

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**PROPOSTA PARA PADRONIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS  
DIAGNÓSTICAS**

**HUGO TARDELLI TOLLINI**  
**SIRLENO ALVES CARDOSO FILHO**

**ORIENTADOR: CLAUDIO HENRIQUE PEREIRA**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL**

**BRASÍLIA/DF: NOVEMBRO - 2016**  
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**PROPOSTA PARA PADRONIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS  
DIAGNÓSTICAS DE FACHADAS EM EDIFICAÇÕES**

**HUGO TARDELLI TOLLINI  
SIRLENO ALVES CARDOSO FILHO**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Claudio Henrique de A. Feitosa Pereira, Dsc. (ENC-UnB)  
(ORIENTADOR)**

---

**Prof.<sup>a</sup> Eliane Kraus de Castro, Dsc. (ENC-UnB)  
(EXAMINADORA)**

---

**Eng. Waldir Belisário dos Santos Júnior, MSc. (ABCP/DF)  
(EXAMINADOR)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 07 de DEZEMBRO de 2016.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

CARDOSO FILHO, SIRLENO ALVES; TOLLINI, HUGO TARDELLI  
Proposta para Padronização das Ferramentas Diagnósticas [Distrito Federal] 2016.  
vi, 64 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2016)  
Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Manifestações patológicas	2. Engenharia diagnóstica
3. Sistematização de incidência	4. Fachadas
I. ENC/FT/UnB	II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARDOSO FILHO, S. A.; TOLLINI, H. T. (2016) Proposta para Padronização das Ferramentas Diagnósticas. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 56 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Sirleno Alves Cardoso Filho e Hugo Tardelli Tollini

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Proposta para Padronização das Ferramentas Diagnósticas

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2016

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Sirleno Alves Cardoso Filho  
SQN 405, Bloco G Apto 204  
70486070 – Brasília/DF - Brasil

---

Hugo Tardelli Tollini  
SMDB Conjunto 24 Lote 2 Casa C  
71680240 – Brasília/DF - Brasil

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	8
1.1. CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	8
1.2. OBJETIVOS .....	10
1.2.1. Objetivo geral.....	10
1.2.2. Objetivos específicos.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
2.1. CONCEITOS E GENERALIDADES .....	11
2.1.1. Vida Útil .....	11
2.1.2. Desempenho.....	14
2.1.3. Manutenção.....	15
2.1.4. Durabilidade.....	17
2.1.5. Tipos de Degradação .....	18
2.2. BRASÍLIA E SUAS PECULIARIDADES .....	20
2.2.1. Principais tipos de revestimento em Brasília-DF.....	21
2.2.2. Principais manifestações patológicas encontradas em edificações de Brasília ..	21
3. CONCEITOS DE ENGENHARIA DIAGNÓSTICA .....	29
3.1. FERRAMENTAS DIAGNÓSTICAS .....	30
3.1.1. Vistoria em Edificação .....	31
3.1.2. Inspeção em Edificação .....	32
3.1.3. Auditoria em Edificação .....	33
3.1.4. Perícia em Edificação .....	34
3.1.5. Consultoria em Edificação.....	34
3.2. CONCEITOS NECESSÁRIOS PARA A APRESENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DIAGNÓSTICAS.....	35
3.3. OBJETO E OBJETIVO DAS FERRAMENTAS DIGNÓSTICAS .....	40
3.4. REQUISITOS ÀS PERICIAS DE ENGENHARIA .....	40
3.4.1. Requisitos Gerais .....	40
3.4.2. Requisitos Essenciais .....	41
3.4.3. Requisitos complementares .....	41
3.4.4. Casos especiais.....	42
4. ATIVIDADES DE CONSULTORIA DIAGNÓSTICA EM FACHADAS .....	43
4.1. VISTORIA DO LOCAL.....	44
4.2. ANAMNESE DO CASO E LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES .....	45
4.3. INSPEÇÃO GERAL E LOCAL .....	46
4.4. DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÕES GERAIS .....	49
5. PADRONIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DIAGNÓSTICAS.....	51

5.1.	VISTORIA – A CONSTATAÇÃO DOS FATOS .....	51
5.2.	INSPEÇÃO – A ANÁLISE INTERPRETATIVA DOS FATOS .....	52
5.3.	AUDITORIA – A ATESTAÇÃO COMPARATIVA DOS FATOS .....	53
5.4.	PERÍCIA – A APURAÇÃO DOS FATOS .....	54
5.5.	CONSULTORIA – PRESCRIÇÃO TÉCNICA .....	56
6.	CONCLUSÃO.....	58
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Desempenho ao longo do tempo (ABNT NBR 15575-1:2013).....	11
Figura 2.2: Influência das atividades de manutenção no cumprimento dos níveis mínimos aceitáveis (adaptado de Takata et al., 2004) .....	17
Figura 2.3: Fissura em revestimento cerâmico em prédio na Asa Sul .....	23
Figura 2.4: Descolamento de placas cerâmicas em prédio da Asa Norte .....	24
Figura 2.5: Região de deslocamento de elementos cerâmicos (LEM- UnB, arquivo fotográfico).....	25
Figura 2.6: Falha na junta (LEM-UnB, arquivo fotográfico). .....	26
Figura 2.7: Falha de rejunte (LEM-UNB, arquivo fotográfico). .....	27
Figura 2.8: (a) Eflorescências e (b) Manchas nas fachadas com revestimento cerâmico.....	28
Figura 3.1: Hierarquia das Ferramentas Diagnósticas. Fonte: Gomide, 2015. ....	30
Figura 3.2: Fluxograma das ferramentas diagnósticas .....	31
Figura 5.1: Fluxograma da Vistoria .....	51
Figura 5.2: Fluxograma da Inspeção .....	52
Figura 5.3: Fluxograma da Auditoria .....	54
Figura 5.4: Fluxograma da Perícia .....	55
Figura 5.5: Fluxograma da Consultoria .....	57

## RESUMO

Existem dúvidas acerca da elaboração e contratação de ferramentas diagnósticas para edificações e, conseqüentemente, uma necessidade de esclarecê-las. Necessita-se de uma descrição completa, palpável aos interessados na contratação desse tipo de serviço. Esta carência ressalta a importância do desenvolvimento de estudos que visem subsidiar a padronização desses serviços de avaliação das condições de um edifício.

Neste sentido, o objetivo deste estudo consiste em padronizar, de forma descritiva e informativa, a execução e a nomenclatura das ferramentas diagnósticas para esclarecimento de dúvidas e critérios comparativos para o contratante do serviço. O trabalho, como ferramenta de instrução, consiste em contemplar de forma prática e coesa as normas para elaboração de cada ferramenta diagnóstica, as atividades que devem ser seguidas para sua execução, bem como os estudos já realizados na área. Também para o possível contratante, o trabalho aqui desenvolvido visa promover uma padronização das ferramentas e suas atividades, para que ele tenha capacidade de comparar e decidir a proposta que melhor atende a sua necessidade que garanta a vida útil do seu empreendimento.

A partir das análises de referências bibliográficas, e da utilização das normas técnicas existentes, o resultado foi um roteiro de atividades, diagramados para cada ferramenta diagnóstica, juntamente um *checklist*. Assim, usuários podem consultar o presente trabalho para esclarecimento a cerca de manutenção e o roteiro para identificar qual ferramenta diagnóstica necessita quando estiver com determinados problemas em sua edificação.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

A fachada de uma edificação forma a primeira barreira contra os agentes externos agressivos, como insolação, chuva e outros. Para tanto, pode ser constituída por uma camada de revestimento composta por diversos materiais, como argamassa de reboco, cerâmica, pedra natural, porcelanato, metálicos, entre outros. A segurança, a estabilidade e o conforto dos usuários constituem elementos essenciais para projetos das vedações verticais externas, as quais devem apresentar padrões aceitáveis de comportamento frente às solicitações, quer sejam ambientais, biológicas, mecânicas, físicas ou químicas.

A principal função de uma vedação externa consiste em separar o ambiente externo do ambiente interno. Ela deve simultaneamente servir como uma limitação, uma barreira e um filtro seletivo para controlar fatores complexos, muitas vezes conflitantes de forças e de ocorrências, tais como (GOLDBERG, 1998):

- Pressão do vento e resistência a sismos;
- Resistência à movimentação térmica;
- Conservação de energia e controle do fluxo de calor entre o meio interior e exterior;
- Resistência e controle à penetração de chuva;
- Controle da migração do vapor de água e condensação;
- Resistência acústica;
- Resistência e contenção ao fogo;
- Permitir iluminação natural para o ambiente interior;
- Permitir circulação de ar entre o meio interior e exterior;

As vedações verticais são os principais subsistemas que condicionam o desempenho do edifício e ocupam posição estratégica entre os componentes dos edifícios. Mesmo sem função estrutural, as vedações podem atuar como contraventamento de estruturas reticuladas ou até sofrer as ações decorrentes das deformações das estruturas, requerendo-se sempre a análise conjunta do desempenho dos elementos que interagem. Elas possuem como principal função a compartimentação da edificação, proporcionando ao ambiente conforto higrotérmico,

acústico, segurança de utilização frente às ações excepcionais como incêndios e desempenho (ABNT NBR 15575-4:2013).

Segundo Antunes (2010), tem-se verificado a incidência cada vez mais corrente de problemas com origens diversas sobre sistemas de revestimento de fachada. Nesse contexto destaca-se a omissão ou o não seguimento das especificações de projeto de revestimento de fachada; a ausência de elementos construtivos importantes; execução inadequada; e, por fim, a ausência de manutenção.

Em muitos casos, esses problemas comprometem as funções essenciais da fachada: valorização estética, estanqueidade, regularização e acabamento final. A desvalorização estética e consequente econômica do prédio, a não estanqueidade (com aparecimento de fissuras e infiltrações), bem como descolamento e deslocamento cerâmico são exemplos de problemas causados devido ao não cumprimento das funções da fachada pela conta da ocorrência de manifestações patológicas.

Segundo Isaias (2011), a grande maioria das anomalias e manifestações patológicas presentes nas fachadas de edificações apresentam sintomas característicos que permitem ao especialista determinar a sua origem, as causas que conduziram ao seu aparecimento e as consequências que poderão ocorrer caso não sejam devidamente corrigidas. As causas desses problemas envolvem, normalmente, fatores diversos, complexos e de difícil diagnóstico. Portanto, uma estratégia adequada de inspeção e de manutenção proporcionará à fachada um melhor desempenho global em toda a sua vida útil.

A partir desse contexto, do surgimento de manifestações patológicas, falhas e danos que comprometem as funções essenciais das fachadas e o incômodo aos proprietários e/ou usuários da edificação, há uma necessidade da contratação de um serviço para avaliação da fachada. A ferramenta diagnóstica adequada para levantamento e, por vez, solução dessas manifestações, tem sido objeto de estudo de profissionais da construção civil.

A engenharia diagnóstica entra nesse cenário com intuito de garantir a vida útil tanto da estrutura como seus elementos construtivos, através do uso de ferramentas que procuram entender qual o estado da edificação e o que deve ser feito preventivamente para manter o desempenho em um nível aceitável.

Com isso, há uma necessidade de se conhecer as diversas ferramentas diagnósticas e suas atividades, tanto por parte do profissional contratado como dos usuários que o contratam. Assim, o serviço adequado para determinada ocasião pode ser devidamente contratado. Dessa forma, diante da necessidade cada vez mais crescente do mercado de hoje, este trabalho terá como produto final a padronização das ferramentas diagnósticas, exemplificadas em fachadas, com suas respectivas atividades.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo geral**

O objetivo principal desse trabalho será propor a padronização de conceitos e requisitos necessários à elaboração e contratação de ferramentas diagnósticas. Com o intuito de auxiliar os usuários, a presente padronização visa ajudar a identificação de quando e qual ferramenta é necessária para a edificação. Assim, usuários poderão contratar o serviço correto e comparar propostas através do padrão aqui desenvolvido.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

Com o entendimento do objetivo geral do trabalho, são apresentados os seguintes objetivos específicos:

- Discutir sobre conceitos e nomenclaturas existentes na literatura e utilizadas pelo mercado, com intuito de diferenciar os requisitos de perícias, aqui tratados como ferramentas diagnósticas, sob a ótica da Engenharia Legal e norteada pelas normas regulamentadoras;
- Propor uma padronização dos requisitos necessários para as ferramentas diagnósticas, e atividades complementares demandas, visando a uma formatação padrão;
- Descrever um método de Consultoria Diagnóstica para avaliação frente aos problemas incidentes nos sistemas de fachada, que esteja dentro da padronização proposta como forma de validá-la.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CONCEITOS E GENERALIDADES

#### 2.1.1. Vida Útil

A vida útil (VU) é o período de tempo durante o qual o sistema pode ser utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene (ABNT NBR 15575-1: 2013).

A vida útil de projeto (VUP) é o período estimado de tempo em que um sistema é projetado para atender os requisitos de desempenho, desde que cumprido o programa de manutenção previsto no manual de operação, uso e manutenção. Ela orienta a fabricação de elementos e sistemas construtivos e também a previsão do desempenho, contemplando as atividades interventivas de manutenção da edificação (ABNT NBR 15575-1:2013).

A entrada em vigor da norma de desempenho ABNT NBR 15575:2013, nas suas versões de 1 a 6, que trata desde os requisitos gerais de desempenho até o desempenho específico de elementos e componentes do edifício, trouxe o caráter normativo de exigências legais e também novas perspectivas para o avanço em pesquisas que visem elucidar e diminuir patologias dos edifícios para garantir a durabilidade e vida útil exigida.

