quantificar as patologias encontradas e relacionar a área total x área comprometida.
- Correlacionar as patologias identificadas com a idade dos edifícios.
- Identificar as possíveis origens e causas das patologias.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Conceitos e Generalidades

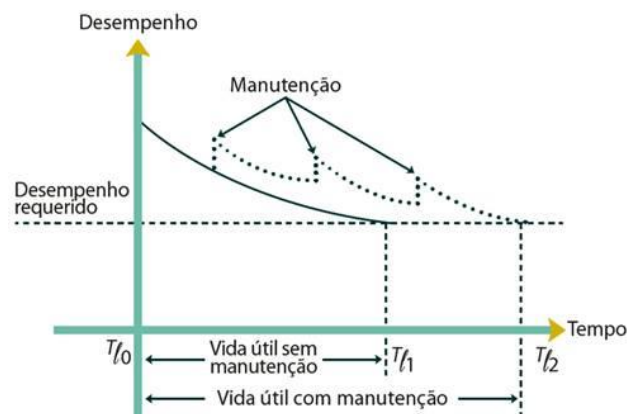
5.1.1 Desempenho

O desenvolvimento de novas tecnologias, processos construtivos e materiais de construção associado às exigências competitivas do setor tem impulsionado a construção de edificações cada vez mais esbeltas e econômicas. No entanto, com o progresso industrial e o crescimento das cidades, e conseqüentemente com o aumento da poluição urbana, as edificações passaram a ficar expostas a ambientes extremamente desfavoráveis. Com isso, com o passar do tempo muitas construções começaram a apresentar níveis de degradação superior aos desejados (Possani e Demoliner, 2013).

A degradação prematura das edificações ou suas partes, e a conseqüente redução de desempenho, é um problema frequente em todo o mundo. Esta deterioração ocorre devido, sobretudo, ao envelhecimento precoce das mesmas, o qual geralmente é desencadeado pela baixa qualidade dos materiais de construção empregados, por problemas de projeto e execução e falta de manutenção gerando o aparecimento de manifestações patológicas (Possani e Demoliner, 2013)

Segundo a norma NBR 15575 (ABNT, 2013), desempenho é o comportamento que uma edificação e seus sistemas apresentam durante o seu uso, estando diretamente relacionado com a manutenção realizada na edificação, o que influi diretamente na sua vida útil. Ou seja, a vida útil pode ser prolongada com ações de manutenção, o que elevará o seu desempenho ao longo do tempo, levando-a a atingir a VUP (vida útil de projeto), conforme Fig. 1.

Figura 1 - Gráfico de conceito de desempenho.



Fonte: NBR 15575 (ABNT, 2013)

Antunes (2010) explana os principais objetivos da norma:

- Estabelece requisitos ou patamares mínimos abaixo dos quais as edificações não asseguram condições adequadas de uso;
- Estabelece parâmetros no mercado de forma a reduzir a não conformidade;
- Define responsabilidades mais claras, determinando quem projeta, especifica, fabrica, fornece, executa, opera e mantém;
- Possibilita alcançar patamares mais diferenciados de desempenho como diferencial de produto.

Os edifícios têm critérios e requisitos de desempenho para serem atendidos, logo, faz-se necessário uma metodologia de avaliação de desempenho que segue uma sequência de procedimentos para sua realização nos quais são:

- A identificação das exigências dos usuários a fim de estabelecer suas reais necessidades e expectativas;
- Identificação das condições de exposição do edifício;
- Estabelecimento dos requisitos de desempenho caracterizado pelas qualidades desejáveis aos elementos e componentes do edifício;
- Definição dos critérios componentes que é a quantificação dos requisitos, valores que devem ser alcançados após as avaliações;
- Definição dos métodos de avaliação que dependem do momento e dos objetivos da avaliação.

5.1.2 Manutenção

Segundo a ABNT NBR 5674:1999, manutenção é descrita como um “conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes para atender as necessidades e segurança de seus usuários”.

A ausência da manutenção adequada em edificações é responsável por anomalias das mais variadas, que por sua vez são causadoras de danos materiais e, às vezes, pessoais. Esses danos são significativos e atingem não apenas ao proprietário, mas também a sociedade em geral (VILLANUEVA, 2015).

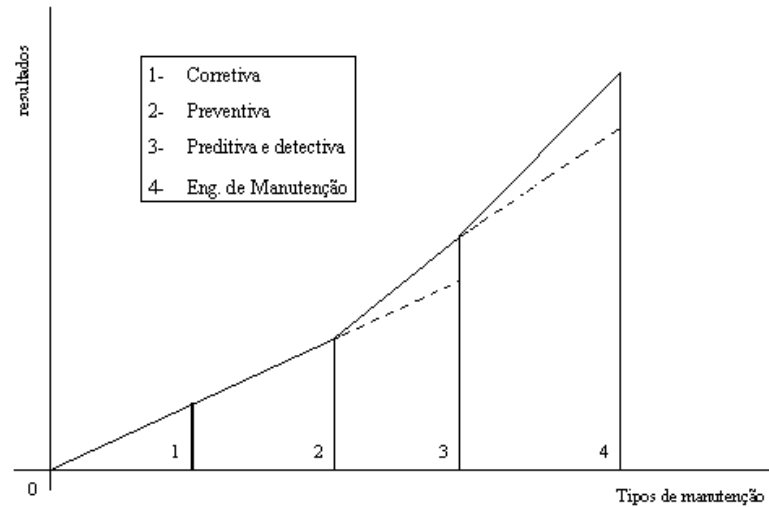
Atividades de manutenção realizadas em conformidade com as reais necessidades apresentadas por um edifício previamente inspecionado tende a fazê-lo voltar para condições semelhantes às aquelas de seu estado inicial. Negligenciando esta medida faz-se crescer as degradações nos edifícios. A manutenção deve ser encarada como medida preventiva e não como medida de reparo para danos pré-existentes (ANTUNES, 2010).

É de responsabilidade do construtor elaborar um manual de manutenção predial próprio para o imóvel. Os proprietários devem seguir o manual fornecido, realizando as devidas manutenções nos prazos sugeridos colaborando para garantir a durabilidade esperada para a edificação.

Existem diferentes tipos de manutenção a serem consideradas:

- Manutenção corretiva: atividades realizadas para recuperar o desempenho perdido após a avaria;
- Manutenção preventiva: atividades realizadas para prevenir a origem de defeitos durante a vida útil da edificação;
- Manutenção preditiva: atividades realizadas para prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de diversos parâmetros, desta forma quando o grau de degradação se aproximar ou atingir o limite estabelecido para a variável monitorada é tomada a decisão de intervenção.
- Manutenção detectiva: Gomide et al. (2006) definem como sendo a atividade que visa identificar as causas de falhas e anomalias, auxiliando nos planos de manutenção, com o objetivo de atacar a origem do problema, e não apenas o sintoma do mesmo.
- Engenharia de manutenção: atividades de mitigação de consertos contínuos com realização da identificação das causas básicas, modificar situações permanentes de desempenho insuficiente, extinguir problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, participar tecnicamente nas compras, aplicar técnicas modernas e estar nivelado com a manutenção de primeiro mundo.

Figura 2 - Tipos de manutenção.

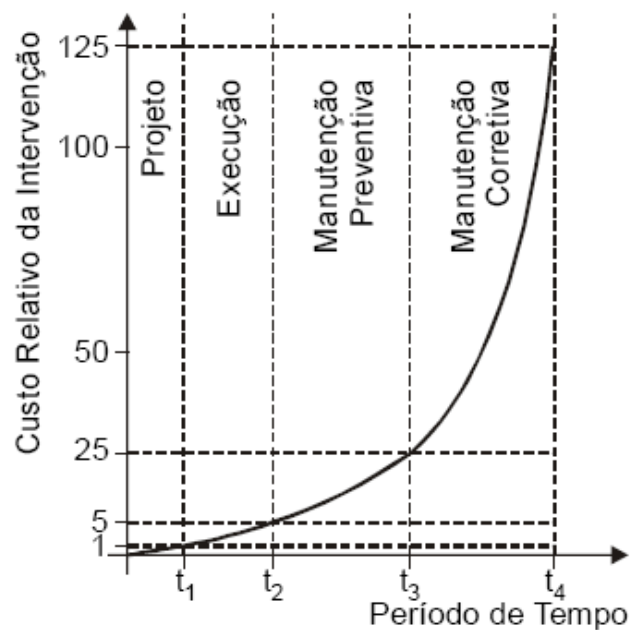


Fonte: Ferreira e Ferreira ,2017.

Neste âmbito é oportuno refletir a Lei de Sitter (1984) formulada originalmente para estruturas de concreto, muito embora possa ser compreendida para outros sistemas construtivos, como o revestimento de fachada:

“Um dólar bem aplicado na fase de concepção do projeto é equivalente a cinco na fase de manutenção preventiva, vinte e cinco na de manutenção corretiva e a cento e vinte e cinco na reabilitação ou reconstrução” (ANTUNES,2010).

Figura 3 - Lei da evolução de custos.



Fonte: Filho, 2017.

5.1.3 Durabilidade

De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013):

“Durabilidade é a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção especificadas”.

“Durabilidade é a capacidade de uma estrutura ou de seus componentes de satisfazer, com dada manutenção planejada, os requisitos de desempenho do projeto, por um período específico de tempo sob influência das ações ambientais, ou como resultado do processo de envelhecimento natural.” (ISO 13823/ 2008).

Segundo Villanueva (2015) para uma durabilidade longa é necessário além de uma escolha correta dos materiais empregados, uma correta utilização por parte do usuário durante a vida útil da edificação, bem como de realização de manutenções periódicas em estrita obediência às recomendações do fornecedor do produto, sendo que as manutenções devem recuperar parcialmente a perda de desempenho resultante da degradação.

A durabilidade e o desempenho das fachadas dependem das decisões tomadas nas diversas etapas do processo de produção dos edifícios, ou seja, no planejamento, projeto, especificação, materiais, execução e utilização (operação e manutenção). O bom andamento desse processo deve levar a uma série de atividades programadas que prolongam sua vida útil a um custo compensador (CONSOLI, 2006).

5.1.4 Vida Útil

John e Sato (2006) afirmam que a vida útil é uma quantificação da durabilidade em determinadas condições. E a definem como o período durante o qual um produto tem desempenho igual ou superior ao mínimo requerido, ou seja, as necessidades dos usuários são atendidas.

Para Souza e Ripper (1998) vida útil de um determinado material é o período pelo qual suas propriedades permanecem acima do limite mínimo especificado. É importante tomar conhecimento a respeito da vida útil, pois é fundamental, principalmente, para confecção de programas de manutenção adequados e mais próximos da realidade da obra.

Antunes (2010) conceitua vida útil em:

- Vida útil de projeto: se constitui no período de tempo estimado em que o componente, elemento, instalação ou sistema construtivo atende os critérios previstos, no respectivo nível de desempenho informado pelo projetista ou construtor.

- Vida útil de serviço ou de utilização: consiste no período de tempo contado a partir do término da construção até o aparecimento de uma manifestação patológica considerada grave.

- Vida útil residual: corresponde ao período de tempo, após a vida útil de projeto, em que o componente, elemento, instalação ou sistema construtivo vão apresentando decréscimo continuado do desempenho em função do uso e/ou do envelhecimento natural;

- Sobrevida: é o período de tempo no qual passa a existir a possibilidade de que os níveis de segurança comecem a ser perigosamente afetados.

- Vida útil total: consiste no período de tempo que vai até a ruptura ou colapso parcial ou total da estrutura.

Um material atinge o fim de sua vida útil quando as suas propriedades, sob determinadas condições de uso, tiverem se deteriorado de tal forma que a continuação de sua utilização se torna insegura e antieconômica (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

5.2 Fatores e mecanismos de degradação

De acordo com a norma ISO 15686-1 (2011), 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. O processo de degradação ocorre em função da perda de capacidade do material em responder às exigências, ao longo do tempo, aos agentes de deterioração, à natureza do material e ainda da própria idade do material, culminando com o surgimento das patologias (GASPAR e BRITO, 2005).

O processo de degradação inicia-se logo após a conclusão da construção das edificações e depende das condições de exposição, nível de projeto, manutenções e características do edifício, de forma que a mesma contribui para a diminuição da vida útil. Ou seja, elas devem ser projetadas, construídas e operadas de tal forma que, sob condições ambientais esperadas, elas mantenham sua

segurança, funcionalidade e aparência aceitável durante um período de tempo, implícito ou explícito, sem requerer altos custos para manutenção ou reparo (DIAS *et al.*, 2014; CHAVES, 2009).

As manifestações patológicas são resultantes da atuação simultânea de diferentes fatores que promovem a degradação. Esses fatores de degradação de acordo com John e Sato (2006) são agentes que atuam sobre os materiais ou componentes de uma construção e provocam alterações nos materiais que diminuem o seu desempenho. Estes agentes podem ser de várias naturezas, classes e procedências que irão influenciar significativamente na análise dos mecanismos, visto que o processo de degradação resulta de interações acumulativas de tais parâmetros que se apresentam nos quadros 1 e 2.

Quadro 1 - Agentes de degradação que afetam a vida útil dos componentes de construção (ISO 15686-2, 2012).

Natureza	Classe
Agentes mecânicos	Gravidade Esforços e deformações impostas ou restringidas Energia cinética
Agentes eletromagnéticos	Vibrações e ruído Radiação Eletricidade Magnetismo
Agentes térmicos	Níveis extremos ou variações muito rápidas de temperatura
Agentes químicos	Água e solventes Agentes oxidantes Agentes redutores Ácidos Bases Sais Quimicamente neutros
Agentes biológicos	Vegetais e microrganismos Animais

Quadro 2 - Procedência dos agentes de degradação (adaptado da ASTM 632:1996)

Procedência	Classe
Provenientes da atmosfera	Água no estado líquido Umidade Temperatura Radiação solar – radiação ultravioleta Gases de oxigênio Ácido sulfúrico Gases ácidos Bactérias, insetos Vento com partículas em suspensão
Provenientes do solo	Sulfatos Cloretos Fungos Bactérias Insetos
Provenientes ao uso	Esforços de manobra Agentes químicos normais em uso doméstico
Provenientes do projeto	Compatibilidade química Compatibilidade física Cargas permanentes e periódicas

5.3 Origem das patologias

Segundo Campante (2001) manifestações patológicas são situações nas quais, o sistema de revestimento, deixa de apresentar o desempenho esperado, em determinado momento da sua vida útil, ou seja, não cumpre suas funções, deixando de atender às necessidades dos usuários. Uma manifestação patológica acontece com a queda de desempenho precocemente, diante de erros no planejamento, especificação, execução e/ou mesmo em uso, que podem ou não ser cumulativos.

