



# **DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO**

**THÁLIA RAELLY DE L.M. ROMEIRO**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2 EM ESTRUTURAS E  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE MANUTENÇÃO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL

**DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DO  
PLANO DE MANUTENÇÃO**

THÁLIA RAELLY DE L.M. ROMEIRO

ORIENTADOR: ELTON BAUER

PROJETO FINAL 2

BRASÍLIA-DF

2019

**DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO**

**THÁLIA RAELLY DE L. M. ROMEIRO – 14/0183426**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2 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:**

---

**ELTON BAUER (UnB)**

**(ORIENTADOR)**

---

**CLAUDIO HENRIQUE DE ALMEIDA FEITOSA PEREIRA (UnB)**

**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**ELAINE DE SOUSA HENRIQUE (CEPLAN)**

**(EXAMINADOR EXTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, 05 DE JULHO DE 2019**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

ROMEIRO T. R. L. M	
Diretrizes para a Elaboração do Plano de Manutenção - Brasília	
78 p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2019)	
Monografia de Projeto Final 2 - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.	
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.	
1. Plano de Manutenção	2. Manutenção
3. Inspeção	4. Desempenho
I. ENC/FT/UnB	II. Título (série)

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

ROMEIRO T. R. L. M. DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO - Brasília. Monografia de Projeto Final 2, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 78p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DA AUTORA: Thália Raelly de Lima Meneses Romeiro

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2019

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. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

---

Thália Raelly de L. M. Romeiro

SQN 211 Bl. G apt. 601.

70.863070 – Brasília/DF – Brasil

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por estar sempre ao meu lado, me dando forças para superar as dificuldades e me acompanhando no meu trajeto.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e se dedicaram na conquista do meu sucesso. Por todo o amor incondicional, carinho e dedicação comigo.

Ao meu noivo, por toda paciência, amor e apoio ao longo desta jornada.

Ao meu orientador, por sempre estar disponível para suprir as dúvidas, dando orientações e críticas construtivas, que me fizeram crescer e a sua confiança.

A todos os meus familiares, em especial a minha querida avó, por mesmo de longe estar sempre mandando energias e apoio com muito amor para que eu chegasse até aqui.

A esta universidade e o corpo docentes pelos conhecimentos transmitidos ao longo de todo meu curso.

E a todos os meus amigos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

## **RESUMO**

O frequente aparecimento de patologias nas edificações, somado com a atualização da norma de desempenho ABNT NBR 15575/13, fez o mercado da construção civil se tornar mais rigoroso quanto ao desempenho e a qualidade das edificações. A realização de manutenções ao longo da vida útil da edificação faz com que este tempo de vida útil seja prolongado e a segurança dos usuários seja mantida. Da mesma forma que, se as intervenções de manutenção no edifício forem realizadas com antecedência menor será o custo, pois quanto mais tarde forem realizadas, mais caras ficarão as correções e mais graves poderão ser os problemas. Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar um plano de manutenção com foco nas fachadas já que este é um dos sistemas estruturais mais degradados e que apresentaram maior carência de reparos de seus componentes, como revestimento, esquadrias e rejuntas. Por isso, nesse estudo são abordados os aspectos relacionados com a manutenção que são as degradações, o tempo de vida útil, o desempenho e a durabilidade. A metodologia é baseada na determinação da vida útil dos elementos, seguida pela realização da caracterização das duas edificações que são utilizadas como estudo de caso, sendo elas, uma comercial e outra residencial, localizadas dentro do Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Brasília- DF. Além da caracterização, também são feitas as atividades de inspeção para identificação do estado de degradação das fachadas e por fim para o planejamento das atividades de manutenção das fachadas ao longo da vida útil do edifício. Percebe-se com os resultados encontrados, que para a realização de um plano de manutenção ideal, não é suficiente apenas listar as atividades que devem ser realizadas nos elementos, mas sim, fazer uma programação de quando essas atividades devem ocorrer ao longo da vida útil. Assim, a vida útil dos elementos pode ser prolongada, mantendo um desempenho adequado e o custo com intervenções não planejadas é reduzido.

Palavras – chave: Plano de manutenção, desempenho, vida útil, durabilidade, inspeção.

## **ABSTRACT**

The frequent appearance of pathologies in buildings, added to the update of the performance standard ABNT NBR 15575/13, made the construction market become more rigorous regarding the performance and the quality of the buildings. The maintenance over the life of the building extends its service life and the maintains its user safety. In the same way, if the maintenance interventions in the building are carried out in advance, the cost will be lower, since the later the repairs are performed, the more expensive the repairs will be and the more serious problems will become. Thus, the objective of this work was to elaborate a maintenance plan with focus on the facades since this is one of the most degraded structural systems which presented greater lack of repairs of its components, such as lining, frames and grouts. Therefore, this study addresses the aspects related to maintenance, such as degradation, shelf life, performance and durability. The methodology is based on the determination of the useful life of elements, followed by the characterization of two buildings that are used as a case study, one commercial and the other residential, located inside the Darcy Ribeiro Campus, Brasília- DF. In addition to characterization, the inspection activities are also carried out to identify the state of degradation of the façades and, finally, to plan their maintenance activities throughout the life of the building. It is noticeable, with the results found, that for the realization of an ideal maintenance plan, it is not enough to only list the activities that must be carried out in the elements, but to make a schedule of when these activities must occur during their useful life. Thus, the useful life of the elements can be prolonged, maintaining adequate performance and the cost with unplanned interventions is reduced.

**Key words:** Maintenance plan, performance, service life, durability, inspection.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos da Pesquisa .....	2
1.1.1. Objetivo Geral .....	2
1.1.2. Objetivos Específicos .....	2
1.2. Fases do Projeto .....	2
1.3. Apresentação do projeto .....	3
2. NORMAS TÉCNICAS .....	5
2.1. ABNT NBR 12722/92 – Discriminação de serviços para construção de edifícios 5	
2.2. ABNT NBR 5674/12– Manutenção de Edificações- Procedimentos .....	6
2.3. ABNT NBR 14037/11- Manual de Operação, uso e manutenção das edificações- Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação.....	8
2.4. ABNT NBR 15575/13 – 1 Edificações Habitacionais- Desempenho- Requisitos Gerais9	
2.5. ISO 15686 /2012 .....	10
3. AS FACHADAS .....	13
3.1. Projeções .....	15
3.2. Paredes e Revestimentos.....	16
3.2.1. Fachada em Pintura .....	16
3.2.2. Fachadas com Revestimento Cerâmico .....	17
3.3. Esquadrias .....	18
3.4. Brises .....	19
4. DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL.....	21
4.1. Estudo da degradação .....	21
4.2. Vida útil .....	26
4.2.1. Durabilidade .....	29
4.2.2. Manutenibilidade .....	29
4.3. Estudo das Patologias .....	30
.....	33
4.4. Inspeção Predial .....	33
4.5. Manutenção.....	35
4.6. Desempenho.....	41



4.7. Plano de Manutenção .....	43
4.8. Limpeza .....	46
4.9. Reparação.....	46
5. METODOLOGIA DO PLANO DE MANUTENÇÃO.....	48
6. ESTUDO DE CASO DO PLANO DE MANUTENÇÃO.....	52
6.1. Edificação Residencial – Em fase de Projeto .....	52
6.2. Edificação não residencial - Em uso.....	61
6.3. Edificação após manutenção corretiva.....	74
7. CONCLUSÃO.....	76
7.1. Considerações Finais .....	76
7.2. Recomendações Futuras .....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78
ANEXO I- TABELAS DE VIDA ÚTIL .....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Natureza, origem e mecanismos de degradação em fachadas com argamassa e pintura na região de Brasília. Fonte: Santos (2018) .....	22
Tabela 2: Vida útil mínima dos elementos. Fonte: ABNT NBR 15575-1/13 .....	28
Tabela 3: Os envolvidos no processo de manutenção. Adaptado de LOPES (2005).....	44
Tabela 4: Vida útil de Projeto dos Elementos .....	48
Tabela 5: Matriz de Alterações. Fonte: Adaptado da Norma ASTM E632-82 (1996) ..	50
Tabela 6: Vida útil dos elementos do Bloco E da Colina.....	53
Tabela 7: Plano de manutenção do Bloco E da Colina nos dez primeiros anos.....	54
Tabela 8: Planejamento das operações de substituição do Bloco E da Colina.....	55
Tabela 9: Planejamento das operações de reparo do Bloco E da Colina.....	55
Tabela 10: Planejamento das operações de inspeção do Bloco E da Colina.....	56
Tabela 11: Planejamento das operações de limpeza do Bloco E da Colina .....	57
Tabela 12: Planejamento das operações de manutenção preventiva do Bloco E da Colina	58
Tabela 13: Planejamento das operações de pintura do Bloco E da Colina.....	59
Tabela 14: Parâmetros do cálculo do FGD da amostra da prumada .....	65
Tabela 15: Parâmetros do cálculo do FGD da amostra da empena .....	67
Tabela 16: Plano de manutenção do INFRALAB nos dez primeiros anos .....	69
Tabela 17: Vida útil dos elementos do INFRALAB .....	69
Tabela 18: Planejamento das operações de substituição do INFRALAB .....	70
Tabela 19: Planejamento das operações de reparo do INFRALAB .....	70
Tabela 20: Planejamento das operações de inspeção do INFRALAB .....	70
Tabela 21: Planejamento das operações de limpeza do INFRALAB.....	71
Tabela 22: Planejamento das operações de manutenção preventiva do INFRALAB ....	72
Tabela 23: Planejamento das operações de pintura do INFRALAB.....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Metodologia do trabalho .....	2
Figura 2: Caracterização da parte externa das edificações. Fonte: SOUSA et al (2016) 14	14
Figura 3: Envolvente de uma Edificação. Fonte: Adaptado de Sousa et al (2016) .....	14
Figura 4: Edificação com projeções horizontais e verticais .....	15
Figura 5: Esquema da fachada com revestimento em pintura. ....	17
Figura 6: Esquema do Revestimento Cerâmico. Fonte: Adaptado de CCB (2009) apud ANTUNES (2010).....	17
Figura 7: Esquadrias. Fonte: Guia CBIC (2017) .....	18
Figura 8: Exemplo de Brise nas edificações.....	19
Figura 9: Relação entre manutenção, desempenho e degradação. Fonte: Adaptado de FLORES-COLEN (2010).....	24
Figura 10: Curva de degradação. Fonte: SOUZA (2016).....	26
Figura 11: Relação entre a Vida útil e o Desempenho. Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2002) .....	27
Figura 12: Atividades de Intervenção nas Edificações. Fonte: Rosenfeld & SHOHET (1999) apud FLORES (2009).....	37
Figura 13: Teoria da Manutenção. Fonte: LEITE (2009).....	38
Figura 14: Custos das fases de um edifício. Fonte: CÓIAS E SILVA; SOARES (2003).....	39
Figura 15: Custos Globais dividido em visíveis e invisíveis. Fonte: CHENG ET AL (2005) apud FLORES (2009).....	40
Figura 16: Lei de Sitter. Fonte SITTER (1983) apud VILLANUEVA (2005) .....	40
Figura 17: Fatores envolvidos no desempenho de uma edificação. ....	41
Figura 18: Níveis mínimos de qualidade. Fonte: FLORES (2002) .....	42
Figura 19: Perda de desempenho (SILVA, 2014) .....	43
Figura 20: Deficiência de manutenção por elemento. ....	47
Figura 21: Projeto do Bloco E da Colina.....	53
Figura 22: INFRALAB (UnB) .....	61
Figura 23: Amostra da prumada .....	62
Figura 24: Croqui da pruma do INFRLAB UnB .....	62
Figura 25: Apresentação de anomalias da prumada do INFRALAB .....	63
Figura 26: Análise da área de anomalias .....	63
Figura 27: Áreas de Patologias amostra oeste .....	64
Figura 28: Empenas .....	65
Figura 29: Croqui da amostra da empena com as anomalias .....	66
Figura 30: Análise das áreas das anomalias da empena norte. ....	66
Figura 31: Áreas de Patologias amostra norte .....	67
Figura 32: Curva de degradação - FGD X Idade. Fonte: Adaptado de Santos (2018)...	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Curvas de Degradação. Fonte: SANTOS (2018) adaptado de SHOHET et al (1999) .....	22
Quadro 2: Curvas de Degradação. Fonte: SANTOS (2018) adaptado de SHOHET et al (1999) .....	23
Quadro 3: Anomalias. Fonte: SANTOS (2018) .....	31
Quadro 4: Anomalias. Fonte: SANTOS (2018) .....	32
Quadro 5: Anomalias. Fonte: SANTOS (2018) .....	33

## 1. INTRODUÇÃO

Em vista o novo cenário que assola o mercado da construção civil no Brasil, o qual a realização da manutenção nas novas e antigas estruturas é uma prática ausente ou pouco praticada, o índice de degradação dos elementos está aumentando a cada dia. Assim, percebe-se a necessidade do planejamento das atividades de manutenção para que as patologias possam ser corrigidas ainda no início, antes que se propagem e prejudiquem o desempenho da edificação.

A ABNT NBR 15575:2013 apresenta os padrões mínimos de desempenho das edificações e com isso facilita que os engenheiros realizem as construções com o padrão determinado e a segurança adequada aos usuários. Esta norma tenta impulsionar a realização das obras com uma qualidade cada vez maior e possibilita aos responsáveis pela edificação, sejam os síndicos ou proprietários, o aporte técnico para possíveis problemas.

Os planos de manutenção englobam as manutenções preventivas, preditivas e corretiva, além das atividades de investigações, limpezas, intervenções simples e profundas. A regra de SITTER (1983) aborda que quanto mais tarde forem realizadas as manutenções ou deixarem de ser realizadas, de maior custo se tornam os investimentos, isso em uma progressão geométrica de fator 5, ou seja, deixando para realizar a intervenção de emergência, o custo que seria 1 vez corrigindo na fase de projeto, passa a ser 125 vezes maior.

A conservação de uma edificação varia de acordo com o desempenho e a exposição de cada um dos elementos estruturais, então realizar a inspeção e a manutenção periódica em todos os elementos garante prévia identificação do problema e impede o agravamento das anomalias com a realização do devido reparo (SOUSA E FREITAS, 2003). A realização da manutenção em edifícios deve seguir métodos eficientes, como é abordado na ABNT NBR 14037:2003- Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. As normas relacionadas a este assunto ainda não são muito utilizadas, mas mesmo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de planos de manutenções que facilitem o seu entendimento e aplicação nas edificações. A implementação desses planos nas fachadas dos edifícios ocasionaria

uma melhora na qualidade de vida da população, a sustentabilidade ambiental, o aumento na durabilidade da edificação e uma economia financeira.

## 1.1. Objetivos da Pesquisa

### 1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é elaborar o plano de manutenção das fachadas, seguindo os critérios estabelecidos pelas normas de manutenção. Com isso, ajudar os proprietários e responsáveis pelas edificações na realização do controle das etapas da manutenção ao longo da vida útil da edificação de forma prática.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Discutir e implementar diretrizes para as inspeções associadas ao plano de manutenção;
- Propor uma rotina que permita estabelecer as etapas e atividades de um plano de manutenção;
- Aplicar a rotina em edifícios da UnB, visando verificar a eficiência do plano desenvolvido.

## 1.2. Fases do Projeto

A metodologia empregada no desenvolvimento desta pesquisa foi dividida em etapas, onde em cada uma delas serão apresentados conceitos e considerações que servirão como base para o desenvolvimento do plano de manutenção das fachadas estudadas.

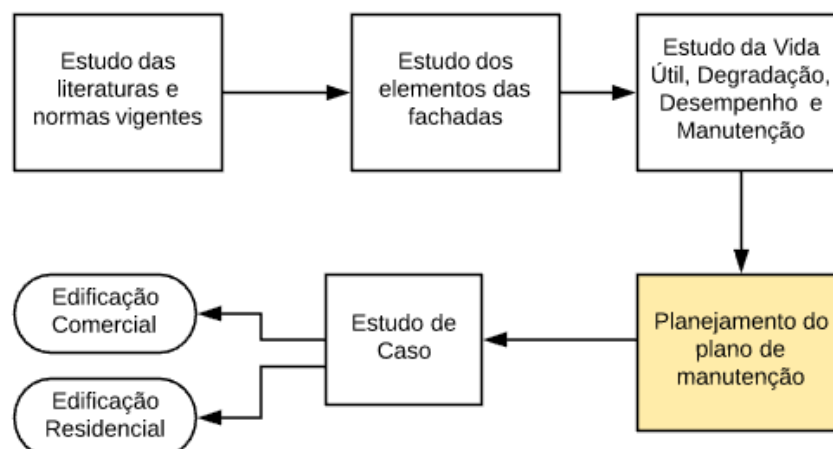


Figura 1: Metodologia do trabalho

Na Figura 1, inicialmente, será abordado um estudo das literaturas, com o levantamento do que estava sendo desenvolvido sobre o tema, tanto no Brasil, como no exterior. Assim como, as considerações que devem ser realizadas no desenvolvimento de um plano de manutenção e o que é estabelecido pelas normas que abordam o tema.

Em seguida, será realizado um estudo das fachadas, ou seja, os elementos que a compõem, como as esquadrias, os brises, e os revestimentos, as características de cada um deles, a vida útil desses elementos e como eles se comportam.

Além disso, serão apresentados os conceitos de vida útil, que é a base para o desenvolvimento do plano de manutenção. Assim como, os conceitos de degradação, durabilidade, desempenho e entre outros, que são essenciais para entender a importância de um plano de manutenção e como ele influencia em uma edificação.

Após esses estudos, será desenvolvido o plano de manutenção, seguindo os requisitos do que deve estar presente em um plano, pelo que é estabelecido pelas normas e pela literatura. Assim como, será determinada a vida útil de cada um dos elementos que compõe as fachadas a partir da norma de desempenho NBR 15575/13.

Por fim, será realizado um estudo de caso em duas edificações localizadas dentro do Campus Darcy Ribeiro, da Universidade de Brasília, para que possa ser verificado a eficiência da metodologia desenvolvida e como ela pode ser adaptada para fachadas de outras edificações.

### **1.3. Apresentação do projeto**

Este projeto está dividido em cinco capítulos mais as considerações finais e as referências. Sendo eles:

- Capítulo 1: Apresentação inicial do tema, contextualização da sua complexidade, objetivos e fases de projeto;
- Capítulo 2: Revisão das normas vigentes relacionadas com a atividade de manutenção e suas correlações;
- Capítulo 3: Estudo das fachadas com a apresentação dos elementos que a compõe a fachada;

- Capítulo 4: Neste capítulo são apresentados os conceitos relacionados com a vida útil, degradação e o plano de manutenção;
- Capítulo 5: É apresentada a metodologia desenvolvida para o plano de manutenção;
- Capítulo 6: Estudo de caso e resultados do plano de manutenção das fachadas.



## **2. NORMAS TÉCNICAS**

As normas que regem o tema das construções prediais, sejam elas de manutenção, desempenho ou serviços em geral, foram desenvolvidas alguns anos atrás, mas tiveram seu maior reconhecimento com a atualização em 2013 da norma de desempenho, NBR 15575/2013. Esta norma fez com que as construtoras tivessem mais cuidado ao longo da execução da obra e na realização do projeto. Mesmo que o reconhecimento das normas tenha aumentado, ainda não está no nível ideal para fornecer à edificação o desempenho adequado ao longo da vida útil. Dessa forma, discutir essas normas é um dos objetivos desse capítulo.

### **2.1. ABNT NBR 12722/92 – Discriminação de serviços para construção de edifícios**

A NBR 12722/92 aborda os serviços que são necessários para a elaboração de construções de edifícios, que são eles relacionados com o planejamento, fiscalização e a condução da construção em si, englobando as quatro etapas da construção que são os estudos preliminares, projeto, construção e recebimento.

A norma apresenta algumas etapas que são necessárias para a execução da construção da edificação. São listados desde os estudos do solo, com os dados levantados de planimetria, estudo de viabilidade, estudos geológicos, entre outros. Em seguida, são abordados os itens que compõem o anteprojeto e o que é necessário para dar prosseguimento ao projeto, como as plantas, com cortes e elevações. São apresentados então, os estudos geotécnicos para a realização do projeto de fundação e por fim, os projetos estruturais e de instalação. Além deles, é abordado os projetos de tratamento, que são direcionados às vedações da obra, como as térmicas e as acústicas. Mas percebe-se a carência na apresentação dos projetos de impermeabilização e de fachadas, por exemplo, onde não foram apresentando as etapas que devem ser realizadas para uma correta execução e as considerações que devem ser feitas em cada caso.

Na norma também é levantada a importância da equipe de fiscalização, que realiza a verificação do que está sendo executado ao longo da obra e se condiz com o que está no projeto. Da mesma forma que, aborda a necessidade de realizar o controle tecnológico, com a realização de ensaios e provas dos materiais, terrenos e taludes em todas as etapas da obra para garantir a segurança da construção.