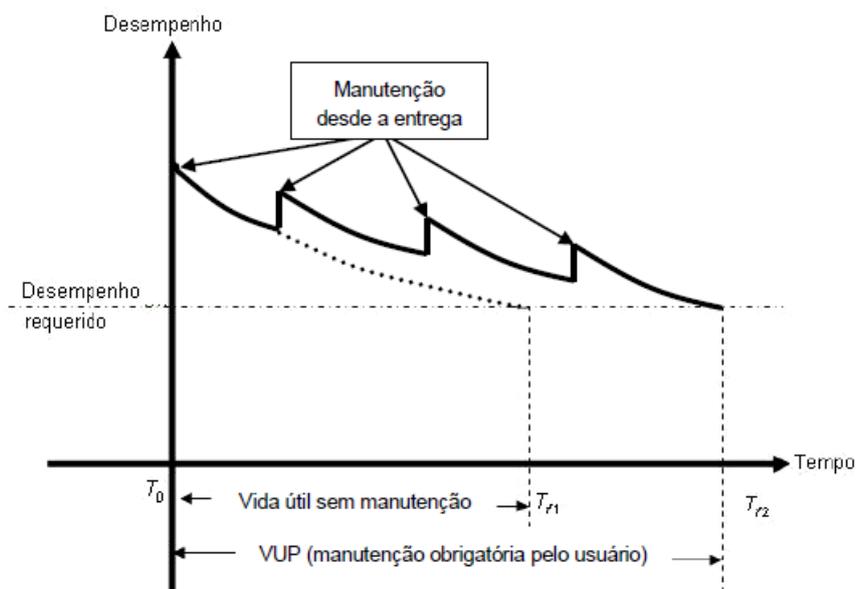


Figura 2.1: Desempenho ao longo do tempo (ABNT NBR 15575-1:2013)

Ainda de acordo com a ABNT NBR 15575-1:2013, o custo global da vida útil de projeto é fator determinante para definição da durabilidade requerida. O estabelecimento da vida útil de projeto se deu em função do processo de otimização do custo global. O ideal do ponto de vista da sociedade é estabelecer a melhor relação custo-benefício. Atualmente, a opção por construções de menor custo, entretanto menos duráveis está necessariamente transferindo o ônus desta escolha para as gerações futuras.

Na Figura 2.1 o autor procura mostrar a relação entre desempenho e o tempo em vida de edifícios. A garantia da vida útil de projeto (VUP) está diretamente relacionada às ações de manutenção. É necessário salientar a importância da realização integral das ações de manutenção pelo usuário, sem as quais há risco da VUP não ser atingida. Por exemplo, um revestimento de fachada em argamassa pintado pode ser projetado para uma VUP de 25 anos, desde que a pintura seja refeita a cada 5 anos, no máximo. Se o usuário não realizar a manutenção prevista, a VU real do revestimento pode ser seriamente comprometida. Sendo assim, as eventuais patologias resultantes podem ter origem no uso inadequado e não necessariamente em uma construção falha (ABNT NBR 15575-1:2013).

Vida útil ainda pode ser interpretada como o período durante o qual o produto atende às necessidades ou exigências do usuário (Tabela 2.1), ou seja, é o tempo, após a instalação de um material ou componente de uma edificação, durante o qual o seu desempenho excede os valores mínimos aceitáveis, quando sofrerem manutenção rotineira.

A vida útil de um edifício é condicionada, não só pela sua estrutura, mas também pelos seus elementos constituintes. Os revestimentos são os elementos mais expostos às condições adversas, constituindo um sistema de proteção da própria estrutura. Devem, por isso, conservar as suas características durante o período de vida útil, de modo a respeitarem os níveis mínimos de desempenho (SILVA, 2009).

**Tabela 2.1:** Exigências do usuário (adaptado da ABNT NBR 15575-1:2013)

<b>Exigências do usuário</b>	<b>Requisitos e critérios</b>
<b>Segurança</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Segurança estrutural</li><li>• Segurança contra o fogo</li><li>• Segurança no uso e na operação.</li></ul>
<b>Habitabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estanqueidade</li><li>• Conforto térmico</li><li>• Conforto acústico</li><li>• Conforto lumínico</li><li>• Saúde, higiene e qualidade do ar</li><li>• Funcionalidade e acessibilidade</li><li>• Conforto tátil e antropodinâmico.</li></ul>
<b>Sustentabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Durabilidade</li><li>• Manutenibilidade</li><li>• Impacto ambiental.</li></ul>

Torna-se assim imperioso que, durante o processo construtivo, opte-se por soluções visando à qualidade e durabilidade da construção, de modo a prolongar a sua vida útil. Por sua vez, a manutenção adequada representa uma melhoria no desempenho dos revestimentos.

Muitas vezes o conceito de vida útil é confundido com o de durabilidade, levando a utilização incorreta dos termos. Silva (2009) considera que a vida útil é a quantificação da durabilidade, e esta, por sua vez, é uma propriedade que apresenta característica de qualidade da estrutura, obtida desde que atenda às exigências da Tabela 2.1. Assim sendo, é cada vez mais importante que se projete e se construa tendo em vista critérios de durabilidade, procedendo a uma manutenção periódica e eficaz para, desse modo, prolongar a vida útil das construções.

Branco (2006) afirma que os componentes do edifício, como é o caso dos revestimentos, possui, em geral, uma vida útil inferior à vida útil global, devendo por isso ser sujeitos a obras de manutenção durante a fase de serviço. É de fato defendido por autores como Flores (2002) e Donca *et al* (2007) que a existência de manutenção regular prolonga o período de vida útil das construções.

Consoli (2006) complementa que a vida útil, a durabilidade e a permanência da estética das fachadas estão ligadas à permanência da qualidade de seus componentes que, por um determinado período de tempo, devem atender às solicitações em níveis estabelecidos como adequados. Tais solicitações não se restringem apenas às questões da habitabilidade, pois edificações com patologias precoces e em especial nas fachadas tendem a diminuir a autoestima dos seus moradores, além de depreciar substancialmente o valor do bem, ou forçar a antecipação do processo de manutenção para o qual, por vezes, são despendidos valores vultosos.

### **2.1.2. Desempenho**

A ABNT NBR 15575-1:2013 define desempenho como a capacidade de atendimento das necessidades dos usuários da edificação quanto à saúde, conforto, adequação ao uso e economia. A manutenção de edificações visa preservar ou recuperar os serviços realizados para prevenir ou corrigir a perda de desempenho decorrente da deterioração dos seus componentes ou de atualizações nas necessidades dos seus usuários.

Esta norma prevê ainda um planejamento dos serviços de manutenção, definidos em planos de curto, médio e longos prazos, de maneira a:

- a) Coordenar os serviços de manutenção para reduzir a necessidade de sucessivas intervenções;
- b) Minimizar a interferência dos serviços de manutenção no uso da edificação e a interferência dos usuários sobre a execução dos serviços de manutenção;
- c) Aperfeiçoar o aproveitamento de recursos humanos, financeiros e equipamentos.

Em função das necessidades básicas de segurança, saúde, higiene e de economia para os diferentes sistemas, a ABNT NBR 15575-1:2013 estabelece os níveis de desempenho mínimos (M) que são obrigatórios para o atendimento de cada requisito. Considera-se também a análise do projeto e, ainda, a possibilidade de melhoria da qualidade da edificação com uma análise de valor da relação custo-benefício dos sistemas. Ademais, ela delimita o nível de desempenho superior (S), estabelecendo um limite de exigência para atendimento de desempenho, conforme mostra a Tabela 2.2.

A presença dos requisitos mínimos de desempenho para os empreendimentos somados a indicadores na avaliação da conformidade de produtos e processos com a qualidade especificada na fase de produção e utilização contribui para a prevenção de manifestações patológicas e, por consequência, com a consolidação de técnicas construtivas adequadas e produtivas visando a uma maior durabilidade das edificações (ANTUNES, 2009).

**Tabela 2.2:** Vida útil de projeto e níveis de desempenho mínimo (M) e superior (S) de sistema de revestimento (adaptado da ABNT NBR 15575-1:2013)

Sistemas, elementos ou componentes	VUP (Anos)	
	M	S
Paredes de vedação externas, painéis de fachada, fachadas-cortina.	≥ 40	≥ 60
Revestimento de fachada aderido e não aderido - Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobre muros.	≥ 20	≥ 30
Componentes de juntas e rejuntamentos; mata-juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate.	≥ 4	≥ 6
Janelas (componentes fixos e móveis), portas-balcão, gradis, grades de proteção, cobogós, brises. Inclusos complementos de acabamento como peitoris, soleiras, pingadeiras e ferragens de manobra e fechamento.	≥ 20	≥ 30

### 2.1.3. Manutenção

A manutenção compreende um conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e suas partes constituintes de atender às necessidades e segurança dos seus usuários (ABNT NBR 15575-1:2013). Todas as informações necessárias para orientar as atividades de operação, uso e manutenção da edificação estabelecida pela ABNT NBR 14037:2011 devem ser fornecidas pelos construtores aos usuários através de um documento em forma de manual de uso, operação e manutenção, que tem por finalidade:

- a) informar aos usuários as características técnicas da edificação construída;
- b) descrever procedimentos recomendáveis para o melhor aproveitamento da edificação;
- c) orientar os usuários para a realização das atividades de manutenção;
- d) prevenir a ocorrência de falhas e acidentes decorrentes de uso inadequado;
- e) contribuir para o aumento da durabilidade da edificação.

Os estudos sobre durabilidade iniciaram-se há muitos anos nos países desenvolvidos tendo como motivação o desempenho econômico das edificações e o planejamento das manutenções, somando-se a este contexto a redução de impactos ambientais oferecidas por edificações duráveis (CONSOLI, 2006).

Os revestimentos são os elementos do edifício sujeitos ao maior número de fatores de degradação e onde estes fatores atuam em primeiro lugar. Deste modo, a vida útil de um edifício encontra-se diretamente relacionada com a manutenção do desempenho do revestimento acima dos níveis mínimos exigíveis (LAYZELL; LEDBETTER, 1998).

Gaspar e Brito (2005) enfatizam que o adequado diagnóstico do estado de conservação dos elementos de fachada e o seu prognóstico de comportamento servem para auxiliar projetistas e usuários a conceber edificações e estratégias de manutenção que permitam incrementar a durabilidade desses componentes. Assim, entende-se que o acerto na investigação da edificação é um elemento chave para a condução adequada dos serviços de manutenção, devendo-se, apenas após a definição das necessidades, buscar alternativas de intervenção o menos onerosas e traumáticas possíveis.

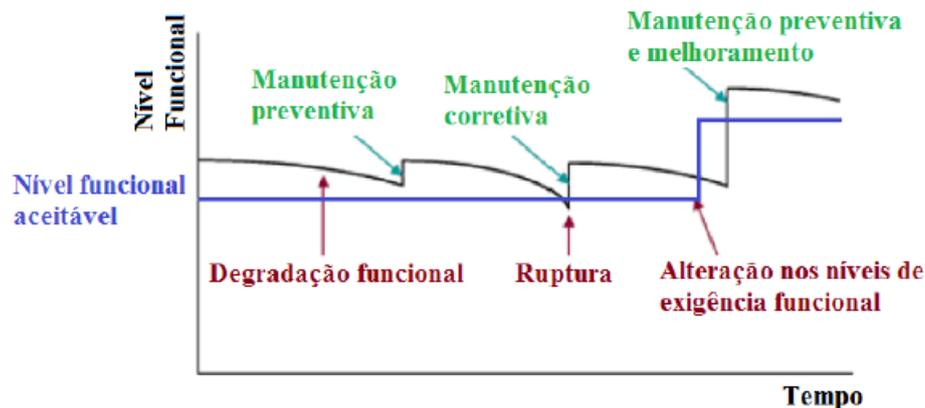
Para Paulo *et al.* (2011), o gerenciamento de um edifício ao longo do seu ciclo de vida exige o planejamento de ações de manutenção preventiva antes que eles sejam realmente necessários. Para atingir esse nível de planejamento, é vital saber a vida útil dos materiais e componentes integrados nos edifícios.

Neste contexto, Lopes (2005) enfatiza que a manutenção de edifícios assume-se, assim, como um fator incontornável para valorização e qualificação do parque edificado, dos espaços circundantes, do bem-estar dos cidadãos e da economia.

Takata *et al.* (2004) afirmam que muitas vezes a manutenção é vista como uma ferramenta para resolver problemas. Os autores defendem, ainda, que esta influi significativamente no ciclo de vida dos edifícios (Fig. 2.2), sendo necessária perante duas situações distintas:

- a) alteração das condições do edifício devido a deterioração - vida útil física;
- b) alteração das exigências da sociedade - vida útil funcional.

Dessa maneira, pode-se observar que as atividades de manutenções devem ser previstas de maneira a garantir os níveis de funcionalidade adequada dos sistemas.



**Figura 2.2:** Influência das atividades de manutenção no cumprimento dos níveis mínimos aceitáveis (adaptado de Takata et al., 2004)

Para Flores (2002), as operações de manutenção afetam o comportamento dos elementos ao longo do tempo, alterando os modelos de degradação (originando eventuais acréscimos de desempenho), os valores das vidas úteis e, por conseguinte, os custos de manutenção.

#### 2.1.4. Durabilidade

A durabilidade, enquanto propriedade de qualidade do edifício, pode ser conceituada como a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas. (ABNT NBR 15575-1:2013)

A durabilidade dos sistemas que compõem o edifício habitacional está ligada à agressividade do meio ambiente, às propriedades inerentes dos elementos e de seus componentes e à interação entre ambos ao longo do tempo. Ensaio que buscam espelhar a durabilidade ao longo do tempo são objeto de estudos e pesquisas, existindo alguns ensaios consagrados pelo uso e que, por via de regra, são específicos para determinados sistemas.

A durabilidade do edifício e de seus sistemas é uma exigência econômica do usuário, pois está diretamente associada ao custo global do bem imóvel. A durabilidade de um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela

degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional. (ABNT NBR 15575-1:2013)

Complementando o conceito de durabilidade, a ASTM E-632-82:1996 a define como a capacidade de um produto, componente, montagem ou construção de se manter em serviço ou utilização, ou ainda, a capacidade deste em desempenhar as funções para o qual foi projetado durante determinado período. A durabilidade pode ser expressa em função do tempo em vida ou em função da capacidade de resistência a agentes que levam o edifício à deterioração.

A durabilidade para Flores-Colen e Brito (2003) pode ser representada por diversos modelos de degradação que podem expressar a durabilidade, sendo que, para representarem de maneira confiável o comportamento do elemento ao longo do tempo, devem ser baseados na análise dos mecanismos de todos os agentes que interferem na degradação, recorrendo a inspeções, modelações teóricas ou a ensaios laboratoriais e de campo. Os autores afirmam ainda que estes modelos, desde que devidamente ajustados, permitem elaborar um planejamento econômico em longo prazo possibilitando estimar a vida útil remanescente do elemento estudado.

Neste contexto, Consoli (2006) complementa que a durabilidade de edifícios pode ser expressa em tempo de vida (anos) ou em função da capacidade de resistência a agentes que normalmente afetam o desempenho durante o tempo de uso.

O método de avaliação é a análise do projeto. Os sistemas do edifício devem ser adequadamente detalhados e especificados em projeto, de modo a possibilitar a avaliação da sua vida útil. É desejável conhecer as especificações dos elementos e componentes empregados de modo que possa ser avaliada a sua adequabilidade de uso.