Diante disso faz-se necessário conhecer as origens que conduzem ao aparecimento das patologias que se classificam em quatro tipos conforme Morais (2007):

- Congênitas: são aquelas originárias da fase de projeto, em função da não observância das normas técnicas, ou de erros e omissões dos projetistas, que resultam em falhas no detalhe e concepção inadequada dos revestimentos. São responsáveis por grande parte das avarias registradas em edificações.

- Construtivas: quando a sua origem está relacionada com a fase de execução da obra, resultante do emprego de mão de obra desqualificada, produtos não certificados, ausência de metodologia para assentamento das peças, o que, segundo pesquisas mundiais, também são responsáveis por grande parte das patologias em edificações.

- Adquiridas: quando ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou da ação humana, em função de manutenção inadequada ou realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico.

- Acidentais: caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal e até mesmo incêndio. A sua ação provoca esforços de natureza imprevisível, especialmente na camada de base e sobre as juntas, quando não atinge até mesmo as peças, provocando movimentações que irão desencadear processos patológicos em cadeia.

Esses fenômenos surgem sob forma de manchas, descolamentos e fissuração nas fachadas dos edifícios. Geralmente, segundo Flores-Colen e Brito (2003), estas patologias surgem em locais mais suscetíveis, tais como: partes expostas, platibandas e beirais, fachadas planas com materiais de diferentes graus de absorção de água, peitoris de janelas e zonas envidraçadas.

5.4 Patologias frequentemente presentes em fachadas

A manifestação patológica nunca é atribuída a uma única causa, geralmente é resultante da combinação de vários fatores, e pode ser sucedida por uma sobreposição de efeitos que se acumulam até que se manifeste um dano maior. Entre as principais manifestações patológicas em sistemas de revestimento cita-se descolamento ou deslocamento de placas cerâmicas, eflorescências, manchas e bolor, trincas e fissuras, gretamento e deterioração das juntas.

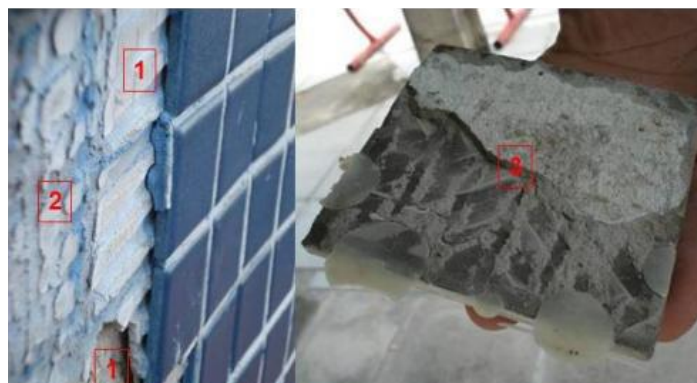
5.4.1 Descolamentos ou destacamentos

De acordo com Silva (2014), os descolamentos são caracterizados pela perda de aderência das placas cerâmicas do substrato, ou da argamassa colante, quando as tensões surgidas no revestimento cerâmico ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante e/ou emboço.

O deslocamento pode ser localizado ou generalizado. Descolamento localizado, quando se está perante deficiências localizadas de aplicação ou do suporte, podendo ter origem em pequenas fissuras, existir uma zona de concentração de tensões, entrada de água para o suporte, ou quando, se utilizam argamassas / cimentos-cola para além do seu tempo de abertura. O descolamento generalizado está normalmente associado à elevada expansão dos ladrilhos, falta de qualidade do material de colagem, deficiente aplicação ou à incompatibilidade entre as várias camadas do sistema (CHAVES,2009).

Segundo Rêgo (2012), o descolamento cerâmico pode se apresentar de três formas, denominadas: adesiva, coesiva e/ou mistas conforme ilustrado na Figura 4. Descolamento adesivo ou ruptura adesiva é aquela que ocorre na interface do revestimento com o adesivo, ou seja, em que o revestimento descolou e o adesivo permaneceu aderido ao substrato. O descolamento coesivo ou ruptura coesiva é aquela que ocorre o desprendimento do sistema de revestimento do substrato. Já o descolamento misto ou ruptura mista é aquela que ocorre quando há tanto o descolamento adesivo quanto o coesivo, como pode ser observado na Figura 4 (Item 3), em que se pode evidenciar o descolamento do adesivo da placa cerâmica e arrancamento do substrato.

Figura 4 - Tipos de danos em revestimento: 1) Ruptura Adesiva; 2) Ruptura Coesiva; 3) Ruptura Mista.



Fonte: Rêgo, 2012.

Quando se trata do sistema de revestimento cerâmico entende-se que, de maneira geral, o descolamento está associado ao surgimento de tensões devido, principalmente, à retração da argamassa que liga os elementos das alvenarias e da argamassa utilizada no emboço, e também às variações térmicas, a dilatação higroscópica dos elementos cerâmicos, as deformações originadas pela variação da umidade relativa do ar atuando sobre as argamassas endurecidas, recalque das fundações e a deformação lenta do concreto da estrutura (SILVA, 2014).

Esta patologia pode ser identificada pela ocorrência de um som cavo (oco) nas placas cerâmicas ou quando se observa o estufamento da camada de acabamento (placas cerâmicas e rejuntas), seguido do destacamento destas áreas, que pode ser imediato ou não.

5.4.2 Eflorescências

Esta anomalia é caracterizada pelo aparecimento de depósitos cristalinos, de cor esbranquiçada, na superfície do revestimento. Depósitos esses que aparecem em geral, quando os sais solúveis das argamassas são transportados através dos poros do revestimento, que solidificam em contato com o ar, causando os referidos depósitos. Os sais solúveis além de presentes nas argamassas de fixação ou rejuntamento podem ainda estar contidos nas placas de cerâmica ou nos componentes da alvenaria. (CHAVES, 2009)

A eflorescência é um fenômeno cujos danos são notadamente de ordem estética, é causada por três fatores igualmente importantes: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a diferença de pressão para propiciar a migração da solução para a superfície. Todas estas três condições devem existir e se uma delas for eliminada não irá ocorrer o fenômeno (UEMOTO, 1988).

A eflorescência, conforme Bauer *et al.* (2007) ocorre quando a fachada fica umedecida por longos períodos e alguns sais, hidróxidos e carbonatos solúveis (presentes na argamassa ou tijolo) dissolvem-se; depositam-se nos poros dos materiais, que ficam saturados e são levados para a superfície por difusão e evaporação, resultando em um depósito salino na superfície. Apresenta normalmente, coloração esbranquiçada.

Figura 5 - Fachada de revestimento cerâmico com manifestação de eflorescências.



Fonte: Antunes, 2010.

5.4.3 Manchas e bolor

O aparecimento de manchas tem como principal responsável a poluição atmosférica, através do recobrimento dos revestimentos por pó, fuligem e partículas contaminantes. Alguns fatores que contribuem para o aparecimento de manchas são o vento, a chuva, a porosidade do material de revestimento e a forma das fachadas.

O bolor é o resultado da proliferação intensa de fungos. Nas edificações os fungos promovem a decomposição de diferentes tipos de componentes, notadamente dos revestimentos, ou de material orgânico sobre estes depositados. Para tanto, secretam enzimas que quebram moléculas orgânicas até compostos mais simples, que são assimilados e utilizados no seu desenvolvimento.

Para o desenvolvimento desses agentes microbianos são necessários também umidade e temperatura adequadas ao tipo de organismo, nutrientes e tempo de exposição. Pedra, concreto e tijolos são mais tolerantes ao crescimento dos fungos, mas a poeira ou outras substâncias orgânicas acumuladas nas superfícies vão mudar as suas propriedades e torná-las mais apropriadas ao emboloramento. Os fungos e bactérias são capazes de deteriorar diferentes tipos de materiais (VIITANEN, 1996 *apud* ZANONI, 2016).

Figura 6 - Mancha no revestimento de fachada cerâmico.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

5.4.4 Fissuras

As fissuras, de modo geral, são manifestações patológicas resultantes do alívio de tensões entre partes de um elemento ou entre dois elementos que estão em contato (LORDSLEEM JÚNIOR; FRANCO, 1998).

A NBR 15575-2 (ABNT, 2008), define fissura como um seccionamento na superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais. As fissuras podem ser classificadas como ativas (variação da abertura em função de movimentações higrotérmicas ou outras) ou passivas (abertura constante).

Estas aberturas se constituem em caminhos propícios para a penetração de agentes agressivos externos, especialmente a água, fato que pode induzir ao surgimento de novas manifestações patológicas, como eflorescências, manchas de umidade, bolor ou mofo, corrosão de armaduras e descolamento de placas cerâmicas.

As fissuras podem ocorrer na envoltória de aberturas junto aos vértices das janelas e portas, principalmente pela ausência ou ineficiência de vergas e/ou contra-vergas, na interface estrutura-alvenaria, em parede contínua (no meio do pano de alvenaria), no topo dos edifícios e nos andares superiores, fissuras mapeadas e fissuras horizontas.

Figura 7 - Fissura em revestimento de fachada.



Fonte: Santos, 2017.

5.4.5 Gretamento

O gretamento constitui-se de uma série de aberturas na superfície esmaltada da placa cerâmica inferiores a 1 mm, com formato circular, espiral ou aparência de teia de aranha.

Bauer (1996) enfatiza que durante o processo de fabricação da placa cerâmica a massa fica em tensão de compressão em geral nas camadas mais superficiais, visando aumentar a resistência mecânica da peça. A tensão de compressão residual vai sendo liberada com o decorrer do tempo (meses ou anos), e caso ocorra tração no vidrado, o mesmo se romperá ficando gretado. Fato este que destaca a importância da escolha correta da composição química do vidrado em relação à massa, de forma que os coeficientes de dilatação térmica sejam próximos.

Quando ocorre após a aplicação da placa cerâmica, segundo Campante (2001), o gretamento está associado à expansão do corpo cerâmico devida à absorção de umidade pela massa porosa e/ou retração das argamassas de emboço ou de fixação com alto teor de cimento, ocasionando tensões induzidas nas peças que podem ser responsáveis pelo rompimento retardado da camada de material vítreo do esmalte.

Este tipo de manifestação patológica só é reparado a partir da substituição do revestimento cerâmico danificado.

Figura 8 - Gretamento em placa cerâmica.



Fonte: Antunes, 2010.

5.4.6 Deterioração das juntas

Os assentamentos de juntas (rejunte) são responsáveis pela estanqueidade do revestimento cerâmico e pela capacidade de absorver deformações. Segundo ANTUNES (2010), a deterioração das juntas de assentamento pode ocorrer por razões de:

- Impactos nas regiões de encontro especialmente com as esquadrias, pela ação das intempéries como insolação e ação da água.
- Fadiga do rejunte por ciclos higrotérmicos;
- Envelhecimento, manifestado nas resinas de origem orgânica pela alteração da cor;
- Especificação e/ou uso e aplicação errônea do rejunte que podem implicar em elevada porosidade superficial e baixa resistência mecânica;
- Infiltração de produtos potencialmente agressivos e água.

Todos estes fatores podem ocasionar o surgimento de aberturas entre as placas cerâmicas possibilitando caminhos para a passagem de água e há, portanto, o

comprometimento do desempenho do rejunte, que além de aliviar tensões colaborava com a estanqueidade do revestimento, e possível queda do rejunte da fachada.

Figura 9 - Deterioração de juntas.



Fonte: Antunes, 2010.

5.5 Técnicas de vistorias em edificações

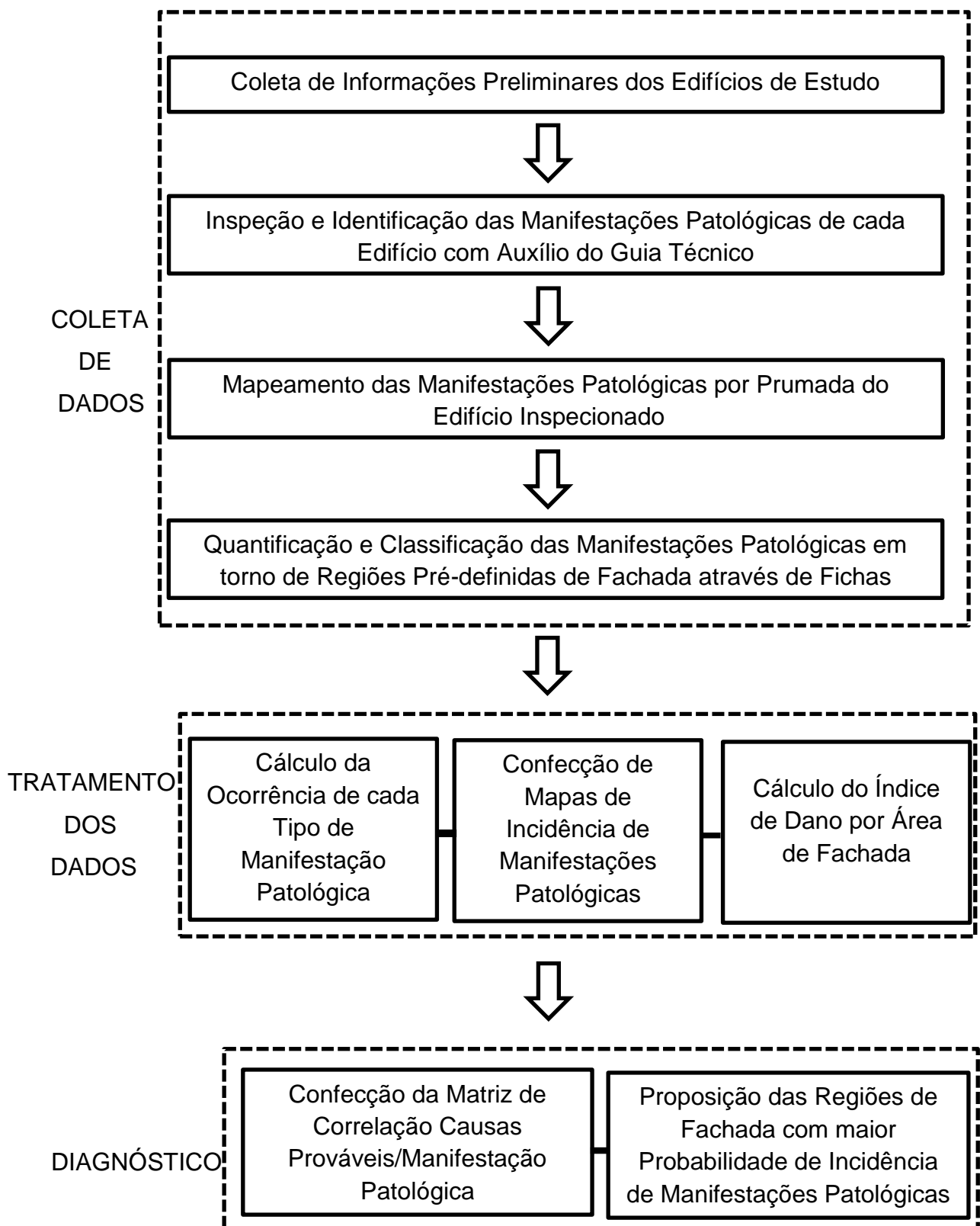
5.5.1 Vistorias visuais

Diversos autores têm buscado sistematizar as vistorias em edifícios, dispensando especial atenção aos sistemas de fachadas. Destacam-se os estudos conduzidos por ANTUNES (2010) e SANTOS (2017).