Assim, esta norma apresenta os serviços que devem ser realizados pelos engenheiros, projetistas e funcionários da construção civil, para que os projetos sejam realizados de forma correta e que edificação seja construída de forma adequada, evitando, possivelmente, as patologias decorrentes de erros de projeto e de execução.

## **2.2. ABNT NBR 5674/12– Manutenção de Edificações- Procedimentos**

A norma de manutenção tem por objetivo apresentar procedimentos necessários para a implementação de um sistema de manutenção de edificações. Segundo a norma, cerca de 1% a 2% do custo inicial são gastos com as manutenções. Esse valor acumulado ao longo da vida útil equivale ao custo igual ou superior de toda a construção. E essa falta de manutenção é constatada nos casos em que a edificação perde sua utilidade muito antes do tempo de vida útil para o qual foi projetado.

A norma aborda a importância da realização da inspeção que avalia o estado da edificação e orienta as atividades que vão ser realizadas de manutenção. Por ela, o manual de operação, uso e manutenção é definido como um documento que reúne todas as informações necessárias para orientação de uso e manutenção da edificação como um todo. Com isso, ela pode determinar a necessidade da realização do planejamento com uma previsão dos métodos, os equipamentos necessários e um cronograma da realização e sua duração, com uma estimativa de custos.

A NBR 5674/12 também diferencia o proprietário do usuário, o qual o primeiro é a pessoa que tem direitos de dispor da edificação enquanto o outro é o ocupante dela. Além disso, ela elenca as responsabilidades de cada um dos envolvidos em uma edificação. Sendo o proprietário o responsável pela manutenção e devendo seguir o que diz nas normas técnicas e o manual de operação, podendo delegar essa gestão para uma empresa ou profissional qualificado. Essas funções do proprietário são as de contratar a equipe para a realização da inspeção da edificação; realizar relatórios periódicos; preparar a previsão orçamentária; supervisionar a realização do projeto; providenciar e manter atualizados os registros; assessorar o proprietário na contratação dos serviços, no uso adequado da edificação e em emergências.

Os sistemas de manutenção pela norma devem considerar todas as características que envolvem a edificação, como o tipo de uso, o tamanho, a complexidade, dispersão geográfica e relações especiais de vizinhança. Além disso, eles devem possuir um

conjunto de diretrizes que delimitem os padrões de operação, que devem seguir o desempenho mínimo das edificações e os prazos entre as realizações de detecção e correção de problemas. Essas práticas devem seguir as normas vigentes e devem ser realizadas inspeções regulares para possuir as informações necessárias para tomada de decisões e divisão de atribuições.

Segundo a norma as manutenções são divididas em três tipos:

- a) Manutenção rotineira, que são aquelas mais simples e padronizada;
- b) Manutenção planejada que são aquelas que os serviços são programados antecipadamente, realizadas por solicitações dos usuários, estimativas ou pelos relatórios de inspeção;
- c) Manutenção não planejada que são aquelas que não estavam previstas no planejamento, são situações geralmente de emergência que exigem uma intervenção imediata para evitar riscos aos proprietários e usuários.

As documentações que são necessárias para compor o sistema de manutenção devem ser atualizadas periodicamente para diminuir as incertezas no projeto e planejar os serviços. Os documentos necessários pela norma são o manual de operação; registro de serviços realizados; registro com as reclamações e solicitações; relatórios de inspeção; acervo de normas e programas de manutenção. Para o preenchimento adequado dos documentos, a coleta de informações deve ser realizada a partir das inspeções periódicas e com a conferência em *check-list* para verificar a padronização.

Assim, a norma também aborda o que deve incluir um projeto de manutenção, como as especificações detalhadas, desenhos e plantas, programação de atividades, dispositivos de sinalização e proteção dos usuários e instruções para procedimento em caso de imprevistos. A necessidade desse projeto, pela norma, é diminuir as interferências de condições de uso normal.

A norma relata todos os pontos que são necessários para realização de um sistema de manutenção, com as atividades que são necessárias e o que o que deve ser considerado, além de fornecer um modelo de um plano de edificações.

### **2.3.ABNT NBR 14037/11- Manual de Operação, uso e manutenção das edificações- Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação**

Como abordado na NBR 14037/11, o foco do processo produtivo das edificações era apenas nas fases do projeto e de execução do canteiro, mas as pessoas têm reconhecido cada vez mais a importância de se preocupar com o uso e com a manutenção dos edifícios para garantir o desempenho e a durabilidade adequada.

A norma apresenta os requisitos necessários para a elaboração e composição de um plano de manutenção, uso e operação que deve ser entregue no final da construção da edificação ao responsável pela edificação. Os objetivos dela são informar aos proprietários e usuários como se deve proceder para manter o desempenho do empreendimento, quais são os procedimentos adequados para evitar falhas por uso incorreto e com isso informar a importância da manutenção para atingir a vida útil da edificação.

Esta norma apresenta muitas definições que são importantes para o entendimento de um sistema de manutenção que são baseadas na norma de desempenho a ABNT NBR 15575/13, como a durabilidade, prazo de garantia, uso, vida útil de projeto, entre outros. Essas definições serão apresentadas no tópico 3.5. Além disso, também delimita as obrigações de cada um dos envolvidos na edificação, em cada uma das etapas; a incumbência pelo fornecimento das documentações; e quem é o responsável pelas renovações documentais.

A norma também relata os requisitos que são necessários na elaboração do manual, como a linguagem adequada, simples e direta, com uma estrutura didática e um detalhamento correto, para o entendimento adequado dos usuários. Além do manual, a norma afirma que deve ser fornecido aos usuários um memorial descritivo das considerações que foram feitas no projeto e execução da obra como cargas máximas, descrição dos sistemas e equipamentos, desenhos esquemáticos para que eles tenham mais conhecimento de como foi feito.

O manual também deve conter os registros de inspeções, a programação das manutenções, informações sobre o meio ambiente modificações e limitações, sustentabilidade, segurança da edificação e as documentações anexadas, como projetos arquitetônicos, estrutural, instalações e equipamentos.

A norma é focada nos engenheiros que irão produzir estes manuais antes da entrega da edificação. Então ela tem o objetivo de auxiliar na confecção, apresentando os itens que devem ser apresentados e como devem ser elaborados. Assim, essa norma é muito importante para o desenvolvimento desta pesquisa.

#### **2.4. ABNT NBR 15575/13 – 1 Edificações Habitacionais- Desempenho- Requisitos Gerais**

A norma 15575/13 é dividida em seis partes, as quais são: requisitos gerais; sistemas estruturais; sistemas de pisos; sistemas de vedações verticais internas e externas; sistemas de coberturas; sistemas hidrossanitários. Neste tópico será abordado um pouco sobre a primeira parte desta norma, que são os requisitos gerais por ter mais relevância com o tema deste estudo.

A primeira parte da norma apresenta os requisitos gerais para a obtenção de edificações adequadas, seguindo as exigências dos usuários, a partir da realização de um projeto com qualidade e execução. Dessa forma, relaciona-se diretamente com a avaliação do desempenho do sistema construtivo, seja ele térmico, acústico, lumínico, estrutural e de segurança.

Pela norma, a avaliação do desempenho é realizada a partir de uma investigação sistemática baseada em métodos e em conhecimentos científicos, que são dados base para realização dos projetos junto com a documentação fotográfica, memorial de cálculo e outros registros de inspeção. Da mesma maneira que, ela recomenda que as avaliações sejam realizadas por laboratórios, instituições ou empresas especializadas que tenham conhecimento técnico. Esses métodos são os ensaios laboratoriais, ensaios de campo, inspeção em protótipo e em campo, simulações e análises de projetos.

Na norma também são apresentadas definições que são muito importantes para o estudo de uma edificação como os conceitos de degradação, custos, durabilidade, elementos, desempenho, inspeção predial de uso e manutenção, patologia, vida útil, entre outros, que são conceitos que serão detalhados nos próximos capítulos deste trabalho. Assim como, aborda a importância dos estados - limites de projeto que são referências na elaboração do projeto, para obter um bom desempenho estrutural com estabilidade e resistência necessária. Além, de focar na segurança da edificação contra incêndio, que

tem como princípio dificultar o princípio do incêndio ou facilitar a fuga da edificação, limitando a propagação do fogo.

Dessa forma, a norma afirma que a construção de uma edificação deve garantir aos usuários uma qualidade dos elementos estruturais, o bom uso e operação, além dos parâmetros de sustentabilidade, segurança, estanqueidade e habitabilidade que engloba também a saúde, higiene e qualidade. Esses parâmetros compõem os requisitos mínimos para um bom desempenho e conforto dos usuários. Assim, o objetivo principal da norma é apresentar as exigências necessárias para execução de um projeto de qualidade por parte dos engenheiros.

No anexo da norma é apresentada a vida útil dos sistemas que compõe as edificações, como a estrutura, as fundações e os revestimentos internos e externos. Assim como, a norma também ensina a determinar a vida útil dos elementos a partir dos critérios de custos, de manutenibilidade e do perigo com o tipo de falha. Com a determinação da vida útil dos elementos será desenvolvido o planejamento das atividades de intervenção que é o foco deste estudo.

## **2.5. ISO 15686 /2012**

A norma aborda sobre as edificações e seus ativos de construção com foco no planejamento da vida útil. A norma é dividida em dez partes assim como a norma de desempenho que foi apresentada anteriormente que possui seis partes. Sendo elas listadas abaixo:

- Parte 1: Nesta parte são apresentados os procedimentos e os princípios aplicados na estrutura do planejamento da vida útil dos componentes das edificações. Assim como, os agentes que afetam a vida útil da edificação;

- Parte 2: Na segunda parte são abordados os procedimentos que auxiliam na previsão da vida útil do edifício, baseados no desempenho. Assim como, também são apresentados os agentes de degradação.

- Parte 3: A terceira parte, análise de desempenho e revisões, aborda sobre os procedimentos que devem ser aplicados nas diferentes fases da vida útil da obra, garantindo a gestão.

-Parte 5: Na parte cinco são apresentados os guias para obter os custos dos ciclos associados à vida útil;

- Parte 6: No tópico seis, que é Procedimentos para as considerações dos impactos ambientais com o planejamento da vida útil são abordadas as indicações para análise do impacto ambiental para diferentes soluções e a realização da relação entre o planejamento da vida útil e esse impacto ambiental.

- Parte 7: Na parte sete, que tem como título a Avaliação do desempenho para feedback com dados de vida útil na prática, são apresentadas as informações para análise do desempenho ao longo da vida útil. Além de apresentar o planejamento da vida útil com o método do fator e as fases e atividades de uma pesquisa de desempenho.

- Parte 8: A oitava parte aborda sobre a vida útil de referência, vida útil estimada e a estimativa da vida útil, aplicando o método fatorial.

- Parte 9: Na nona etapa da norma são apresentadas orientação sobre avaliação dos dados de vida útil e indicações sobre às conformidades dos produtos da construção.

- Parte 10: A parte dez trata sobre os requisitos para avaliar o desempenho funcional ao longo da vida útil da edificação.

-Parte 11: Sendo por fim a última parte apresentando as terminologias.

Pela norma o planejamento da vida útil deve incluir as necessidades que as edificações irão apresentar, os cronogramas de atividades de manutenção e as substituições necessárias ao longo do ciclo de vida do edifício. Sendo que esse planejamento deve considerar o desempenho dos componentes do edifício dentro do ciclo de vida no ambiente e nas condições de ocupação e uso; o custo e o impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida; o custo de operação e manutenção; a necessidade de reparos, substituições e demais intervenções, considerando o custo de cada uma das atividades; e por fim, a análise da construção e das instalações e manutenção dos componentes.

Na norma também é apresentada a metodologia utilizada para obter a vida útil dos componentes, onde são citadas as informações necessárias, os testes e procedimentos que devem ser realizados. As partes 1, 2, 3, 8 e 10 desta norma são importantes para o

desenvolvimento deste estudo, pois nelas são abordadas as metodologias para se obter a vida útil, as considerações que devem ser tomadas para a previsão dos períodos e os requisitos que são necessários para medir e acompanhar o desempenho das edificações ao longo da vida útil. Essa previsão da vida útil é uma ferramenta importante para o desenvolvimento do planejamento das atividades do plano de manutenção, que é o foco neste estudo.

Analisando as normas estudadas, verifica-se que não é suficiente para o desenvolvimento do plano de manutenção apenas as considerações apresentadas nelas e faz-se necessário o complemento com o que é abordado e orientado nas literaturas sobre o tema.



### 3. AS FACHADAS

As fachadas são elementos verticais e planos que tem função importante para o edifício não só pelo aspecto visual, por garantir a estética da edificação, mas também por manter as condições térmicas, resistência mecânica, estabilidade, proteção interna do edifício contra incêndio e ruído. O estudo das fachadas é fundamental para manter um adequado desempenho desse elemento e garantir a satisfação dos moradores e usuários.

As fachadas, junto com as coberturas são os elementos da edificação que apresentam maiores patologias devido a sua exposição. O estudo de LOPES (2005), apresenta a porcentagem das carências dos elementos das edificações e demonstra que a fachada é o que possui maior carência de intervenção, ou seja, é o elemento onde não são realizadas com muita frequência as atividades de manutenção.

A realização do plano de manutenção de uma fachada é essencial para garantir o desempenho esperado e esse estudo depende da análise de cada um dos elementos que a compõem. Vale ressaltar que as fachadas fazem parte de um sistema construtivo maior que são as envoltentes, que possuem a função de principal estética na edificação.

A envolvente, que segundo CÓIAS (2007) compreende o local onde se encontra a habitação, do modo como o edifício se encontra posicionado e orientado e das características das áreas circundantes. Por SOUSA *et al* (2016), ela é dividida em exterior e enterrada, como apresentado na Figura 2. A exterior contempla as fachadas, coberturas, pavimentos e a casca, enquanto a enterrada é composta pelas paredes, tetos e pavimentos. Como o foco deste trabalho são as fachadas será detalhado os elementos apenas das fachadas.

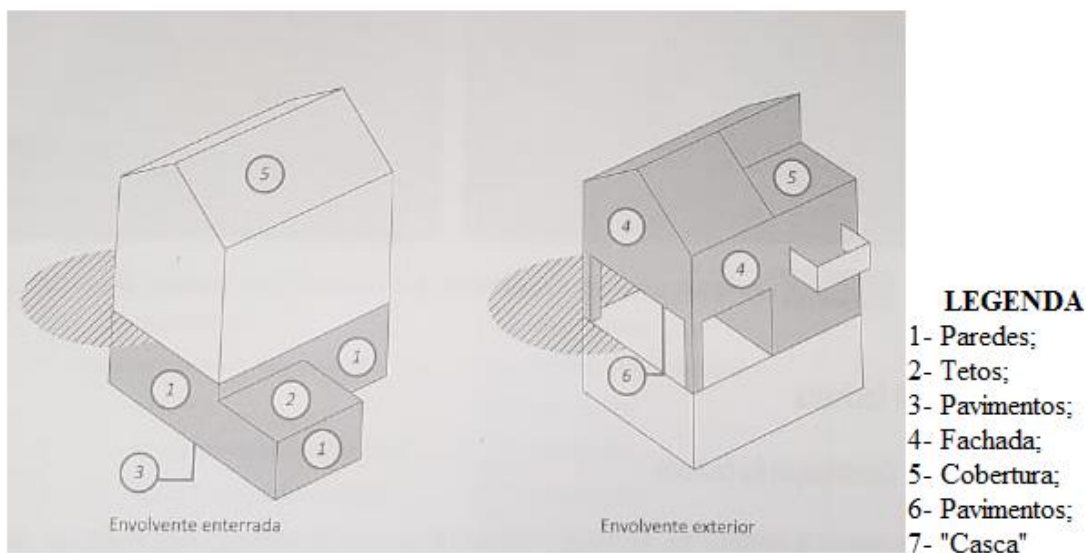


Figura 2: Caracterização da parte externa das edificações. Fonte: SOUSA et al (2016)

Assim os elementos da fachada são as paredes, que podem ser opacas ou translúcidas, a varanda, os elementos de projeção horizontal e vertical, as portas, janelas e vãos correntes por SOUSA *et al* (2016).

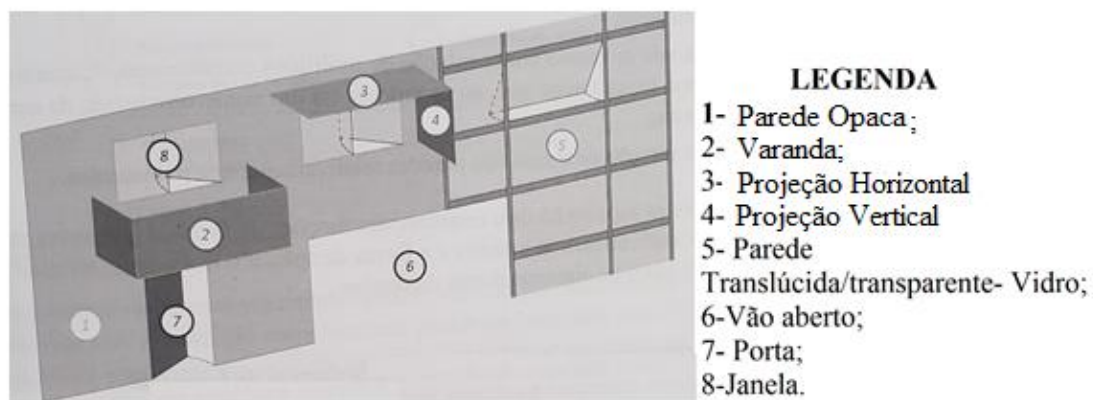


Figura 3: Constituintes de uma fachada. Fonte: Adaptado de SOUSA *et al* (2016)

Como apresentado na Figura 3 são diversos os elementos constituintes de uma fachada e cada um deles influencia de forma distinta o desempenho do sistema da envolvente exterior. Analisando cada um dos elementos apresentados por SOUSA *et al* (2016), percebe-se que as paredes podem ser opacas, quando são utilizadas, por exemplo, alvenaria em sua composição e possivelmente um revestimento de pintura ou placas cerâmicas. Assim como podem ser translúcidas, que são fachadas em vidro, as quais estão sendo utilizadas com frequência nas edificações empresariais e residenciais,

possivelmente por estética e pela entrada de iluminação natural. Além disso, percebe-se o uso de projeções nas edificações, que muitas vezes são utilizados como elemento de estética pelos arquitetos.

### 3.1. Projeções

Nas edificações atuais, analisando o cenário em Brasília- DF, percebe-se que não é muito comum o uso de projeções nas edificações, sendo encontrado com mais frequência nas edificações com idade em torno de 40 anos (Figura 4). Nas atuais, geralmente são feitos avanços nas regiões de abertura de janela para favorecer a queda da água da chuva por exemplo, evitando o surgimento de manchas nessas regiões. As projeções são projetadas na edificação para auxiliar no conforto térmico do interior do cômodo e por questões estéticas.



Figura 4: Edificação com projeções horizontais e verticais

As projeções geralmente são fabricadas de concreto ou metálicas, dependendo da arquitetura da edificação. Quando são metálicas apresentam uma vida útil menor do que a da estrutura da edificação. Elas sendo fabricadas de concreto, possuem uma vida útil mais prolongada, mas ambas precisam de intervenções de manutenção para atingirem a vida útil estimada. Assim por serem elementos expostos recebem ação de degradação da chuva, do sol e das variações de temperatura, principalmente.

### **3.2. Paredes e Revestimentos**

Os revestimentos são essenciais para fornecer às fachadas a estética e a técnica adequada e são usadas pelos arquitetos na sua composição visual. Os revestimentos podem ser realizados de diferentes formas quando a parede é de alvenaria já que para uma parede de vidro, o revestimento não é indicado. No cenário brasileiro, é comum o revestimento em placas cerâmicas e argamassa com pintura nas fachadas em alvenaria.

Segundo SOUSA *et al* (2016) algumas funções são de grande importância para as fachadas, que são eles a estanqueidade, impermeabilização, isolamento térmico e acabamento ou decorativo. Os revestimentos também podem ser classificados como contínuos, que são os rebocados em uma camada ou mais, e o revestimento descontínuo que são executados com materiais pré-fabricados, como ladrilhos, fôrmas e painéis, por exemplo (SOUSA *et al*,2016).

#### **3.2.1. Fachada em Pintura**

O revestimento em pintura é uma das alternativas para se realizar o sistema de revestimento de uma edificação. O acabamento com pintura é muito utilizado nas construções brasileiras e isso está relacionado ao custo, pelo fato que as tintas possuem um valor mais econômico em relação a outros tipos de revestimento (MARQUES, 2013).

Os componentes do sistema de revestimento em argamassa com acabamento com pintura podem ser observados na Figura 5. Esse tipo de acabamento geralmente é realizado a partir de uma camada dupla de revestimento, que são elas o emboço e o reboco, deixando a superfície mais regular.

Todos esses elementos devem ser analisados para a confecção de um plano de manutenção, pois cada um deles podem trazer à fachada da edificação uma possível patologia, seja ela causada por problemas de execução ou mesmo pelo uso incorreto de materiais, pois o uso adequado das tintas também influencia no surgimento de falhas.