#### **2.1.5. Tipos de Degradação**

A falha é um problema decorrente de erros ou de omissões no processo construtivo. Existem falhas oriundas na especificação e outras no processo de execução. As falhas nas especificações podem ser de projeto, de normas ou até mesmo inerentes às propriedades dos materiais. Falhas derivadas do processo de execução ocorrem quando há incompatibilidade

entre o que é previsto nas especificações e a forma efetiva de execução, como aplicação de elevada espessura de emboço, omissão de cura, etc.

O dano ocorre a partir do momento em que o sistema sofre uma queda no seu desempenho a nível crítico. É o defeito manifestado, com causas de ordem natural ou intrínseca que afetam a qualidade do sistema, normalmente é uma alteração que diminui o valor do objeto, como por exemplo, o deslocamento de peças cerâmicas numa fachada.

Uma falha não implica necessariamente na origem de um dano. Por vezes, se faz necessário o acúmulo de muitas falhas pra que enfim, se manifeste um determinado dano ao sistema.

Manifestações patológicas são segundo Campante (2001), 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.

Pedro *et al* (2002) classificam as patologias em função de suas origens em:

- a) Congênitas - originárias da fase de projeto, em função da não observância das Normas Técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos.
- b) Construtivas - têm origem relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças.
- c) Adquiridas - 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 decorrentes da ação humana, em função de manutenção inadequada ou realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico.
- d) Acidentais – caracterizam-se pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal, recalques e, até mesmo incêndio. Sua ação provoca esforços de natureza

imprevisível, especialmente na camada de base e sobre os rejuntes, quando não atinge até mesmo as peças, provocando movimentações que irão desencadear processos patológicos em cadeia.

A manifestação patológica em revestimento de fachada nunca é atribuída a uma única causa, geralmente é resultante da combinação de inúmeras variáveis como (PEDRO *et al.*, 2002):

- Falhas dos materiais;
- Falhas na especificação;
- Falhas decorrentes do processo executivo;
- Deformação higroscópica;
- Deformação térmica;
- Deformações estruturais;

As manifestações patológicas que surgem nos sistemas de revestimento, apesar de se manifestarem em alguns componentes específicos, podem ou não ser originários nos mesmos. É possível que eles estejam vinculados a danos ou falhas decorrentes de outros elementos da edificação cujo contato íntimo ou não com os mesmos foi capaz de promover a propagação do dano.

## **2.2. BRASÍLIA E SUAS PECULIARIDADES**

Para o desenvolvimento deste trabalho, focou-se na cidade de Brasília, no Distrito Federal. A cidade é capital do Brasil, inaugurada em 21 de abril de 1960, e o primeiro núcleo urbano construído no século XX considerado Patrimônio Histórico da Humanidade pelo Comitê do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, em dezembro de 1987.

Brasília foi tombada 30 anos após sua fundação e assim ampliaram-se as questões referentes à preservação do patrimônio no movimento moderno. Antes do tombamento, para viabilização da candidatura, o governador da época assina o decreto 10829 de 14 de outubro de 1987, criando um regulamento de preservação do Plano Piloto. O decreto asseguraria a manutenção do projeto original de Lucio Costa, pela preservação das características essenciais de quatro

escalas distintas que traduziriam a concepção urbana original da cidade: a monumental, a residencial, a gregária e a bucólica.

A Escala Residencial, mais importante ao presente trabalho, diz respeito as superquadras dispostas ao longo do eixo rodoviário-residencial. Grande elemento inovador de Brasília com relação às demais cidades brasileiras, as superquadras eram também o objeto de maior crítica e pressão de setores da sociedade, notadamente os empreendedores imobiliários, contra a baixa densidade e o gabarito reduzido e uniforme. Com onze prédios – em sua maioria - em lâmina, respeitando o gabarito de seis pavimentos e o pavimento térreo vazado, (pilotis) as criticadas superquadras das Asas Norte e Sul são o espaço amostral do presente trabalho.

### **2.2.1. Principais tipos de revestimento em Brasília-DF**

Almeida (1994) efetuou um levantamento da evolução do processo construtivo de edifícios da cidade de Brasília. Até o final da década de 70, o assentamento de placas cerâmicas era feito com argamassa convencional rodada em obra, sem aditivos, com alto consumo de cimento e elevada porosidade. As peças cerâmicas eram imersas em água, antes de sua aplicação, de maneira a reduzir a perda de água por sucção para o substrato e para o ambiente por evaporação. A argamassa, conhecida como “bolão”, possuía espessura média em torno de 20mm.

Na década de 80 os construtores passaram a adotar a argamassa colante na execução dos revestimentos com acabamento em peças cerâmicas. Nas décadas de 80 e 90 também foram utilizadas argamassas (cimento/saibro/areia) pré-misturadas nas centrais para aplicação no emboço. Em Brasília, nos períodos compreendidos entre 1995 e 2000, o saibro passou a ser substituído pelo uso da cal (ALMEIDA, 1994; ANTUNES, 2010).

### **2.2.2. Principais manifestações patológicas encontradas em edificações de Brasília**

Antunes (2010) e Silva (2014), ao estudar manifestações patológicas na cidade de Brasília para edifícios de várias idades, verificaram que os problemas mais recorrentes em fachadas são:

- Descolamento e deslocamento de placas cerâmicas;
- Fissuração;
- Falha de rejunte;
- Falha de vedação;
- Eflorescências.

Antunes (2010) conclui que descolamento de peças cerâmicas foi o dano com maior ocorrência em todos os edifícios estudados, com incidência mais elevada na região de paredes contínuas. Ela também ordena a incidência de danos em regiões tipificadas da fachada em ordem de incidência: 1º em torno das aberturas, 2º sobre paredes contínuas, 3º acerca das juntas, 4º nos cantos e extremidades, 5º na transição entre os pavimentos, 6º no topo, 7º em sacadas e 8º próximo ao nível do solo.

Silva (2014) mostra um comportamento de degradação bastante diferenciado quando analisado em função das orientações das fachadas. Os resultados mostraram duas faixas definidas: uma nas orientações Oeste e Norte e outra nas orientações Leste e Sul. Sua pesquisa mostrou que degradações são mais elevadas nas orientações Oeste e Norte no caso de Brasília.

#### **i. Fissuras e trincas**

As fissuras (Figura 2.10) em edificações são manifestações patológicas decorrentes dos mecanismos de alívio de tensões pelas alterações dimensionais, deslocamentos e variações de volume ao longo do período em serviço, podendo ser decorrentes de processos físicos, mecânicos ou químicos (CARASEK, 2007). Na maioria das vezes o problema não está no revestimento, mas na base sobre a qual o mesmo foi aplicado.



**Figura 2.3:** Fissura em revestimento cerâmico em prédio na Asa Sul

As ocorrências de fissuras ou descolamentos nas fachadas são consideradas toleráveis caso atendam às seguintes características, conforme o local do aparecimento (ABNT NBR 15575-4:2013):

- ✓ Fissuras no corpo das fachadas, descolamentos entre placas de revestimento e outros seccionamentos do gênero, desde que não sejam detectáveis a olho nu por um observador posicionado a 1,00 m da superfície do elemento em análise, num cone visual com ângulo igual ou inferior a 60°, sob iluminação natural em dia sem nebulosidade;
- ✓ Descolamentos localizados de revestimentos, detectáveis visualmente ou por exame de percussão (som cavo), desde que não impliquem em descontinuidades ou risco de projeção de material, não ultrapassando área individual de 0,10m<sup>2</sup> ou área total correspondente a 5% do pano de fachada em análise.

## **ii. Descolamento**

O deslocamento (perda de aderência) pode ser entendido como um processo em que ocorrem falhas ou ruptura na interface dos componentes cerâmicos com a camada de fixação ou na interface desta com o substrato, devido as tensões surgidas ultrapassarem a capacidade de

aderência das ligações. Os sintomas podem ser observados, inicialmente, a partir da repercussão de um som oco em alguns componentes, seguido do descolamento dos mesmos (Figura 2.11), podendo ocorrer, eventualmente, o descolamento imediato (SABBATINI e BARROS, 2001).



**Figura 2.4:** Descolamento de placas cerâmicas em prédio da Asa Norte

Os descolamentos podem apresentar extensão variável, sendo que a perda de aderência pode ocorrer de diversas maneiras: por empolamento, em placas, ou com pulverulência. As causas destes problemas são (BAUER, 1987):

- ✓ Instabilidade do suporte, devido à acomodação do edifício como um todo;
- ✓ Deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado, deformações por variações de temperatura;
- ✓ Ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de dessolidarização);
- ✓ Imperícia ou negligência da mão de obra na execução e/ou controle dos serviços (assentadores, mestres e engenheiros);

- ✓ Utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido; assentamento sobre superfície contaminada.

### iii. Deslocamento

A manifestação patológica mais avaliada e que apresenta maior risco é o deslocamento de elementos cerâmicos (Figura 2.12). Esta manifestação pode ser considerada a mais perigosa por causar danos à integridade física e material (LUZ, 2004).

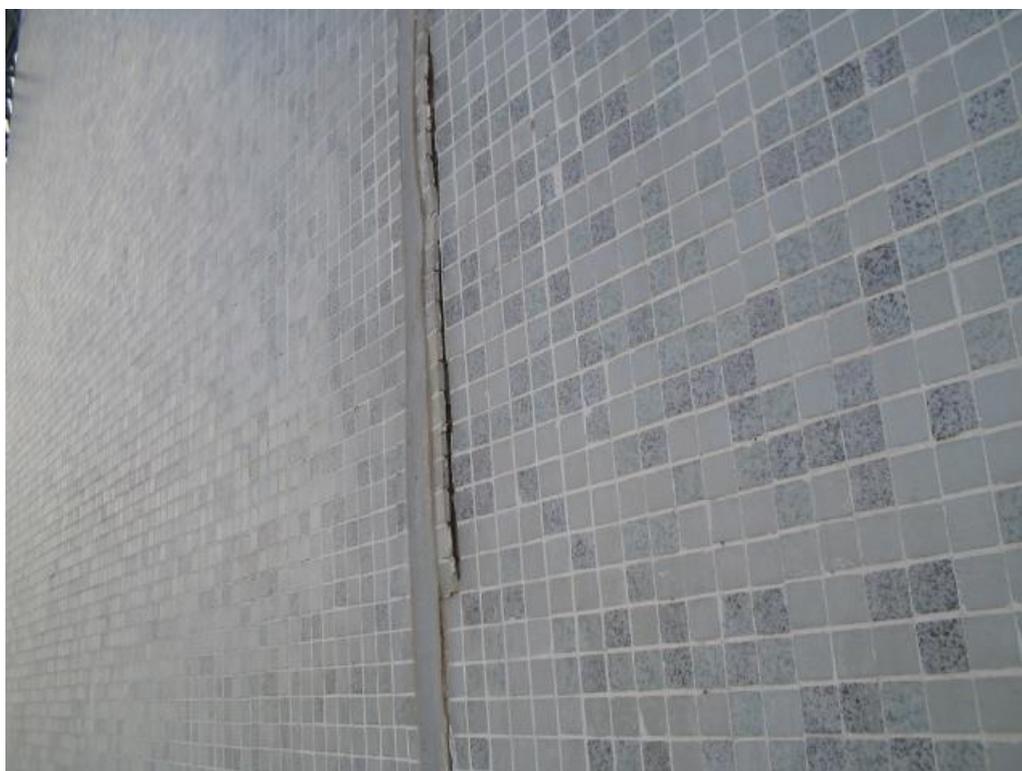


**Figura 2.5:** Região de deslocamento de elementos cerâmicos (LEM- UnB, arquivo fotográfico).

As causas das patologias de deslocamento são diversas, abrangendo projeto, execução, materiais e mão de obra. No entanto, na maioria das vezes, um problema não é causado por um único fator, mas pela interação de diversos aspectos atuando simultaneamente. Neste contexto Fiorito (1994) destaca que as prováveis causas do deslocamento são a falta de aderência entre as camadas, a expansão da cerâmica em virtude da umidade, a retração excessiva da argamassa e, sobretudo, o aparecimento de tensões cíclicas decorrentes do efeito térmico que pode levar o sistema de revestimento cerâmico à ruptura por fadiga (BARBOSA, 2013).

#### iv. Falhas nas juntas

A deterioração das juntas de assentamento (Figura 2.13) pode ocorrer entre outras razões devido a impactos nas regiões de encontro especialmente com as esquadrias; pela ação das intempéries (insolação, ação da água) (SARAIVA, 1998); 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 implicar em fissuração e posterior queda do rejunte da fachada.



**Figura 2.6:** Falha na junta (LEM-UnB, arquivo fotográfico).

As falhas que ocorrem entre as placas cerâmicas facilitam a passagem de água, podendo comprometer o desempenho do rejunte, que deixa de cumprir suas funções (aliviar tensões e garantir estanqueidade do revestimento). Para prevenir a ocorrência de falhas nas juntas faz-se necessário atender às características geométricas previstas em projeto, exercer controle durante a execução das juntas, escolher corretamente os materiais de preenchimento, além de cumprir às orientações e exigências das normas vigentes.

#### v. Falhas de rejuntamento

A falha de rejuntamento entre as peças cerâmicas ocorre pela ausência ou deterioração do rejunte nas juntas entre as peças (Figura 2.14). A função do rejunte consiste na impermeabilização do revestimento, evitando a penetração de água para as camadas internas da fachada (Bauer *et al.*, 2006).

Muitas vezes, pela ação das intempéries (sol, chuva) o rejunte fissa e cai da fachada. Outras, vezes, em regiões de encontro principalmente com as esquadrias, o mesmo é deteriorado por impactos, manutenção de janelas ou ainda pela corrosão metálica das esquadrias. Assim é, que surgem falhas que se caracterizam por aberturas por onde a água penetra, gerando principalmente patologias de infiltração no apartamento.



**Figura 2.7:** Falha de rejunte (LEM-UNB, arquivo fotográfico).

#### vi. Manchas na superfície - Eflorescências

Outra manifestação patológica que pode ser encontrada nas fachadas é a eflorescência, que se caracteriza pelo efeito de lixiviação, ou seja, transporta os sais solúveis até a superfície, provocando deterioração do sistema. Pode surgir em pontos específicos de forma concentrada ou generalizada por toda a fachada em forma de manchas.

As patologias estéticas como, por exemplo, eflorescências e manchamentos, afetam a imagem da edificação, mas, inicialmente, não representam riscos para a segurança (Figura 2.15). No entanto, alguns defeitos estéticos podem conduzir a defeitos funcionais, que são aqueles que afetam tanto a aparência como a segurança humana, além da integridade de outros componentes da edificação. Um importante exemplo de patologia funcional é o destacamento de placas cerâmicas de fachadas.