A metodologia utilizada por ANTUNES (2010) é resultante do aprimoramento da metodologia de avaliação de fachada e diagnóstico de patologias adotado pelo LEM – UnB; adaptação da ferramenta desenvolvida por Gaspar e Brito (2005) que tem por finalidade associar as manifestações patológicas com as regiões de incidência e, complementarmente, adequação da ferramenta proposta por Silvestre e Brito (2008) para correlacionar os danos às suas causas prováveis.

A metodologia se fundamenta, basicamente, na sequência de procedimentos apresentados na figura 10. Para melhor sistematização optou-se por dividi-la em três etapas: coleta de dados, tratamento dos dados e, por fim, diagnóstico.

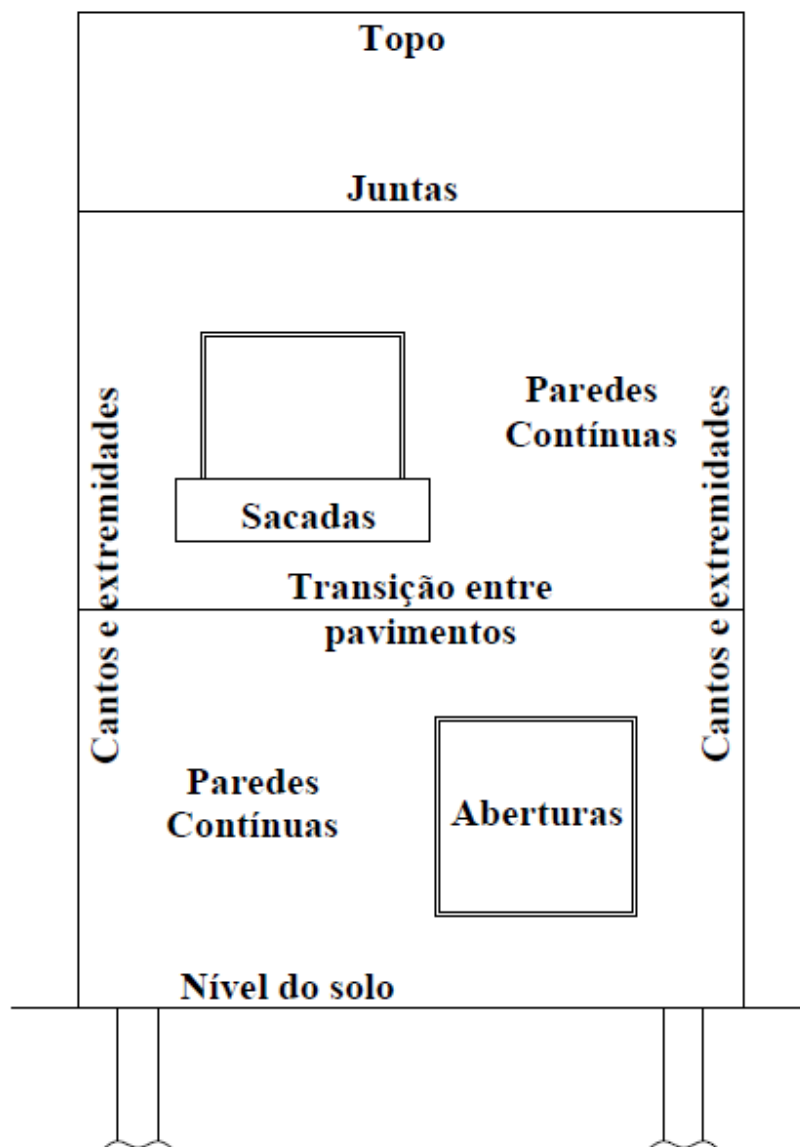
Figura 10 - Etapas da metodologia de pesquisa utilizada por Antunes.



Fonte: Antunes, 2010.

A primeira etapa procede-se com a coleta de documentação e informações preliminares dos edifícios de estudo; inspeção e identificação dos danos nas fachadas com auxílio de um Guia Técnico de Manifestações Patológicas, elaborado e utilizado nesta pesquisa; registro das manifestações patológicas visíveis por prumada do edifício num croqui da fachada em questão; e quantificação e classificação das manifestações patológicas em torno de regiões tipificadas de fachada previamente definidas através de fichas.

Figura 11 - Representação esquemática das regiões de análise tipo numa fachada.



Quadro 3 – Ficha modelo de quantificação de manifestações patológicas por prumada de um edifício específico.

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício						
Prumada:			Orientação da fachada:			
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Desc. cerâmico	Desplac. cerâmico	Falha de rejunte	Fissuração	Eflorescência
1º	Nível do solo					
	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Transição entre pavimentos					
2º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
Transição entre pavimentos						
3º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Transição entre pavimentos					
	Topo					

Os dados obtidos durante a primeira etapa da metodologia da pesquisa são organizados de forma a direcionar o pesquisador a um diagnóstico provável das manifestações patológicas. Calculam-se as ocorrências de cada tipo específico de manifestação patológica identificada e apresentam-se as mesmas por meio de gráficos de setores (pizza); confeccionam-se mapas de incidência de manifestações patológicas em cima da representação esquemática das regiões de análise tipo numa fachada e finalmente, calcula-se o índice de dano por área de fachada.

Na fase final da metodologia procede-se com a confecção de uma matriz de correlação causas prováveis / manifestação patológica e realiza-se a proposição das regiões com maior probabilidade de incidência e diagnóstico.

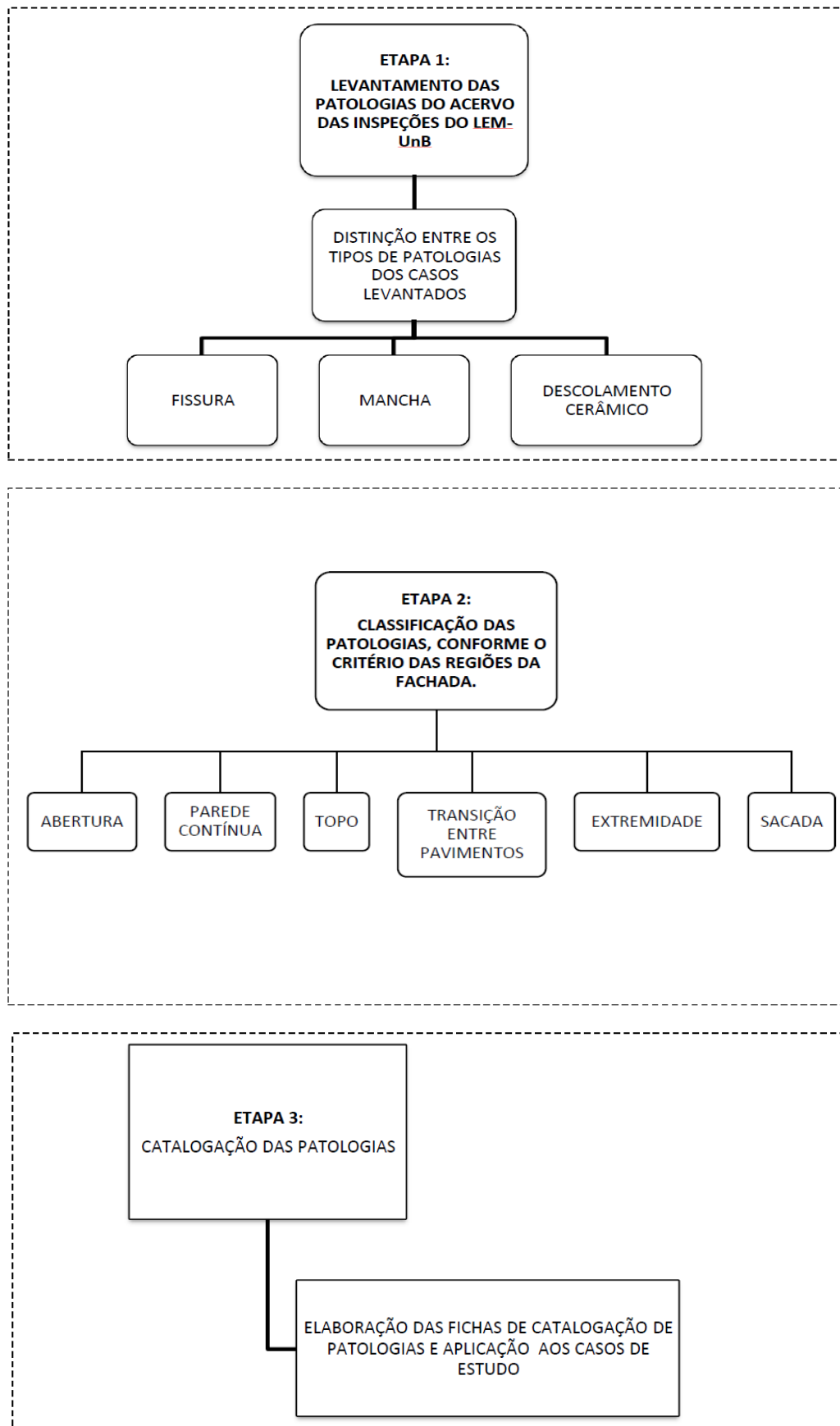
A matriz de correlação apresentada neste trabalho espelha-se na ferramenta preconizada por Silvestre e Brito (2008), todavia, considera apenas dados obtidos na situação específica dos estudos de caso realizados.

A metodologia utilizada por SANTOS (2017) aborda aspectos relativos à catalogação das principais patologias de fachadas levantadas dentro de um banco de dados formado por um conjunto de inspeções que vem sendo realizadas em edifícios no Distrito Federal pela equipe do Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília (LEM-UnB) a mais de 20 anos.

Este trabalho pretende propor um modelo de ficha que permita sistematizar a classificação e catalogação das anomalias do sistema de revestimento aderido de fachadas, que possibilite a criação de um catálogo aberto e dinâmico, que permita a inserção de novas tipologias que venham a ser detectadas em futuras inspeções. Com essa proposta metodológica espera-se facilitar a análise das informações sobre as patologias descritas e correlações entre causas e tipificação das anomalias presentes nas fachadas.

Diante do exposto, as atividades deste estudo foram divididas em três etapas: Etapa 1 – Levantamento das Patologias; Etapa 2 – Classificação das Patologias; e Etapa 3 – Catalogação das Patologias, como disposto na Figura 12 e detalhadas nos itens seguintes.

Figura 12 - Etapas da metodologia de pesquisa utilizada por Santos.



Fonte: Santos, 2017.

As duas primeiras etapas são consideradas como de análise prévia para poder chegar à Etapa 3, cuja as patologias já classificadas são catalogadas. Assim, obteve-se da etapa 1 a identificação dos casos levantados de acordo com as patologias mais comuns nas fachadas do banco de dados do LEM-UnB, conforme estudos anteriores, e da Etapa 2, a classificação destes casos conforme a região da fachada.

Figura 13 - Ficha modelo de classificação das patologias.

IMAGEM
<p>CARACTERIZAÇÃO FÍSICA</p> <p>() Eflorescências () Sujidade () Umidade () Microrganismos () Vegetação parasitária () Corrosão () Alterações cromáticas/Descoloração () Grafite</p>
<p>CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:</p> <p><i>Pesos atribuídos:</i> 0 – Não há relação entre causa e patologia 1 – Causa Secundária 2 – Causa Primária</p> <p>Ações Naturais:</p> <p>Física</p> <p>1. () Nível de exposição solar 2. () Incidência dos ventos predominantes 3. () Umedecimento contínuo ou alternado</p> <p>Química</p> <p>4. () Presença de sais 5. () Poluição 6. () Oxidação</p> <p>Biológica</p> <p>7. () Vegetação Parasitária 8. () Microrganismos</p> <p>Processo (projeto e execução) e Utilização:</p> <p>1. () Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos 2. () Falhas ou fissuras na fachada 3. () Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.) 4. () Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.) 5. () Preparação e estado do suporte 6. () Deficientes ações de manutenção ou sua ausência 7. () Variações na preparação da argamassa de reboco (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.) 8. () Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)</p> <p>Mecanismo:</p>

Fonte: Santos, 2017.

5.5.2 Vistorias com uso de termografia

A termografia infravermelha é um ensaio não destrutivo que tem como objetivo obter a temperatura superficial em estruturas, com isso, é possível identificar patologias que não são perceptíveis somente através da vista. Está sendo amplamente utilizada em várias áreas e seu uso mais comum atualmente é no uso do sensoriamento térmico e imagens térmicas para o monitoramento e manutenção preditiva.