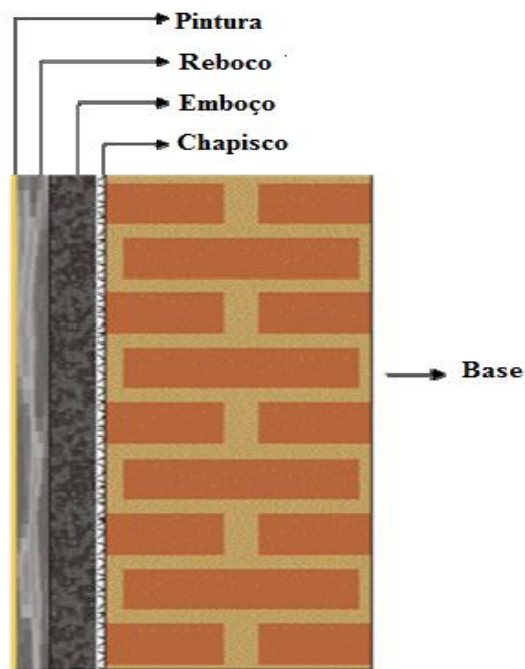


Figura 5: Esquema da fachada com revestimento em pintura.  
 Fonte: Adaptada ANTUNES (2010)

Os agentes de degradação que também atuam nos revestimentos em argamassa, são os de umidade, como as chuvas; os de radiação, como o sol e os raios ultravioletas; as variações climáticas e o uso. Assim, o revestimento está sempre recebendo ações de degradação e com isso apresentam uma vida útil muito inferior do que a da estrutura, necessitando assim, ações de intervenção recorrentes.

### 3.2.2. Fachadas com Revestimento Cerâmico

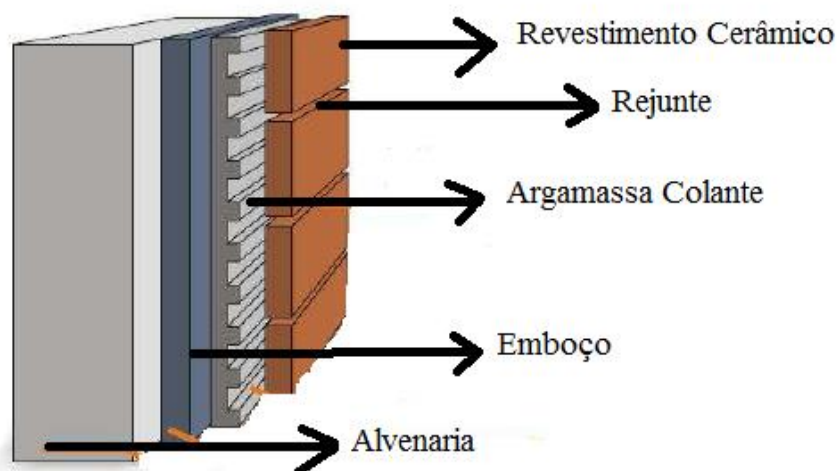


Figura 6: Esquema do Revestimento Cerâmico. Fonte: Adaptado de CCB (2009) apud ANTUNES (2010)

O uso de placas cerâmicas também é uma forma muito utilizada como revestimento nas fachadas das edificações. A sua composição (Figura 6) é realizada a partir da camada de emboço, que serve assim como no revestimento em argamassa para regularização da parede de alvenaria; seguindo pela argamassa colante que atua como base de aderência para fixação das placas cerâmicas, sendo um dos elementos principais na composição do revestimento cerâmico. Por fim, o rejunte que atua para preencher as juntas que ficam entre as placas cerâmicas e evitam a entrada de umidade. Segundo BRITO E SILVESTRE (2008), as placas cerâmicas são o tipo de revestimento mais sensíveis a qualidade dos materiais utilizados, a execução de aplicação e mão de obra de forma geral.

O uso de argamassas colantes de qualidade adequada garante ao revestimento um resultado mais satisfatório. A escolha desses materiais é muito influenciada pela localização da edificação, por causa dos fatores da umidade, naturais e demais agentes climáticos. Assim como, deve ser investido nos planejamentos das atividades de inspeção para manter o desempenho do revestimento e diminuir a queda das placas cerâmicas, seja por problemas na argamassa colante ou nos rejuntas, que pode causar riscos de uso aos usuários.

### **3.3.Esquadrias**



Figura 7: Esquadrias. Fonte: Guia CBIC (2017)

As esquadrias, que também são conhecidas como caixilharias, compreendem, para o caso das fachadas, as janelas e as aberturas. Elas são dispostas nas edificações para permitir o seu bom funcionamento. Possuem as funções de permitir uma iluminação adequada para o ambiente, fornecer um sistema de ventilação natural eficiente e permitir ao usuário sua privacidade quando necessário. Segundo SOUSA *et al* (2016) algumas exigências são importantes para serem seguidas pelos sistemas de esquadrias que são elas a resistência ao vento, estanqueidade à água da chuva, permeabilidade ao ar, resistência mecânica e força de manobra.

Cada um dos tipos de esquadrias possuem um conjunto de elementos específicos. Os elementos mais comuns são os painéis de vidro ou madeira; os suportes que podem ser metálicos, PVC ou de madeira; os apoios de borrachas, plásticos e silicones, que mantem a estanqueidade; e por fim os elementos de fixação que podem ser os parafusos. São diversos os conjuntos de elementos que compõem os sistemas de esquadrias dependendo da tipologia utilizada, o conjunto de painéis de vidro, com suporte metálico, apoio em borracha e fixação em parafusos são os modelos mais tradicionais, segundo SOUSA *et al* (2016).

### **3.4.Brises**



Figura 8: Exemplo de Brise nas edificações

Os brises (Figura 8) são constituintes arquitetônicos muito utilizados nas edificações em Brasília, eles servem para impedir a incidência direta dos raios solares nas fachadas como um todo ou apenas nas regiões de janelas, dependendo da sua localização.

São muitas vezes construídos de elementos de aço ou alumínio, mas podem ser produzidos de diversos materiais e de diferentes formatos.

Dependendo do material utilizado em sua composição o seu desempenho ao longo da vida útil pode variar, pois sofre ação dos agentes climáticos, como a chuva e o sol, além do desgaste por uso da sua parte mecânica. Dessa forma, é fundamental que o projetista conheça o desempenho do material utilizado e faça o devido planejamento das manutenções para garantir um bom funcionamento.



## **4. DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL**

O estudo de patologias envolve a análise das alterações que são apresentadas pelas edificações ao longo da sua vida útil, enquanto a degradação é um processo para o surgimento dessas alterações. As não conformidades podem aparecer em diferentes elementos de um sistema construtivos e podem ter diferentes causas. As patologias estão totalmente relacionadas com os erros de projeto, de execução, uso de materiais inapropriado e com o avanço das degradações. Assim como, com a diminuição da vida útil dos elementos da fachada. Dessa forma, este capítulo apresenta os conceitos relacionados com desempenho e manutenção das fachadas e os estudos para detectar as patologias.

### **4.1. Estudo da degradação**

O processo de degradação é resultado do envelhecimento das fachadas, tirando os casos em que a degradação é causada por acidentes ou ações humanas (GASPAR E BRITO, 2009). Os erros que ocorrem nas diversas etapas do processo de produção de edifícios, como nos planejamentos, projetos, materiais, execução e utilização acarretam a degradação (SOUZA, 2016). Os tamanhos dos vãos em balanço, a continuidade da fachada e as localizações das juntas, por exemplo, podem provocar diversas anomalias (COSTA, 2014) e (SILVESTRE *et al*, 2005).

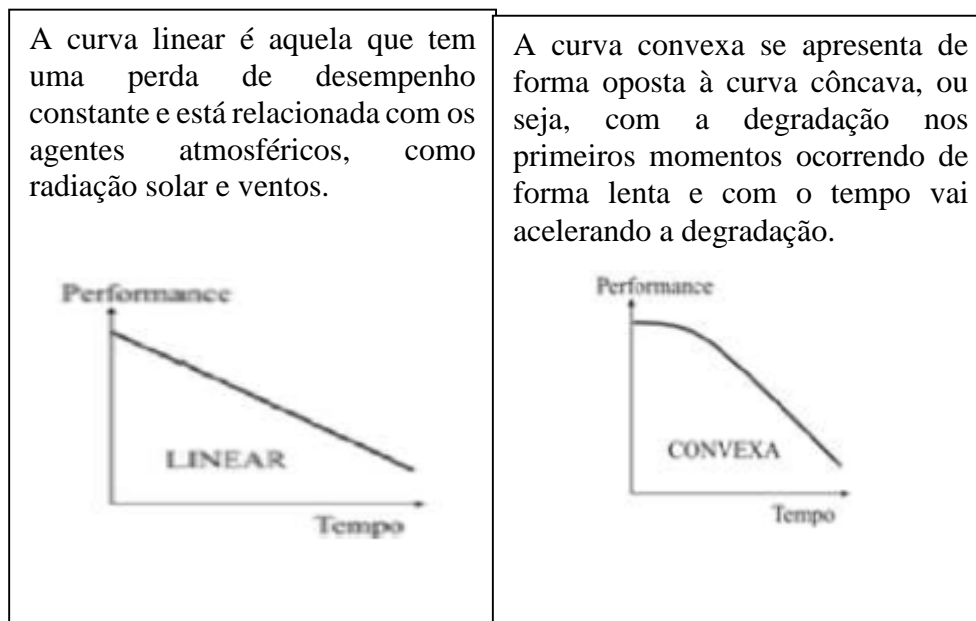
Na tabela 1, podem ser observados alguns mecanismos de degradação, a sua natureza e origem nas fachadas de acabamento em pintura e argamassa, para a região de Brasília. Sabendo que esses problemas podem ser mais agravados em algumas localidades, da mesma forma que podem nem ser aparentes.

A degradação está totalmente ligada à falta de manutenção da edificação, pois ao longo do tempo os elementos são degradados, sejam por ações de uso, clima ou acidentes e conseqüentemente com a realização da manutenção o desempenho esperado por ser reestabelecido. Assim como, dependendo dos mecanismos de degradação atuantes na edificação a configuração da degradação pode variar e SANTOS (2018) adaptado de SHOHET *et al* (1999) apresenta algumas curvas de degradação (Figuras 01 e 02) dependendo dos agentes atuantes.

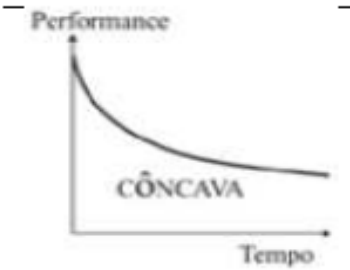

Tabela 1: Natureza, origem e mecanismos de degradação em fachadas com argamassa e pintura na região de Brasília. Fonte: Santos (2018)

Natureza	Origem	Mecanismos de degradação
<b>Agentes Físicos</b>		
Térmicos	Variações térmicas e gradientes, choque térmico	Deformações; alterações de umidade e temperatura
Umidade	Retração, molhagem, chuva	
Radiação	Radiação solar, radiação ultravioleta	
Eletroquímico	Corrosão das armaduras	
<b>Agentes Químicos</b>		
Água	Chuva, umidade do ar, condensação	Carbonatação; eflorescência; dissolução; desagregação
Ar	Carbonatação	
Solventes	Dissolução do cimento ou hidróxido de cálcio	
<b>Agentes Mecânicos</b>		
Deformações	Retração, variações térmicas	Deformações; fissuração
Gravidade	Peso do próprio elemento	
Vibrações	Vento, explosões, choques (impactos)	
<b>Agentes Biológicos</b>		
Micro-organismos	Bactérias, fungos	Desenvolvimento biológico (manchas)

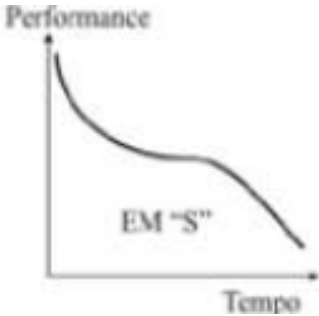
Pela tabela 1 é possível verificar as diferentes causas de degradação nas edificações. No Brasil, as edificações são mais atingidas pelas variações térmicas, pela chuva, umidade, micro-organismos e radiação solar, resultando assim em patologias distintas dependendo de cada um dos mecanismos de degradação, como podem ser observados nas curvas de degradação nos quadros 01 e 02.



Quadro 1: Curvas de Degradação. Fonte: SANTOS (2018) adaptado de SHOHET *et al* (1999)

<p>A cônica é aquela em que a degradação é mais intensa nas primeiras fases e com o tempo a degradação vai diminuindo de intensidade. São representadas pela ocorrência de micro-organismos que provocam as manchas.</p> 	<p>A curva discreta é compreendida como sendo aquela que ocorre de forma espontânea ou aleatória ao longo da vida útil da edificação. Sendo essa degradação causada pelo uso ou acidentes de qualquer natureza.</p> 
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A aparência da curva em S corresponde à degradação que ocorrem nas idades iniciais e são estabilizadas com o tempo e depois voltam a aparecer.



Quadro 2: Curvas de Degradação. Fonte: SANTOS (2018) adaptado de SHOHET et al (1999)

A curva que mais representa às degradações das edificações em Brasília- DF, é a Convexa. Esta curva tem a característica de iniciar o processo de degradação de forma lenta e ao longo do tempo se agravar. Percebe-se que o desempenho vai diminuindo de forma mais acentuada com o avanço da idade da edificação.

Dessa forma, com a realização de simples atividades de limpezas e reparações é possível aumentar a vida útil e diminuir do nível da degradação, como pode ser observado na Figura 09.

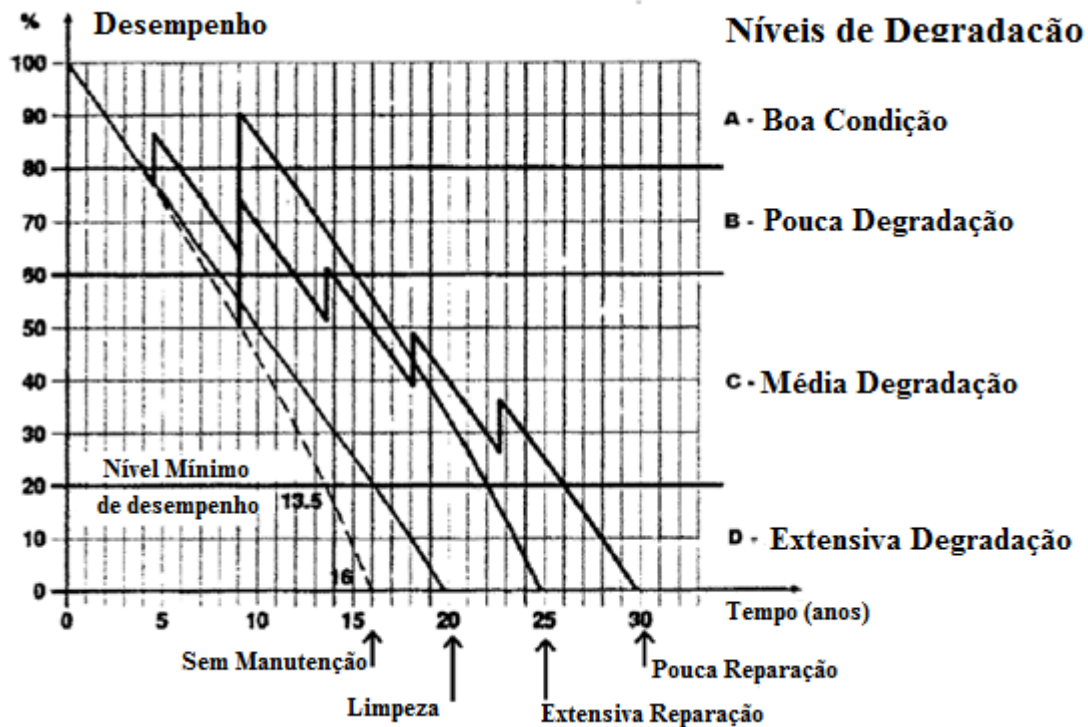


Figura 9: Relação entre manutenção, desempenho e degradação. Fonte: Adaptado de FLORES-COLEN (2010)

Percebe-se que sem a realização de manutenção, a degradação cai para o nível D, de extensiva degradação, mas com pequenas intervenções de limpeza e pouca reparação, a condição de degradação vai atingindo os estágios de média e pouca degradação. Da mesma forma que quando são realizadas as atividades de reparação extensiva, a edificação assume uma boa condição com um desempenho por volta de 90% e a vida útil é aumentada.

Para o estudo dessa degradação, é utilizado por BAUER *et al* (2018); SILVA (2014); SOUZA (2016), o Fator de Dados (FD) que é um índice que indica o grau de ocorrência de determinada patologia e dessa forma, é possível estabelecer um parâmetro inicial da degradação da fachada. O FD é encontrado a partir dos somatórios das áreas danificadas, dividido pela área total da fachada.

$$FD = \frac{\sum A_{d(n)}}{A_t}$$

Além do fator de danos, também é utilizado o Fator Geral de Danos (FGD), que analisa o estado de degradação de toda a fachada ponderando os danos. São utilizados dois pesos no cálculo do FGD, um que leva em consideração as condições de danos e outro que analisa as importâncias relativas das patologias.

$$FGD = \frac{\sum A_{d(n)} \times k_n \times k_{cn}}{\sum k_{m\acute{a}x} \times A_t}$$

$A_{d(n)}$ : a área danificada por uma patologia  $n$  ( $m^2$ );

$K_n$ : constante de ponderação das patologias, em função do nível de condição;

$k_{cn}$ : constante de ponderação da importância relativa das patologias detectadas;

$\Sigma k_{m\acute{a}x}$ : somatório das constantes de ponderação equivalente ao nível da pior condição;

$A_t$ : Área total da amostra de fachada ( $m^2$ ).

Os índices de FGD e FD serão utilizados como balizadores para o estudo das diretrizes do plano de manutenção das fachadas, pois a partir desses índices é possível analisar o estágio de degradação em que se encontra a fachada e a partir dessa ferramenta e da curva de degradação apresentar as estratégias de manutenção necessárias para devolver a fachada um desempenho adequado e um aumento da vida útil de projeto.

A curva da degradação desenvolvida por SOUZA (2016) a partir dos valores de FGDa, que é o fator de danos adaptado ao banco de dados do LEM por anomalia, apresenta que ao longo do tempo o Fator Geral de Danos vai aumentando com o avanço das idades para as fachadas em todas as direções. Pelo gráfico é possível analisar que foram realizados diferentes pontos amostrais, sendo que eles apresentaram mais ou menos o mesmo comportamento de uma curva levemente crescente, com valores mais acentuados para a fachada norte e concentração dos pontos de degradação entre os 30 e 40 anos que é o período que a edificação já se aproxima do final da vida útil e que se não tiver sido realizadas as atividades de manutenção ao longo do tempo de vida os danos são mais acentuados nesse período, como pode ser observado na Figura 10.

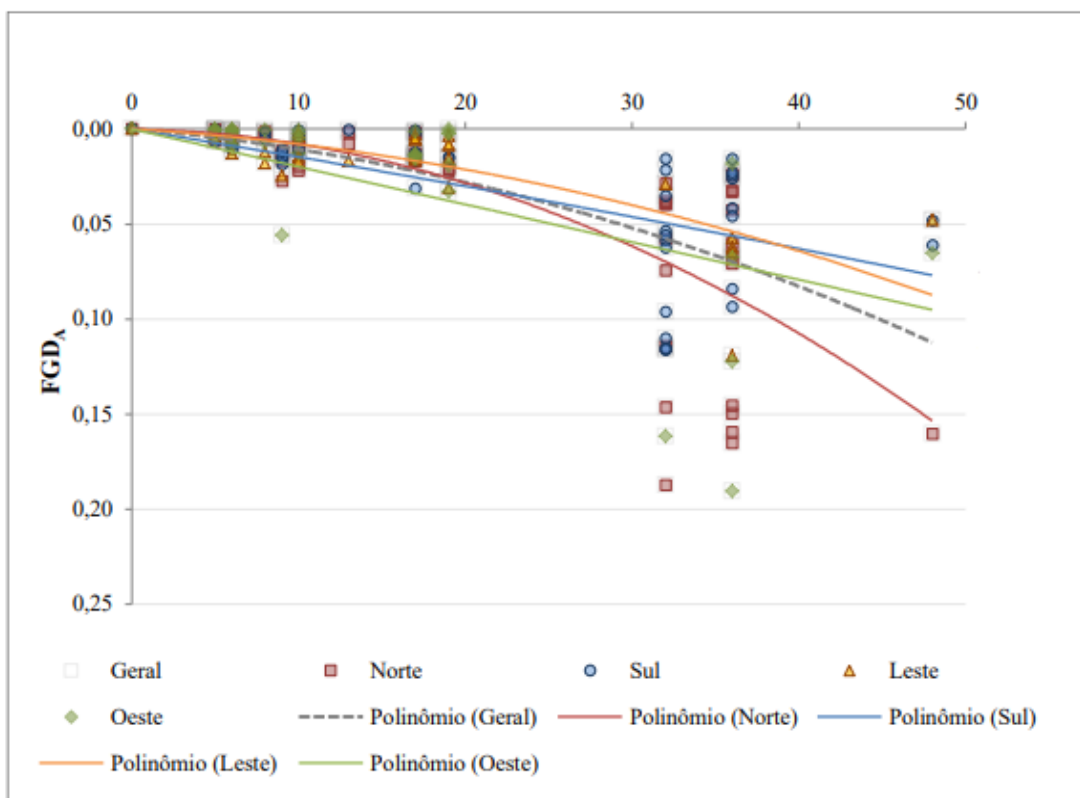


Figura 10: Curva de degradação. Fonte: SOUZA (2016)

#### 4.2.Vida útil

A vida útil é definida como sendo uma medida do tempo de durabilidade de um edifício ou de suas partes. Ela pode ser confundida com a vida útil de Projeto, sendo que esta é definida pelo incorporador ou proprietário, ou seja, é uma estimativa expressa previamente (ABNT NBR 15575-1/13). A determinação dessa vida útil de projeto é baseada em dados históricos, ensaios e conhecimentos consolidados internacionalmente. Dessa forma, foram desenvolvidos parâmetros para composição dessa vida útil de projeto, que estão detalhados nas tabelas C.1, C.2 e C.3, anexo C da norma NBR 15575-1/13.