(a)

(b)

**Figura 2.8:** (a) Eflorescências e (b) Manchas nas fachadas com revestimento cerâmico.

### **3. CONCEITOS DE ENGENHARIA DIAGNÓSTICA**

Para garantir o desempenho, a durabilidade e a vida útil da edificação, ferramentas diagnósticas periciais são necessárias para identificação, constatação e resolução de problemas e patologias, ainda que a manutenção esteja em dia. As ferramentas diagnósticas periciais, inicialmente, têm sua origem no mundo jurídico.

Conceitos sempre de cunho jurídico são majoritariamente encontrados na literatura quando se busca por perícias. Sempre de cunho jurídico, de engenharia legal ou engenharia de avaliação.

Entretanto, em recente literatura, encontra-se “perícia” voltada à engenharia diagnóstica em edificações. Com tal engenharia diagnóstica, infere-se que as ferramentas periciais não se limitam ao mundo jurídico e, portanto, não se limitam às três espécies de perícias sugeridas por norma: vistoria, exame e avaliação.

Para Gomide (2009), a tradicional “perícia de engenharia” do mundo prático se identifica com a medicina em muitos aspectos. Assim como a atividade médica, o mercado de trabalho extrajudicial é também mais amplo do que aquele judicial, pois a maioria das anomalias construtivas das edificações não são discutidas e solucionadas em Juízo, mas exigem as “prescrições” técnicas dessa especialidade da engenharia.

Principalmente voltadas para a manutenção, conservação, desempenho e vida útil das edificações, a Engenharia diagnóstica vem pautada em Normas de desempenho ABNT NBR:15575 e é cada vez mais utilizada.

Assim, o presente capítulo elucida as perícias de engenharia na construção civil, tratando-as como ferramentas diagnósticas, tanto como exposto em normas brasileiras, voltadas à Engenharia Legal, como por meio de literaturas de engenharia diagnóstica em edificações e normas de desempenho. Seu objetivo é descrever diretrizes básicas, conceitos, critérios e procedimentos relativos às ferramentas diagnósticas.

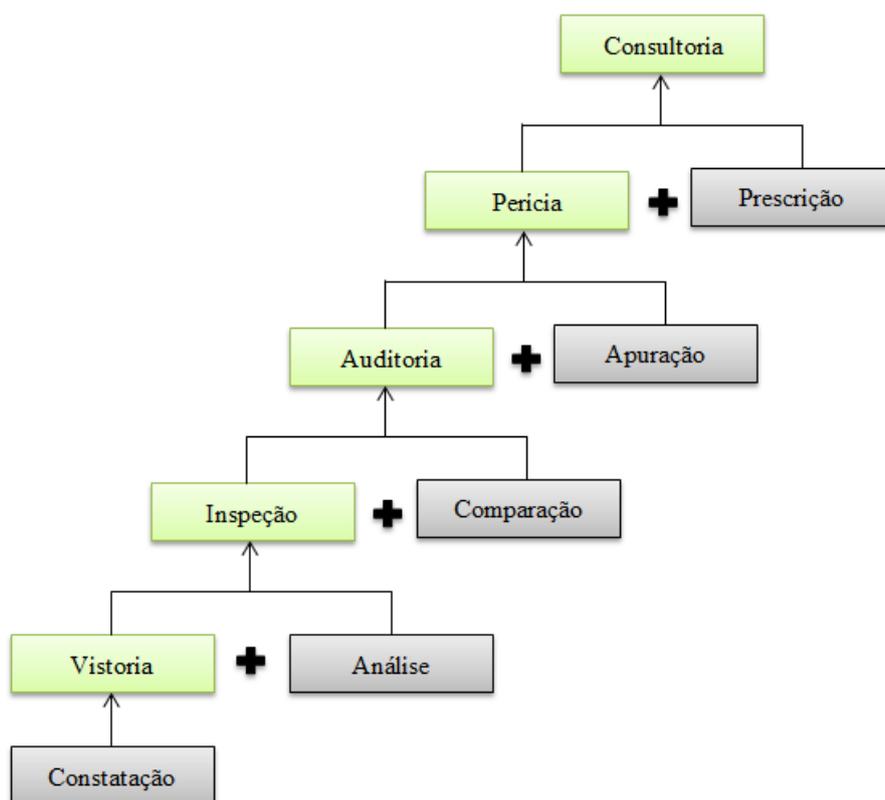
### 3.1. FERRAMENTAS DIAGNÓSTICAS

Muito se discute sobre as sutis diferenças entre as espécies de perícias ou ferramentas diagnósticas, que confundem até mesmo os próprios peritos. Para a engenharia diagnóstica, as “espécies de perícias” são consideradas como os procedimentos técnicos investigativos, que são classificados pela sua progressividade. São consideradas aqui como ferramentas diagnósticas e, por sua vez, representadas pelas vistorias, inspeções, auditorias, perícias e consultorias. É possível ilustrar pela figura 3.1 como a engenharia diagnóstica estabelece essa classificação, do patamar mais básico, vistoria, ao patamar mais alto de complexidade: a consultoria:



**Figura 3.1:** Hierarquia das Ferramentas Diagnósticas. Fonte: Gomide, 2015.

De acordo com a Figura 3.1, a progressividade diagnóstica, iniciada pela vistoria e concluída pela consultoria. Desta forma, segundo Gomide (2006), as vistorias constam, as inspeções analisam, as auditorias atestam, as perícias apuram causas e as consultorias se servem de todos os conhecimentos anteriores para fazer as prescrições técnicas. Acrescenta-se ainda que tais ferramentas possam ser aprimoradas por meio de pesquisas, ensaios e protótipos, além das imprescindíveis ilustrações fotográficas, plantas e medições.



**Figura 3.2:** Fluxograma das ferramentas diagnósticas

Além das recomendações das normas ABNT, a engenharia diagnóstica em edificações sugere seus requerimentos e suas próprias denominações. Segundo Gomide *et al.* (2015), os resultados das ferramentas diagnósticas costumam ser apresentados por meio de peças escritas: relatório, exclusivamente para as vistorias, por conter apenas relatos descritivos (linguagem e imagem); laudo para as auditorias, inspeções e perícias; e parecer para as consultorias. Atualmente, há diversidade de denominações no meio profissional devido às confusas denominações legais e às normas técnicas do IBAPE e ABNT. Assim sendo, considerando as finalidades e a progressividade das ferramentas diagnósticas, é sugerida a terminologia apresentada na Figura 3.2 acima, mais adequada e de fácil entendimento.

### 3.1.1. Vistoria em Edificação

Vistoria é a constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem (ABNT NBR 13752:1996). De forma prática, é a constatação

técnica de determinado fato, condição ou direito relativo a uma edificação, mediante verificação “*in loco*” (Gomide *et al.* 2009).

A vistoria visa, exclusivamente, ao registro, sem adentrar em qualquer análise, atestamento, apuração ou recomendação, pois tais atividades são competências das demais ferramentas. A vistoria pode recair sobre imóveis vizinhos, protótipos, materiais, sistemas ou serviços executados além das próprias edificações, abrangendo todas as fases do produto imobiliário, planejamento pré-obra, fase do projeto, fase de execução da obra e o pós-obra (uso).

Quanto às vistorias realizadas em edifícios, comumente, visam registrar as condições físicas do prédio em determinado momento, quer para fins judiciais ou de qualidade, e são conhecidas como “*Ad Perpetuam Rei Memoriam*”. Entre as mais comuns estão as vistorias de vizinhança, locativa, de estágio de obra e de conclusão de obra, além daquelas com fins administrativos, para viabilizar liberações burocráticas em órgãos de segurança ou municipais.

O produto final de uma vistoria é um relatório técnico que deve conter determinados tópicos que serão objeto do resultado do trabalho no Capítulo 05.

### **3.1.2. Inspeção em Edificação**

A inspeção requer algo mais, além da imprescindível constatação do objeto referenciado pela vistoria, pois o fator analítico deve estar presente, em geral com foco na qualidade e segurança. É uma análise técnica de fato, condição ou direito relativo a uma edificação. (Gomide *et al.*, 2009)

As inspeções podem recair sobre os materiais, sistemas ou serviços executados (obras) além das próprias edificações. Os tipos mais usuais são: inspeção de recebimento de obra, inspeção de edifício em garantia e inspeção predial.

Dentro do âmbito da ferramenta inspeção tem-se a Inspeção Predial, que é a avaliação das condições técnicas de uso e de manutenção da edificação visando orientar a manutenção e a qualidade predial total. (Gomide *et al.*, 2009)

O enfoque, portanto, é tríplice, ou seja, técnico, funcional e de manutenção. Competirá ao inspetor predial a análise da questão do uso, especificamente do mau ou excesso de uso, na identificação de anomalias funcionais que acarretem a decrepitude da edificação, justificando que a vida útil do sistema já expirou. Além disso, cabem também a ele a identificação e a análise de incidência de eventuais anomalias construtivas, ocultas ou renitentes, segundo as prescrições da norma. Por fim, a inspeção predial pode também indicar deficiência no atendimento ao Manual de Uso e Operação ou tratar a inobservância às instruções desse documento, quando negligenciada a manutenção, ou ainda, quando o Plano de Manutenção não existir ou estiver incompleto.

Ao final de uma inspeção predial, deve-se apresentar um laudo técnico que será exposto de forma prática no Capítulo 5.

### **3.1.3. Auditoria em Edificação**

Auditoria é o atestamento técnico de conformidade de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação. O procedimento visa checar se a condição edilícia em questão está conforme, ou não, ao padrão estabelecido em contrato, norma técnica ou legislação. (Gomide *et al.*, 2009)

A auditoria deveria ser contratada como serviço paralelo de controle a cada etapa construtiva, mas na prática a auditoria se dá quando a não conformidade vem causando prejuízos e costuma ser contratada pela parte prejudicada.

O grande diferencial da auditoria, em relação às demais ferramentas diagnósticas, é o polo comparativo bem-determinado pelas normas, legislações (ABNT, códigos de obras municipais, instruções do Corpo de Bombeiros, etc.) e contratos firmados.

Quanto aos tipos mais comuns de auditorias, tem-se auditoria de contrato de empreitada; de projeto; de manutenção; de desempenho; de gestão ambiental; e de entrega e recebimento dos materiais.

A Auditoria, também não expressa em norma, assim como a Inspeção predial, tem como produto final um laudo técnico. Neste, além dos tópicos necessários na elaboração de um

relatório de vistoria, bem como um laudo de inspeção, deve conter os que serão descritos no Capítulo 5.

#### **3.1.4. Perícia em Edificação**

Perícia em edificação é a determinação da origem, causa e mecanismo de ação de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação. (Gomide *et al.*, 2009)

A determinação da origem é o primeiro elemento importante, pois os fatos originários interessam na apuração de responsabilidade, sendo esse um dos principais objetivos das perícias, principalmente das judiciais. As origens das anomalias construtivas derivam de fatores endógenos, exógenos, naturais e funcionais.

A maioria das perícias prediais visa determinar a causa do fato, condição ou direito e encontrar onexo causal aos seus efeitos, permitindo futura apuração das responsabilidades. Trata-se de uma ferramenta judicial, sendo incomuns aquelas voltadas exclusivamente para o aprimoramento da qualidade ou que visem à prevenção da ocorrência de anomalias ou de falhas constitutivas.

O terceiro componente é a descrição do mecanismo de ação, também relevante, pois esse detalhamento propicia o estudo da ação de reparação, de atribuição de outra ferramenta da engenharia diagnóstica consultoria.

A Perícia em Edificação tem como produto final outro laudo técnico. Além de todos os itens mencionados na apresentação dos produtos finais da vistoria, inspeção e auditoria, o laudo pericial necessita de outros tópicos que serão objeto do Capítulo 05.

#### **3.1.5. Consultoria em Edificação**

Consultoria é a prescrição técnica a respeito de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação. É a atividade do técnico especialista ou do perito com conhecimentos específicos em prescrever soluções e recomendações para anomalias construtivas, patologias de sistemas, falhas de manutenção e demais fatos incidentes relativos à edificação. (Gomide *et al.*, 2009)

Geralmente, as consultorias de edificação, superada a fase da investigação, análise e estabelecimento do diagnóstico, têm por finalidade prescrever as soluções para os problemas por meio do reparo, reforço ou substituição do elemento, do componente, ou do sistema construtivo, com eventuais opções de solução.

A Consultoria Diagnóstica, espécie de perícia que será abordada no presente trabalho, e objeto de estudo para confecção do produto final do mesmo, apresenta-se na forma de um parecer. Por força de norma deve ainda conter em seu parecer os seguintes requisitos:

- Indicação da pessoa física ou jurídica que tenha contratado o trabalho e do proprietário do bem objeto da perícia;
- Requisitos Gerais, Essenciais e Complementares atendidos na perícia conforme 4.3 da ABNT NBR 13752:1996, que são basicamente os itens aos quais as perícias são condicionadas e as informações e análises necessárias a sua execução.
- Relato e data da vistoria, com as informações relacionadas à caracterização, apresentada a seguir conforme o item 5.2 da ABNT NBR 13752:1996 descrito abaixo;

Todas as perícias de engenharia na construção civil, como uma Consultoria, por exemplo, ainda devem ser acompanhadas da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), conforme estabelece a Lei nº 6496/77.