Figura 14 - Modelos de câmeras termográficas.



Fonte: Site Flir.

Este método se baseia em a excitação molecular está diretamente ligada a temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura maior a excitação molecular e conseqüentemente maior a intensidade da radiação eletromagnética emitida por um corpo. O equipamento termográfico capta temperaturas acima de zero absoluto gerando imagens através das diferenças de temperatura que se classificam em cores quentes e cores frias, ou seja, no círculo cromático a faixa do amarelo ao vermelho representa as cores quentes e a faixa do verde ao violeta são as cores frias. Portanto com base nesse princípio associa-se as cores apresentadas nas imagens termográficas com as temperaturas.

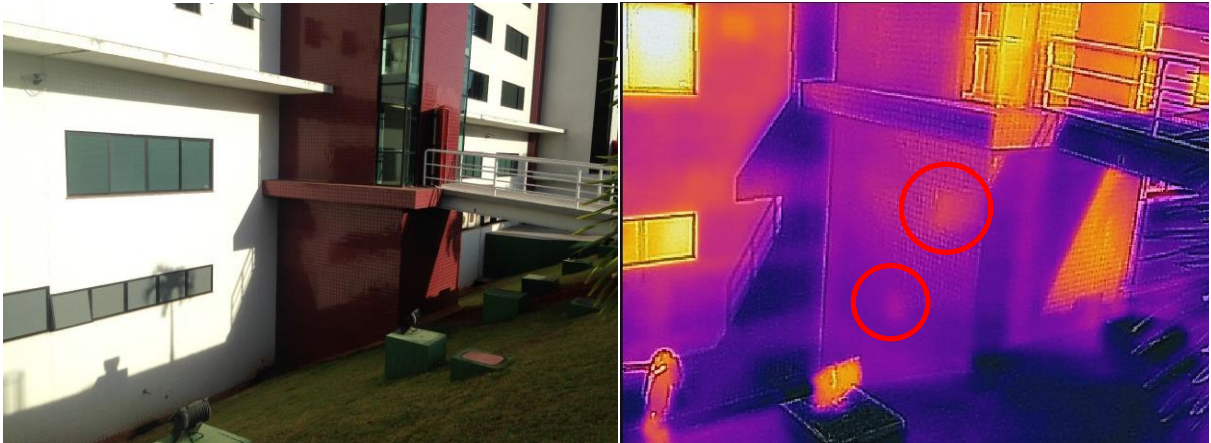
Figura 15 - Círculo cromático.



Fonte: Site Arqitetando estilos.

Numa inspeção predial pode-se comprovar as zonas frias devido às fugas de calor e infiltrações de ar que se produzem quebrando a continuidade do isolamento ou detecção de umidades e danos provocados pela água. As anomalias podem ser identificadas através da análise da imagem, pois o fluxo de calor não será uniforme nessas regiões, causando diferenças nítidas na temperatura.

Figura 16 - Comparação de imagens sem uso de câmera termográfica e com uso da câmera termográfica.



Fonte: Cunha, 2016.

De acordo com Barreira (2014), a técnica de termografia infravermelha não é de fácil procedimento, pois existem diversos fatores que influenciam na análise dos resultados e podem gerar conclusões erradas se não se tomarem precauções antes e durante a realização do ensaio. Segundo o autor, na análise dos termogramas o risco de confundir defeitos do objeto com irregularidades na temperatura superficial devido a fatores externos é elevado, esses fatores podem ser:

- Condições térmicas do objeto e do meio em que se encontra, antes e durante o ensaio;
- Presença de fontes externas (sombra, reflexão, superfícies com diferentes acabamentos, etc.);
- Condições de medição (emissividade adotada, temperatura do ar, distância entre câmera e o objeto, ângulo de observações, etc.).

A emissividade (ϵ) é a capacidade do material em radiar a energia quando comparada com um corpo negro perfeito, que absorve toda a luz recebida e não reflete nenhuma.

Os equipamentos de termografia na construção civil tiveram sua utilização iniciada na Europa devido ao clima propício para obtenção de resultados coerentes. Com o crescimento da utilização do ensaio, fez-se necessário a instauração de uma norma regulamentadora de execução de inspeção preditiva com ensaios não destrutivos dando origem em 1998 a norma EM 13187 – Comportamento térmico dos Edifícios – Detecção qualitativa de irregularidades térmicas nas construções – método de infravermelho pelo Comitê Europeu de Normalização.

Algumas das pré-condições estabelecidas nessa norma são:

- A luz solar não deve incidir diretamente;
- Quando houver variação significativa do vento não deve ser realizado;
- A diferença entre a temperatura interna e externa deve ser suficiente para a detecção de irregularidades térmicas.

Há também as normas elaboradas no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT que são:

- ABNT-NBR-16292/2014 - Ensaio não destrutivo – Termografia – Medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmeras termográficas
- ABNT-NBR-15718/2009 - Ensaio não destrutivo – Termografia – Guia para verificação de termovisores.
- ABNT-NBR-15424/2006 - Ensaio não destrutivo – Termografia – Terminologia.

De acordo com as respectivas normas, a ABNT-NBR-16292/2014 descreve os procedimentos para a medição e compensação de temperatura aparente refletida quando da medição da temperatura da superfície de um objeto utilizando câmeras termográficas. A ABNT-NBR-15718/2009 fornece diretrizes para garantir a confiabilidade das medições dos termovisores, através de procedimentos seguidos pelo usuário final para a verificação dos termovisores durante o intervalo da validade da calibração definido pelo próprio usuário. A ABNT-NBR-15424/2006 define os termos utilizados no método de ensaio não destrutivo de termografia.

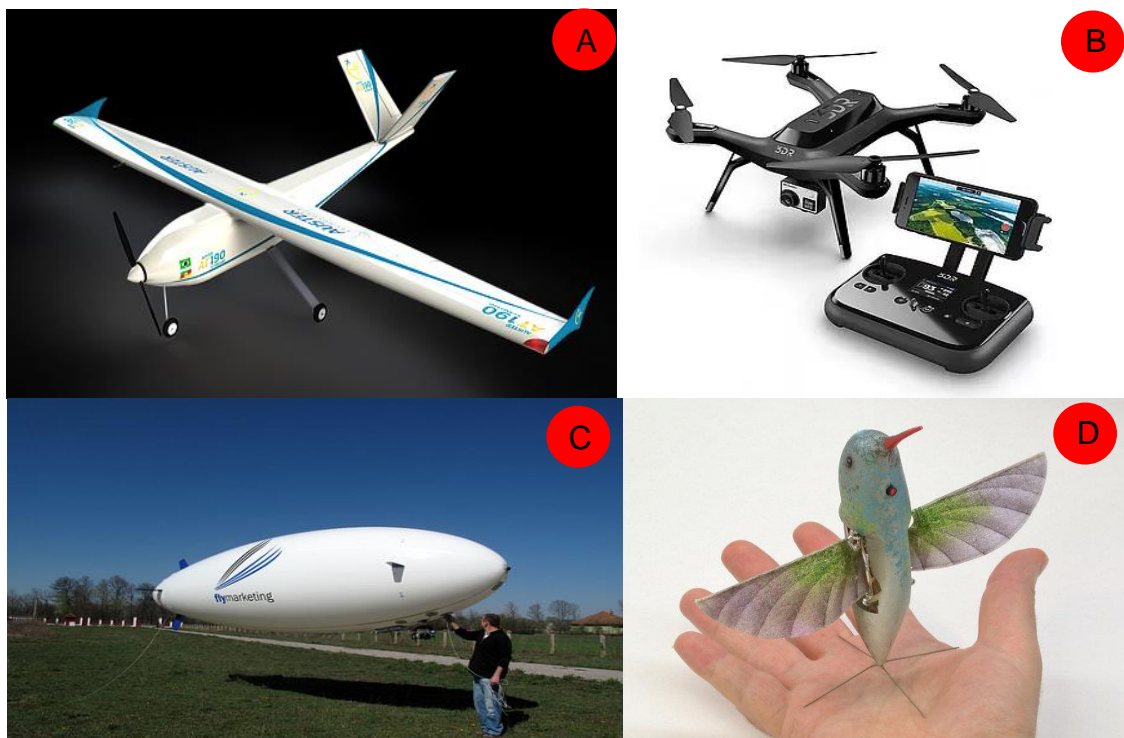
5.5.3 Vistorias com uso de veículo aéreo não tripulado

Os veículos aéreos não tripulados (VANT's) ou Drones são aeronaves pilotadas remotamente ou de forma automática por meio de coordenadas pré-definidas. Inicialmente utilizado para fins militares, hoje é uma tecnologia em expansão em diversas áreas com finalidades comerciais.

Os VANTs podem ser classificados em:

- Asa fixa: necessitam de pistas para decolagem e pouso e realizam voos de longa duração;
- Asa rotativa: decolagem e pouso verticalmente, capacidade de se manter estável no ar e alta manobrabilidade. Suas vantagens têm impulsionado a expansão de seu uso;
- Dirigíveis: são grandes, mais leves que o ar, tem voo de longa duração e baixa velocidade;
- Asas batedoras: são formados por pequenas asas flexíveis inspiradas em pássaros e insetos voadores.

Figura 17 - Tipos de VANT: asa fixa (A); asas rotativas(B); dirigíveis(C); asas batedoras(D).



Fonte: Site Auster Tecnologia (A e B); Site Aero Câmera (C); Site Revista Galileu.

Na construção civil vem sendo utilizada nas inspeções de fachadas prediais tornando o processo de vistoria rápido por viabilizar a inspeção de todas as fachadas de um edifício em apenas um dia e eficiente por ser capaz de captar vídeos e imagens ricas em detalhes.

Em maio de 2017 a diretoria colegiada da ANAC aprovou o regulamento especial para utilização de aeronaves não tripuladas, popularmente chamadas de drones. O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94/2017 (RBAC-E nº

94/2017) é complementar às normas de operação de drones estabelecidas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e tem o intuito de tornar viáveis as operações das VANT's, preservando-se a segurança das pessoas e contribuindo para a promoção do desenvolvimento sustentável e seguro para o setor.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

6.1 Amostras

Para o desenvolvimento desse estudo de caso foram selecionados edifícios executados por uma construtora na cidade de Palmas, no estado do Tocantins.

Os edifícios em pauta possuem o mesmo tipo de sistema construtivo (estrutura de concreto armado e fechamentos em alvenarias de vedação em blocos cerâmicos), de idades distintas entre dez meses e cinco anos, cujas fachadas são revestidas somente com revestimento cerâmico.

Tabela 1 – Dados dos edifícios estudados (adaptado de Souza,2018).

	Edifício A	Edifício B	Edifício C
Idade	5 (anos)	5 (anos)	11 (meses)
Ano de entrega	2013	2013	2017
Tipo	Residencial	Residencial	Residencial
Nº de Pavimentos tipo	12	18	18
Subsolo	2	1	1
Térreo	1	1	1
Mezanino	0	0	1
Cobertura	0	0	1
Nº de torres	2	1	1
Acabamento de fachada	Revestimento Cerâmico	Revestimento Cerâmico	Revestimento Cerâmico
Área da fachada (m²)	4.599,72 (cada torre)	5.694,57	7.102,44

6.2 Técnica

6.2.1 Etapa 1: Levantamento das patologias

Realizou-se visita in loco para levantamento das manifestações patológicas das fachadas com inspeção visual, uso de drone modelo asa rotativa similar ao da figura 18, identificação, quantificação e porcentagem de cada patologia incidente sobre cada edifício e no total dos edifícios com auxílio de uma ficha de identificação e quantificação das manifestações patológicas, elaborado e utilizado nesta pesquisa; registro das manifestações patológicas visíveis do edifício num croqui da fachada em questão e registro fotográfico das patologias identificadas.

Figura 18 - Drone Xiaomi Mi Gimbal RC.



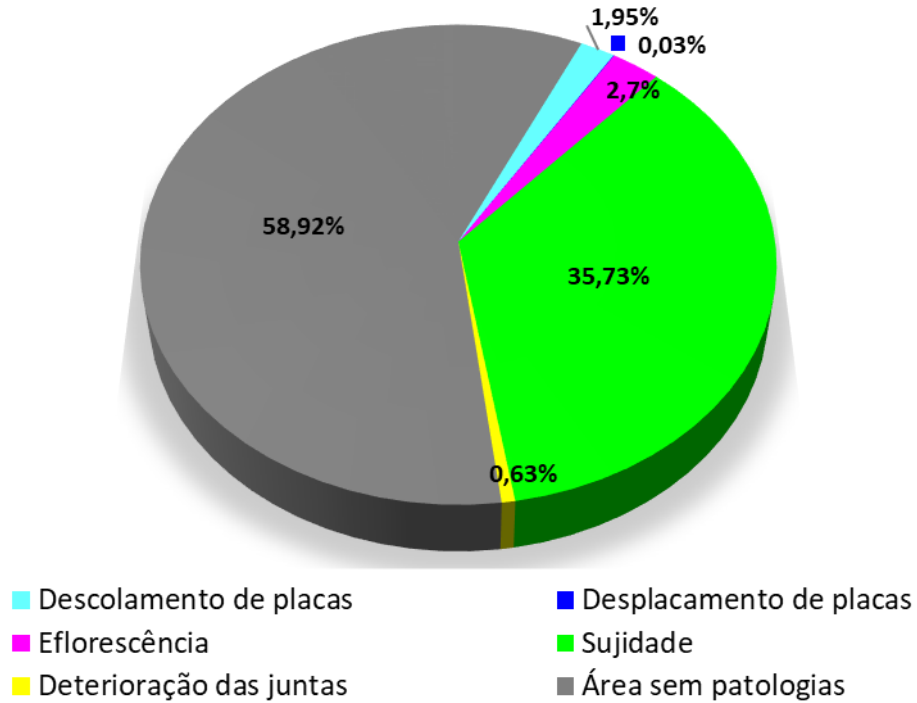
Fonte: Site Flatsome.

Quadro 4 – Ficha de identificação e quantificação das manifestações patológicas dos edifícios em estudo (adaptado Ferreira, Silva e Carvalho Junior, 2010).