O parâmetro C.1 leva em consideração as falhas de desempenho, ou seja, compara a nível das falhas com o risco que ele pode causar, sendo a categoria “A” relacionada com perigo a vida, até a categoria “F” que é sem problemas excepcionais.

Assim como, o parâmetro C.2 que analisa os elementos por tipo de vida útil. Nele são verificados se os elementos podem ser substituídos, ou seja, se possuem uma vida útil curta, como louças e metais sanitários; ou se são manuteníveis, que compreendem os duráveis, mas precisam de manutenção, como fachadas e janelas; e por fim os não manuteníveis que são aqueles elementos que possuem a mesma vida útil da edificação inteira como é o caso das fundações e dos elementos estruturais.

Outro parâmetro que é analisado para composição da vida útil de projeto é o custo empregado na manutenção, que corresponde ao parâmetro C.3. Neste, a categoria “A” representa as intervenções de baixo custo de manutenção como vazamentos em metais sanitários. A categoria “E” corresponde o alto custo de manutenção e reparo, como impermeabilização de piscinas.

A vida útil é totalmente relacionada com as ações que ocorrem na edificação. Essas ações podem ser positivas, que são elas a manutenção, reforma, limpezas; ou ações negativas quando se analisa os fatores de degradação, intempéries, entre outros (NBR 15575-1/13). Assim, a vida útil se relaciona totalmente com o desempenho, já que nas ações negativas, como degradação, o desempenho diminui e nas ações positivas como a manutenção, o desempenho é aumentado, como ilustra a Figura 11.

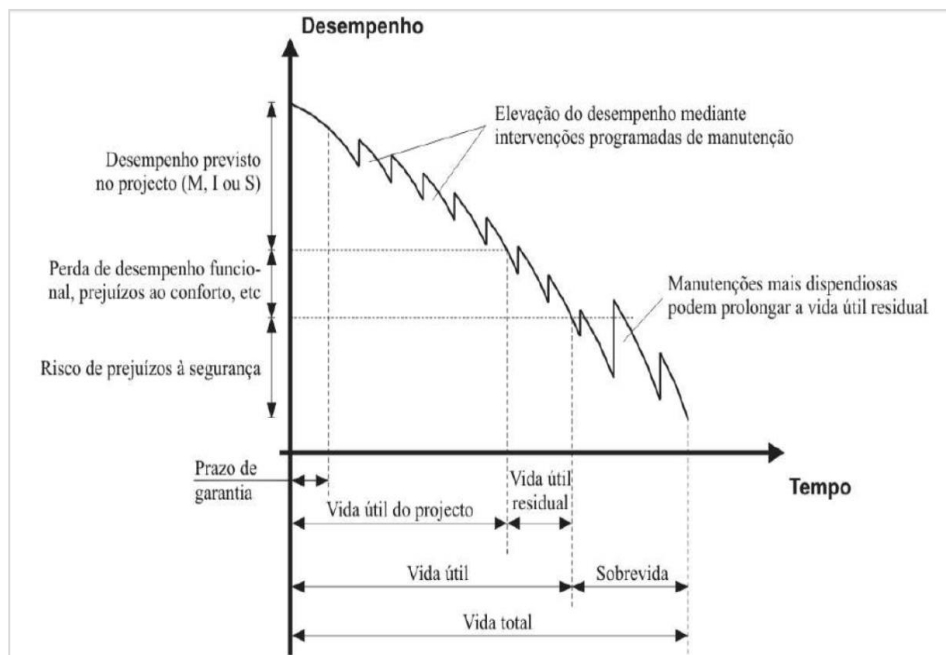


Figura 11: Relação entre a Vida útil e o Desempenho. Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2002)

Na Figura 11 é possível analisar que são apresentadas três vidas úteis, sendo a vida útil de projeto aquela que é uma estimativa que visa atender pelo menos os requisitos mínimos de desempenho estabelecidos pela norma e que para atingir esse período também devem ser realizadas as atividades de manutenção, como demonstra na figura. A outra é a vida útil, que corresponde ao período em que os sistemas realizam as funções as quais foram projetadas, sendo um período composto a partir da vida útil de projeto e de atividades de manutenção. Caso não sejam realizadas essas atividades ou aconteçam ações naturais inesperadas, esse tempo de vida útil será menor que a vida útil de projeto, pela ABNT NBR 15575-1/13.

A vida útil residual corresponde à diferença entre a vida útil e a vida útil de projeto. Assim como, a sobrevida representa o tempo de vida que a edificação teve além da sua vida útil, correspondendo assim, a vida total da edificação.

Pela NBR 15575-1/13, cada sistema estrutural tem uma vida útil mínima, como apresentado na tabela 2. Nos tempos estimados, estão sendo consideradas as realizações das atividades de manutenção que são apresentadas na norma de Manual de Uso, Operação e Manutenção, que é entregue aos usuários no ato da entrega da edificação pronta para uso.

Tabela 2: Vida útil mínima dos elementos. Fonte: ABNT NBR 15575-1/13

<b>Sistema</b>	<b>VUP mínima anos</b>
Estrutura	≥ 50 segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Esse tempo de vida útil começa a ser compatibilizado a partir da expedição do auto de conclusão da edificação, que é o documento que atesta a conclusão da obra, mas deve ser levado em consideração quando o elemento começa a ser exposto aos agentes de



degradação. Esses tempos delimitados pela norma servem de base para que os sistemas sejam projetados para atingi-los, no mínimo, e com as intervenções de manutenção adequadas podem ser atingidos períodos mais prolongados.

Por LOPES (2005) essa determinação da vida útil no início do empreendimento ou na fase de utilização é importante, independente da análise dos parâmetros técnicos e econômicos, pois permite determinar os custos globais, comparar as diferentes soluções técnicas, planejar as estratégias de manutenção e fundamentar as viabilidades técnicas e econômicas.

SHOHET *et al* (2002) também avalia a vida útil dos elementos dos edifícios por meio de métodos experimentais, que são baseados em testes *in situ* ou no laboratório, a partir do levantamento de campo dos agentes de degradação para uma avaliação sistemática do ciclo de vida, seja por experiência ou por meio de resultados de testes naturais ou acelerados nos laboratórios.

#### 4.2.1. Durabilidade

Pela ABNT NBR 15575/13 a durabilidade é definida como sendo a capacidade da edificação de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e com as boas condições de uso e manutenção especificadas.

A durabilidade é um conceito totalmente relacionado com a manutenção, pois com a realização das atividades de manutenção, a durabilidade dos elementos é mantida ou prolongada do que foi estimado pelo projetista, ainda na fase de projeto.

#### 4.2.2. Manutenibilidade

A realização ou não das atividades de manutenção estão muito relacionadas com o conceito de manutenibilidade, que se trata da facilidade ou da dificuldade de determinado elemento de sofrer manutenção.

Muitos sistemas e elementos, como fundações, por exemplo, não são facilmente manuteníveis, pois pela sua inacessibilidade não tem como permitir a realização das atividades de manutenção, interferindo, muitas vezes, na longevidade ou durabilidade.

### 4.3. Estudo das Patologias

O estudo das patologias está relacionado com o diagnóstico dos problemas que apresentam uma determinada edificação. Para realizar esse diagnóstico é de fundamental importância conhecer as não conformidades que podem ser encontradas em uma edificação, ou seja, como se apresentam e tentar identificar as possíveis causas, seja por uma análise visual mais detalhada ou a partir de ensaios adequados para cada situação.



Um novo conceito que está sendo empregado ultimamente é o de Engenharia Diagnóstica, que se trata segundo o INBEC (2019), da área da construção civil que atua identificando patologias das construções e prevenindo as anomalias e as falhas de manutenção. Pelo IBAPE (2019), a engenharia diagnóstica é um ramo da engenharia legal e tem como sua base as inspeções, as vistorias, a auditoria, a perícia e a consultoria para que com isso sejam detectados os problemas, quando tiverem, e conseqüentemente a melhor forma de recuperá-los. Nos casos em que as manifestações patológicas ainda não são visíveis na edificação, devem elaborar planos de manutenção para sempre manter seu desempenho.

As manifestações patológicas pelo IBAPE (2012) podem ser divididas em **anomalias** que são problemas causadas na própria edificação, sejam eles por fatores **endógenos**, que são originários da própria edificação, como o projeto ou na fase de execução, como a fissuração, ainda no início da edificação, por erros de projeto, surgimento de bolhas e descolamento da pintura, por uso de material incorreto, por exemplo; **exógenos**, quando são decorrentes de fatores externos, causados por terceiros, ou nas edificações vizinhas, como batidas na estrutura e vandalismo, por exemplo; **natural**, que são as de origem da natureza, como alagamentos, terremotos, entre outros; e por fim as **funcionais**, que são ocasionadas devido ao uso, a sua degradação natural com o tempo, como as manchas de sujeira, por exemplo.





Além das anomalias, o outro tipo de patologia seriam as **falhas**, que são causadas por problemas decorrentes da manutenção. Elas podem se dividir em falhas de **planejamento**, quando não há planejamento de procedimento e especificações para o plano de manutenção; **de execução**, quando a manutenção é realizada, mas de forma inadequada; **operacional**, quando não são realizados os registros e os controles adequados e por fim o **gerencial**, que são decorrentes de problemas na qualidade do

acompanhamento e controle dos serviços. Alguns exemplos de falhas são os descolamentos das placas cerâmicas, por falta de manutenção; entrada de umidade pelas esquadrias por falta de intervenções nas vedações, entre outros problemas.


São diversas as causas das patologias, sejam elas anomalias ou falhas e entre elas podem –se citar a execução incorreta, materiais inadequados, fatores naturais, como a temperatura, a chuva, o sol e a falta de manutenção. Como cada uma das edificações têm suas características particulares, além do tipo de patologia (sendo falhas ou anomalias) ser muito característico de uma determinada construção, é necessário um estudo detalhado dos edifícios para que possam ser levantadas as causas. Dessa forma, nos quadros 03, 04 e 05 são apresentadas algumas das anomalias e falhas mais recorrentes nas construções na região de Brasília- DF e entorno e as causas mais frequentes.

<b>Bolhas</b>	<b>Descolamento da Argamassa</b>
Como se apresenta	Como se apresenta
<p data-bbox="199 1025 502 1137">As bolhas tem a aparência de uma abaulamento na superfície da argamassa.</p> 	<p data-bbox="901 1025 1157 1249">Os descolamentos se apresentam como uma queda da argamassa, causando uma descontinuidade na superfície.</p> 
Possíveis causas	Possíveis causas
<p data-bbox="199 1507 821 1619">As causas podem ser de uma tinta inadequada ou inadequada preparação do substrato, aplicação sobre substrato úmido e ações naturais. (Santos, 2018)</p>	<p data-bbox="877 1451 1516 1675">As principais causas são quando a argamassa perde a capacidade de aderência do substrato por incapacidade de resistir aos esforços de flexão e torção ou também devido as camadas muito expessa de revestimento, falta de limpeza do substrato e baixo consumo de aglomerantes. (SANTOS, 2018)</p>

Quadro 3: Anomalias. Fonte: SANTOS (2018)

<b>Descolamento da Pintura</b>		<b>Pulverulência</b>	
Como se apresenta		Como se apresenta	
<p>O descolamento da pintura se comporta como um descamamento do revestimento.</p>		<p>A pulverulência é entendida como a desagregação dos componentes da argamassa, que se esfarea e causa desprendimento do material. (Santos, 2018)</p>	
Possíveis causas		Possíveis causas	
<p>As causas podem ser uso de tinta inadequada, tinta com baixa flexibilidade, aplicação sobre substrato com preparo incorreto e ações naturais. (Santos, 2018)</p>		<p>As principais causas segundo Santos (2018) são o uso de argamassa muito porosa, falta de estanqueidade dos materiais, ações naturais químicas, físicas e biológicas. Além, de dosagem incorreta, espessura e rigidez da</p>	
<b>Manchas</b>		<b>Eflorescência</b>	
Como se apresenta		Como se apresenta	
<p>As manchas são as alterações nas cores, nas tonalidades ou bilho no revestimentos (Santos, 2018).</p>		<p>A eflorescência se apresenta como a cristalização de sais na fachada, formando depósitos salinos esbranquiçados. (Santos, 2018)</p>	
Possíveis causas		Possíveis causas	
<p>As causas das manchas podem ser causadas por exposição solar, incidência de ventos, umedecimento da superfície, presença de sais, poluição, microorganismos, falhas na fachada, ausência de manutenção, ação humana, entre outros</p>		<p>São causadas por argamassas muito porosas, ações naturais físicas e químicas, falhas ou fissuras na fachadas que permitem a entrada de água e deterioração de materiais ( Santos, 2018).</p>	

Quadro 4: Anomalias. Fonte: SANTOS (2018)

<b>Fissuração</b>	
Como se apresenta	
<p>São patologias que se apresentam como finíssimas aberturas ou trincas dependendo da deformabilidade e resistência dos materiais.</p>	
Possíveis causas	
<p>As causas das fissuras podem ser diversas como as movimentações que provocam tensões, as variações térmicas, recalques da fundação, ações da natureza, retração, dosagem incorreta da argamassa, falta de elementos estruturais, deficiência de juntas, entre outros. (Santos, 2018)</p>	

Quadro 5: Anomalias. Fonte: SANTOS (2018)

#### **4.4. Inspeção Predial**

A inspeção é considerada, segundo LEITE (2009), um mecanismo de avaliação do desempenho dos elementos que compõem uma edificação, permitindo determinar onde, como e quando serão realizadas as atividades de manutenção. Segundo FLORES (2002), existem três períodos que devem ser realizadas as inspeções:

- Período Inicial - realizar as inspeções entre 2 a 5 anos, depois de terminada a construção da edificação, com o objetivo de avaliar os fenômenos de pré – patologias, que são aqueles sintomas que surgem antes do aparecimento da patologia;
- Período Intermediário - inspeções realizadas depois de 1 ou 2 anos, após intervenções realizadas para avaliar o comportamento esperado pelo elemento;

- Período Final - inspeções realizadas próximas ao final do ciclo de vida útil dos elementos, visando avaliar a possibilidade de ser atingido o nível mínimo de qualidade e a proximidade com o estado de ruptura.

Dessa forma, quando é realizada a inspeção em períodos determinados, o desempenho da edificação pode ser mantido adequadamente e favorece na realização de uma economia, já que os problemas poderão ser controlados antes da sua propagação.

A inspeção predial é uma atividade que é essencial como um prognóstico do estado de uma edificação. Ela pode ser realizada em todos os sistemas de uma edificação, como a parte estrutural, mecânica, elétrica, de revestimento ou em todos os sistemas juntos. Por ser uma atividade complexa, era necessária uma norma que a regulamentasse, como ainda não há uma norma promulgada, pois tanto o projeto de Lei Federal N° 491/201 como o da Lei Distrital n°757/2012 estão em tramitação. Os dois projetos de lei tentam colocar a realização da inspeção predial possuindo periodicidade obrigatória e dessa forma auxiliaria muito no controle do estado em que se encontra a edificação e da execução da elaboração e aplicação do plano de manutenção, já que o laudo de inspeção técnica de edificações (LITE) deveria ser realizado regularmente.

Como ainda não há uma regulamentação nacional para a realização das inspeções, como foi supracitado, cada grupo de pesquisa utiliza sua metodologia, como é o caso do IBAPE (2012), que entende por inspeção predial a atividade que classifica as deficiências encontradas em uma edificação, com a análise das condições técnicas, de uso e de manutenção, apontando o grau de risco de cada uma delas e indicando as prioritárias para apresentar ao cliente as orientações e recomendações necessárias. Essa priorização é feita por meio da matriz GUT, que é a análise da tendência, gravidade e urgência. Por se tratar de uma definição de um Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo, o qual só trabalha mais com acidentes e elenca as possíveis causas da ocorrência dos mesmos, sua metodologia pode ser um pouco diferenciada da inspeção predial, que visa verificar as deficiências apontando seus riscos e elencando prioridades para orientar as correções que devem ser realizadas.

A metodologia utilizada pela equipe de estudo na Universidade de Brasília, é a do Método de Mensuração de Degradação (MMD) (SILVA, 2014; SOUZA, 2016; SANTOS, 2018), que desenvolveram um banco de dados para os estudos de degradação das fachadas, baseado na metodologia de GASPAR (2009), que aborda o índice de severidade da degradação. A metodologia utilizada nas inspeções técnicas para o MMD foi desenvolvida por BAUER *et al* (2018); SOUZA (2016); SILVA (2014) e se divide em 4 etapas: Inspeção documental; Inspeção de Campo; Mapeamento de danos; Análise dos resultados.

#### **4.5. Manutenção**

O conceito de manutenção pode ser estudado pelas definições apresentadas pelas normas relacionadas com o tema. Os conceitos em cada uma delas são semelhantes, mas são apresentados com diferentes linguagens.

Um emprego da definição de manutenção de forma mais abrangente é dado por NOUR (2003), em que afirma que além de manter as condições de desempenho da edificação, a manutenção deve acompanhar a dinâmica dos usuários, com relação aos aspectos de modernização e de desenvolvimento como um todo.

Pela ABNT NBR 15575/13 - Desempenho das Habitabilidades - Requisitos Gerais, a definição de manutenção consiste em um conjunto de atividades com o objetivo de manter as construções com um funcionamento adequado para qual foi projetada.

Analisando as normas internacionais, como a ISO 15686/05, a manutenção é dita como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas que permitam que o edifício desempenhe ao longo da sua vida útil as funções para o qual foi concebido. A apresentação dos conceitos de manutenção, por partes das diferentes normas, muitas vezes confunde os profissionais pela variedade na exposição dos conceitos quando se trata de um mesmo termo.

A manutenção pela ABNT NBR 5674/12 – é o conjunto de atividades realizadas na edificação para conservar ou recuperar o seu funcionamento, atendendo, dessa forma,

as necessidades e mantendo a segurança dos usuários. São três os tipos de manutenção elencados pela norma:

- a) Rotineira, que é representada por serviços constantes, padronizados e cíclicos, como uma limpeza geral;
- b) Corretiva, são caracterizadas por serviços de ação imediata para manter a continuidade do uso do sistema, evitando graves riscos ou prejuízos para os usuários ou proprietários;
- c) Preventiva, são os serviços programados com antecedência, priorizando as solicitações feitas pelos usuários, as estimativas de durabilidade, as gravidades e urgências dos sistemas verificados por meio dos relatórios periódicos de degradação.

Pela literatura a manutenção é dividida em manutenção proativa, que engloba a manutenção preventiva e preditiva, e a manutenção reativa. (FLORES, 2009).

- a) Preventiva, é entendida como uma atividade de planejamento de ações periódicas nos sistemas construtivos;
- b) Preditiva, esse tipo de manutenção inclui a realização de inspeção periódicas para avaliar o estado de desempenho e degradação dos sistemas e a partir dessa avaliação realizar o planejamento das atividades de manutenção;
- c) Reativa, corresponde a realização da manutenção depois que o componente atingiu a rotura, são de caráter de urgência, conseqüentemente, apresentam um custo mais elevado.

A diferenciação dos tipos de manutenção entre as normas vigentes e a literatura dificulta, muitas vezes, a padronização para realização dos estudos, sendo que eles abordam os mesmos conceitos das atividades de manutenção.