### **3.2. CONCEITOS NECESSÁRIOS PARA A APRESENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DIAGNÓSTICAS**

Neste presente subcapítulo apresenta-se conceitos necessários para a elaboração de relatórios, laudos ou pareceres, resultantes das ferramentas diagnósticas:

- Cabeçalho de identificação da peça – Nome da edificação, endereço, tipo de peça escrita (relatório, laudo ou parecer), título, responsáveis técnicos com respectivos números de inscrição no CREA e data.
- Introdução – com a indicação dos contratantes e indicação do objeto. A introdução pode conter algumas qualificações do perito e outros dados genéricos, como o nome do

advogado, se houver, por exemplo. Não é recomendável excesso de dados na introdução, pois muito se consignará no restante do trabalho técnico a ser apresentado;

- Objetivo – a indicação clara das constatações pretendidas, que, em geral, são as determinações de características e condições físicas do terreno e benfeitorias. A indicação de objetivos acessórios também é devida nesse campo;
- Orientações do Trabalho – descritivo de todas as etapas do serviço, inclusive do instrumental e documentos utilizados na vistoria, são recomendados;
- Diligências – registro das datas das vistorias e demais diligências em órgãos, repartições ou outras empreendidas pelo Engenheiro Diagnóstico, para coleta de dados, informações ou documentos relacionados com o fato em estudo. A indicação das datas é fundamental para indicar o lapso temporal e o estado do objeto da vistoria, naquele momento específico, considerando-se que pode haver evolução e progressão do fato em análise com consequências e atribuições de responsabilidades tanto pela ocorrência ou mesmo pela omissão de providências emergenciais. Também serve para fundamentação e justificativa em caso de necessidade ou eventual pedido de honorários complementares. Registro de ocorrências circunstanciais e pessoas envolvidas nas vistorias têm o momento como algo fundamental e aqui é o local para indicar esse momento;
- Identificação da Obra:
  - Local – indicação formal do local com dados técnicos, se possível. O número, a rua, o bairro, a cidade e estado, são referências obrigatórias;
  - Dados da Região – relação daqueles usuais em perícias, tais quais os melhoramentos públicos, topografia, meio ambiente, tendências urbanas e outros. Esses dados podem ser relevantes, pois muito do que é constatado na vistoria de um imóvel é decorrente da região;

- Dados do Terreno-Motivo – em geral a descrição da configuração, topografia, solo e conteúdo, como a vegetação e cercas e/ou muros, costumam ser importantes;
- Dados das Benfeitorias – normalmente as descrições das tipologias, padrão construtivo, idade real ou estimada, características e condições físicas;
- Considerações de sustentabilidade – observações e recomendações genéricas nesse sentido, sempre visando a melhoria do meio ambiente.
- Considerações Gerais – observações e recomendações sobre outros aspectos técnicos, urbanos ou humanos que possam colaborar para o aprimoramento do trabalho;
- Anexos – fotografias e demais documentos ilustrativos, cabendo destacar que uma foto vale mais que mil palavras, ou seja, deve haver fartura de fotografias. Muitas vezes por questão de estilo do Perito, a apresentação das fotos ou relatório fotográfico pode estar inserido no corpo principal do trabalho, especialmente quando se tratar de elaboração de relatório de “vistoria” onde o objeto principal do trabalho é o simples registro dos fatos. Além disso, o Perito pode se valer de mapas, plantas, orçamentos ou outros recursos que poderá juntar em anexos, para ilustrar ou subsidiar suas assertivas;
- Documentação Analisada; Descrição e anexo de toda a documentação utilizada para análises e atestamentos.
- Constatações – Identificação utilizando todos os sentidos fisiológicos do vistoriador, descrição do que foi observado: ilustrações e capturas de imagens, danos, condições de estabilidade, plantas e subsídios esclarecedores;
- Histórico e coleta de informações; Coleta e descrição de tudo que foi levantado de material e informações a cerca da edificação.
- Investigações técnicas; uso de ensaios à percussão, de aderência e de resistência ao arrancamento, entre outros;

- Critério e Metodologia adotados; Descrição dos critérios e das metodologias adotadas para a execução de procedimentos, tomada de hipóteses e etc;
- Grau de Risco; Se a edificação representa algum risco ao usuário, e qual a intensidade desse risco.
- Indicação da Ordem de Prioridades; Quais as atividades que devem ser realizadas, a ordem cronológica das mesmas e qual a prioridade de cada uma delas.
- Classificação da Manutenção; Avaliação da manutenção na edificação, se de acordo com as normas de desempenho dentre outras.
- Relação dos Índices de Conformidade Referenciais; Exposição dos itens e padrões de referência que serão auditados.
- Levantamento da Auditoria; Quais foram os elementos e itens da edificação que foram objeto da Auditoria.
- Conformidades, Desconformidades e Melhorias; O que está conforme e o que não está, bem como a proposição de melhorias.
- Diagnóstico – a especificação das anomalias ou falhas e determinação de sua origem e causa;
- Prognóstico – a indicação das prováveis ocorrências técnicas futuras caracterizando uma evolução na situação atual;
- Prescrição – as recomendações de tratamentos possíveis com eventuais alternativas, se aplicável, e seus prováveis resultados, com indicação de procedimentos e produtos a serem utilizados e eventual elaboração de projeto e memorial.

- Recomendações; Recomendações relativas ao próximo passo para resolução do problema, bem como conclhos gerais e informes ao solicitante.
- Conclusão – Todo trabalho, realizado no âmbito da Engenharia Diagnóstica, deve ter sua conclusão associada ao objetivo e objeto do trabalho; confirmação ou rejeição de hipóteses formuladas no decorrer da investigação (em casos de auditorias); estabelecer o nexu causal (causa-efeito, em caso de perícias com identificação da origem ou da fase do processo construtivo onde o fato ou evento surgiu); ou simplesmente designando a necessidade de estudos complementares ou determinando ainda a necessidade de formatação de equipe multidisciplinar para análise de matéria específica que fuja à atribuição dos profissionais envolvidos no desenvolvimento dos trabalhos (em casos de inspeções). A conclusão deve ser clara, fundamentada e se ater a matéria em análise.
- Fundamentação – a apresentação dos elementos técnicos que justificam a conclusão expendida, com minuciosa descrição do mecanismo de ação que provocou a ocorrência ou fato em estudo;
- Resposta aos quesitos – Em muitos casos de ações judiciais existe a formulação de quesitos do próprio Magistrado, versando sobre os pontos controvertidos que merecem destaque no desenvolvimento e condução da perícia, delimitando e facilitando a abrangência e aprofundamento da investigação. As partes, por sua vez, levantam questões que pretende destacar na análise dos fatos trazidos à perícia ou os pontos que mereçam abordagem específica para consolidação da estratégia adotada, na defesa das partes envolvidas no conflito. O perito pode deixar de responder aos quesitos e justificar, de forma fundamentada tal posição. Isso ocorre quando os quesitos são impertinentes ou quando não forem já indeferidos pelo Juiz, desde a sua formulação pelas partes, ou ainda quando versarem sobre questões de direito, não afetadas ao caráter eminentemente técnico da perícia de engenharia. As partes podem segundo regramento específico, previsto no CPC, apresentar quesitos suplementares, para esclarecer fatos eventualmente não esclarecidos no laudo pericial ou mediante a sobrevivência de fatos novos, relevantes, que não foram contemplados no laudo. A resposta aos quesitos na apresentação do laudo, também a critério do perito, pode ficar antes da conclusão ou depois desse tópico.

- Fecho ou Encerramento - com os dados do relatório especificando o número de páginas, relacionando anexos, data da expedição do trabalho que, normalmente, é diferente da(s) data(s) da(s) vistoria(s), identificação do inspetor, ART e assinatura.

### **3.3. OBJETO E OBJETIVO DAS FERRAMENTAS DIAGNÓSTICAS**

Segundo disposto na ABNT NBR 13752:1996, o objeto da perícia, como uma ferramenta diagnóstica qualquer, é identificado a partir dos elementos de cadastro físico, da vistoria, do exame, da avaliação ou do arbitramento. Seu objetivo, ainda segundo essa mesma norma, é definir a finalidade a que se destina a perícia, de sorte a estabelecer o grau de detalhamento das atividades a serem desenvolvidas e do laudo, ou segundo informação de quem o tenha solicitado.

### **3.4. REQUISITOS ÀS PERÍCIAS DE ENGENHARIA**

Os requisitos às perícias de Engenharia, aqui tratados como ferramentas diagnósticas, são respaldados por força de norma, ABNT NBR 13752:1996 e seguem a seguir:

#### **3.4.1. Requisitos Gerais**

Os requisitos exigidos em uma perícia estão diretamente relacionados às informações que possam ser extraídas. Estes requisitos, que medem a exatidão do trabalho, são tanto maiores quanto menor for a subjetividade contida na perícia.

A especificação dos requisitos a priori somente é estabelecida para determinação do empenho no trabalho pericial e não na garantia de um grau mínimo na sua precisão final, independentemente, portanto, da vontade do perito e/ou contratante.

Os requisitos de uma perícia são condicionados à abrangência das investigações, à confiabilidade e adequação das informações obtidas, à qualidade das análises técnicas efetuadas e ao menor grau de subjetividade emprestado pelo perito, sendo estes aspectos definidos pelos seguintes pontos, quanto: à metodologia empregada; aos dados levantados; ao

tratamento dos elementos coletados e trazidos ao laudo; à menor subjetividade inserida no trabalho (ABNT NBR 13752:1996).

### **3.4.2. Requisitos Essenciais**

No trabalho pericial, o levantamento de dados deve trazer todas as informações disponíveis que permitam ao perito elaborar seu parecer técnico. Além disso, a qualidade do trabalho pericial deve estar assegurada quanto à: inclusão de um número adequado de fotografias por cada bem periciado, com exceção dos casos onde ocorrer impossibilidade técnica; execução de um croqui de situação; descrição sumária dos bens nos seus aspectos físicos, dimensões, áreas, utilidades, materiais construtivos, etc.; indicação e perfeita caracterização de eventuais danos e/ou eventos encontrados.

Nas perícias judiciais torna-se obrigatória a obediência aos requisitos essenciais, sendo que, no caso de avaliações, devem ser obedecidos ainda os critérios das normas aplicadas à espécie, salvo no caso de trabalhos de cunho provisório ou quando a situação assim o obrigar, desde que perfeitamente fundamentado (ABNT NBR 13752:1996).

### **3.4.3. Requisitos complementares**

Com o objetivo de garantir maior abrangência e profundidade ao trabalho pericial, cujo desenvolvimento ocorre com grande isenção de superficialidade, devem ser atendidos, além dos requisitos gerais e essenciais, os requisitos complementares.

O conjunto de dados que contribuem para a elaboração do parecer técnico deve estar expressamente caracterizado, usando-se toda a evidência disponível. Além disso, a qualidade do trabalho pericial deve estar assegurada quanto à: inclusão de um número ampliado de fotografias, garantindo maior detalhamento por bem periciado; descrição detalhada dos bens nos seus aspectos físicos, dimensões, áreas, utilidades, materiais construtivos, etc.; apresentação de plantas individualizadas dos bens, que podem ser obtidas sob forma de croqui; indicação e perfeita caracterização de eventuais danos e/ou eventos encontrados, com planta de articulação das fotos perfeitamente numeradas; análise dos danos e/ou eventos encontrados, apontando as prováveis causas e consequências; juntada de orçamento detalhado

e comprovante de ensaios laboratoriais, quando se fizerem necessários (ABNT NBR 13752:1996).

#### **3.4.4. Casos especiais**

Podem ocorrer trabalhos periciais onde prepondera a superficialidade, ou que não utilizem qualquer instrumento de suporte às conclusões desejadas, não se observando os requisitos contidos na norma. Esta situação é tolerada em determinadas circunstâncias, onde pode haver a necessidade de procedimento rápido que possibilite a elaboração do laudo pericial ou quando as condições gerais assim o permitirem.

Nestes trabalhos, em que geralmente as condições não permitem a elaboração de um laudo pericial cujos requisitos sejam atendidos, é admitida a apresentação do trabalho sumário, objetivando uma informação preliminar sem maiores detalhamentos. Também se enquadram todos os trabalhos periciais, cujo desenvolvimento não atingiu os requisitos essenciais e complementares prescritos em norma. Entretanto, exige-se, inclusive nestes casos especiais, o atendimento às demais disposições da ABNT NBR 13752:1996.

#### **4. ATIVIDADES DE CONSULTORIA DIAGNÓSTICA EM FACHADAS**

Uma enorme quantidade de edifícios tem problemas relacionados a um desempenho insatisfatório, seja em termos globais, seja em termos de suas partes. Todo problema, estando relacionado com a queda de desempenho, manifesta-se de alguma forma. Apesar dos estudos de problemas e patologias das edificações serem relativamente recentes, já existe a preocupação com um método de abordagem do problema, embora, na maioria dos casos a inspeção, o diagnóstico e a recuperação ainda dependem de intuições pessoais associadas à experiência.

A abordagem que depende da habilidade/experiência e aquela que se baseia na ciência são diferentes e com fronteiras bastante indefinidas. Muitas vezes o mundo da habilidade pessoal intuitiva conduz a enganos, e deve ser substituído por método aceito. A ciência, ao contrário da habilidade, requer um pensamento conceitual passível de comunicação. Somente assim é que se pode estabelecer uma metodologia aplicável para a resolução dos problemas patológicos e anomalias nas edificações. O responsável pela resolução de um problema deverá possuir uma conceituação do método a ser empregado e de cada uma de suas etapas (Liechtenstein, 1986).

O objetivo de um trabalho de avaliação do desempenho predial é analisar as condições de uma edificação e a frequência das ocorrências de falhas e observar como os mesmos estão distribuídos nas edificações, bem como a gravidade das ocorrências. A sistematização do levantamento de problemas ou manifestações patológicas pode propiciar ainda informações que ajudem a definir prioridades para recuperar áreas atingidas e a implementar processos de manutenção.

A abordagem do estudo dos problemas patológicos em edificações tem sido realizada de maneira bastante diversificada, tanto na coleta de informações como na apresentação de resultados, dificultando, muitas vezes, uma análise comparativa. Assim, há necessidade de se estabelecer uma uniformização na catalogação e divulgação dos dados, visto que o estudo dos problemas a partir de suas manifestações características propicia um entendimento mais aprofundado de suas causas, subsidia os trabalhos de recuperação e manutenção, além de contribuir para o entendimento do processo de formação, minimizando a incidência de novos problemas (Dal Molin, 1988, *apud* Guimarães, 2003).

Dessa forma, para uma melhor compreensão dos problemas patológicos ocorridos nos sistemas de vedação em alvenaria, e buscando obter uma uniformidade de atuação frente às possíveis causas e soluções, propõe-se empregar um método de inspeção, baseado na vistoria do local e anamnese do caso, para que se possa proceder a um correto diagnóstico do problema. A forma tal como será abordada neste trabalho, baseia-se no registro da sequência lógica seguida pela equipe do LEM-UNB, além de adaptar método proposto por Roewer (2007) e Antunes (2010).

Para padronizar os procedimentos na realização de inspeção nas edificações, será utilizado um programa de inspeção de quatro etapas, consistindo em:

- Vistoria Inicial;
- Anamnese do Caso e levantamento de hipóteses;
- Inspeção Geral e Local;
- Diagnóstico e Recomendações gerais;

#### **4.1. VISTORIA DO LOCAL**

Previamente a qualquer inspeção ou levantamento de hipótese é realizada uma vistoria de aspecto geral. O procedimento básico de uma vistoria buscar ser o mais amplo possível, sem propor uma tendência de raciocínio que limite a investigação. A vistoria deve seguir uma metodologia objetiva e genérica que direcione o levantamento de dados para que o profissional possa adaptar de acordo com o caso. Recomenda-se o uso de instrumentos que auxiliem o profissional a analisar a fachada, tais como binóculos e lupa.

O profissional responsável pela vistoria deve levantar o maior número possível de informações sobre a patologia a ser estudada. Levanta-se sua documentação técnica, como projetos, histórico de construção, idade, número de pavimentos, tipo de uso, orientação cardinal das fachadas, sistema construtivo, tipo de acabamento de fachada; a existência de projeto de revestimento, intervenções anteriores, e ainda existência de manutenção e sua frequência.