Patologias identificadas nas fachadas dos edifícios estudados							
Tipos de Patologias	Edificações						Percentual de Ocorrência Total (%)
	A	Área de fachada comprometida (%)	B	Área de fachada comprometida (%)	C	Área de fachada comprometida (%)	
Descolamento de placas	x	1,95	-	0	-	0	1,95
Desplacamento de placas	x	0,032	x	24,42	-	0	24,452
Eflorescência	x	2,74	x	2,06	x	0,17	4,97
Sujidade	x	35,73	x	40,83	x	0,11	76,67
Trincas e Fissuras	-	0	x	0,0026	-	0	0,0026
Gretamento	-	0	-	0	-	0	0
Deterioração das juntas	x	0,63	-	0	-	0	0,63

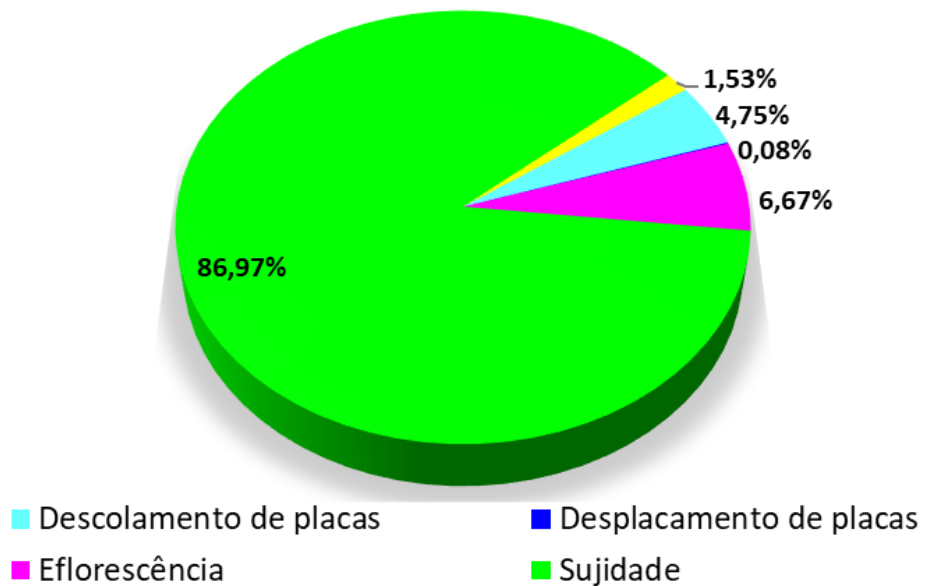
6.2.1.1 Patologias identificadas no edifício A

Figura 19 - Gráfico de relação área total x área com patologias do edifício A.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Figura 20 - Gráfico das manifestações patológicas do edifício A.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Figura 21 - Croqui da fachada oeste, fachada sul, fachada leste e fachada norte do prédio 1.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

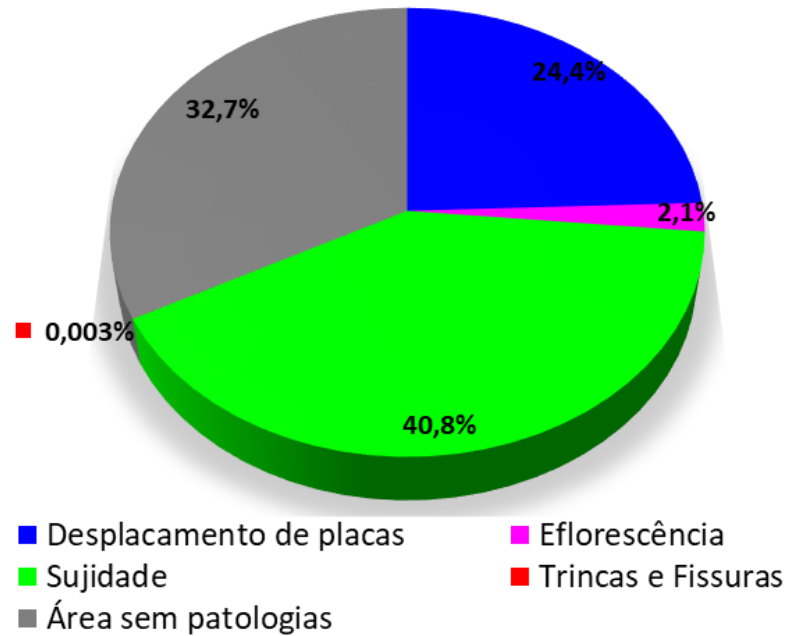
Figura 22 - Croqui da fachada oeste, fachada sul, fachada leste e fachada norte do prédio 2.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

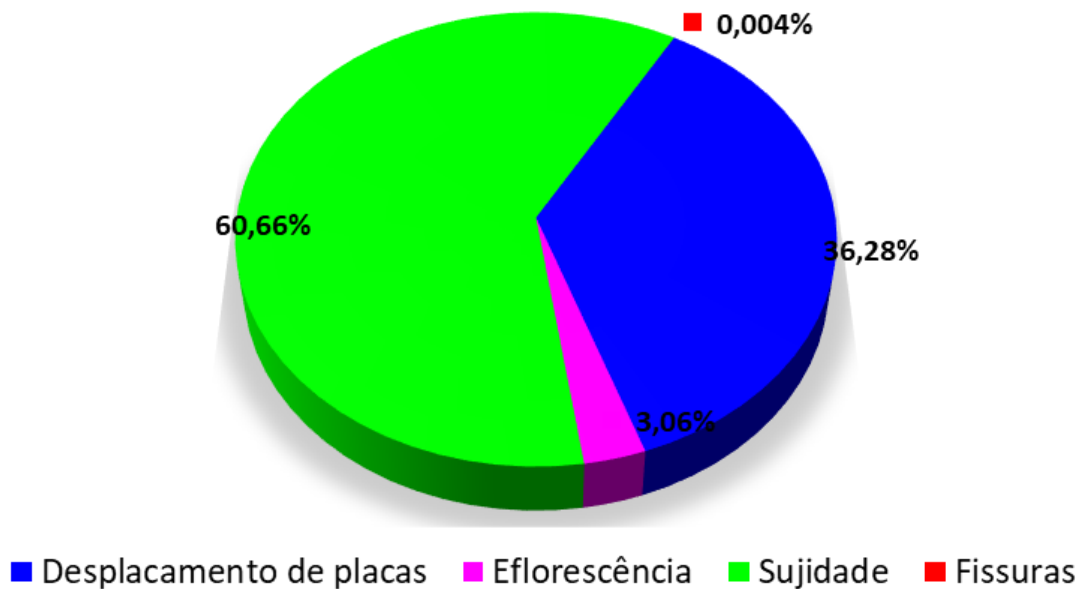
6.2.1.2 Patologias identificadas no edifício B

Figura 23 - Gráfico de relação área total x área com patologias do edifício B.



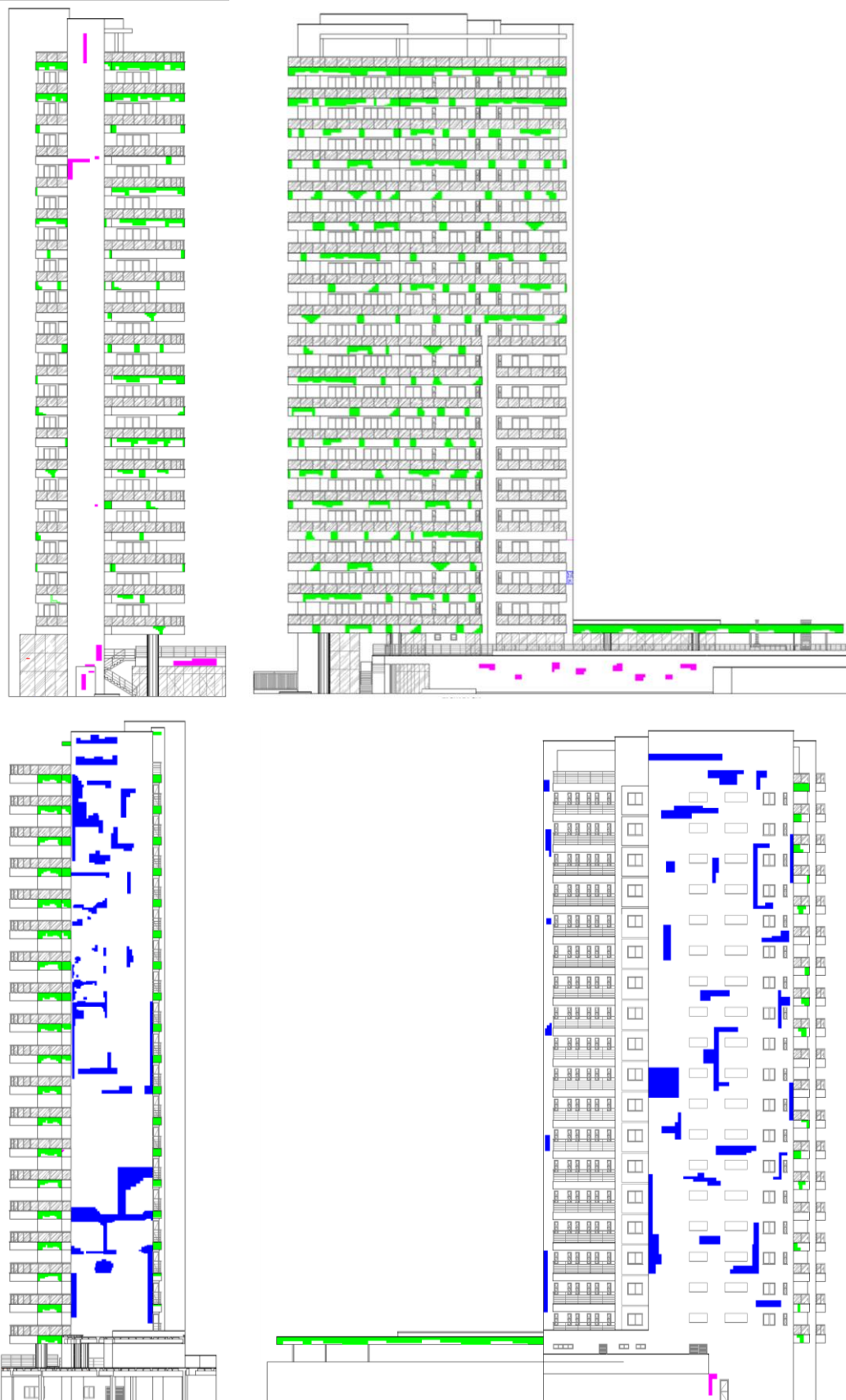
Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Figura 24 - Gráfico das manifestações patológicas do edifício B.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

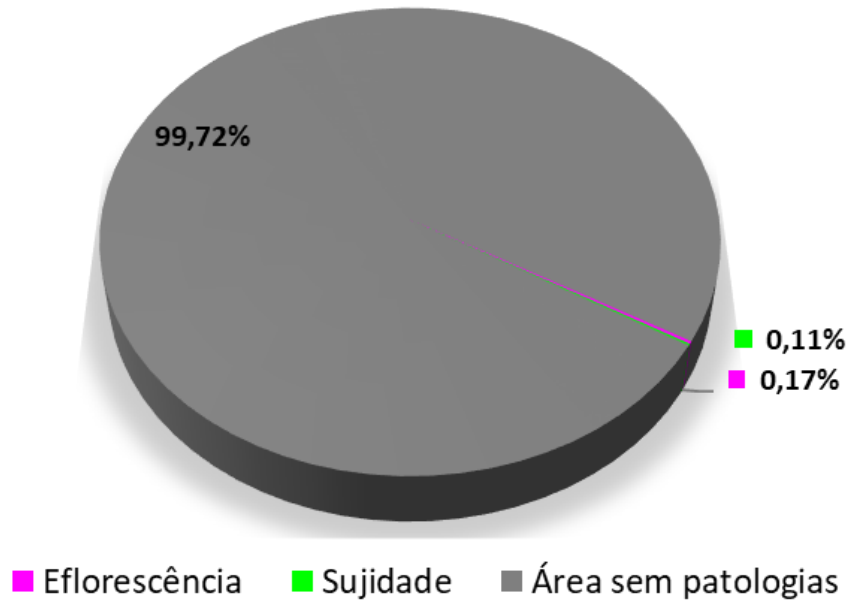
Figura 25 - Croqui da fachada oeste, fachada sul, fachada leste e fachada norte do edifício B.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

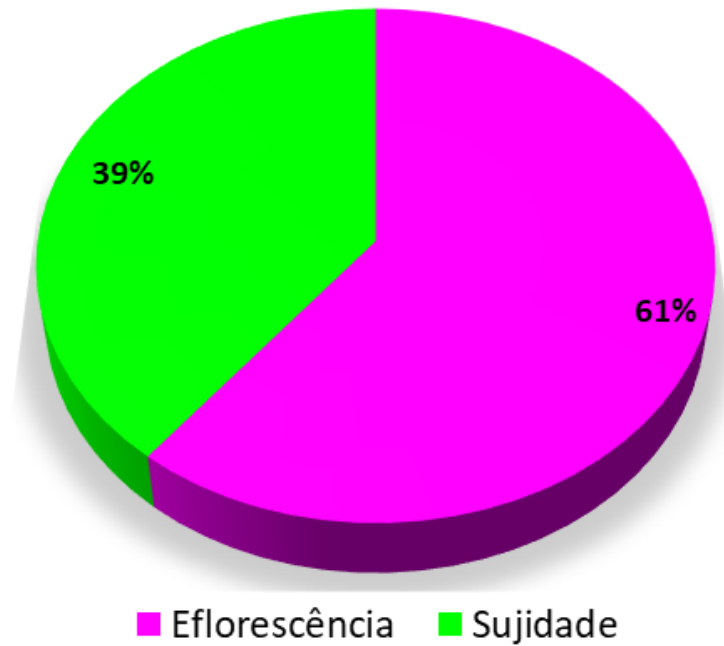
6.2.1.2 Patologias identificadas no edifício B

Figura 26 - Gráfico de relação área total x área com patologias do edifício C.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Figura 27 - Gráfico das manifestações patológicas do edifício C.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Figura 28 - Croqui da fachada oeste, fachada sul, fachada leste e fachada norte do edifício C.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

6.2.2 Etapa 2: Classificação das patologias

Realizou-se a organização dos dados obtidos durante a primeira etapa de forma a direcionar o pesquisador a um diagnóstico provável das manifestações patológicas, classificando-as conforme a região de ocorrência na fachada.