As atividades, que são realizadas ao longo da vida útil da edificação, fazem com que os níveis de desempenho dos elementos sejam mantidos adequadamente. Essas atividades podem ser de níveis distintos, dependendo da gravidade do estado de degradação em que se encontra a edificação. Na Figura 12, é possível analisar algumas atividades, que são realizadas em um edifício, e que estão relacionadas entre si.

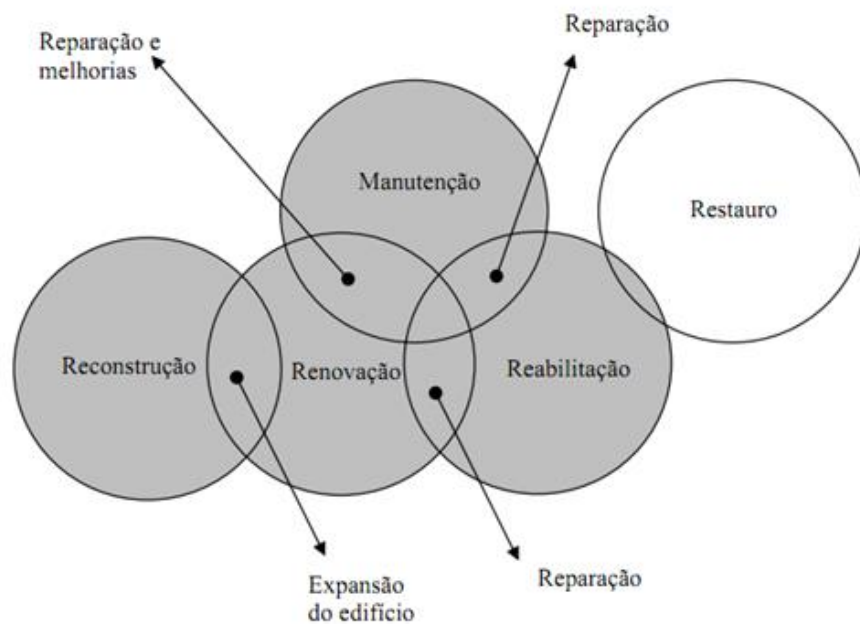


Figura 12: Atividades de Intervenção nas Edificações. Fonte: Rosenfeld & SHOHET (1999) apud FLORES (2009)

As intervenções mais leves são as de manutenção e de reparos que são realizadas para manter o desempenho da edificação e fazer com que ele atinja a vida útil. Quando o nível de degradação é muito elevado, faz-se necessário a realização de atividades mais intensas, que são elas a reabilitação, a renovação e a reconstrução, estas com níveis de intensidade em ordem crescente. O reparo é aplicado para edificações históricas (FLORES, 2009).

FLORES (2009) define essas atividades como:

- Reabilitação: são melhorias nas características da edificação, com modificações nos elementos, mas sem grandes alterações;

- **Renovação:** compreende uma reabilitação, mas com modernização dos elementos, ou seja, nesse são realizadas aplicação de novos elementos ou retiradas deles, mudando assim o perfil original da edificação;
- **Reconstrução:** consiste em um nível de intervenção mais extremo, que pode incluir a demolição completa ou não, e na reconstrução do edifício em partes ou em todos os elementos.

Assim, verificasse a importância do planejamento das atividades de manutenção para que possam ser evitadas intervenções mais extremas por causa da gravidade da degradação da edificação.

Para realizar esses planejamentos de manutenção, é necessário realizar as verificações dos projetos, as inspeções iniciais para verificar se a execução da construção foi realizada de forma adequada e se não existem erros que podem se desenvolver em patologias e dessa forma planejar as atividades que serão realizadas ao longo da vida útil da edificação. Na Figura 13, é possível observar que a teoria da manutenção engloba todas as etapas de uma edificação, desde o estudo dos projetos, a execução da construção e ao longo da fase de utilização.



Figura 13: Teoria da Manutenção. Fonte: LEITE (2009)

Para controlar a realização dessas manutenções, é necessário haver uma gestão da edificação para elencar as intervenções que são necessárias e o momento certo de serem realizadas. Segundo LEITE (2009), os princípios fundamentais da gestão são as atividades econômicas, funcionais e técnicas. Além disso, implica na participação de profissionais de diferentes áreas, como engenheiros mecânicos, elétricos, civis, entre outros profissionais.

Realizar os planejamentos e a execução dessas atividades de manutenção garante benefícios tanto para os proprietários e responsáveis, quanto para a edificação, como citado anteriormente. Além dos benefícios de melhoria de desempenho e segurança da edificação, outro fator que é muito relevante é o custo. Comparando os custos relacionados às diferentes etapas de uma edificação, é possível observar, como foi explanado por CÓIAS E SILVA; SOARES (2003), na Figura 14, que os custos na fase de utilização e manutenção chegam em quase 80%, sendo que a grande preocupação está nas etapas da concepção e construção, mas a soma do custo das mesmas chega em torno de 20%.

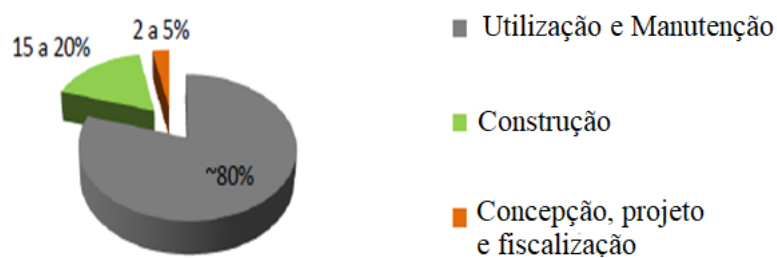


Figura 14: Custos das fases de um edifício. Fonte: CÓIAS E SILVA; SOARES (2003)

FLORES (2009) também apresenta essa comparação entre os custos nas etapas de uma edificação, considerando os custos até à construção como custos visíveis e os custos pós- construção, como o de operação, manutenção e utilização como os invisíveis e que representam uma porcentagem muito maior do custo global.



Figura 15: Custos Globais dividido em visíveis e invisíveis.  
 Fonte: CHENG ET AL (2005) apud FLORES (2009)

Analisando a Figura 14 e 15, percebe-se como é importante que o custo pós-construção seja levado mais em consideração, pois eles representam um custo muito maior do que até a fase da edificação construída, que ainda corresponde a etapa de maior preocupação por parte das empresas. A lei de Sitter (Figura 16) também é muito importante para demonstrar que quanto mais tarde forem deixadas para ser executadas as atividades de manutenção, maiores são os custos.



Figura 16: Lei de Sitter. Fonte SITTER (1983) apud VILLANUEVA (2005)

Percebe-se que os custos são crescentes desde a fase de projeto até a realização de uma manutenção corretiva, que é aquela de emergência quando o problema está agravado. Assim, deixando para corrigir o problema com uma manutenção corretiva, o custo será 125 vezes superior, se o problema fosse resolvido na fase de projeto. Dessa forma, verifica-se a importância da conscientização da realização das intervenções ainda no início do problema para que o custo seja menor.

#### 4.6. Desempenho

Segundo a Norma Brasileira 15575/13-1 o desempenho é entendido como sendo o comportamento de uso de uma edificação. Ele pode ser mensurado a partir de critérios e especificações quantitativas para que possam ser determinados, de forma a atender aos requisitos dos usuários. Além disso, pode ser relacionado com as condições mínimas de habitabilidade, com isso conforto térmico, acústico, de higiene e segurança. A qualidade, manutenibilidade e durabilidade das edificações ao longo da vida útil, implica em pelo menos níveis mínimos de desempenho. Na Figura 17, é possível observar que vários aspectos como vida útil, custos globais, manutenção e degradação se relacionam diretamente com o desempenho e conseqüentemente com os níveis de desempenho.

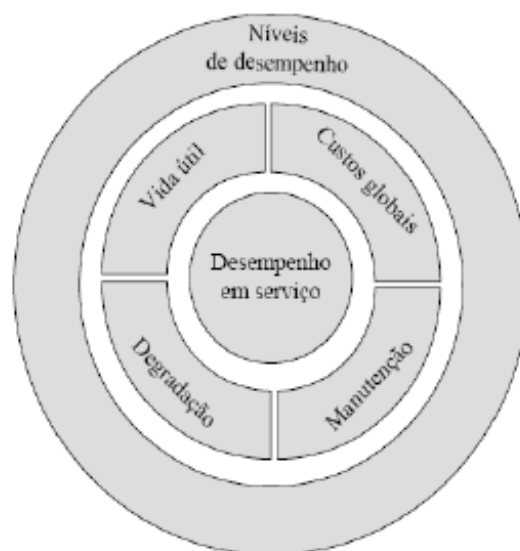


Figura 17: Fatores envolvidos no desempenho de uma edificação.  
Fonte: FLORES- COLEN (2009)

O desempenho varia de acordo com as condições de utilização, tanto na concepção quanto no uso, além dos fatores ambientais, como umidade, temperatura, radiação solar, entre outros. A norma de desempenho vem para modificar os projetos da construção civil. As exigências com desempenho satisfatório, principalmente acústico e térmico das edificações, vão fazer com que os projetos sejam executados com mais rigor.

Segundo FLORES (2002), existem níveis de qualidades mínimos para o desempenho dos elementos e conseqüentemente estão ligados aos estados de degradação. Na figura 18 é possível observar os três patamares de níveis mínimos:

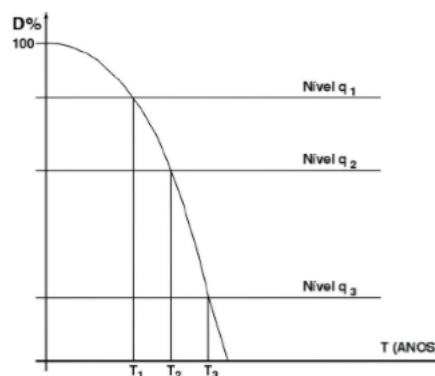


Figura 18: Níveis mínimos de qualidade. Fonte: FLORES (2002)

Onde os níveis  $q_1$  se aproximam do nível inicial de qualidade, a qual os custos serão dispensáveis, as condições de projeto são rigorosas e a manutenção excessiva; o nível  $q_2$  corresponde um mínimo de qualidade funcional e estético, com isso serão realizadas as manutenções para manter esse nível de conservação; e por fim o nível  $q_3$  que apresenta um desempenho reduzido e os elementos atingem a ruptura com facilidade.

Na Figura 18 também é possível analisar que cada nível de desempenho está totalmente relacionado com o tempo de vida útil e que quando menor o tempo decorrido, maior será a qualidade do elemento.

O desempenho das edificações não está só relacionado com a funcionalidade, mas também com a aparência e a segurança (SILVA, 2014). Na Figura 19 percebe-se que os elementos têm a diminuição inicial no desempenho da aparência, com isso justifica-se a necessidade de periódicas intervenções de manutenção. Em seguida, os elementos perdem a sua funcionalidade e por fim a segurança. Com isso, é fundamental que as atividades de manutenção sejam seguidas como programadas, para que a edificação tenha a vida útil

dos seus elementos elevada e que não sejam atingidos os níveis de perda de segurança, para não causar risco aos usuários.

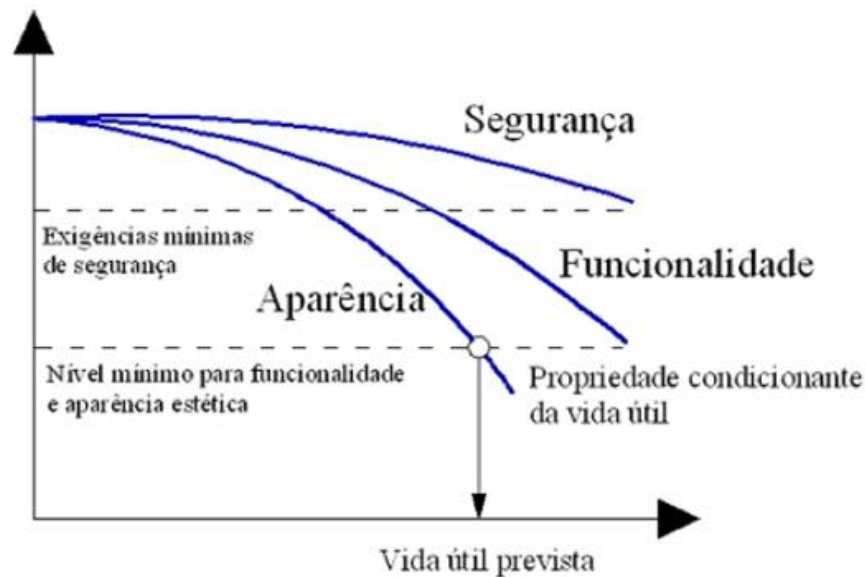


Figura 19: Perda de desempenho (SILVA, 2014)

Pela Norma ISO 6241/84 os principais fatores que são requisitos com relação ao desempenho para os usuários são a estabilidade, segurança contra incêndio, segurança em uso, estanqueidade, hidrotermal, pureza do ar, acústica, tátil e higiene.

#### 4.7. Plano de Manutenção

Entende-se por plano de manutenção o documento complementar ao projeto que tem a finalidade de manter a qualidade, a funcionalidade e a eficiência da edificação. Além de diminuir os custos e conseqüentemente minimizar as grandes interferências na utilização normal. (FLORES - COLEN, 2002).

No estudo das manutenções são adotadas estratégias que são essenciais para controlar as fases iniciais de degradação. Com isso é possível determinar, ao longo da vida útil, o tempo que devem ser realizadas as intervenções, sejam reparos ou substituições, diminuindo dessa forma, os custos. (FLORES - COLEN E BRITO, 2010). Essas estratégias são justamente as manutenções preventivas, preditivas e corretivas (FLORES, 2002).

Em um processo de manutenção existem vários envolvidos que o contribuem para uma boa manutenção, como foi apresentado por LOPES (2005) e MORGADO (2012), na tabela 3 com as áreas de participação de cada um deles.

Tabela 3: Os envolvidos no processo de manutenção. Adaptado de LOPES (2005)

<b>Designação</b>	<b>Áreas de participação no processo de manutenção</b>	<b>Principais Funções</b>
Dono da Obra	Estratégia	Define o objetivo da intervenção e acompanha seu desenvolvimento
Projetista	Concepção	Elabora a intervenção
Fabricante	Execução	Fornece os materiais a utilizar
Empreiteiro Geral	Execução	Coordena os trabalhos
Empreiteiro de Serviços Especializados	Execução	Executa as atividades mais específicas
Fiscais	Planejamento e Controle	Acompanha e verifica a realização da intervenção
Especialista em Inspeções e Ensaios	Planejamento e Controle	Reconhece as informações necessárias à concepção da intervenção
Usuários	Utilização	Conhecem o edifício e com a documentação necessária poderão controlar o estado de conservação do edifício



Elencar as funções de cada um dos envolvidos em um plano de manutenção é importante para que a solução sobre a manutenção que vai ser realizada possa ser escolhida, em conjunto, pelos engenheiros, arquitetos, proprietários e usuários, para que se possa chegar a melhor solução de custo e qualidade por ambas as partes, garantindo, ao longo da vida útil da edificação, uma melhora do seu desempenho e da sua durabilidade. (FLORES,2002)

Além disso, os manuais de serviço são necessários para fornecer as informações de cuidado e regras que devem ser seguidas para obter uma boa utilização e manutenção do edifício. São dois manuais, o de utilização que fica em posse dos moradores e o de manutenção que deve ser utilizado pelos proprietários ou gestores. (RODRIGUES, 2006)

Os manuais de utilização informam as características dos elementos e como eles devem ser utilizados, sendo diferente de edifício para edifício. Assim como, as indicações das garantias, os deveres e direitos dos usuários e os regulamentos referentes a habitação. As informações contidas no manual de utilização fazem com que os erros possam ser evitados por uso indevido ou por falta de conhecimento (MADUREIRA, 2011).

O manual de manutenção é mais voltado para os gestores da edificação, ou seja, os que serão responsáveis pelas tarefas e metodologias da manutenção, onde estarão definidos as previsões e os planejamentos para as ações que serão necessárias para a manutenção preventiva e preditiva ao longo da vida útil (SILVA E FALORCA, 2009). Essas metodologias deveriam ser realizadas ainda na fase de projeto ajudando na escolha das estratégicas para uma manutenção preventiva.

Por FLORES (2002) um manual de manutenção deve conter:

1. Apresentar a vida útil dos elementos construtivos;
2. Definir níveis de qualidade mínima;
3. Definir as anomalias mais relevantes, as possíveis causas e os respectivos mecanismos de degradação;
4. Prever e definir os sintomas de pré-patologia;
5. Definir o sistema de seleção das operações de manutenção a realizar;
6. Estabelecer rotinas de inspeção;
7. Definir estratégias de atuação;

8. Analisar registros históricos e comparar com registros de comportamentos de outras experiências;
9. Registrar custos de operações;
10. Registrar todas as intervenções e gestão de informação;
11. Recomendar técnicas de produtos e soluções.

As manutenções devem ocorrer em todas as etapas de um elemento construtivo, sejam elas ações de reparação, limpezas, inspeções ou substituições. Cada uma dessas intervenções de graus de interferências variados de acordo com cada edificação.

As intervenções preventivas que visam diagnosticar previamente os problemas da edificação, poderiam ser auxiliadas por sistemas de diagnóstico mais modernizado com banco de dados, árvores de falhas, gráficos e inteligência artificial (HENSHELL,2003). Essa ferramenta facilitaria na identificação dos problemas em outras edificações, por ter conhecimento da sua causa em um banco de dados. Assim como, investir em abordagens probabilísticas para identificação das intervenções mais rentáveis e apropriados para a edificação, também é levantado por diferentes autores da área de patologias.

#### **4.8.Limpeza**

As atividades de limpeza são frequentemente esquecidas pelos proprietários das edificações, mesmo sendo uma atividade muito importante por resolver anomalias como as ocorridas em consequência do acúmulo de sujeira das fachadas e coberturas devido à poluição e o desenvolvimento de microbiologias. (MORGADO, 2012).

#### **4.9.Reparação**

A reparação é uma atividade realizada após a realização da inspeção, pois precisam ser analisados os elementos para uma correção das anomalias. Segundo LOPES (2005), a reparação é realizada quando um elemento atinge ruptura funcional. A indicação de materiais adequados na hora da elaboração do projeto é fundamental para evitar problemas de falta de desempenho causado por baixa qualidade dos materiais.

Os elementos de uma edificação que mais precisam de reparos são as fachadas, como é afirmado por LOPES (2005).

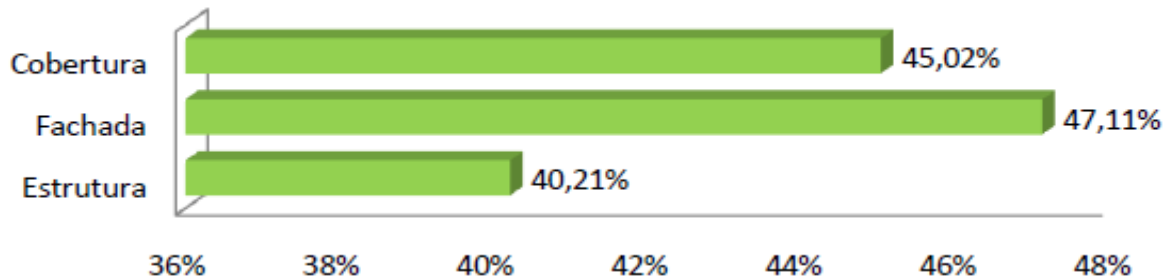


Figura 20: Deficiência de manutenção por elemento.  
Fonte: MADUREIRA (2011) adaptado de LOPES (2005)

Como observado na Figura 20, de LOPES (2005), adaptado por MADUREIRA (2011), as fachadas aparecem com quase 48% de carência de reparação. Mesmo sendo um elemento externo e com maior percepção de patologias por parte dos usuários, a quantidade de intervenções de manutenção como uma simples limpeza diminuiria algumas patologias e evitava a ocorrência de problemas não só estéticos, mas estruturais, de segurança e conforto. A falta de desempenho das fachadas está diretamente ligada ao desempenho dos seus elementos, como os apoios, separação e instalações (HERMANS, 1995), causados por materiais inadequados ou a inadequada aplicação. Além disso, somando a falta de manutenção, diminui a vida útil da fachada.

## 5. METODOLOGIA DO PLANO DE MANUTENÇÃO

O desenvolvimento do plano de manutenção de fachadas foi realizado a partir dos requisitos das normas vigentes, das considerações da literatura e dos critérios de vida útil de projeto que se encontram no anexo da NBR 15575-1/13. Como cada fachada requer um plano de manutenção específico, já que os elementos podem ser distintos em cada uma delas, o plano desenvolvido nesse estudo servirá apenas como base, para que em cada edificação sejam feitas as considerações e a personalização do plano dos elementos de fachadas.

Como nesse estudo vamos analisar duas edificações e da forma que os seus elementos constituintes são muito parecidos, será apresentado inicialmente as considerações que foram feitas para obter a vida útil de cada um desses elementos e nos próximos tópicos serão apresentados os detalhamentos do plano de manutenção para cada uma das fachadas.