Lopes (2000) recomenda nesta fase a coleta de dados sobre as origens da edificação, as necessidades iniciais para a qual ela foi concebida, parâmetros que nortearam o desenvolvimento do projeto, sua destinação inicial, características de execução, outras utilizações por que passou a edificação, reformas e acréscimos importantes, alterações e modernizações realizadas, etc., de maneira a formar um histórico sucinto. Quanto à região, verificarem-se as condições climáticas, incidência de ventos, índice pluviométrico, umidade relativa do ar, variações térmicas, presença de agente agressivo no ambiente ou micro ambiente, condições geológicas, etc. ainda acrescenta a necessidade de juntar a essas informações outras obtidas em projetos arquitetônicos, projetos estruturais, projetos de instalações, especificações técnicas, tecnologia empregada, cadernos de encargos. Diários de obra, resultados de ensaios de controle tecnológico, laudos e atestados de materiais empregados.

#### **4.2. ANAMNESE DO CASO E LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES**

No estudo das manifestações patológicas em edificações, a anamnese deve ser entendida como uma ação capaz de levantar o histórico do edifício, envolvendo todas as atividades realizadas durante o seu processo de produção e os acontecimentos e condições durante o uso que, de alguma maneira, possam ter contribuído para o surgimento do problema.

As informações obtidas sobre as atividades desenvolvidas provêm basicamente de duas fontes: investigação com pessoas envolvidas com o empreendimento e análise de documentos fornecidos.

Dependendo da fase em que se encontra o empreendimento, pode-se entrevistar um universo variável de profissionais envolvidos ou utilizadores da edificação, entre os quais se destacam: operários da obra, construtores, projetistas, vizinhos, usuários, entre outros. Na prática, sabe-se que os documentos produzidos no decorrer da obra quase sempre se encontram desatualizados e incompletos. No entanto, podem ser encontrados, em algumas obras, documentos que devem ser investigados, como por exemplo: diário de obra, registro de ensaios para recebimento de materiais e componentes, notas fiscais de materiais e equipamentos, contratos para execução dos serviços, cronograma físico-financeiro previsto e executado, entre outros.

Os documentos relativos à fase de uso do edifício são ainda mais escassos, exceto para os edifícios em que existe um programa de manutenção, os quais, no entanto, são poucos ainda, pois não há uma conscientização sobre essa necessidade. Dessa forma, o levantamento histórico da edificação, de modo geral, tem documentação muito esporádica e ineficiente, uma vez que essa atividade não é sistematizada. As respostas obtidas verbalmente, por sua vez, não são diretamente conclusivas. Contudo, todas as informações aqui conseguidas devem ser cuidadosamente consideradas, compiladas, utilizadas para a formulação do diagnóstico e, posteriormente, arquivadas.

Com apoio das informações obtidas na vistoria do local e na anamnese, inicia-se a formulação de um conjunto de hipóteses pertinentes para a causa e origem das patologias. À medida que aumenta a quantidade de informações podem-se eliminar hipóteses não prováveis. Depois, propor um mecanismo de desenvolvimento das patologias e prever a evolução futura das patologias.

Busca-se agora elaborar um plano de inspeção. Este plano visa elevar a eficiência da inspeção, reduzindo o tempo dispendido e otimizando os recursos disponíveis. Estabelece-se um cronograma de inspeção com base na área total da edificação e na dificuldade de acesso às suas partes. Algumas fachadas altas, por exemplo, possuem acesso por meio de gôndolas ou balancins, que demandam tempo na sua preparação e operação, outras, sem possibilidade de acesso rápido, requerem uma vistoria apenas com a utilização de binóculos ou outro instrumento ótico semelhante como câmara fotográfica com teleobjetivas.

### **4.3. INSPEÇÃO GERAL E LOCAL**

Este procedimento deve ser realizado por um profissional habilitado, engenheiro ou arquiteto (profissional regulamentado pelo CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura) junto de uma equipe técnica treinada.

O profissional responsável pela inspeção predial deve estar munido de todas as informações relevantes da análise da documentação e dos informes interrogativos aos usuários da edificação, para confirmar e acrescentar novos dados no decorrer da inspeção técnica. As confrontações de dados dos documentos com o que efetivamente existe no prédio e outras

apurações são importantes para se realizar um correto diagnóstico do problema, aumentando a confiabilidade do estudo.

Para identificação das manifestações patológicas no edifício, utiliza-se como recurso a inspeção visual, apoiado no uso de instrumentos como binóculos e/ou lunetas de alta resolução e ainda câmera fotográfica de resolução conveniente, com a cautela de percorrer todos os panos de fachada. A importância da realização do levantamento fotográfico é dar suporte e esclarecimento de possíveis dúvidas durante a análise e interpretação dos mapeamentos, para a realização do diagnóstico.

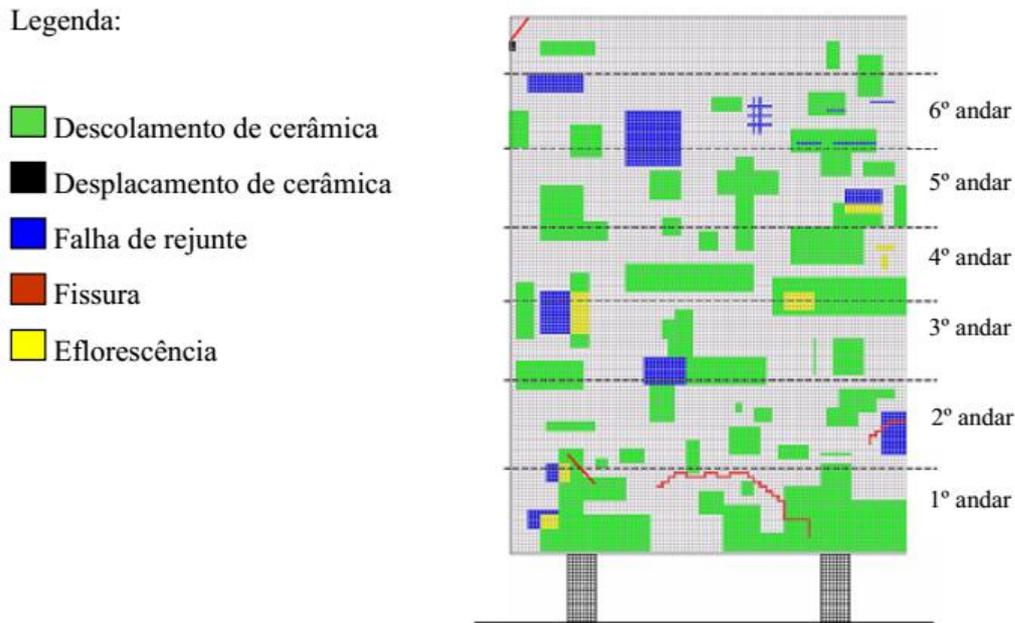
A documentação fotográfica pode exibir uma vista geral ou parcial do elemento em foco. No caso de fotografia com vista parcial, recomenda-se a utilização de artifício capaz de transmitir a ideia da real dimensão da manifestação patológica, alguma referência de maneira a dar destaque e melhor orientar o observador, na compreensão do fenômeno. O registro fotográfico com visão geral por sua vez, deve transmitir a intenção e motivação do autor em fazê-lo.

A inspeção é feita em duas etapas. Inicialmente, executa-se uma inspeção geral, objetivando o conhecimento global da edificação, identificando falhas e danos visíveis existentes no sistema de revestimento de fachada, como regiões de descolamentos, fissuras, eflorescências, falhas construtivas, infiltrações; de determinar se os fenômenos estão estabilizados ou não; identificar se o meio ambiente é danoso ao edifício e, ainda prever os locais onde há necessidade de se examinar com maior rigor, elegendo-as para inspeções detalhadas.

Para melhor controle e realização do mapeamento das manifestações patológicas recomenda-se seguir uma sequência constante na avaliação dos panos de fachada do edifício em análise, de forma exemplificada, percorrendo pavimento por pavimento, de cima para baixo, da esquerda para a direita, tendo-se a cautela de percorrer todos os panos de fachada.

Vale ressaltar que nesta fase, caso haja a existência de uma patologia gravíssima, o fator determinante é a segurança do usuário. O profissional deve estar preparado para atuar frente à gravidade do problema. Ele deve determinar a evacuação geral do edifício quando houver risco de colapso, ou interdição parcial quando esse risco se limita a uma parte da estrutura. Além disso, é necessário avisar os órgãos de controle como Defesa Civil e Corpo de Bombeiros.

Em havendo a necessidade de inspeções localizadas, elas podem ser efetuadas com o apoio de técnicas de rapel, em cadeirinha, por um profissional qualificado capaz de identificar as manifestações patológicas. As descidas devem ser realizadas em todas as prumadas das fachadas, e caso seja inviável, devem-se priorizar as prumadas mais deterioradas ou as que forem julgadas mais representativas.



**Figura 4.1:** Mapeamento das manifestações patológicas de uma prumada, sem escala (Antunes, 2010).

Durante a descida de rapel sobre uma prumada, é possível averiguar o tipo de material que foi usado, identificam-se as camadas constituintes e suas espessuras, e permite-se coletar amostras do revestimento. O descolamento de revestimento e sua extensão, por exemplo, podem ser detectados por percussão de um martelo com leve impacto sobre o revestimento da fachada, a partir da observação de um som cavo.

De maneira à melhor subsidiar o diagnóstico das manifestações patológicas, além da realização de técnicas de avaliação *in loco*, ensaios específicos podem ser feitos em laboratório. Tais ensaios servem para caracterização física (propriedades mecânicas, índice de absorção, etc.), química (composição, etc.), ou de desempenho.

Como regra, a programação de ensaios deve ser dividida em estágios, começando com a aquisição de dados básicos e continuando com exames e testes mais extensos baseados em uma avaliação dos dados iniciais. Ensaios não destrutivos são preferíveis àqueles que envolvem alterações na estrutura; se estes forem insuficientes, deve ser feita uma análise “custo-benefício” das alterações relacionadas às perdas culturais que possam ocorrer para aprofundar o conhecimento, o que leva à redução de intervenções estruturais (ICOMOS, 2001).

Alguns equipamentos tornam-se imprescindíveis na inspeção de edificações. Lopes (2000) relaciona um kit básico e outro especializado, dentre eles, destacam-se os seguintes: prancheta de rascunho; escalas; nível de bolha, prumo, trenas; paquímetro; higrômetro; fissurômetro; câmara fotográfica ou de vídeo, com filtros, objetivas, flash ou lâmpadas; lanternas; lupas; espelhos; binóculos; bússola; martelos; marretas; ponteiros; talhadeiras; furadeira elétrica e brocas; etc. Hoje, indubitavelmente, deve-se acrescentar a utilização de computadores portáteis, com inúmeras funções a serem utilizadas na inspeção e monitoração das edificações.

#### **4.4. DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÕES GERAIS**

Com base nos dados coletados e ensaios complementares, pode-se avaliar a edificação, considerando todos os seus componentes, inclusive a estrutura, sob o ponto de vista da deterioração.

Chama-se diagnóstico de um problema patológico ao entendimento do mecanismo dos fenômenos ocorridos e seu desenvolvimento em uma edificação. Os problemas patológicos são processos dinâmicos e, em consequência, o processo de diagnóstico deve levar em consideração também este dinamismo e não simplesmente uma situação instantânea. O processo de diagnóstico pode ser bastante complexo e na realidade, inicia-se assim que o problema patológico começa a ser estudado e não apenas depois de terminado o levantamento de dados. Os dados obtidos durante o levantamento em suas mais diversas etapas (vistoria, histórico, inspeção) devem ser interpretados a cada momento e ir indicando dinamicamente que hipóteses são válidas para se esclarecer o problema.

O processo de diagnóstico constitui a contínua redução da incerteza inicial pelo progressivo levantamento de dados. Esta progressiva redução da incerteza leva a uma redução de

hipóteses, até que chegue a correlação satisfatória entre o problema observado e um modelo deste problema. O diagnóstico, portanto, aponta a origem do problema, prováveis causas e seus mecanismos de ocorrência.

Estabelecido o diagnóstico do problema patológico, devem-se sugerir diversos procedimentos necessários para que o processo de recuperação do desempenho seja adequado. Ao conjunto de hipóteses de evolução do problema, a partir do diagnóstico, dá-se o nome de prognóstico. A avaliação do prognóstico irá definir como deverá ser a intervenção, sua necessidade naquele momento, sua extensão, etc. (LICHTENSTEIN, 1986).

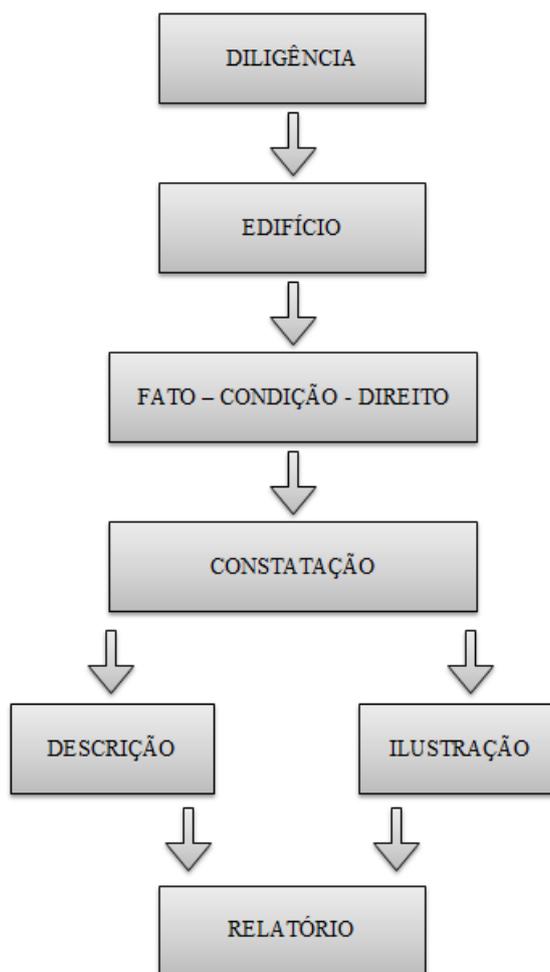
A definição da conduta é feita levando-se em conta três parâmetros básicos associados a cada alternativa de intervenção, o grau de incerteza sobre os efeitos; a relação custo/benefício; disponibilidade de tecnologia para a execução dos serviços.