6.2.3 Etapa 3: Catalogação das patologias

Com as patologias já classificadas, realizou-se a catalogação conforme a sua tipologia (ou tipificação). A catalogação proposta se constitui de um conjunto de fichas adaptadas de Santos (2017).

A tipificação se trata da distinção entre as diversas maneiras em que as patologias se manifestam fisicamente no meio (Santos 2017). O processo até se chegar à tipificação se dá com o levantamento das patologias, em seguida a classificação através das regiões da fachada e a catalogação através de fichas.

São utilizadas fichas de catalogação distintas para fissuras e trincas; manchas, bolor e eflorescências; e descolamento ou deslocamento de placas cerâmicas, gretamento e deterioração das juntas.

As definições dos critérios contidos na ficha de catalogação de fissuras estão descritas abaixo (Santos, 2017):

– Caracterização física: trata-se da tipificação da anomalia baseada em critérios que caracterizam a forma física como ela se manifesta. São eles:

Orientação: direção em que se propaga o traçado da fissura, podendo ser horizontal, vertical, inclinada ou ainda, mista, quando possuir uma variação entre os três tipos anteriores.

Configuração: tendência padrão de propagação comum da fissura, podendo ser linear, curvo, em malha ou ainda, composta, quando apresenta mais de um dos tipos anteriores.

Agrupamento: maneira como as fissuras encontram-se agrupadas, podendo estar num padrão bem definido, repetitivo, ou estarem distribuídas de maneira aleatória. Se a fissuração não se enquadrar nestes dois tipos anteriores é porque ela se manifesta de forma isolada.

Largura: comportamento da abertura da fissura conforme o seu comprimento, podendo ser com largura constante ou variável.

Sistema de Revestimento: tipo de sistema de revestimento onde aquela fissura pode se manifestar.

- Origem: Subsistema da fachada em que teve início a fissura, podendo ter iniciado na alvenaria ou no sistema de revestimento.

- Causa primária: a causa inicial e principal que desencadeou a ocorrência da patologia.

- Causas secundárias: causas que por si só não desencadeiam o surgimento da anomalia, mas que aliadas a uma causa primária podem agravar o seu desenvolvimento.

- Possíveis causas e origens: espaço livre para descrição sucinta e específica das possíveis causas e origens das manifestações patológicas.

As definições dos critérios contidos na ficha de catalogação de descolamento ou deslocamento de placas cerâmicas, gretamento e deterioração das juntas estão descritas abaixo (Santos, 2017):

- Caracterização Física: trata-se da etapa que tipifica a patologia, baseada em critérios que caracterizam o aspecto físico de como ela se manifesta.

- Classificação visual: identificação visual do caso em análise conforme o conceito em que ele se aplica de:

Descolamento cerâmico: caracteriza-se pela existência de uma separação de contato entre o revestimento e a sua argamassa de contato, ou seja, pelo afastamento da sua base de ancoragem. Todavia, o descolamento não implica obrigatoriamente na queda imediata do revestimento.

Destacamento cerâmico: é uma falha geralmente posterior ao descolamento, em que ocorre a queda de partes do revestimento.

Ruptura e queda do sistema de revestimento da base: ruptura da aderência do sistema de revestimento (em todas as suas camadas aderidas) em contato com a base.

- Interface de perda de aderência: interface entre as camadas do sistema de revestimento em que se dá a separação de contato.

- Sistema de revestimento cerâmico:

Placa Cerâmica / Argamassa Colante

Argamassa Colante / Substrato

Substrato / Base

– Pré-patologias: patologias primárias ao descolamento, que contribuíram para o seu surgimento e desenvolvimento. Sendo consideradas para o sistema de revestimento cerâmico a fissura, falha de rejunte, manchas ou nenhuma destas; e, para o sistema de revestimento em argamassa a fissura, manchas ou nenhuma destas.

– Extensão:

Localizada: quando se observam deficiências pontuais no sistema de revestimento, convencionando-se, neste trabalho, em uma área de descolamento de até 1,0 m².

Generalizada: Convencionou-se uma área superior a 1,0 m² para descolamentos generalizados. Eles estão normalmente associados à elevada expansão das placas cerâmicas, falta de qualidade do material de colagem, deficiente aplicação ou à incompatibilidade entre as várias camadas do sistema.

– Causa Primária: a causa primitiva e principal que desencadeou a ocorrência da patologia.

– Causas secundárias: causas que por si só não desencadeiam o surgimento da patologia, mas que aliadas a uma causa primária podem agravar o seu desenvolvimento.

– Possíveis causas e origens: espaço livre para descrição sucinta e específica das possíveis causas e origens das manifestações patológicas.

6.3 Catalogação de patologias de fachada

6.3.1 Edifício A

Ficha 1 – Sujidade de fachada

IMAGEM:



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

- Eflorescências
- Sujidade
- Umidade
- Microrganismos
- Vegetação parasitária
- Corrosão
- Alterações cromáticas/Descoloração
- Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Ações Naturais:

Física

1. (0) Nível de exposição solar
2. (1) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (0) Presença de sais
5. (1) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

- 7. (0) Vegetação Parasitária
- 8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

- 1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
- 2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
- 3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
- 4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
- 5. (0) Preparação e estado do suporte
- 6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
- 7. (0) Variações na preparação da argamassa de assentamento (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
- 8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: A água oriunda das chuvas escorre pela fachada em trajetórias preferenciais, absorvendo e carreando as partículas de sujeidade que penetram no meio poroso e se fixam no revestimento. A parte porosa é constituída pela argamassa de rejuntamento, pois a peça cerâmica é de superfície lisa não permitindo a absorção da sujeidade. A ausência de detalhamentos construtivos tal como a pingadeira colabora para o surgimento dessa patologia por permitir que a água escorra pela fachada.

Ficha 2 – Sujidade abaixo de janelas

IMAGEM:**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA**

- Eflorescências
- Sujidade
- Umidade
- Microrganismos
- Vegetação parasitária
- Corrosão
- Alterações cromáticas/Descoloração
- Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Ações Naturais:**Física**

1. (0) Nível de exposição solar
2. (1) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (0) Presença de sais
5. (1) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

7. (0) Vegetação Parasitária
8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
5. (0) Preparação e estado do suporte
6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
7. (0) Variações na preparação da argamassa de assentamento (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: A sujidade abaixo das janelas ocorre devido a execução inadequada da pingadeira do peitoril da janela, possivelmente em sua largura e/ou inclinação e geometria incorreta da pingadeira empregada, que tem a função de impedir que a água escorra pela fachada, na parte inferior do peitoril. A água proveniente das chuvas que incide sobre o peitoril escorre para um mesmo ponto ou ao longo de todo o peitoril causando a sujidade da fachada e até mesmo a deterioração da argamassa de rejuntamento. Com a deterioração do rejunte, a permeabilidade da água é facilitada, tornando o revestimento cerâmico suscetível a deslocamento.

Ficha 3 – Sujidade na parte térrea**IMAGEM:**

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

- Eflorescências
- Sujidade
- Umidade
- Microrganismos
- Vegetação parasitária
- Corrosão
- Alterações cromáticas/Descoloração
- Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Ações Naturais:**Física**

1. (0) Nível de exposição solar
2. (1) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (0) Presença de sais
5. (1) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

7. (0) Vegetação Parasitária
8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
5. (0) Preparação e estado do suporte
6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
7. (0) Variações na preparação da argamassa de assentamento (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: A água oriunda das chuvas e/ou de limpeza respinga no revestimento cerâmico fazendo com que as partículas de sujidade penetrem no meio poroso e se fixam no revestimento. A parte porosa é constituída pela argamassa de rejuntamento, pois a peça cerâmica é de superfície lisa não permitindo a absorção da sujidade. A ausência de detalhamentos construtivos tal como a pingadeira colabora para o surgimento dessa patologia.

Ficha 4 – Eflorescência em junta de dessolidarização

IMAGEM:**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA**

- Eflorescências
- Sujidade
- Umidade
- Microrganismos
- Vegetação parasitária
- Corrosão
- Alterações cromáticas/Descoloração
- Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Ações Naturais:**Física**

1. (1) Nível de exposição solar
2. (0) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (2) Presença de sais
5. (0) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

7. (0) Vegetação Parasitária
8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
5. (0) Preparação e estado do suporte
6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
7. (0) Variações na preparação da argamassa de assentamento (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: Para ocorrer a eflorescência três condições devem ocorrer simultaneamente que são: o teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática, necessária para que a solução migre até a superfície. A eflorescência possivelmente surgiu devido a alguma falha de vedação na junta de dessolidarização permitindo a entrada de água, pois a mesma se localiza abaixo desta.

Ficha 5 – Eflorescência de fachada

IMAGEM:**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA**

- (x) Eflorescências
- () Sujidade
- () Umidade
- () Microrganismos
- () Vegetação parasitária
- () Corrosão
- () Alterações cromáticas/Descoloração
- () Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Ações Naturais:**Física**

1. (1) Nível de exposição solar
2. (0) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (2) Presença de sais
5. (0) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

7. (0) Vegetação Parasitária
8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
5. (0) Preparação e estado do suporte
6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
7. (0) Variações na preparação da argamassa de assentamento (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: Para ocorrer a eflorescência três condições devem ocorrer simultaneamente que são: o teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática, necessária para que a solução migre até a superfície. A eflorescência possivelmente surgiu devido a fissuras na argamassa de rejunte que propiciou a formação da patologia, e se não tratada pode acarretar desagregação do revestimento de fachada devido à pressão exercida na argamassa de assentamento por hidratação e cristalização dos sais.

Ficha 6 – Deterioração de rejunte

IMAGEM:**REVESTIMENTO CERÂMICO****CARACTERIZAÇÃO FÍSICA****Classificação visual:**

- Descolamento cerâmico
- Destacamento cerâmico
- Ruptura e queda do sistema de revestimento da base

Interface de perda de aderência:

- Placa Cerâmica / Argamassa Colante
- Argamassa Colante / Substrato
- Substrato / Base

Pré-patologias:

- Mancha
- Fissura
- Falha de rejunte
- Nenhuma destas

Extensão:

- Localizada
- Generalizada

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Estruturais:

1. Instabilidade da Base

Ações Naturais:

1. Física (efeitos do vento e da chuva, movimentos térmicos/umidade)
2. Química (oxidação, carbonatação, chuva ácida, sais, poluição, etc.)
3. Biológica (vegetação, fungos, insetos, etc.)

Processo (projeto e execução):

1. (2) Ausência ou deterioração de juntas
2. (0) Proximidade de juntas
3. (0) Utilização da argamassa colante com tempo em aberto vencido
4. (0) Assentamento sobre superfície contaminada ou pulverulenta
5. (1) Retração do suporte
6. (0) Espessura e rigidez da argamassa
7. (1) Deficiência nas ligações entre os subsistemas e materiais da fachada
8. (2) Deterioração dos materiais e/ou falta de manutenção
9. (1) Falha de vedação ou defeito que possibilita penetração ou acúmulo de água

Possíveis causas e origens: A deterioração das juntas possivelmente ocorreu devido a deficiência na aplicação de rejunte sendo aplicada apenas superficialmente formando uma capa de espessura reduzida e frágil que pode desagregar-se após algum tempo ou devido a variação térmica ou devido a procedimentos de limpeza e uso de materiais inadequados causando a deterioração da argamassa de rejunte.

Ficha 7 – Desplacamento cerâmico de abertura

IMAGEM:

REVESTIMENTO CERÂMICO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Classificação visual:

- Descolamento cerâmico
- Destacamento cerâmico
- Ruptura e queda do sistema de revestimento da base

Interface de perda de aderência:

- Placa Cerâmica / Argamassa Colante
- Argamassa Colante / Substrato
- Substrato / Base

Pré-patologias:

- Mancha
- Fissura
- Falha de rejunte
- Nenhuma destas

Extensão:

- (x) Localizada
() Generalizada

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

- 0 – Não há relação entre causa e patologia
1 – Causa Secundária
2 – Causa Primária

Estruturais:

1. (0) Instabilidade da Base

Ações Naturais:

1. (1) Física (efeitos do vento e da chuva, movimentos térmicos/umidade)
2. (2) Química (oxidação, carbonatação, chuva ácida, sais, poluição, etc.)
3. (0) Biológica (vegetação, fungos, insetos, etc.)

Processo (projeto e execução):

1. (0) Ausência ou deterioração de juntas
2. (0) Proximidade de juntas
3. (2) Utilização da argamassa colante com tempo em aberto vencido
4. (2) Assentamento sobre superfície contaminada ou pulverulenta
5. (0) Retração do suporte
6. (0) Espessura e rigidez da argamassa
7. (1) Deficiência nas ligações entre os subsistemas e materiais da fachada
8. (0) Deterioração dos materiais e/ou falta de manutenção
9. (0) Falha de vedação ou defeito que possibilita penetração ou acúmulo de água

Possíveis causas e origens: O deslocamento do revestimento cerâmico ocorreu devido à falta de aderência entre o revestimento cerâmico e a argamassa colante possivelmente causada por uso de argamassa de assentamento vencida ou superfície contaminada ou pulverulenta acarretando a baixa resistência mecânica, comprometendo a eficiência do suporte.

Ficha 8 – Descolamento cerâmico de parte térrea

IMAGEM:

REVESTIMENTO CERÂMICO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Classificação visual:

- Descolamento cerâmico
- Destacamento cerâmico
- Ruptura e queda do sistema de revestimento da base

Interface de perda de aderência:

- Placa Cerâmica / Argamassa Colante
- Argamassa Colante / Substrato
- Substrato / Base

Pré-patologias:

- Mancha
- Fissura
- Falha de rejunte
- Nenhuma destas

Extensão:

- Localizada
- Generalizada

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Estruturais:

1. (2) Instabilidade da Base

Ações Naturais:

1. (2) Física (efeitos do vento e da chuva, movimentos térmicos/umidade)
2. (0) Química (oxidação, carbonatação, chuva ácida, sais, poluição, etc.)
3. (0) Biológica (vegetação, fungos, insetos, etc.)