Na tabela 4, estão apresentadas a vida útil de cada um dos elementos e os critérios que foram adotados para chegar a este valor.

Tabela 4: Vida útil de Projeto dos Elementos

<b>Elementos</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>VUP</b>
Pintura	F	1	C	15 A 25 % da VUP da estrutura	7,50 ANOS
Revestimento em Argamassa	C	2	D	40 a 80 % da VUP da estrutura	20,00 ANOS
Esquadrias	E	2	D	25 a 40% da VUP da estrutura	20,00 ANOS
Brise	F	2	D	25 a 40% da VUP da estrutura	20,00 ANOS
Projeções	F	2	D	25 a 40% da VUP da estrutura	20,00 ANOS

\*As tabelas dos critérios da norma C1, C2, C3 e C4 estão no anexo deste estudo.

Os critérios correspondentes ao C1 são relacionados aos efeitos das falhas no desempenho, dessa forma foi considerada a pintura, os brises e as projeções como categoria F, que é aquela que não apresenta problemas excepcionais; as esquadrias na categoria E que são elementos que com falhas de desempenho podem comprometer a segurança de uso ao usuário, por causar acidentes, por exemplo; e, por fim, o revestimento em argamassa que foi colocado na categoria C, que é aquela em que causa risco à saúde, como penetração da umidade.

A categoria C2 corresponde às características da vida útil de cada um dos elementos, como, por exemplo, em substituível, manutenível e não - manutenível. Foi adotada a categoria 1 para os elementos que são substituíveis, como as pinturas. Da mesma forma, que foi adotado categoria 2 para os elementos que são manuteníveis e são eles no caso dessa edificação o revestimento em argamassa, as esquadrias, os brises e as projeções.

Por fim, a categoria 3 corresponde ao custo de manutenção e reposição ao longo da vida útil, sendo adotada a categoria C para os elementos de médio a alto custo de reparo ou manutenção. A categoria D corresponde aos elementos de custo alto de reposição, que afeta outras partes da edificação.

Dessa forma, com os critérios levantados para cada um dos elementos, faz-se a correlação na tabela C4 e é possível encontrar a VUP. Para as esquadrias, brises e projeções, foi considerada a vida útil como sendo a estimativa máxima, de 40% da VUP da estrutura, já que o desempenho esperado desses elementos não ocorre apenas com um tempo de 25% da VUP.

Com os valores da vida útil de projeto foi possível elaborar o plano de manutenção para a edificação residencial na fase de projeto, ou seja, nova e outro para a edificação não residencial já em uso.

Outra metodologia que foi desenvolvida neste estudo e que serve como uma ferramenta auxiliar nas inspeções para a identificação de alterações nos elementos em decorrência da degradação, foi a Matriz de Alterações. Essa matriz foi desenvolvida a partir do modelo apresentado na Norma ASTM 632-82 e foram realizadas modificações de acordo com os elementos e as alterações consideráveis para as edificações em Brasília.

Na tabela 05, foram apresentados os elementos que foram abordados nesse estudo, o revestimento em argamassa, brises, esquadrias, pintura projeções e as alvenarias. Assim como, foram apresentadas as patologias, entre elas, as manchas, fissuras, eflorescência, corrosão, descolamento, bolhas, entre outras e também o que será alterado com essas patologias, como a cor, a aderência, a textura, a estanqueidade e as forças de tração e compressão.

Tabela 5: Matriz de Alterações. Fonte: Adaptado da Norma ASTM E632-82 (1996)

		Revestimento em Argamassa	Pintura	Esquadrias	Brise	Projeções	Alvenaria
Alterações	Aderência	x	x				x
	Força de Compressão	x					x
	Força de tração	x					x
	Dureza	x			x	x	x
	Cor		x	x	x	x	
	Textura	x	x		x	x	
	Absorção de água	x	x	x	x	x	
	Dimensões	x	x	x	x	x	x
	Aparência Geral	x	x	x	x	x	
	Estanqueidade	x	x	x	x	x	x
Patologias	Ruptura	x				x	x
	Eflorescência	x	x		x	x	x
	Mancha		x	x	x	x	
	Bolha		x	x	x	x	
	Descolamento	x	x	x	x	x	
	Fissura	x	x		x	x	x
	Micro- organismos	x	x		x	x	
	Infiltração	x		x			
	Pulverulência	x					
Corrosão			x	x	x		

A matriz representa as patologias que podem atuar nos elementos, ou seja, a ruptura pode ocorrer no revestimento em argamassa e na alvenaria; as manchas, no revestimento em argamassa, na pintura, nos brises e nas projeções. Na parte superior da tabela são apresentadas possíveis características que podem ser alteradas por causa das patologias. Da mesma forma, foram selecionados quais característica deveriam ser observadas em cada um dos elementos para detecção de alterações que indicaram possíveis patologias.

A cor, por exemplo, foi marcada como uma característica que deve ser observada nos brises, nas projeções, esquadrias e na pintura. Assim como, a estanqueidade que deve ser observada em todos os elementos.

Desse modo, neste estudo foram seguidas as seguintes etapas para a execução do plano de manutenção das fachadas:

1. Estudo dos projetos e dados das edificações;

2. Realização de inspeções das fachadas, utilizando o método MMD, para o edifício antigo;
3. Identificação dos elementos que compõem às fachadas;
4. Levantamento de patologias do edifício, a partir das inspeções, também para o caso de uma edificação já em uso;
5. Mapeamento dos Danos observados no edifício em uso, pelo método do MMD;
6. Cálculo do índice de danos das patologias encontradas no edifício, pelos fatores de FGD das amostras;
7. Caracterização da vida útil de projeto dos elementos da tabela 5, a partir da norma NBR 15575-1/2013;
8. Sequenciamento e programação das atividades de manutenção em função da vida útil de projeto estimada;
9. Elaboração do Plano de Manutenção.

## **6. ESTUDO DE CASO DO PLANO DE MANUTENÇÃO**

No estudo de caso desta pesquisa, optou-se por aplicar a metodologia desenvolvida do plano de manutenção em duas edificações que possuem níveis de degradação dos elementos distintas. A edificação nova tem como característica o planejamento das intervenções ao longo da vida útil da edificação. Os elementos nesse caso estarão no início da vida útil e a degradação poderá ser mais controlada se forem seguidas as orientações das atividades planejadas.

Para o caso da edificação em uso, o plano desenvolvido considerou atividades mais intensas logo nos primeiros anos de aplicação do plano, já que o nível de degradação era mais elevado por causa da idade da edificação e da ausência das atividades de manutenção. Com essas intervenções mais intensa nos elementos da edificação, espera-se que o desempenho das edificações seja restabelecido para atingir a vida útil estabelecida.

### **6.1. Edificação Residencial – Em fase de Projeto**

O desenvolvimento de um plano de manutenção para uma edificação nova, foi considerado para o Bloco E da Colina (Figura 21), que consiste em uma edificação residencial localizada dentro do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, na Asa Norte - DF. O Edifício em questão já está construído e em uso por volta de 20 anos, mas foi utilizado seu projeto de fachada para desenvolvimento de um plano de manutenção considerando como uma edificação nova, apenas para fins acadêmicos. O projeto foi disponibilizado pelo CEPLAN que é o Centro de Planejamento Oscar Niemeyer e cuida do planejamento físico e ambiental do patrimônio histórico e projetos da arquitetura do Campus da UnB.



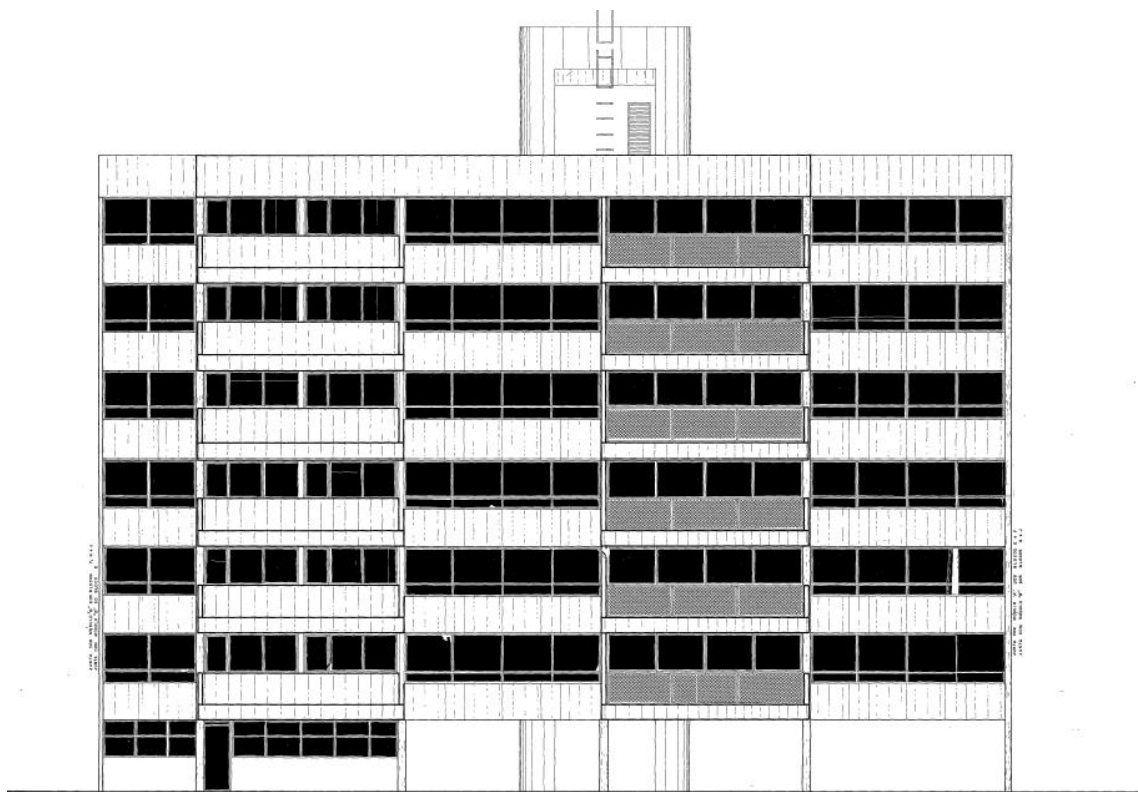


Figura 21: Projeto do Bloco E da Colina

Para a elaboração do plano de manutenção do edifício da Colina, Bloco E, foram considerados a vida útil de projeto que é obtida com as tabelas em anexo da NBR 15575-1/13 e os conceitos de manutenção predial da norma de manutenção NBR 5674/12 e da literatura de FLORES (2009).

Os elementos que compõem o projeto da colina são o revestimento em argamassa, as esquadrias, o brise e as projeções. A VUP também é relacionada com os materiais que são confeccionados os elementos, assim foram consideradas as esquadrias de vidro e aço; o brise de aço, assim como as projeções. Com a norma, foram obtidas a vida útil dos elementos, como apresentado na tabela 6.

Tabela 6: Vida útil dos elementos do Bloco E da Colina

<b>Elementos</b>	<b>VUP</b>
Pintura	7,50 ANOS
Revestimento em Argamassa	20,00 ANOS
Esquadrias	20,00 ANOS

Elementos	VUP
Brise	20,00 ANOS
Projeções	20,00 ANOS

Assim, com o tempo de vida útil encontrada para os elementos da fachada do Bloco E da Colina, foi realizado o planejamento das atividades, como limpeza, inspeção, pintura, substituição, manutenção preditiva e o reparo para os elementos. Na tabela 07, é possível observar uma parte do plano de manutenção desenvolvido:

Tabela 7: Plano de manutenção do Bloco E da Colina nos dez primeiros anos

Sistema/Elementos	Operações	Tempo (anos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Revestimento em Argamassa	Inspeção	x				x					x
	Limpeza					x					x
	Preventiva										x
	Reparo										
	Substituição										
Brise	Inspeção	x				x					x
	Limpeza					x					x
	Preventiva										x
	Pintura					x					x
	Reparo										
Pintura	Inspeção	x				x					x
	Limpeza			x					x		
	Substituição					x					x
Esquadria	Inspeção	x				x					x
	Limpeza					x					x
	Preventiva										x
	Pintura					x					x
	Reparo										
Projeções	Inspeção	x				x					x
	Limpeza					x					x
	Preventiva										x
	Reparo										
	Pintura					x					x
Substituição											

#### a) Substituição

A substituição é uma atividade de forte intensidade nos elementos da fachada. É indicado esse tipo de intervenção quando o elemento não desempenha mais as funções pelas quais foi projetado como, por exemplo quando, um elemento de projeção é quebrado e a solução é substituir o elemento.

Tabela 8: Planejamento das operações de substituição do Bloco E da Colina

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Substituição	Pintura	A cada 05 anos

Neste plano de manutenção, espera-se que sejam seguidos os planejamentos das intervenções nos elementos, para que não tenha a necessidade de substituição e sim que com apenas as intervenções mais brandas os elementos apresentem o desempenho adequado e que a vida útil deles seja prolongada.

Como o reparo na pintura é a substituição, este foi o único elemento que teve em seu planejamento a substituição. O período de a cada 5 anos foi estimado pelo fato que o tempo de vida útil da pintura é de 7 anos e meio e por critérios de segurança indicou-se a realização da substituição dois anos antes já que não é possível ter o total controle das ações degradantes que irão atuar na pintura da edificação.

É importante ressaltar que nos casos de surgimentos de problemas inesperados, que causem perda de funcionalidade ou de segurança do elemento, indica-se a realização da substituição do mesmo e depois pode ser seguido o planejamento inicial. Assim como, nos casos em que realizar a intervenção de reparo apresente um custo mais alto do que substituir, o indicado é realizar a substituição. Portanto, analisar cada situação em específico é fundamental na programação de um plano de manutenção.

b) Reparos

Os reparos são atividade mais intensas, mas não são extremas como a substituição, eles variam de acordo com os problemas que são identificados em cada uma das edificações e as suas particularidades. Eles são programados para serem realizados próximo ao final da vida útil dos elementos, já que por serem mais intensas, tem o objetivo de devolver aos elementos o desempenho adequado.

Tabela 9: Planejamento das operações de reparo do Bloco E da Colina

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Reparos	Revestimento em Argamassa	A cada 20 anos
	Brise	A cada 20 anos

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
	Esquadria	A cada 20 anos
	Projeções	A cada 20 anos

O reparo foi indicado para ser realizado a cada 20 anos. Esse período coincide com o final da vida útil desses elementos. Foi estimado esse período, pois considerou-se que realizando um forte reparo o desempenho dos elementos poderia ser reestabelecido

c) Inspeção

As atividades de inspeção devem ser realizadas regularmente e antes de serem tomadas novas atividades de manutenção, para que possa ser verificado o estado de degradação da edificação.

Tabela 10: Planejamento das operações de inspeção do Bloco E da Colina

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Inspeção	Revestimento em Argamassa	1. A primeira no primeiro ano da edificação; 2. Até os 35 anos de idade a cada 5 anos; 3. Demais a cada 2 ou 3 anos.
	Brise	
	Pintura	
	Esquadria	
	Projeções	

A primeira inspeção foi planejada para ser realizada ainda no primeiro ano de vida da edificação. A realização da inspeção ainda no primeiro ano funciona como uma vistoria de entrega, para verificação de inconsistência de projetos ou possíveis erros de execução, pois o quanto antes forem detectadas as pré- patologias, mais fácil é de corrigir o problema.

Essa inspeção, que segundo a norma e a literatura corresponde a manutenção preditiva, consiste no planejamento das atividades ao longo da vida útil de cada elemento. Após a primeira inspeção, foi indicada a realização das atividades de inspeção a cada 5 anos, nos primeiros 35 anos de vida da edificação.

A estimativa do tempo de 5 anos para realização das inspeções, se deu porque a menor vida útil entre os elementos dessa fachada é de 7 anos e meio, para a pintura e foi

considerada a margem de 2 anos antes do final da vida útil do elemento, por questões de segurança e para registro de acompanhamento dos elementos em uso. Dessa forma, foi adotado esse período de inspeção para todos os elementos, considerando que já que seriam realizadas às inspeções nesse elemento, os demais também poderiam ser observados por segurança e controle da degradação.

A frequência de a cada 5 anos foi considerada apenas nos 35 primeiros anos porque a partir desse período a edificação está se aproximando do final da vida útil de projeto que é de 50 anos e assim necessita de inspeções com espaçamentos menores de 2 ou 3 anos, para o controle do seu desempenho. Da mesma forma, também foi adotada essa segunda situação, de inspeções a cada 2 ou 3 anos depois dos 35 anos, para inspeção de todos os elementos, mesmo sabendo que muitos estarão com desempenho adequado seja por substituição, como é o caso das pinturas ou por fortes reparos, como outros elementos. Mas já que será realizada a inspeção na edificação, não há problemas em inspecionar os demais elementos, aumentando assim a segurança no planejamento das intervenções.

d) Limpeza

A limpeza é uma atividade de baixa intensidade, mas que promove grandes impactos nas fachadas das edificações. Neste caso não foi considerado um período igual da realização de limpeza dos elementos, já que cada um apresenta um período de vida útil distinto.

Tabela 11: Planejamento das operações de limpeza do Bloco E da Colina

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Limpeza	Revestimento em Argamassa	A cada 5 anos
	Brise	A cada 5 anos
	Pintura	A cada 3 anos
	Esquadria	A cada 5 anos
	Projeções	A cada 5 anos

A limpeza dos revestimentos em argamassa foi planejada para ser executada a cada 5 anos, pois é nesse período que serão realizadas as substituições das pinturas e com isso já

poderia ser aproveitado para realizar uma limpeza no revestimento em argamassa para retirada de possíveis manchas e sujeira.

Os brises, as projeções e as esquadrias também tiveram em seu planejamento as atividades de limpeza a cada 5 anos. Pelo fato de que já que está sendo realizada as intervenções no elemento maior, que é o revestimento em argamassa, também poderiam ser realizadas as limpezas nesses elementos para retirada de sujeira.

Para os elementos de pintura, foi indicada a realização das atividades de limpeza a cada 3 anos após a realização de cada reparo. Esse período foi estimado por ser aproximadamente a metade do período da realização da substituição (pintura), que é a cada 5 anos e assim elas já poderiam estar com nível de degradação. Dessa forma, uma simples intervenção de limpeza já ajuda na melhora do desempenho e conseqüentemente no aumento da vida útil.

#### e) Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é aquela que inclui as atividades periódicas de manutenção a partir do planejamento já realizado. Como apresentado por FLORES (2002), esse tipo de manutenção diminui os trabalhos não planejados, então é fundamental que sejam seguidas as programações.

Tabela 12: Planejamento das operações de manutenção preventiva do Bloco E da Colina

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Manutenção Preventiva	Revestimento em Argamassa	A cada 10 anos
	Brise	A cada 10 anos
	Esquadrias	A cada 10 anos
	Projeções	A cada 10 anos

Foi planejado para o revestimento em argamassa a realização de manutenção preventiva a cada 10 anos, que corresponde à metade da vida útil do elemento, que é de 20 anos. Assim, pode ser acompanhado periodicamente, o desempenho do revestimento.

Os brises, as projeções e as esquadrias, por terem em seu planejamento o mesmo período para realização de atividades de reparo aos 20 anos, foi indicado a realização das intervenções de manutenção preventiva a cada 10 anos, por ser a metade do período da

realização dos reparos. Com isso, é possível verificar e acompanhar o desempenho dos elementos.

f) Pintura

As pinturas são intervenções que devolvem à edificação uma melhor aparência e, dependendo do tipo de material escolhido, também protege contra alguns agentes de degradação.

Tabela 13: Planejamento das operações de pintura do Bloco E da Colina

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Pintura	Brise	A cada 05 anos
	Pintura	
	Esquadria	
	Projeções	

O planejamento das atividades de pintura foi padronizado para todos os elementos a cada 5 anos, já que a vida útil da pintura é de 7 anos e meio. Como se trata de uma estimativa e por não ter o conhecimento dos materiais que serão utilizados na pintura, também se optou por deixar essa margem de 2 anos.





## 6.2. Edificação não residencial - Em uso

A edificação em uso selecionada para ser estudada neste projeto, foi o INFRALAB (Figura 22). Se trata de uma edificação com 25 anos de idade aproximadamente, localizada no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, Asa Norte, Brasília – DF. O seu uso é destinado, nos últimos anos, para os professores da Engenharia Civil, com foco no desenvolvimento tecnológico de atividades no setor da engenharia de transporte.



Figura 22: INFRALAB (UnB)

Por ser uma edificação já em uso, foi realizado o estudo de degradação da fachada, a partir de uma inspeção fotográfica, inspeção documental e com os usuários, para saber se já foram realizadas intervenções e como se apresenta a edificação. Como não foi possível ter acesso aos projetos da edificação, que por se tratar de uma edificação muito antiga, a equipe do CEPLAN não conseguiu localizá-los. Em se tratando de intervenções recentes, foram obtidas informações que o edifício tem o planejamento de passar por reforma, mas que ainda estão nas fases iniciais.