## 5. PADRONIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DIAGNÓSTICAS

O presente capítulo apresenta a proposta de padronização para as ferramentas diagnósticas exemplificadas em fachadas. O mesmo cita de forma prática e coesa as atividades e requisitos necessários para a execução e a apresentação de cada Ferramenta. Acrescenta-se que tais ferramentas podem ser aprimoradas através de pesquisas, ensaios e protótipos, além das imprescindíveis ilustrações fotográficas, plantas e medições. (Gomide *et al.* 2015)

### 5.1. VISTORIA – A CONSTATAÇÃO DOS FATOS

No caso de fachadas, em geral, utiliza-se esse tipo de ferramenta diagnóstica para avaliação econômica de um empreendimento. Segue o fluxograma de atividades da vistoria proposto e os itens, em forma de *checklist* para realização e apresentação desta ferramenta:

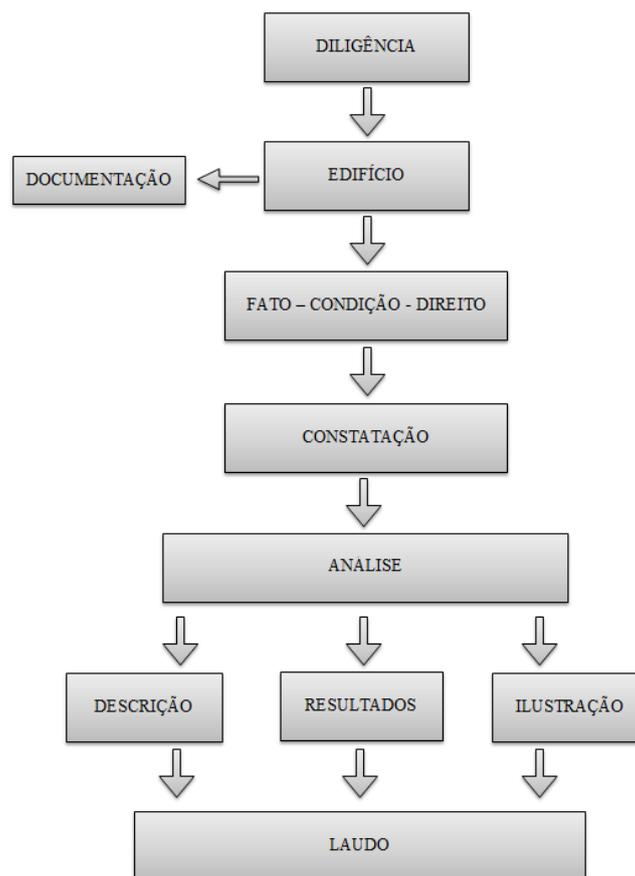


**Figura 5.1:** Fluxograma da Vistoria

- ✓ Cabeçalho de identificação do Relatório.
- ✓ Introdução;
- ✓ Objetivo
- ✓ Orientações do Trabalho;
- ✓ Diligências;
- ✓ Identificação da Obra;
- ✓ Considerações de Sustentabilidade e Considerações Gerais;
- ✓ Constatações;
- ✓ Fecho ou Encerramento.

## 5.2. INSPEÇÃO – A ANÁLISE INTERPRETATIVA DOS FATOS

No caso de fachadas, em geral, utiliza-se esse tipo de ferramenta diagnóstica para avaliação da área comum de um prédio antes da entrega. Segue fluxograma proposto para a execução de uma inspeção, bem como o checklist para a apresentação deste tipo de inspeção:



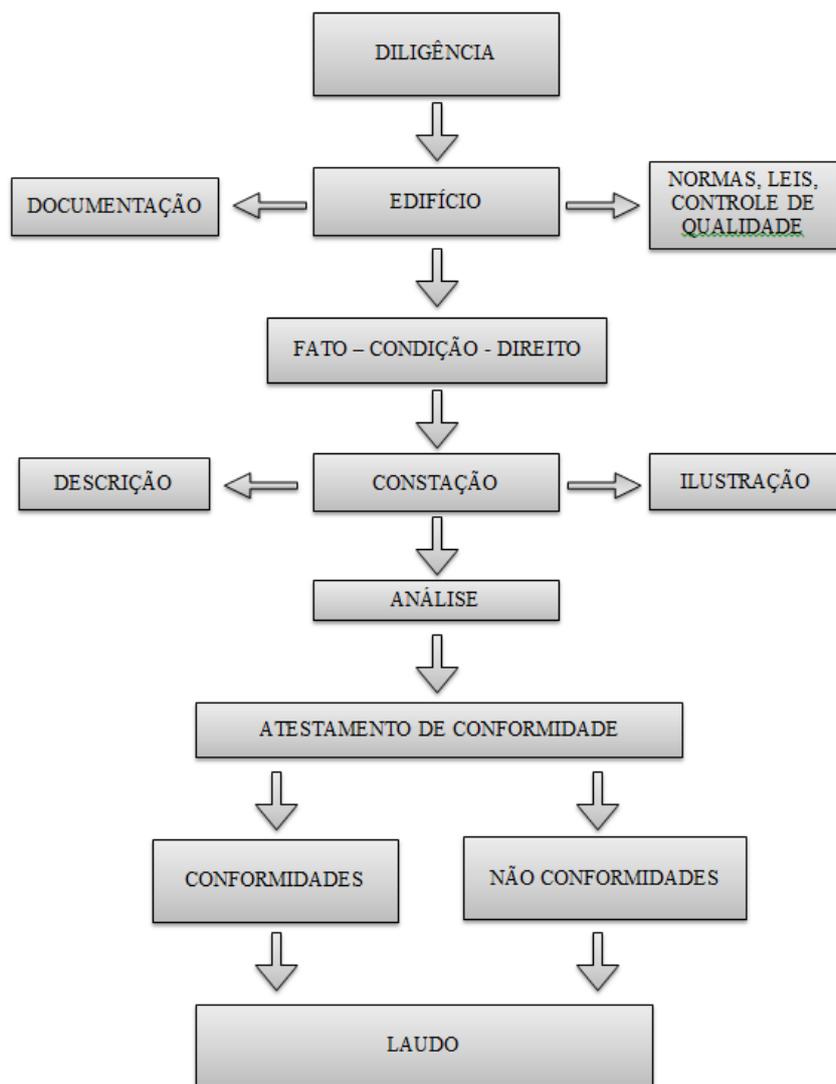
**Figura 5.2:** Fluxograma da Inspeção

- ✓ Cabeçalho de identificação do Laudo:
- ✓ Introdução;
- ✓ Nível Utilizado;
- ✓ Orientações do Trabalho;
- ✓ Diligências;
- ✓ Identificação da Obra:
- ✓ Considerações de Sustentabilidade e Considerações Gerais;
- ✓ Constatações:
- ✓ Análise:
- ✓ Conclusões e Recomendações;
- ✓ Fecho ou Encerramento;

### **5.3. AUDITORIA – A ATESTAÇÃO COMPARATIVA DOS FATOS**

A auditoria dificilmente é realizada apenas nas fachadas. Em geral, utiliza-se esse tipo de ferramenta diagnóstica para avaliação comparativa entre o que foi executado com o que está no contrato da empreiteira. Outra finalidade em que a auditoria é muito utilizada é quando fiscais de obras do governo são chamados para auditar medições que são repassadas pelas Construtoras. Segue o diagrama proposto para execução da auditoria, bem como os itens necessários para realização e apresentação da mesma:

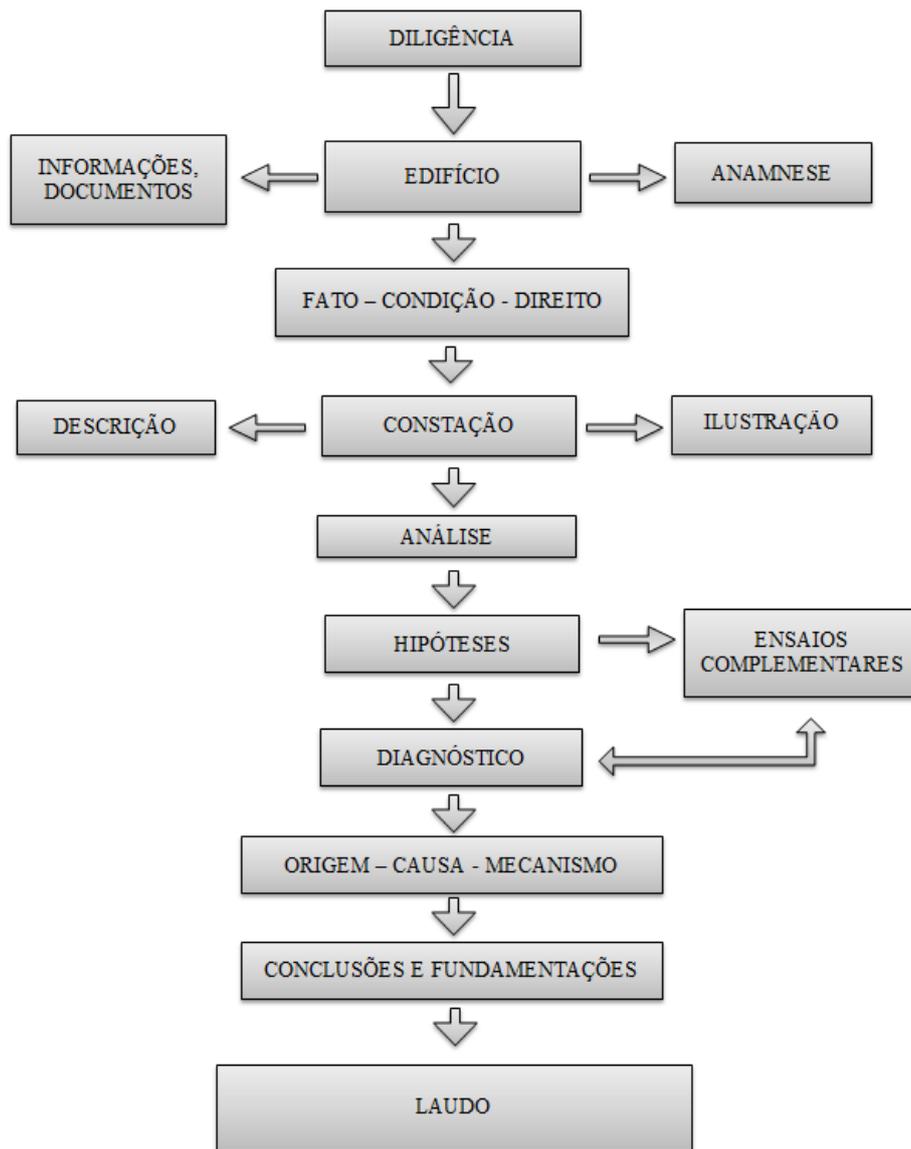
- ✓ Cabeçalho de identificação do Laudo:
- ✓ Introdução;
- ✓ Objetivo;
- ✓ Orientações do Trabalho;
- ✓ Diligências;
- ✓ Identificação da obra;
- ✓ Considerações de Sustentabilidade e Considerações Gerais;
- ✓ Constatações.
- ✓ Relação dos Índices de Conformidade Referenciais
- ✓ Levantamento da Auditoria;
- ✓ Análise;
- ✓ Conformidades, desconformidades e melhorias;
- ✓ Conclusões e Recomendações;
- ✓ Fecho ou Encerramento:



**Figura 5.3:** Fluxograma da Auditoria

#### 5.4. PERÍCIA – A APURAÇÃO DOS FATOS

A perícia pode até ter como finalidade o aprimoramento da qualidade, mas sua maior utilização é como instrumento de apuração de responsabilidade. No caso de fachadas há um grande interesse neste tipo de serviço, pois é usado judicialmente pelo interessado para imputar culpabilidades sobre um fato. Esse fato pode ser, por exemplo, o deslocamento e descolamento de grande parte da cerâmica de uma fachada dentro da vida útil. Neste caso o interessado faria uma perícia para descobrir a causa, e sendo esta um erro de execução, ele pode buscar reparação dos danos judicialmente. Segue o fluxograma básico proposto para execução de uma perícia, bem como os itens para realização e apresentação deste tipo de ferramenta:



**Figura 5.4:** Fluxograma da Perícia

- ✓ Cabeçalho de identificação do Laudo;
- ✓ Introdução;
- ✓ Orientações do Trabalho;
- ✓ Diligências;
- ✓ Identificação da Obra;
- ✓ Considerações de Sustentabilidade e Considerações Gerais;
- ✓ Constatações;
- ✓ Histórico e coleta de informações;
- ✓ Investigações técnicas;
- ✓ Análise;

- ✓ Fundamentação;
- ✓ Resposta aos quesitos (quando houver necessidade judicial);
- ✓ Conclusões e Recomendações;
- ✓ Fecho ou Encerramento;