Processo (projeto e execução):

1. (0) Ausência ou deterioração de juntas
2. (0) Proximidade de juntas
3. (0) Utilização da argamassa colante com tempo em aberto vencido
4. (0) Assentamento sobre superfície contaminada ou pulverulenta
5. (2) Retração do suporte
6. (0) Espessura e rigidez da argamassa
7. (1) Deficiência nas ligações entre os subsistemas e materiais da fachada
8. (0) Deterioração dos materiais e/ou falta de manutenção
9. (0) Falha de vedação ou defeito que possibilita penetração ou acúmulo de água

Possíveis causas e origens: A concentração de tensões diferenciais geradas pelo carregamento da estrutura principalmente no primeiro pavimento, juntamente com a ausência da junta de dessolidarização em todo o perímetro piso/fachada necessária para absorver as tensões diferenciais contribuíram para o descolamento do revestimento. As variações higroscópicas e de temperatura possivelmente colaboraram de forma secundária para o surgimento dessa patologia.

6.3.2 Edifício B

Ficha 9 – Manchas em platibanda e sacadas

IMAGEM:**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA**

- Eflorescências
- Sujidade
- Umidade
- Microrganismos
- Vegetação parasitária
- Corrosão
- Alterações cromáticas/Descoloração
- Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:*Pesos atribuídos:**0 – Não há relação entre causa e patologia**1 – Causa Secundária**2 – Causa Primária***Ações Naturais:****Física**

1. (0) Nível de exposição solar
2. (1) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (0) Presença de sais
5. (1) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

7. (0) Vegetação Parasitária
8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
5. (0) Preparação e estado do suporte
6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
7. (0) Variações na preparação da argamassa de assentamento (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: A água proveniente de chuvas e/ou de limpeza dos apartamentos escorre pela fachada em trajetórias preferenciais, absorvendo e carreando as partículas de sujeira que penetram no meio poroso e se fixam no revestimento. A parte porosa é constituída pela argamassa de rejuntamento, pois a peça cerâmica é de superfície lisa não permitindo a absorção da sujeira. A ausência de detalhamentos construtivos colabora para o surgimento dessa patologia por permitir que a água escorra pela fachada.

Ficha 10 – Eflorescência de fachada

IMAGEM:**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA**

- (x) Eflorescências
- () Sujidade
- () Umidade
- () Microrganismos
- () Vegetação parasitária
- () Corrosão
- () Alterações cromáticas/Descoloração
- () Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Ações Naturais:**Física**

1. (1) Nível de exposição solar
2. (0) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (2) Presença de sais
5. (0) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

7. (0) Vegetação Parasitária
8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
5. (0) Preparação e estado do suporte
6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
7. (0) Variações na preparação da argamassa de assentamento (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: Para ocorrer a eflorescência três condições devem ocorrer simultaneamente que são: o teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática, necessária para que a solução migre até a superfície. A eflorescência possivelmente surgiu devido a fissuras na argamassa de rejunte que propiciou a formação da patologia, e se não tratada pode acarretar desagregação do revestimento de fachada devido à pressão exercida na argamassa de assentamento por hidratação e cristalização dos sais.

Ficha 11 – Deslocamento de fachada**IMAGEM:**

REVESTIMENTO CERÂMICO
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA
<p>Classificação visual:</p> <p><input type="checkbox"/> Descolamento cerâmico <input type="checkbox"/> Destacamento cerâmico <input checked="" type="checkbox"/> Ruptura e queda do sistema de revestimento da base</p> <p>Interface de perda de aderência:</p> <p><input type="checkbox"/> Placa Cerâmica / Argamassa Colante <input type="checkbox"/> Argamassa Colante / Substrato <input checked="" type="checkbox"/> Substrato / Base</p> <p>Pré-patologias:</p> <p><input type="checkbox"/> Mancha <input checked="" type="checkbox"/> Fissura <input type="checkbox"/> Falha de rejunte <input type="checkbox"/> Nenhuma destas</p> <p>Extensão:</p> <p><input type="checkbox"/> Localizada <input checked="" type="checkbox"/> Generalizada</p> <p>CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:</p> <p><i>Pesos atribuídos:</i> 0 – Não há relação entre causa e patologia 1 – Causa Secundária 2 – Causa Primária</p> <p>Estruturais:</p> <p>1. (2) Instabilidade da Base</p> <p>Ações Naturais:</p> <p>1. (2) Física (efeitos do vento e da chuva, movimentos térmicos/umidade) 2. (0) Química (oxidação, carbonatação, chuva ácida, sais, poluição, etc.) 3. (0) Biológica (vegetação, fungos, insetos, etc.)</p> <p>Processo (projeto e execução):</p> <p>1. (0) Ausência ou deterioração de juntas 2. (0) Proximidade de juntas 3. (0) Utilização da argamassa colante com tempo em aberto vencido 4. (0) Assentamento sobre superfície contaminada ou pulverulenta 5. (1) Retração do suporte 6. (2) Espessura e rigidez da argamassa 7. (2) Deficiência nas ligações entre os subsistemas e materiais da fachada 8. (0) Deterioração dos materiais e/ou falta de manutenção 9. (0) Falha de vedação ou defeito que possibilita penetração ou acúmulo de água</p> <p>Possíveis causas e origens: De acordo com a norma da ABNT NBR 137449:1996 a espessura ideal de revestimento externo varia entre 2 e 3 cm, quando houver a necessidade de ser mais espessa, deve-se atentar para cuidados especiais de forma a garantir a aderência do revestimento como indicado na ABNT NBR 7200:1982. O revestimento externo foi executado com espessura maior que a máxima especificada em norma e devido a falha da mão de obra a base do revestimento se deslocou em parte das fachadas. Segundo informações do construtor, a base foi executada em duas demãos, a primeira demão foi executada de forma a não permitir que a superfície tivesse a rugosidade necessária para uma boa aderência da segunda demão. Devido à falta de rugosidade entre as demãos combinada com as tensões atuantes e as variações cíclicas de temperatura e umidade com o decorrer do tempo a segunda demão foi se desprendendo da primeira demão fazendo com que o revestimento externo viesse a romper.</p>

Ficha 12 – Fissura em viga

IMAGEM:**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA****Orientação:** Horizontal Inclínada Vertical Mista**Configuração:** Linear Curva Malha Composta**Agrupamento:** Repetitivo/Padrão Fissura Isolada Aleatório**Largura:** Constante Variável**ORIGEM:** Base Sistema de revestimento**CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS***Pesos atribuídos:**0 – Não há relação entre causa e patologia**1 – Causa Secundária**2 – Causa Primária***Estruturais:**

1. (2) Deformação

2. (1) Variação das condições de apoio

Ações Naturais

1. (2) Física (efeitos do vento e da chuva, movimentos térmicos/umidade)

2. (1) Química (oxidação, carbonatação, chuva ácida, sais, poluição, etc.)

3. (0) Biológica (vegetação, fungos, insetos, etc.)

Processo (projeto e execução)

1. (0) Ausência ou subdimensionamento de vergas e contravergas

2. (2) Desrespeito dos tempos de espera entre as camadas do sistema de revestimento

3. (1) Dosagem ou preparo inadequado da argamassa

4. (1) Não detalhamento construtivo

5. (0) Concepção/posicionamento/preenchimento deficiente de juntas
6. (0) Espessura da camada de revestimento
7. (2) Retração
8. (0) Excesso de desempenho da argamassa
9. (1) Deficiência nas ligações entre os subsistemas e materiais da fachada
10. (1) Falhas de aderência entre o revestimento e o substrato
11. (1) Absorção excessiva do suporte

Possíveis causas e origens: A fissura horizontal possivelmente ocorreu devido a junta fria de concretagem que surge por causa da concretagem das peças estruturais em tempos diferentes ou devido a dilatação térmica diferencial das duas peças estruturais que no caso acima é a viga e a laje.

6.3.3 Edifício C

Ficha 13 – Sujidade em fachada

IMAGEM:



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

- Eflorescências
- Sujidade
- Umidade
- Microrganismos
- Vegetação parasitária
- Corrosão
- Alterações cromáticas/Descoloração
- Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Ações Naturais:

Física

1. (0) Nível de exposição solar
2. (1) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (0) Presença de sais
5. (1) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

7. (0) Vegetação Parasitária
8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
5. (0) Preparação e estado do suporte
6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
7. (0) Variações na preparação da argamassa de reboco (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: A água proveniente de chuvas e/ou de limpeza dos apartamentos escorre pela fachada em trajetórias preferenciais, absorvendo e carreando as partículas de sujeira que penetram no meio poroso e se fixam no revestimento. A parte porosa é constituída pela argamassa de rejuntamento, pois a peça cerâmica é de superfície lisa não permitindo a absorção da sujeira. A ausência de detalhamentos construtivos colabora para o surgimento dessa patologia por permitir que a água escorra pela fachada.

Ficha 14 – Eflorescência em fachada

IMAGEM:

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

- (x) Eflorescências
- () Sujidade
- () Umidade
- () Microrganismos
- () Vegetação parasitária
- () Corrosão
- () Alterações cromáticas/Descoloração
- () Grafite

CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:

Pesos atribuídos:

0 – Não há relação entre causa e patologia

1 – Causa Secundária

2 – Causa Primária

Ações Naturais:**Física**

1. (2) Nível de exposição solar
2. (1) Incidência dos ventos predominantes
3. (2) Umedecimento contínuo ou alternado

Química

4. (2) Presença de sais
5. (0) Poluição
6. (0) Oxidação

Biológica

7. (0) Vegetação Parasitária
8. (0) Microrganismos

Processo (projeto e execução) e Utilização:

1. (2) Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos
2. (0) Falhas ou fissuras na fachada
3. (2) Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.)
4. (1) Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.)
5. (0) Preparação e estado do suporte
6. (1) Deficientes ações de manutenção ou sua ausência
7. (0) Variações na preparação da argamassa de reboco (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.)
8. (0) Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)

Possíveis causas e origens: Para ocorrer a eflorescência três condições devem ocorrer simultaneamente que são: o teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática, necessária para que a solução migre até a superfície. A eflorescência possivelmente surgiu devido a fissuras na argamassa de rejunte que propiciou a formação da patologia, e se não tratada pode acarretar desagregação do revestimento de fachada devido à pressão exercida na argamassa de assentamento por hidratação e cristalização dos sais.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

- As manifestações patológicas encontradas nas edificações estudadas foram: eflorescência e sujidade que se manifestaram nos três edifícios estudados, descolamento presente apenas no edifício A, deslocamento incide nos edifícios A e B, fissura apenas no edifício B e deterioração de juntas apenas no edifício A.

- Sujidade foi o dano com maior ocorrência e percebeu-se que quanto maior a idade do edifício, maior sua ocorrência. Maior presença no topo dos edifícios e sacadas, tendo sua possível causa a falta de detalhamentos construtivos que poderiam evitar tal manifestação patológica.

- Os edifícios A e B foram os que apresentaram maior área afetada, suas áreas afetadas foram aproximadamente 41% e 67% respectivamente, restando apenas 59% e 33% respectivamente de área não afetada por nenhum tipo de patologia, a maior incidência de danos nesses edifícios está relacionada com a idade de ambos serem maior que a idade do edifício C, 5 anos e 11 meses respectivamente, o edifício C teve apenas aproximadamente 0,5% de área afetada.

- O uso das fichas de catalogação possibilitou o melhor discernimento da origem e das causas das manifestações patológicas, propiciando um comparativo nos três edifícios se as mesmas manifestações patológicas podiam ter a mesma origem e causa, situação ocorrida na maioria das causas de sujidade e nas causas de eflorescência, onde as causas e origens das manifestações patológicas foram idênticas nos três edifícios.

- Evidenciou-se neste estudo, que todas as manifestações patológicas surgiram devido ao despreparo da mão de obra no processo executivo. Falta de detalhamentos construtivos, erro no processo executivo e desacordo com normas foram as principais causas das manifestações patológicas. Logo, mesmo com a empresa investindo em tecnologias construtivas, as manifestações patológicas não cessarão enquanto o uso dos materiais, das normas e da mão de obra qualificada não forem realizados de maneira correta. Necessitando da empresa melhor conhecimento quanto ao correto uso dos materiais e melhor capacitação dos funcionários para a correta execução.

8 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Replicar o trabalho com auxílio de câmera termográfica na fachada dos edifícios.
- Elaboração de checklist para sistematizar as etapas de projeto e execução minimizando a possibilidade de ocorrência das anomalias
- Elaborar parametrização das técnicas de intervenção para anomalias diagnosticadas.
- Relacionar a direção cardinal com o surgimento e intensidade das anomalias.

9 REFERÊNCIAS

AERO CAMÊRA. **Dirigíveis**. Disponível em: <https://aerocamera.com.br/index.html>. Acesso em: 11 de setembro de 2018.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM E632. **Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of Service Life of Building Component and Materials**, 1998.

ANAC. **Drones**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones>. Acesso em: 11 de setembro de 2018.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília: sistematização da incidência de casos**. 2010. 178 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Brasília. Brasília, 2010.

ARQUITETANDO ESTILOS. **Círculo Cromático**. Disponível em: <http://www.arquitetandoestilos.com/circulo-cromatico/>. Acesso em 10 de setembro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.

_____ **NBR 7200**: Revestimento de paredes e teto de argamassas inorgânicas – Materiais, preparo, aplicação e manutenção – Procedimento, 1982.

_____ **NBR 13749**: Revestimento de paredes e teto de argamassas inorgânicas – Especificações, 1996.

_____ **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

_____ **NBR 15575-2**: Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2008.

AUSTER TECNOLOGIA. **Aeronaves.** Disponível em: <https://www.austertecnologia.com/single-post/2017/05/27/Quais-S%C3%A3o-as-Diferen%C3%A7as-Entre-Aeronaves-Remotamente-Pilotadas-de-Asa-Fixa-e-Multirotores>. Acesso em: 11 de setembro de 2018.