Para poder desenvolver o plano de manutenção, após a inspeção predial, foi realizado o estudo de degradação, encontrando o fator de danos, utilizando a metodologia utilizado por SOUSA (2016), para o cálculo do fator de danos da fachada. Inicialmente a imagem deve ser ortogonalizada e depois colocada sobre uma malha milimétrica para que possa ser medido às áreas com patologias e sejam quantificadas cada uma delas para aplicação na fórmula do fator de danos.

Assim após a inspeção, a fachada da edificação foi dividida em amostras. Como as amostras das prumadas (Figura 23) eram muito parecidas, dos dois lados e entre elas mesmo, optou - se por realizar a verificação do fator de danos em apenas uma amostra, por questões didáticas. No caso em que as amostras sejam diferentes o ideal é realizar o procedimento para cada uma delas.



Figura 23: Amostra da prumada

Com a inspeção também foi realizada o croqui da fachada no Autocad para o levantamento das anomalias no próprio desenho, como pode ser observado na Figura 24.

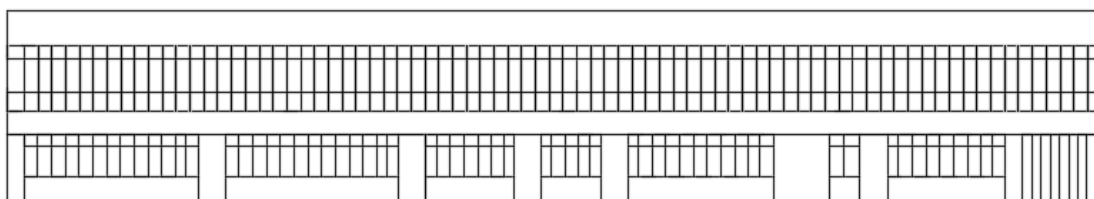


Figura 24: Croqui da pruma do INFRLAB UnB

Na Figura 25 foram apresentadas as anomalias na amostra selecionada.

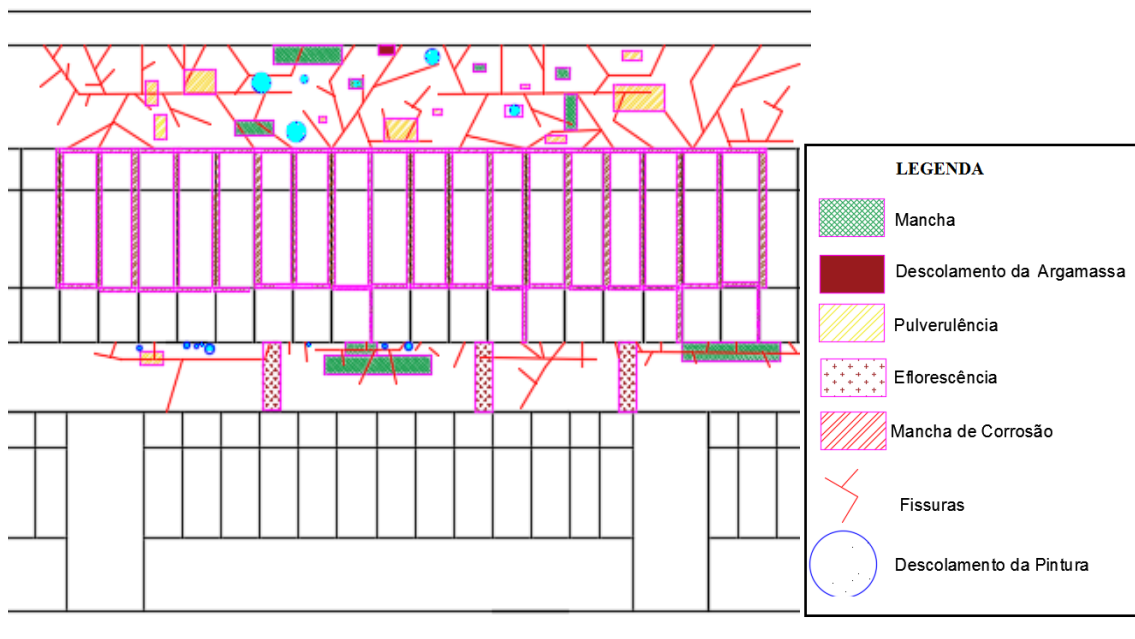


Figura 25: Apresentação de anomalias da prumada do INFRALAB

Pela figura é possível analisar que foram encontradas fissuras, descolamento da pintura e da argamassa, manchas de infiltração, manchas de corrosão nas janelas e manchas de sujidade ao longo da fachada leste e oeste.

Dessa forma, com o levantamento das patologias, foi possível encontrar com a divisão da fachada em quadriculados de área 0,5 x 0,5m, a área de cada umas das patologias para ser dimensionado o FGD da amostra das fachadas leste e oeste (Figura 26).

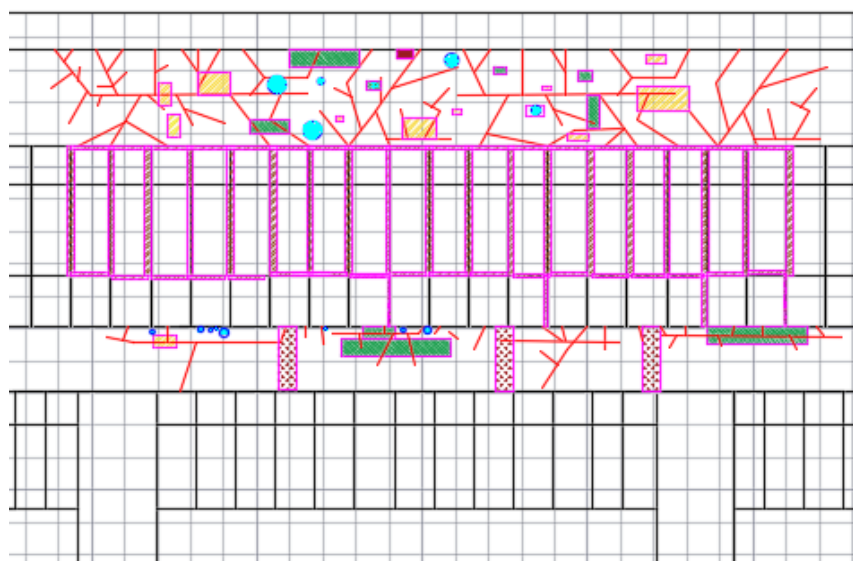


Figura 26: Análise da área de anomalias

As áreas de cada uma das anomalias foram apresentadas na figura abaixo:

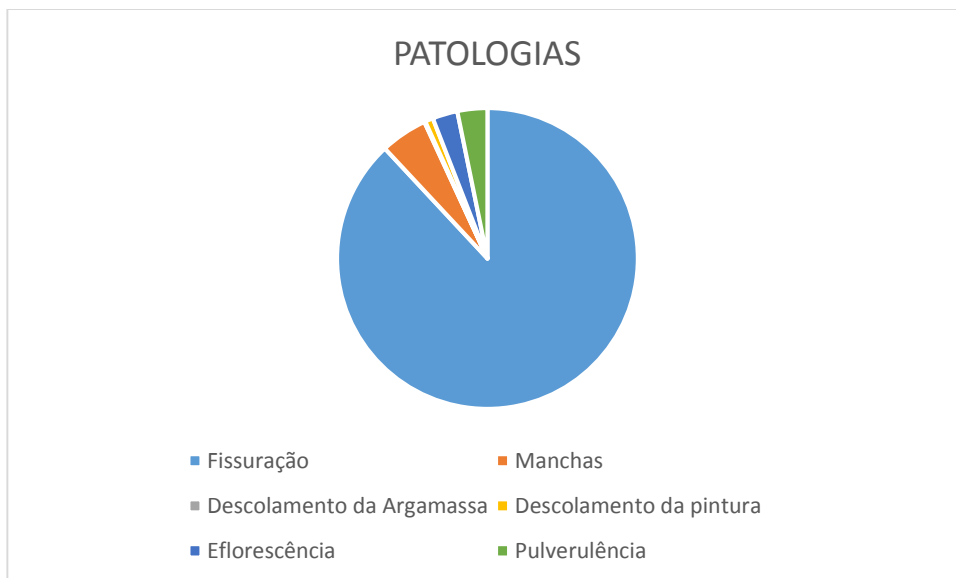


Figura 27: Áreas de Patologias amostra oeste

Percebe-se que as fissuras foram as patologias mais expressivas na fachada estudada. Assim, com as áreas das patologias, foi possível encontrar o valor de FGD da amostra.

$$FGD = \frac{\sum A_{d(n)} \times k_n \times k_{cn}}{\sum k_{máx} \times A_t}$$

Sendo  $A_{d(n)}$  a área danificada por uma anomalia em metros quadrados, medido a partir das demarcações no papel milimétrico e a constante de ponderação das anomalias  $k_n$  dependendo do nível de condição da degradação, onde  $k_n$  apresenta valores entre 1,2,3 e 4, aumentando com o aumento da degradação. O valor de  $k_c(n)$ , que corresponde ao custo relativo das anomalias detectadas foram obtidas, assim como o  $k_n$ , por meio das tabelas desenvolvidas por SILVA (2014). Os valores de  $k_n$  variavam de acordo com cada uma das anomalias. Por fim, o somatório  $\sum k_{máx}$  é dado pela soma das constantes de ponderação equivalente ao nível da pior condição.

Sabendo que a área  $A_t$  representa a área total da amostra de fachada em metros quadrados, para a amostra estudada esse valor é de 100,3 m<sup>2</sup>.

Assim, foi encontrado o seguinte resultado para a amostra da edificação estudada, a partir dos parâmetros de cálculo da tabela 14:

Tabela 14: Parâmetros do cálculo do FGD da amostra da prumada

<b>Anomalias</b>	<b>Constante de Ponderação <math>K_n</math></b>	<b>Constante de Ponderação <math>K_c</math></b>	<b>Somatório das constantes de pior condição</b>
<b>Fissuração</b>	4	1	24
<b>Manchas</b>	3	0,24	24
<b>Descolamento da Argamassa</b>	4	0,86	24
<b>Descolamento da pintura</b>	3	0,19	24
<b>Eflorescência</b>	3	0,29	24
<b>Pulverulência</b>	4	0,44	24

Dessa forma, o FGD encontrado para a amostra foi de 0,043.

Com relação à amostra das empenas, também só será analisada uma amostra, a da empena norte, já que a outra empena se encontra impossibilitada de ser estudada por causa de uma intervenção, como pode ser observado na Figura 28.



Figura 28: Empenas

Dessa forma, foi realizado no Autocad, assim como na amostra da prumada o desenho do croqui da empena Norte (Figura 29).

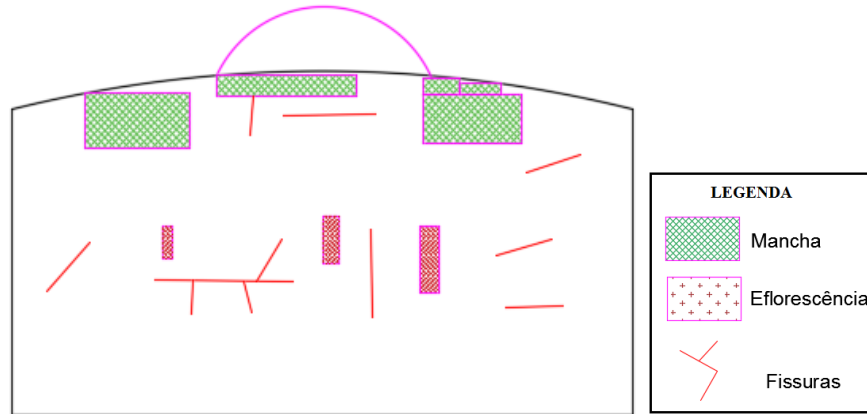


Figura 29: Croqui da amostra da empena com as anomalias

Em seguida, a amostra foi colocada em um papel milimetrado e com isso foi possível medir as áreas de cada uma das patologias e assim encontrar o valor do FGD.

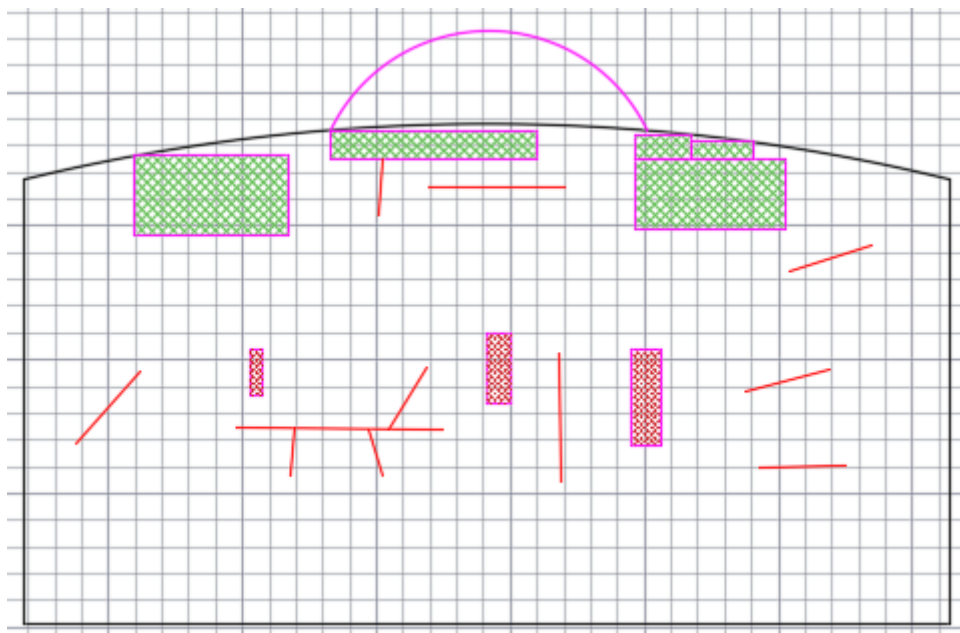


Figura 30 Análise das áreas das anomalias da empena norte.

Assim como foi apresentada na amostra oeste, também foi possível observar a patologia com maior extensão na fachada norte foi a fissura, mas as manchas também apresentaram uma área significativa (Figura 31). Percebe-se que as patologias encontradas nas duas amostras seguem o padrão de patologias que são mais frequentes nas edificações, como foi apresentado por SANTOS (2018).

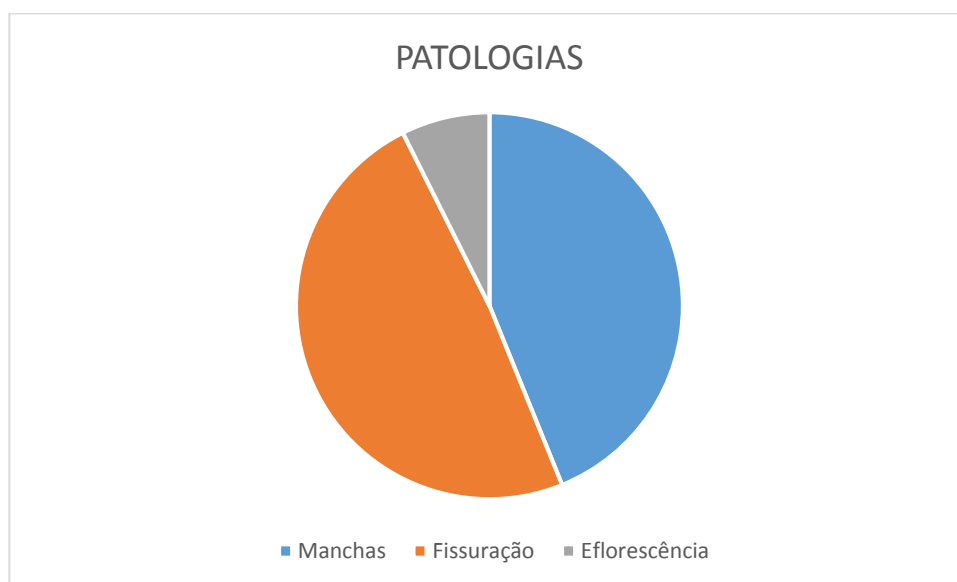


Figura 31: Áreas de Patologias amostra norte

Os coeficientes obtidos para as anomalias estão na Tabela 15:

Tabela 15: Parâmetros do cálculo do FGD da amostra da empena

<b>Anomalias</b>	<b>Constante de Ponderação <math>K_n</math></b>	<b>Constante de Ponderação <math>K_c</math></b>	<b>Somatório das constantes de pior condição</b>
Fissuração	4	1	24
Manchas	3	0,24	24
Eflorescência	3	0,29	24

O valor obtido do FGD para a amostra da empena foi de 0,037.

Para analisar o resultado do FGD encontrado, foi comparado esse valor com a curva de degradação (Figura 32) desenvolvida por SANTOS (2009):

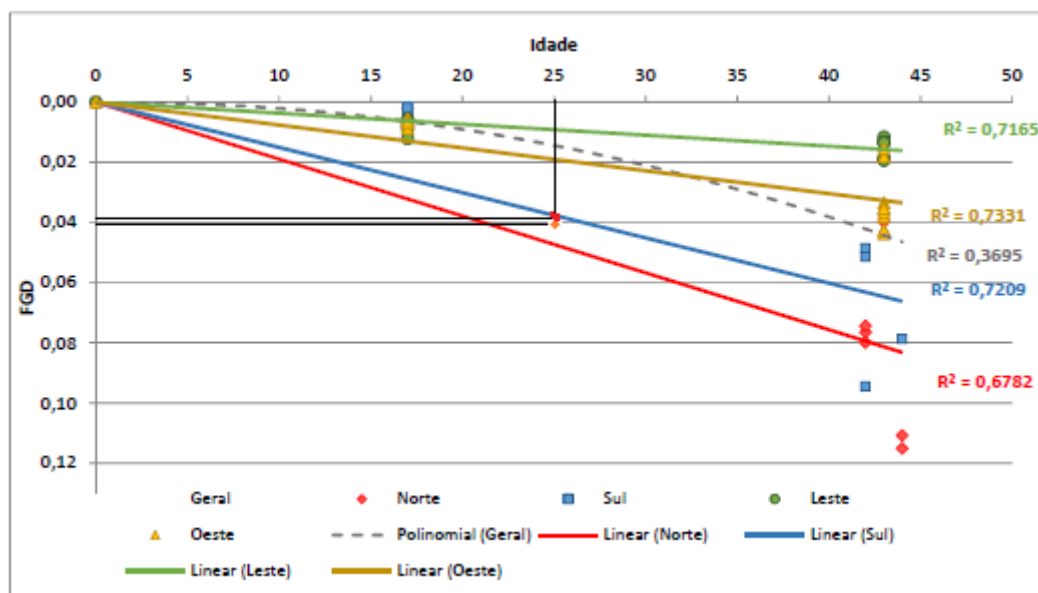


Figura 32: Curva de degradação - FGD X Idade. Fonte: Adaptado de Santos (2018)

Com relação à amostra da fachada norte, percebe-se que o valor de FGD encontrado foi próxima à tendência da curva para esta orientação. A amostra da fachada oeste apresentou um valor de FGD de 0,043 e este está um pouco fora da curva da orientação. Como a curva desenvolvida por SANTOS (2018) não apresenta pontos intermediários não é possível precisar se o comportamento da fachada oeste não está semelhante a outras edificações. Mesmo assim, o valor encontrado para as duas fachadas é condizente com o nível de degradação em que elas se encontram, assim é necessária a imediata realização das atividades de manutenção para melhorar o desempenho da edificação e aumentar a sua vida útil.

Dessa forma, foi desenvolvido o plano de manutenção para a edificação considerando a sua idade de 25 anos e a vida útil de projeto de cada um dos elementos da fachada da edificação.

/



Tabela 16: Plano de manutenção do INFRALAB nos dez primeiros anos

Sistema/Elementos	Operações	Tempo (anos)										
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Revestimento em Argamassa	Inspeção	x					x					x
	Limpeza	x					x					x
	Preventiva						x					x
	Reparo	x										
	Substituição											
Pintura	Inspeção	x					x					x
	Limpeza				x					x		
	Substituição	x					x					x
Esquadria	Inspeção	x					x					x
	Limpeza	x					x					x
	Preventiva						x					x
	Pintura	x					x					x
	Reparo	x										
	Substituição											

Assim como foi realizado para a edificação nova, a partir da vida útil de projeto de cada um dos elementos apresentada na tabela 17, foi programada a realização das atividades de inspeção, que estão detalhadas em seguida:

Tabela 17: Vida útil dos elementos do INFRALAB

Elementos	VUP
<b>Pintura</b>	7,50 ANOS
<b>Revestimento em Argamassa</b>	20,00 ANOS
<b>Esquadrias</b>	20,00 ANOS

a) Substituição

Assim como foi explicado no plano de manutenção do primeiro estudo de caso, o único elemento que foi indicado para a substituição foi a pintura. Mesmo que as esquadrias estejam com estado de degradação elevado, mas que estejam em condições de uso e de segurança para os usuários, foi indicada à realização de fortes reparos, limpeza e a pintura da esquadria, espera-se que o desempenho da aparência e o da funcionalidade sejam reestabelecidos.

Tabela 18: Planejamento das operações de substituição do INFRALAB

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Substituição	Pintura	-A primeira, imediata; - Demais a cada 05 anos

Pelo estado de degradação da pintura, foi indicada a realização imediata da substituição da pintura. As demais substituições da pintura foram planejadas a cada 5 anos, seguindo o planejamento de uma edificação nova.

b) Reparos

Como o nível de degradação estava muito elevado em todos os elementos, foi proposto a realização de uma intervenção de reparo imediata.

Tabela 19: Planejamento das operações de reparo do INFRALAB

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>	
		<b>Primeira</b>	<b>Demais</b>
Reparos	Revestimento em Argamassa	Imediata	A cada 20 anos
	Esquadrias		A cada 20 anos

As atividades de reparo que devem ser realizadas posteriormente, seguem o mesmo critério realizado para a edificação nova, com os reparos dos revestimentos a cada 20 anos e das esquadrias, no mesmo período.

c) Inspeção

Para a análise do estado da edificação, foi realizada, inicialmente, a inspeção. Essa atividade inicial foi importante para a tomada de decisão sobre a realização das demais intervenções.

Tabela 20: Planejamento das operações de inspeção do INFRALAB

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Inspeção	Revestimento em Argamassa	
	Pintura	

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
	Esquadrias	1. Até os 35 anos de idade a cada 5 anos; 2. Demais a cada 2 ou 3 anos.

Como a edificação tem 25 anos de idade, foi planejado a cada 5 anos a realização de uma inspeção até os 35 anos de idade. Essa periodicidade de a cada 5 anos até os 35 anos, foi decorrendo do tempo de vida útil da edificação, pois aos 35 anos a edificação já está se aproximando do final da sua vida útil, assim realizar inspeções com menor espaçamento entre elas, em torno de 2 ou 3 anos, é indicado para acompanhar a elevação da degradação com o envelhecimento.

Foi adotada a mesma frequência entre as atividades de inspeção para todos os elementos, seguindo o que foi planejado para a edificação nova. Dessa forma, foi adotado o mesmo critério de seguir a realização da inspeção baseado no menor tempo de vida útil entre os elementos, que são eles as esquadrias e as pinturas. Adotando para todos eles o mesmo período para facilitar na execução do planejamento e do procedimento.

d) Limpeza

A atividade de limpeza também foi planejada para ser realizada imediatamente em todos os elementos, para retirada das sujeiras e das manchas presentes.

Tabela 21: Planejamento das operações de limpeza do INFRALAB

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>	
		<b>Primeira</b>	<b>Demais</b>
Limpeza	Revestimento em Argamassa	Imediata	A cada 05 anos
	Pintura		A cada 03 anos, depois da substituição
	Esquadrias		A cada 05 anos

Depois dessa intervenção de limpeza inicial, foi indicada a realização das demais a cada 3 anos depois da realização de substituições, no caso da pintura. O critério para indicação da limpeza a cada 3 anos, foi o mesmo adotado para edificação nova, pelo fato de ser aproximadamente a metade do tempo da realização da substituição, que é de 5 anos. Assim, considera-se que nesse intervalo de 3 anos, já terão manchas e sujeiras nos elementos.

Para o revestimento em argamassa e as esquadrias, foi considerado a realização das limpezas a cada 5 anos, que coincide com o período em que será realizada a substituição da pintura, realizando, assim, a limpeza dos elementos.

e) Manutenção Preventiva

O planejamento das atividades de manutenção preventivas foi realizado a partir da inspeção inicial realizada.

Tabela 22: Planejamento das operações de manutenção preventiva do INFRALAB

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>
Manutenção Preventiva	Revestimento em Argamassa	A cada 10 anos
	Esquadria	A cada 10 anos

O planejamento tanto para o revestimento em argamassa, quanto para as esquadrias, seguiu os critérios que foram adotados para o primeiro estudo de caso, o da edificação nova.

f) Pintura

A pintura foi considerada para ser realizada imediatamente nos elementos.

Tabela 23: Planejamento das operações de pintura do INFRALAB

<b>Operação</b>	<b>Elementos</b>	<b>Planejamento</b>	
		<b>Primeira</b>	<b>Demais</b>
Pintura	Pintura	Imediatamente	A cada 5 anos
	Esquadrias		

O planejamento das intervenções de pintura seguiu o mesmo padrão que foi adotado na edificação nova. Considerando assim, a frequência de a cada 5 anos, já que a vida útil de uma pintura é de 7 anos e meio. Seguindo o critério de adiantar em 2 anos por questões de segurança por estar sendo trabalhado com dados estimados.



### **6.3.Edificação após manutenção corretiva**

No desenvolvimento do planejamento das atividades de manutenção, ao longo da vida útil da edificação, foram considerados sendo realizados reparos intensos para que a vida útil pudesse ser restabelecida ou aumentada de acordo com o que foi estabelecido inicialmente. Entretanto é importante ressaltar que quando há a realização de atividades de manutenção corretiva, o qual consiste em uma intervenção não planejada, deve-se considerar o planejamento das atividades de inspeção espaçadas de 2 a 3 anos para seja verificada se a correção realizada foi suficiente para corrigir o problema e se não está se desenvolvendo, para assim garantir uma maior segurança para os usuários da edificação. Se em torno de 15 anos o elemento apresentar um desempenho adequado, o planejamento das atividades pode ser utilizado como o planejamento original, sem necessitar do espaçamento de 2 a 3 anos.

Sistema/Elementos	Operações	Anos após a manutenção corretiva (Anos)																
		Corretiva	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Revestimento em Argamassa	Inspeção	X			X				X			X			X			X
	Limpeza	X									X							X
	Preventiva	X									X							
	Reparo	X																
	Substituição	X																
Brise	Inspeção	X			X				X			X			X			X
	Limpeza	X									X							X
	Preventiva	X									X							
	Reparo	X																
	Pintura	X							X									X
Pintura	Substituição	X																
	Inspeção	X							X									X
	Limpeza				X						X				X			
	Substituição	X									X							X
	Inspeção	X			X				X						X			X
Esquadria	Limpeza	X									X				X			
	Preventiva	X									X							
	Pintura	X							X									X
	Reparo	X																
	Substituição	X																
Projeções	Inspeção	X			X				X						X			X
	Preventiva	X									X				X			
	Limpeza	X									X							X
	Pintura	X									X							X
	Reparo	X																
Substituição	X																	

## **7. CONCLUSÃO**

### **7.1.Considerações Finais**

A manutenção mesmo sendo um assunto que vem sendo abordado constantemente nos últimos anos, ainda precisa de muito entendimento de quais e quando os procedimentos devem ser realizados. As normas vigentes sobre o assunto são pouco exploradas e muitas vezes de difícil entendimento. Elas não apresentam as relações entre os procedimentos apenas indicam o que deve ser realizado, sem detalhamento.

A NBR 15575-1/ 13 foi fundamental para o desenvolvimento das programações das atividades de manutenção, por proporcionar a relação entre as intervenções de manutenção e a diminuição da vida útil dos elementos, conseqüentemente o desempenho. Assim como, a norma ISO 15686 /2012, que apresenta a metodologia para a definição da vida útil, os seus requisitos e a verificação do desempenho. Esta norma também é importante para o desenvolvimento do plano de manutenção.

Com o estudo realizado foi notório observar que a realização de um plano de manutenção não está em apenas listar as atividades que devem ser realizadas nos elementos, mas sim fazer uma programação de quando cada uma delas deve ser feita, com esse planejamento ao longo da vida útil do edifício. A manutenção não é uma operação, mas sim um processo, que deve ser orçado e planejado pelos responsáveis da edificação. Além disso, é importante ressaltar que o sequenciamento das atividades, como inspeções nas edificações, a realização das manutenções preventivas e preditivas e o período de vida útil dos elementos, é muito importante para o sucesso de um plano de manutenção.

A partir do plano de manutenção desenvolvido para as duas edificações, percebe-se que o desenvolvimento de um plano é factível a partir dos requisitos impostos pela norma e apresentados na literatura, mas é possível identificar algumas limitações. A maior limitação foi o grau de incertezas nas soluções dos edifícios que não contemplam manutenção em sua concepção, ou seja, os critérios criados para o planejamento das atividades do plano de manutenção, preveem que todas as atividades sejam realizadas e no período adequado, para que assim o plano de manutenção tenha o resultado para o qual foi proposto.

Os estudos de caso realizados nas duas edificações servirão como uma base para o desenvolvimento de outros planos de manutenção para outras fachadas. O estudo de



caso realizado em duas edificações em etapas diferentes, uma em uso e outra ainda em fase de projeto, mostra que o posicionamento com relação ao sequenciamento das atividades é diferente. Assim como no caso do planejamento após uma manutenção corretiva, que também é diferente do planejamento de uma edificação nova, onde os elementos estão no início da sua vida útil.

Como foi proposta uma metodologia de um plano de manutenção de fácil entendimento, espera-se que ele seja aplicado em outros estudos para auxiliar na conservação das edificações. A realização correta das atividades planejadas garante a eficiência do desempenho dos elementos, favorecendo a qualidade estética, de funcionalidade, de segurança e questões econômicas, pois problemas corrigidos no início, diminuem o custo com possíveis problemas mais agravados. É importante ressaltar, que para a realização do plano de manutenção das fachadas, deve ser considerado, pelo executor, as peculiaridades de cada uma delas e de seus elementos, ou seja, os materiais de cada um dos elementos, por exemplo. Assim, o plano de manutenção é algo específico para cada fachada e não deve ser generalizado. Com isso, será desenvolvido um plano de atividades que será benéfico para cada fachada.

## **7.2 Recomendações Futuras**

Para a complementação desse estudo de plano de manutenção, é essencial a realização de um plano de manutenção para os demais sistemas de um edifício, como por exemplo, pilotis, estrutura, revestimento interno, entre outras, para que dessa forma toda a edificação esteja munida de um planejamento de atividade de manutenção.

Outro aperfeiçoamento para este estudo seria o desenvolvimento de uma plataforma para que pudesse ser realizado de forma mais fácil o planejamento das atividades de manutenção, possuindo um banco de dados com as indicações do que deveria ser realizado em cada situação, assim como o período em que devem ser tomadas as decisões de intervenção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E632-82:** Standard Practice for Developing Accelerated Tests to aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials. Philadelphia, 1996.

ANTUNES, G. R. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimento de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos.** Dissertação de Mestrado em Estrutura e Construção Civil. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5674 **Norma de Manutenção Predial.** Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14037 **Diretrizes para a elaboração de manuais de uso, operações e manutenção das edificações. Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.** Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-1 **Edificações habitacionais- Desempenho- Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-2 **Edificações habitacionais- Desempenho- Parte 2: Sistemas Estruturais.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12722 **Discriminação dos serviços contratados para construção de edifícios.** Rio de Janeiro, 1992.

ABRAMAN- Associação Brasileira de Manutenção- **A situação da Manutenção no Brasil-** 5º Congresso Mundial de Manutenção e ativos; 28º Congresso Brasileiro de Manutenção e ativos, Bahia- Salvador, 2013.

BELISÁRIO, W. S. J. **Desempenho, durabilidade, degradação e vida útil: aspectos técnicos no desenvolvimento do plano de manutenção de fachadas.** Dissertação de

Mestrado em Estruturas e Construção Civil. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

BSI- British Standards Institution. **Glossary of terms used in terotechnology**. BS 3811. London, 1984.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção- **Esquadrias para edificações, desempenho e aplicações: orientações para especificação, aquisição, instalação e manutenção**. – Brasília: CBIC/SENAI, 2017.

CÓIAS e Silva, V. e SOARES, I. **A Revisão dos projectos como forma de reduzir os custos da construção e os encargos da manutenção de edifícios**. 3º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. LNEC, Lisboa, 2003.

CÓIAS, V. **Inspeções e Ensaio na Reabilitação de Edifícios**. 2ª Edição, IST Press, Lisboa, 2007.

COSTA, M.S. **Identificação de dados em fachadas de edificações por meio de imagens panorâmicas geradas por plataforma robótica fotográfica**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2014.

FLORES, I. **Estratégias de manutenção – Elementos da envolvente de edifícios correntes**. Dissertação de Mestrado em Construção. IST, Lisboa, 2002.

FLORES- COLEN. 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. **Metodologia de avaliação do desempenho em serviços de fachadas rebocadas na óptica da manutenção preditiva**. Tese de Doutoramento. Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

FLORES, I. dos S.; BRITO, J. De **A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies**. Construction and Building Materials. 2010.

GASPAR, P. e BRITO, J. de. **Tipos de Vida útil das construções**. 3º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. FEUP, Porto, 2009.

HERMANS M. **Deterioration of building componentes. A data collecting model to support performance management.** PhD Thesis. Faculty of architecture and building Science, Eindhoven, University of Technology; 1995.

HENSHELL J. **Tools and methodologies in GECORPA/CIBW086/LNEC.** In: 2nd International symposium on building pathology, durability and rehabilitation, Lisbon, Portugal, November; 2003.

IBAPE-SP. **Inspeção Predial: Check-up predial: guia de boa manutenção.** Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo, 2 ed, São Paulo: Liv. e Ed. Universidade de Direito, 2009.

IBAPE-SP. **Inspeção Predial: Check-up predial: guia de boa manutenção.** Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo, 2013.

IBAPE-DF. **Inspeção Predial: Engenharia Diagnóstica.** Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias do Distrito Federal, 2019.

INBEC- **Engenharia Diagnóstica: Patologias e Perícias da Construção.** Disponível em <<https://www.inbec.com.br/eventos/engenharia-diagnostica-patologias-pericias-construcao>> Último acesso em junho de 2019.

ISO/DIS 6241. Performance standards in building – **principles for their preparations and factors to be considered.** Switzerland: International Standards Organization; 1984.

ISO/DIS 15686-1: *Buildings - Service life planning. Part 1: **General principles and framework,** International Organization for Standardization, 2011.*

ISO/DIS 15686-2: *Buildings - Service life planning. Part 2: **Service life prediction procedures,** International Organization for Standardization, 2012.*

ISO/DIS 15686-3 - *Buildings and constructed assets - Service life planning. Part 3: **Performance audits and reviews.** International Organization for Standardization, 2002.*

ISO/DIS 15686-5 - *Buildings and constructed assets - Service-life planning. Part 5: **Life-cycle costing.** International Organization for Standardization, 2008.*

ISO/DIS 15686- - *Buildings and constructed assets - Service-life planning. Part 6: Procedures for considering environmental impacts*. International Organization for Standardization, 2004.

ISO/DIS 15686-7 - *Buildings and constructed assets -- Service life planning. Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice*. International Organization for Standardization, 2006.

ISO/DIS 15686-8: *Buildings - Service life planning. Part 8: Reference service life and service-life estimation*, International Organization for Standardization, 2008.

ISO/DIS 15686-9 - *Buildings and constructed assets - Service-life planning. Part 9: Guidance on assessment of service-life data*. International Organization for Standardization, 2008.

ISO/DIS 15686-10 - *Buildings and constructed assets - Service life planning- Part 10: When to assess functional performance*. International Organization for Standardization, 2010.

LEITE C. *Estrutura de um plano de manutenção de edifício habitacionais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEP-Porto, 2009.

LOPES, T. *Fenómenos de Pré- Patologia em Manutenção de Edifícios – Aplicação aos revestimentos ETICS*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2005.

MADUREIRA, Sara S. *Plano e Manual de inspeção e manutenção de fachadas de edifício correntes*. Dissertação (Mestrado). Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior Técnico, 2011.

MARQUES, F. P. F. *Tecnologias de aplicação de pinturas e patologias em paredes de Alvenaria e elementos de betão*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Técnico Lisboa, Lisboa, 2013.

MORGADO J. N. P. L. V. **Plano de Inspeção e Manutenção de Coberturas de Edifícios Correntes**. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior Técnico, 2012.

MOSER, K. **Towards the practical evaluation of service life: illustrative application of the probabilistic approach. 8<sup>th</sup> DBMC. International Conference of Building Materials and Components**. Vancouver, Canada, 1999.

Nour A.A. **Manutenção de Edifícios - Diretrizes para elaboração de um sistema de manutenção de edifícios comerciais e residenciais**. Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de MBA - Especialista em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios. São Paulo, 2003.

PINI – Construção Mercado – **Manutenção Predial (2007)**. Disponível em <<http://construcaomercado17.pini.com.br/>>. Último acesso em outubro de 2018.

RODRIGUES, R. **Manuais de Manutenção e Utilização- Proposta de estruturas e metodologia**. Conferência QIC – Qualidade Inovação e Construção. LNCE, Lisboa, 2006.

SANTOS. D. G. **Estudo da vida útil e degradação de fachadas em argamassa a partir da inspeção de edifícios**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

SILVA, M. N. B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF**. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília, 2014.

SILVESTRE, J. D.; Flores- Colen. I. dos S.; Brito, J. De.; **Estratégia de Manutenção Proativa para Juntas de Revestimentos Cerâmicos Aderentes (RCA)**. 1º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, p. 1-12; Lisboa, 2005.

SOUSA H; SOUSA R; SILVA F.M.; SOUSA F. **Fachadas de edifícios** - 1ª ed. - Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, 2016.

SOUZA, J.S. **Evolução da degradação de fachadas- efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2016.

SHOHET IM, Puterman M, Gilboa E. *Deterioration patterns of building cladding components for maintenance management.* *Constr Econ* 2002.

SOUZA J; SILVA A; BRITO J; BAUER E - *Analysis of the influencing factors of external wall ceramic claddings service life using regression techniques- Engineering Failure Analysis.* 2018.

SILVA J. e FALORCA J. – *A model plan for buildings maintenance with application in the performance analysis of a composite facade cover.* *Construction and Building Materials.* 2009.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Graduação. Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2015.

## **ANEXO I- TABELAS DE VIDA ÚTIL**



**Tabela C.1 — Efeito das falhas no desempenho**

<b>Categoria</b>	<b>Efeito no desempenho</b>	<b>Exemplos típicos</b>
A	Perigo a vida (ou de ser ferido)	Colapso repentino da estrutura
B	Risco de ser ferido	Degrau de escada quebrado
C	Perigo à saúde	Séria penetração de umidade
D	Interrupção do uso do edifício	Rompimento de coletor de esgoto
E	Comprometer a segurança de uso	Quebra de fechadura de porta
F	Sem problemas excepcionais	Substituição de uma telha

NOTA Falhas individuais podem ser enquadradas em duas ou mais categorias.

**Tabela C.2 — Categoria de Vida Útil de Projeto para partes do edifício**

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Exemplos típicos</b>
1	Substituível	Vida útil mais curta que o edifício, sendo sua substituição fácil e prevista na etapa de projeto	Muitos revestimentos de pisos, louças e metais sanitários
2	Manutenível	São duráveis, mas necessitam de manutenção periódica, e são passíveis de substituição ao longo da vida útil do edifício	Revestimentos de fachadas e janelas
3	Não-manutenível	Devem ter a mesma vida útil do edifício por não possibilitarem manutenção	Fundações e muitos elementos estruturais

**Tabela C.3 — Custo de manutenção e reposição ao longo da vida útil**

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Exemplos típicos</b>
A	Baixo custo de manutenção	Vazamentos em metais sanitários
B	Médio custo de manutenção ou reparação	Pintura de revestimentos internos
C	Médio ou alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição (do elemento ou sistema) equivalente ao custo inicial	Pintura de fachadas, esquadrias de portas, pisos internos e telhamento
D	Alto custo de manutenção e/ou reparação Custo de reposição superior ao custo inicial Comprometimento da durabilidade afeta outras partes do edifício	Revestimentos de fachada e estrutura de telhados
E	Alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição muito superior ao custo inicial	Impermeabilização de piscinas

A Tabela C.4 foi construída com base nos parâmetros descritos nas Tabelas C.1, C.2 e C.3.

A Tabela C.4 foi construída com base nos parâmetros descritos nas Tabelas C.1, C.2 e C.3.

**Tabela C.4 — Critérios para o estabelecimento da VUP das partes do edifício**

<b>Valor sugerido de VUP para os sistemas, elementos e componentes</b>	<b>Efeito da falha</b>	<b>Categoria de VUP</b>	<b>Categoria de custos</b>
	<b>(Tabela C.1)</b>	<b>(Tabela C.2)</b>	<b>(Tabela C.3)</b>
Entre 5% e 8% da VUP da estrutura	F	1	A
Entre 8% e 15% da VUP da estrutura	F	1	B
Entre 15% e 25% da VUP da estrutura	E, F	1	C
Entre 25% e 40% da VUP da estrutura	D, E, F	2	D
Entre 40% e 80% da VUP da estrutura	qualquer	2	D, E
Igual a 100% da VUP da estrutura	qualquer	3	qualquer