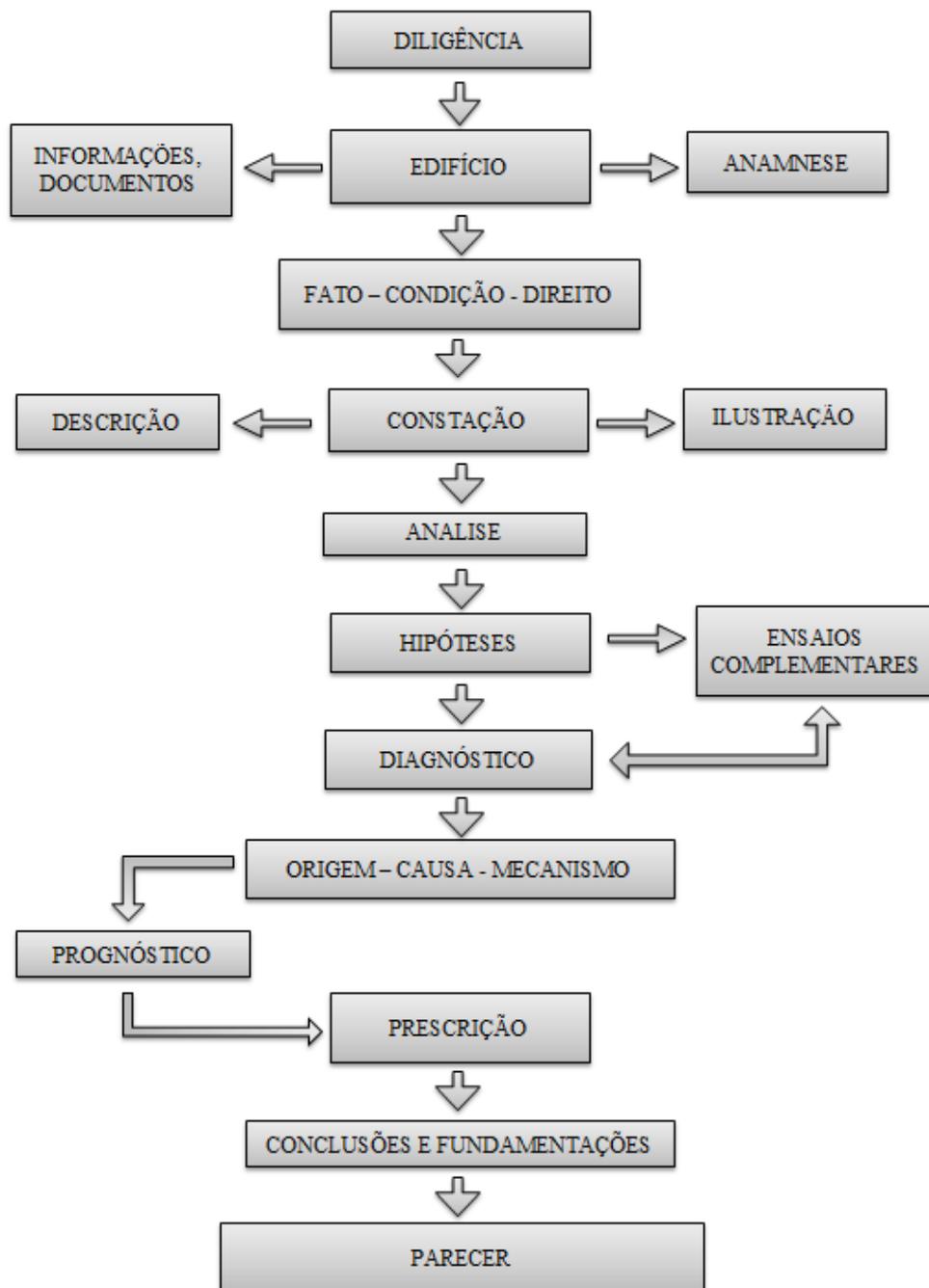
## **5.5. CONSULTORIA – PRESCRIÇÃO TÉCNICA**

Ordinariamente, as consultorias de edificação, superada a fase de investigação, análise e estabelecimento do diagnóstico, têm por finalidade prescrever as soluções para os problemas através do reparo, reforço ou substituição do elemento, componente ou do sistema construtivo, com eventuais opções de soluções.

Assim como a perícia, há um grande interesse quando o assunto é fachada predial. Após a apuração da responsabilidade, há uma necessidade de prescrição de soluções técnicas para sanar determinados problemas. Aqui é válido salientar que a prescrição de soluções técnicas não contempla projetos executivos para solução do problema ou serviços para além de sugestões. Segue o fluxograma proposto das atividades básicas para a Consultoria, bem como os itens para realização e apresentação deste tipo de consultoria:

- ✓ Cabeçalho de identificação do Parecer:
- ✓ Introdução;
- ✓ Objetivo;
- ✓ Orientações do Trabalho;
- ✓ Diligências;
- ✓ Identificação da Obra
- ✓ Considerações de Sustentabilidade e Considerações Gerais;
- ✓ Inspeção e descrição das anomalias encontradas nas fachadas;
- ✓ Constatações;
- ✓ Metodologias dos trabalhos desenvolvidos, ensaios realizados;
- ✓ Diagnóstico;
- ✓ Prognóstico;
- ✓ Prescrição;
- ✓ Resposta aos quesitos (quando houver necessidade judicial);

- ✓ Conclusões e Recomendações;
- ✓ Fecho ou Encerramento.



**Figura 5.5:** Fluxograma da Consultoria

## 6. CONCLUSÃO

Objetivando-se uma padronização de conceitos e requisitos necessários à elaboração e contratação de ferramentas diagnósticas, o presente trabalho teve-se em auxiliar os interessados na contratação de profissionais que prestam serviços relacionados ao tema a obterem informações, que ajudem na escolha da opção mais adequada à sua necessidade. Além disso, o presente trabalho pode ser utilizado para que o usuário perceba quando é necessário o uso desses tipos de ferramentas diagnósticas por profissionais.

Ainda atendendo ao objetivo geral, o presente trabalho esclarece conceitos e nomenclaturas existentes na literatura e utilizados pelo mercado, diferenciando os requisitos de perícias, aqui tratados como ferramentas diagnósticas, sob a ótica da Engenharia Legal e norteada pelas normas regulamentadoras.

Ademais, foram propostas, de forma descritiva, as atividades envolvidas em cada tipo de ferramenta, visando elucidar o objetivo de cada uma destas: as vistorias constam; as inspeções analisam; as auditorias atestam; as perícias apuram causas; e as consultorias se servem de todos os conhecimentos anteriores para fazer as prescrições técnicas. O que de forma prática e majoritária é traduzido como: vistorias para procedimentos de venda, compra, e aluguel de imóvel; inspeções para recebimento de imóvel ou até mesmo materiais; auditorias para a comparação de determinado procedimento ou ocorrência de acordo com parâmetros de normas ou manuais do proprietário; perícia como apuração de causas, origem ou mecanismo de ação de um acidente; e, por último, consultoria como identificação e proposição de solução para os problemas da edificação.

Outro objetivo específico ao qual o trabalho teve-se de forma clara foi à padronização dos requisitos necessários para as ferramentas diagnósticas e atividades complementares demandadas, visando a uma formatação padrão. Aqui, teve-se uma dificuldade em exemplificar e direcionar algumas ferramentas diagnósticas às fachadas, visto que as ocasiões demandadas para determinadas ferramentas não são usuais, ou são, de certa forma, mais generalizadas, integrando mais componentes de uma edificação.

Além desses, o trabalho em questão auxiliar uma ação sistêmica frente aos problemas construtivos. Aqui o usuário pode obter informações a cerca de problemas construtivos, como

identifica-los e qual ferramenta diagnóstica deve ser contratada frente ao problema. Além disso, esse mesmo usuário pode ater-se à informações sobre a norma de desempenho para cobrar e entender os direitos que tem diante da construtora de sua edificação.

Sendo assim, o presente trabalho, cumpriu com seu objetivo de empoderar o contratante de uma ferramenta diagnóstica, que agora pode ter informações suficientes para escolher a melhor e mais adequada à sua necessidade.

As ferramentas aqui tratadas ainda são utilizadas baseadas em intuições pessoais associadas à experiência. Deve-se salientar que a consolidação de metodologias feitas por meio de estudos é necessária para a diminuição de erros nas demais atividades inclusas. Para isso, sugere-se como trabalhos futuros metodologias para a execução das atividades inerentes às atividades diagnósticas.

Outra proposta, para um trabalho futuro, é a execução de pacotes de serviços de Consultoria baseados nos experimentos que seriam realizados, como forma de balizar o valor do serviço e servir de critério comparativo ao contratante para uma melhor escolha.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:** Manutenção de edifícios. Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 13752:** Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 13755:** Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 13816:** Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR14037:** Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações. Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações. Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1:** Edifícios habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-4:** Edifícios habitacionais - Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro, 2013.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília: sistematização da incidência de casos.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Brasília, 2010, 166 p.

ALMEIDA, G. D. **Metodologia de Controle de Qualidade de Revestimentos Argamassados em Paredes.** Monografia de Projeto Final, Universidade de Brasília, Brasília, 1994, 185p.

BRAGA, D. K.; AMORIM, C. N. D. **Conforto térmico em edifícios residenciais do plano piloto de Brasília.** In: **I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável.** X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Anais... São Paulo, ENTAC 2004, 1 CD-ROM. p. 18-21.

BRANCO, F. **Concepção dos edifícios com durabilidade.** Apontamentos da cadeira de Patologia e Reabilitação da Construção, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 2006.

BARBOSA, A. S. **Estudo numérico-computacional e analítico do choque térmico em fachadas de edificações.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2013, 275 p.

- BAUER, E. **Resistência a Penetração da Chuva em Fachadas de Alvenaria de Materiais Cerâmicos – Uma Análise de Desempenho**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987, 168p.
- BAUER, E.; CASTRO, E. K.; LEAL, F. E.; JOFFILY, I. Relatório técnico:n.º 09070253-b. Brasília, Laboratório de Ensaio de Materiais, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- CAMPANTE, E. F. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachadas**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001, 408 p.
- CAMPOFIORITO, Ítalo. **Brasília Revisitada**. Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, n. especial, p. 171-176, 1990.
- CONSOLI, O. J. **Análise da durabilidade dos componentes de fachadas de edifícios, sob a ótica do projeto arquitetônico**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006, 208 p.
- COSTA, L. **Registro de uma vivência**, São Paulo, Empresa das Artes, 1995.
- COSTA, M. S. (2014). **Identificação de Danos em Fachadas de Edificações por meio de Imagens Panorâmicas Geradas por Plataforma Robótica Fotográfica**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-007/14, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 184p.
- DONCA, G.; MIHĂILĂ, I.; GANEA, M.; HIRLE, D.; NICA, M. *Maintenance role in life cycle management. Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering*, v. 6, 2007, pp. 2158-2163.
- FIKER, José, **Linguagens do Laudo Pericial, Técnicas de Comunicação e Persuasão**, Editora Leud, 2005.
- FLORES, I. **Estratégias de manutenção - elementos da envolvente de edifícios correntes**. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2002.
- FLORES-COLEN, I.; BRITO, J. A influência de alguns parâmetros na fiabilidade de estratégias de manutenção. 3o Encore - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de edifícios, LNEC, Lisboa, 2003, pp. 1017-1026.
- GASPAR, P. L.; BRITO, J.. *Assessment of the overall degradation level of an element, based on field data*. 10DBMC International Conference On Durability of Building Materials and Components. Lyon, França, 2005.

- GOLDBERG, R. P. *Direct adhered ceramic tile, stone and thin brick facades. Technical Design Manual*. LATICRETE International, Inc. USA. 1998.
- GOMIDE, Tito Lívio Ferreira, **Engenharia Legal – Estudos**, Editora Leud, 2002.
- GOMIDE, Tito Lívio Ferreira, **Engenharia Legal – Novos Estudos**, Editora Leud, 2008.
- GOMIDE, T.L.F. e PUJADAS, F.Z.A. e FAGUNDES NETO, J.C.P. **Técnicas de Manutenção e Inspeção Predial – Conceitos, Metodologias, Aspectos Práticos e Normas Comentadas**, Editora PINI, 2006.
- GOMIDE, T.L.F. e GULLO, M.A. e FAGUNDES NETO, J.C.P. **Engenharia Diagnóstica em Edificações**, Editora PINI, 2015.
- GOMIDE, T.L.F. e GULLO, M.A. e FAGUNDES NETO, J.C.P. **Normas Técnicas para Engenharia Diagnóstica em edificações**, Editora PINI, 2009.
- GUIMARÃES, L. E. Avaliação comparativa de grau de deterioração de edificações – Estudo de caso: prédios pertencentes à Universidade Federal de Goiás. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003, 186 p.
- ICOMOS – *INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES* – Comitê Científico Internacional para Análise e Restauração de Estruturas do Patrimônio Arquitetônico. Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico, 2001. Disponível em: < [http://arcoit.com.br/site/wp-content/uploads/2012/07/Rec\\_Brasil.pdf](http://arcoit.com.br/site/wp-content/uploads/2012/07/Rec_Brasil.pdf) > Acesso em: 12 de junho de 2016
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>>. Acesso em: 06 de junho de 2016.
- ISAIAS, G. C. Livro: **Concreto: Ciência e Tecnologia**. Volume 2. 1ª ed. IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto - Editor: Geraldo Cechella Isaias. São Paulo. 2011.
- LAYZELL, J.; LEDBETTER, S. - *FMEA applied to cladding systems - Reducing the risk of failure. Building Research and Information*, vl. 26, 1998
- LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**: procedimento para diagnóstico e recuperação, Boletim Técnico: BT/PCC/06. São Paulo: EPUSP, 1986, 29 p.
- LIMA, M. G. & MORELLI, F. **Degradação das estruturas de concreto devido à amplitude térmica brasileira**. In: SIMPÓSIO EPUSP SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO, V. 7 a 10 jun. 2003, São Paulo. Anais [CD ROM]. São Paulo: EPUSP, 2003.
- Lopes, B.A.R., 1998. **Sistema de Manutenção Predial para Grades Estoques de Edifícios: Estudo para inclusão do componente “Estrutura de Concreto”**. Dissertação de Mestrado,

Publicado N°: E.DM-011A/98, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 308p.

LUZ, M. A. **Manifestações Patológicas Em Revestimentos Cerâmicos de Fachada em Três Estudos de Caso na Cidade de Balneário Camboriú.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

MATOS, V. C. M; LIMA, M. G. Manual para Avaliação de Fachadas – **Importância da Avaliação dos Fatores Ambientais de Degradação.** XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, ENTAC, Florianópolis, SC, 2006.

MELO JÚNIOR, C. M. **Influência da chuva dirigida e dos detalhes arquitetônicos na durabilidade de revestimentos de fachada.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2010, 204f.

PAULO, P. V.; BRANCO, F.A.; BRITO, J. *Deterministic and stochastic prediction models for the buildings life platform.* XII DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Porto, Portugal. 2011.

PEDRO, E.; MAIA, L.; ROCHA, M.; CHAVES, M. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada.** Pós-graduação em Engenharia de Avaliações e Perícias, FUMEC, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Belo Horizonte, 2002.

PESSÔA, J. **Lucio Costa: documentos de trabalho Rio de Janeiro,** IPHAN, 1999.

PESSÔA, J. **Brasília e o Tombamento de uma ideia.** Escola de Arquitetura e Urbanismo – UFF. <http://www.docomomo.org.br/seminario%205%20pdfs/074R.pdf>

ROEWER, D. **Estudo das Alvenarias e Fachadas: Análise e Metodologia de Inspeção de Danos nas Edificações.** Monografia de Projeto Final II em Sistemas Construtivos e Materiais, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2007, 124p.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas.** Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2001, 31 p.

SARAIVA, A. G. **Contribuição ao Estudo de Tensões de Natureza Térmica em Sistemas de Revestimento Cerâmico de Fachada.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 1998, 164 p.

SILVA, A. F. F. S. **Previsão da vida útil de revestimentos de pedra natural de paredes.** Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Porto, Portugal, 2009.

SILVA, M. N. B. (2014). **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada – Aplicação ao Caso de Brasília/DF**. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.TD-006A/14, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 198 p.

TAKATA, S.; KIMURA, F.; VAN HOUTEN, F.; WESTKÄMPER, E.; SHPITALNI, M.; CEGLAREK, D. *Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management*, CIRP annuals, 53(2), 2004, pp. 643-655.