BAUER, R. J. F. **Falhas em revestimentos:** suas causas e sua prevenção. Centro Tecnológico Falcão Bauer, 1996. Disponível em: <[http://200.199.118.135/orse/ esp/ ES00134.pdf](http://200.199.118.135/orse/esp/ES00134.pdf)>. Acesso em: 12 junho 2018.

BAUER, E; BEZERRA, N. M.; CASTRO, E. K. de. **Relatório técnico:n.º 07050058-b.** Laboratório de Ensaio de Materiais, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BORGES, C. A. M.; SABBATINI, F. H. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** São Paulo, BT, PCC, 515.2008. 21p.

CAMPANTE, E. F. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachadas.** 1996. 408p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas.** Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, 2009.

CONSOLI, O. J. **Análise da Durabilidade dos Componentes das Fachadas de Edifícios, Sob a Ótica do Projeto Arquitetônico.** 2006. 208p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CUNHA, L. S. **Avaliação de Edificações com a utilização da Termografia como ensaio não destrutivo – Estudo de caso.** 2016. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – faculdade de tecnologia e ciências sociais aplicadas – FATECS. Brasília, 2016.

EBAH. **Material de Manutenção.** Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAghIEAA/todo-material-manutencao?part=2>. Acesso em: 16 de junho de 2018.

ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, n.14, 2012, Juiz de Fora. **Análise das manifestações patológicas nos revestimentos de fachada de uma construtora em Porto Alegre concluídos entre os anos 2000 e 2005.** Porto Alegre, 2012.

ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, n.7, 2014, Maceió. **Manifestações patológicas encontradas em revestimentos de fachada – entac 2014 – maceió – al.** Maceió, 2014.

FERREIRA, B. B. D.; SILVA, A. de P.; CARVALHO JUNIOR, A. N de. **Tipificação de patologias em revestimento argamassado,** Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 40-43, janeiro, 2010.

FERREIRA, L. G. R.; FERREIRA, L. C. R. **Manutenção de máquinas e equipamentos – Estudo sobre os tipos mais utilizados e sua importância para a minimização de custos e desenvolvimento organizacional,** São Paulo, v.1, n. 1, p 4, março de 2017.

FIGHERA, D. R. **A Efetividade do Projeto de Cidade Ecológica de Palmas-TO, pelos seus espaços verdes.** 2005, 189 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Tocantins, Palmas. 2005.

FILHO, S. A. H. **Contribuição para gestão da manutenção predial para o município de Guaira-SP: Estudo de caso.** 2017. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão e Tecnologia de Sistemas Construtivos de Edificações) – Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2017.

FLATSOME. **Drone**. Disponível em: [Buyhttp://buysnip.com/product/xiaomi-mi-dronewifi-fpv-4k-camera-3-axis-gimbal-rc-quadcopter/](http://buysnip.com/product/xiaomi-mi-dronewifi-fpv-4k-camera-3-axis-gimbal-rc-quadcopter/). Acesso em: 11 de setembro de 2018.

FLIR. **Thermography Cameras**. Disponível em: <https://www.flir.com/products/c2/>. Acesso em 10 setembro de 2018.

FLORES-COLEN, I.; BRITO, J. **Premature stains in façades of recent buildings**. 2nd International Symposium in Lisbon, LNEC, Lisboa, Portugal. 2003.

GARCIA, J. R. R. **Potencialidades da termografia para o diagnóstico de patologias em edifícios**. Dissertação de mestrado, FEUP, PORTO, 2014.

GASPAR, Pedro; BRITO, Jorge de. **Mapping defect sensitivity in external mortar renders**. *Construction and building materials*, v. 19, p. 571-578, 2005. <www.sciencedirect.com>. Acesso em 06 de junho de 2018.

GOMIDE, Tito L. F., PUJADAS, Flávia Z. A., NETO, Jerônimo C. P. F. **Técnicas de inspeção e manutenção predial: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção X valorização patrimonial, análise de risco**. São Paulo, Editora PINI, 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13823: General principles on the design of structures for durability**. *International Organization for Standardization*, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15686-1: Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles**. *International Organization for Standardization*, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15686-2: Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: Service life prediction procedures**. *International Organization for Standardization*, 2012.

JOHN, V. M. **Avaliação da durabilidade de materiais, componentes e edifícios: cálculo do custo global.** In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., Florianópolis: UFSC, 1988.

JOHN, V. M.; SATO, N. M. N. **Durabilidade de componentes da construção.** In: Coletânea Habitare - Construção e Meio Ambiente, Porto Alegre: ANTAC, v. 7, 2006, p. 20-57.

LORDSLEEM JÚNIOR, L. S.; FRANCO, L. S. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação.** Boletim Técnico: BT/PCC/195. São Paulo: EPUSP, 1998, 22p.

MARIO, M. **Uso da termografia como ferramenta não destrutiva para avaliação de manifestações patológicas ocultas.** 2011. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.** 3 ed. São Paulo: IBRACON, 2008, 674p.

MELO, R. R. S de. **Diretrizes para inspeção de segurança em canteiros de obra por meio de imageamento com veículo aéreo não tripulado (VANT).** 2016.160 p. Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade federal da Bahia, Salvador 2016.

MONOGRAFIAS.COM. **NBR 15575. Edificações habitacionais – desempenho. Sistemas hidrossanitários: o ruído nas instalações hidráulicas.** Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos3/nbr-edificacoes-habitacionais-sistemas-hidrossanitarios/nbr-edificacoes-habitacionais-sistemas-hidrossanitarios2.shtml>. Acesso em: 16 de junho de 2018.

MORAIS, A. I. B. **Soluções de Reabilitação de Fachadas com Revestimentos em Ladrilhos Cerâmicos.** Dissertação de mestrado, FEUP, PORTO, 2007.

NASCIMENTO, M. L. M. **Utilização de drone e termografia na detecção de manifestações patológicas em edificações**. 2014. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2014.

PCE MEDIDORES. **Câmeras termográficas**. Disponível em: <http://www.pce-medidores.com.pt/medicoes/camaras-termograficas.htm>. Acesso em 10 de setembro de 2018.

Possan, E.; Demoliner, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: Abordagem geral**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR, n. 1, v. p. 1-2, Out. 2013.

RÊGO, S. R. **Mecanismos de adesão em sistemas cerâmicos aderidos sujeitos à variações térmicas cíclicas**. Tese de doutorado, João Pessoa-PB, 2012.

REVISTA GALILEU. **Tecnologia**. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT212121-17770,00.html>. Acesso em 11 de setembro de 2018.

ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. 2008. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

SANTOS, M. J. B. O. **Catálogo de patologias em fachadas de edifícios residenciais de Brasília**. 2017. 227 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2017.

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.

SOUZA, B. N. **AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO EM SALVADOR-BA.** 2017. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2017.

SOUZA, R.H.F.; ALMEIDA, I. R.; VERÇOSA D. K. **Fachadas Prediais - Considerações sobre o Projeto, os Materiais, a Execução, a Utilização, a Manutenção e a Deterioração**, In: Revista Internacional Construlink. v. 3,nº 8, 2005. 9p.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 1998.

Tecconcursos. **Engenharia Civil e Auditoria de Obras.** Disponível em: <https://www.tecconcursos.com.br/conteudo/questoes/187848>. Acesso em: 14 jun. 2018.

TEIXEIRA, B. de S. **Utilização de termografia para detecção de manifestações patológicas em edificações.** Brasília, n 1, v 1, p 7-10, junho de 2017.

Tipos de Manutenção. Dee. S.d. Disponível em: <http://www.dee.ufrn.br> . Acesso em: 14 de jun. 2018.

TUTIKIN, B.; PACHECO, M.; **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção.** Boletim Técnico, Mérida, n. 17, 2013.

UEMOTO, Kai L. **Patologia: danos causados por eflorescência. Tecnologia de edificações.** In: Tecnologia de edificações. São Paulo: PINI, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT,1988, p. 561-64.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação.** 2015. 159 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

ZANONI, V. A. G. **Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília.** Tese de doutorado, Universidade de Brasília, 2016.

Anexo A – Ficha de catalogação de fissuras (adaptado Santos, 2017).

Ficha 1 - Descrição da possível patologia	
IMAGEM	
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	
Orientação:	
<input type="checkbox"/> Horizontal	<input type="checkbox"/> Vertical
<input type="checkbox"/> Inclinação	<input type="checkbox"/> Mista
Configuração:	
<input type="checkbox"/> Linear	<input type="checkbox"/> Malha
<input type="checkbox"/> Curva	<input type="checkbox"/> Composta
Agrupamento:	
<input type="checkbox"/> Repetitivo/Padrão	<input type="checkbox"/> Aleatório
<input type="checkbox"/> Fissura Isolada	
Largura:	
<input type="checkbox"/> Constante	<input type="checkbox"/> Variável
SISTEMA DE REVESTIMENTO:	
<input type="checkbox"/> Em argamassa	
<input type="checkbox"/> Cerâmico	
ORIGEM:	
<input type="checkbox"/> Base	
<input type="checkbox"/> Sistema de revestimento	
CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS	
<p><i>Pesos atribuídos:</i></p> <p>0 – Não há relação entre causa e patologia</p> <p>1 – Causa Secundária</p> <p>2 – Causa Primária</p> <p>Estruturais:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Deformação</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Variação das condições de apoio</p> <p>Ações Naturais</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Física (efeitos do vento e da chuva, movimentos térmicos/umidade)</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Química (oxidação, carbonatação, chuva ácida, sais, poluição, etc.)</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Biológica (vegetação, fungos, insetos, etc.)</p> <p>Processo (projeto e execução)</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Ausência ou subdimensionamento de vergas e contravergas</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Desrespeito dos tempos de espera entre as camadas do sistema de revestimento</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Dosagem ou preparo inadequado da argamassa</p> <p>4. <input type="checkbox"/> Não detalhamento construtivo</p> <p>5. <input type="checkbox"/> Concepção/posicionamento/preenchimento deficiente de juntas</p> <p>6. <input type="checkbox"/> Espessura da camada de revestimento</p> <p>7. <input type="checkbox"/> Retração</p> <p>8. <input type="checkbox"/> Excesso de desempenho da argamassa</p> <p>9. <input type="checkbox"/> Deficiência nas ligações entre os subsistemas e materiais da fachada</p> <p>10. <input type="checkbox"/> Falhas de aderência entre o revestimento e o substrato</p> <p>11. <input type="checkbox"/> Absorção excessiva do suporte</p>	
Possíveis causas e origens:	

Anexo B – Ficha de catalogação de manchas, bolor e eflorescências (adaptado Santos, 2017).

Ficha 1 - Descrição da possível patologia
IMAGEM
<p>CARACTERIZAÇÃO FÍSICA</p> <p>() Eflorescências () Sujidade () Umidade () Microrganismos () Vegetação parasitária () Corrosão () Alterações cromáticas/Descoloração () Grafite</p>
<p>CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS:</p> <p><i>Pesos atribuídos:</i> 0 – Não há relação entre causa e patologia 1 – Causa Secundária 2 – Causa Primária</p> <p>Ações Naturais:</p> <p>Física</p> <p>1. () Nível de exposição solar 2. () Incidência dos ventos predominantes 3. () Umedecimento contínuo ou alternado</p> <p>Química</p> <p>4. () Presença de sais 5. () Poluição 6. () Oxidação</p> <p>Biológica</p> <p>7. () Vegetação Parasitária 8. () Microrganismos</p> <p>Processo (projeto e execução) e Utilização:</p> <p>1. () Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos 2. () Falhas ou fissuras na fachada 3. () Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.) 4. () Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.) 5. () Preparação e estado do suporte 6. () Deficientes ações de manutenção ou sua ausência 7. () Variações na preparação da argamassa de reboco (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.) 8. () Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)</p>
Possíveis causas e origens:

Anexo C – Ficha de catalogação de descolamento ou deslocamento de placas cerâmicas, gretamento e deterioração das juntas (adaptado Santos, 2017).

Ficha 1 - Descrição da possível patologia
IMAGEM
REVESTIMENTO CERÂMICO
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA
<p>Classificação visual: <input type="checkbox"/> Descolamento cerâmico <input type="checkbox"/> Destacamento cerâmico <input type="checkbox"/> Ruptura e queda do sistema de revestimento da base</p> <p>Interface de perda de aderência: <input type="checkbox"/> Placa Cerâmica / Argamassa Colante <input type="checkbox"/> Argamassa Colante / Substrato <input type="checkbox"/> Substrato / Base</p> <p>Pré-patologias: <input type="checkbox"/> Mancha <input type="checkbox"/> Fissura <input type="checkbox"/> Falha de rejunte <input type="checkbox"/> Nenhuma destas</p> <p>Extensão: <input type="checkbox"/> Localizada <input type="checkbox"/> Generalizada</p>
<p>CAUSAS PRIMÁRIAS/SECUNDÁRIAS: <i>Pesos atribuídos:</i> 0 – Não há relação entre causa e patologia 1 – Causa Secundária 2 – Causa Primária</p> <p>Ações Naturais: Física 1. <input type="checkbox"/> Nível de exposição solar 2. <input type="checkbox"/> Incidência dos ventos predominantes 3. <input type="checkbox"/> Umedecimento contínuo ou alternado</p> <p>Química 4. <input type="checkbox"/> Presença de sais 5. <input type="checkbox"/> Poluição 6. <input type="checkbox"/> Oxidação</p> <p>Biológica 7. <input type="checkbox"/> Vegetação Parasitária 8. <input type="checkbox"/> Microrganismos</p> <p>Processo (projeto e execução) e Utilização: 1. <input type="checkbox"/> Deficiência ou ausência de detalhamentos construtivos 2. <input type="checkbox"/> Falhas ou fissuras na fachada 3. <input type="checkbox"/> Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, etc.) 4. <input type="checkbox"/> Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, etc.) 5. <input type="checkbox"/> Preparação e estado do suporte 6. <input type="checkbox"/> Deficientes ações de manutenção ou sua ausência 7. <input type="checkbox"/> Variações na preparação da argamassa de assentamento (quantidade de água, percentagem de ligante, pigmentos, etc.) 8. <input type="checkbox"/> Ação humana (vandalismo, colocação de aparelhos de ar condicionado, plantações, etc.)</p>
Possíveis causas e origens: