

JULIANA RODRIGUES PEREIRA DA COSTA

**ESTUDO DAS PATOLOGIAS DE BETÃO ARMADO
EM EDIFÍCIOS: IDENTIFICAÇÃO E
TRATAMENTO**

Orientador: Prof^ª. Doutora Sandra Raquel Leite da Cunha

Coorientador: Prof. Doutor Elói João Faria Figueiredo

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Engenharia

Lisboa

2021

JULIANA RODRIGUES PEREIRA DA COSTA

**ESTUDO DAS PATOLOGIAS DE BETÃO ARMADO
EM EDIFÍCIOS: IDENTIFICAÇÃO E
TRATAMENTO**

Dissertação defendida em provas públicas para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, na especificação de Construção e Estruturas, no curso em Engenharia Civil, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias no dia 28 de Agosto de 2021, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação n.º: 202/2021, de 14 de Junho de 2021, com a seguinte composição:

Presidente: Prof. Doutor Francisco Faria Ferreira, por delegação do Diretor do curso;

Arguente: Prof. Doutor Hugo Filipe Pinheiro Rodrigues;
ULHT

Orientador: Prof^a. Doutora Sandra Raquel Leite da Cunha; ULHT

Coorientador: Prof. Doutor Elói João Faria Figueiredo;
ULHT

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Engenharia

Lisboa

2021

Índice Geral

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Justificação e Enquadramento	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Organização e estrutura da dissertação	2
2. ESTADO DA ARTE	3
2.1. A Construção em Betão Armado.....	3
2.2. Conceito de Patologia em Betão Armado	3
2.3. Patologias em Betão Armado	4
2.3.1. Corrosão de Armadura.....	4
2.3.1.1. Natureza no processo de corrosão.....	6
2.3.1.2. Tipos de corrosão	8
2.3.2. Fissuras	10
2.3.2.1. Fissuras devido ao corte.....	12
2.3.2.2. Fissuras devido à variação de temperatura	13
2.3.2.3. Fissuras devido a retração hidráulica	14
2.3.2.4. Fissuras devido a flexão.....	14
2.3.2.5. Fissuras devido a esforços de compressão.....	15
2.3.2.6. Fissuras devido a esforços de torção.....	16
2.3.2.7. Fissuras devido à punção	17
2.3.3. Segregação do Betão	18
2.3.4. Desagregação do Betão.....	19
2.3.5. Desgaste Superficial por Erosão	19
2.3.6. Infiltração e humidade	22

2.3.6.1. Eflorescência	25
2.3.6.2. Ferrugem	26
2.3.6.3. Deterioração	27
2.3.6.4. Gelo-degelo	27
2.3.7. Agentes biológicos	28
2.3.7.1. Fungos	28
2.3.7.2. Bactérias	29
2.4. Medidas de prevenção.....	30
2.4.1. Projeto bem elaborado.....	30
2.4.2. Controlo tecnológico dos materiais.....	30
2.4.3. Fiscalização e mão de obra bem preparada	30
2.4.4. Manutenções preventivas	31
2.4.5. Utilização adequada da edificação	31
3. ESTUDO DE CASO.....	33
3.1. Técnica e Procedimentos de Colheita e Análise de Dados	33
3.1.1. Inspeção Visual	33
3.1.2. Método GUT	33
3.1.3. Parâmetros de Avaliação	34
3.1.3.1. Ordem de Priorização.....	36
3.2. Tipologia da Pesquisa	37
3.3. Metodologia	38
3.4. Dados e Análises.....	39
3.4.1. Manifestações Patológicas encontradas na zona de Lisboa, Vale do Tejo e Alentejo	39
3.5. Resultados e Discussões	41
3.5.1. Diagnóstico e Definição de Conduta das Manifestações Patológicas	41

3.5.2. Aplicação da Matriz de GUT	58
3.5.3. Incidência de causas e diagnósticos	60
4. CONCLUSÃO	65
4.1 Trabalhos Futuros	66
BIBLIOGRAFIA	67
ANEXO I	79

Índice de Figuras

Figura 1 - Diagrama de degradação da estrutura de betão armado por corrosão.	5
Figura 2 - Reprodução de uma pilha de corrosão com o mesmo metal.....	7
Figura 3 - Tipos de corrosão.....	9
Figura 4 - Tipos e incidência de fissuras em betão armado.....	11
Figura 5 - Fissuras em estruturas de betão armado	11
Figura 6 - Trincas em estruturas de betão armado	12
Figura 7 - Rachadura em estruturas de betão armado	12
Figura 8 - Trincas de corte em viga.....	13
Figura 9 - Fissuras causadas por variação de temperatura.	13
Figura 10 - Fissura no betão por retração hidráulica	14
Figura 11- Trincas de flexão em elementos de betão armado	15
Figura 12 - Trincas de compressão.....	16
Figura 13 - Esquema de fissura causada por torção	17
Figura 14 - Fissuras por punção	17
Figura 15 - Elemento em betão armado com segregação	18
Figura 16 - Desagregação do betão em viga.....	20
Figura 17 - Desgaste superficial por abrasão em pavimento de betão	20
Figura 18 - Rebaixo brusco responsável pela implosão de bolhas de vapor na cavitação	21
Figura 19 - Efeito da cavitação em uma bacia de dissipação	21
Figura 20 - Evolução do desgaste superficial por erosão: movimento relativo do líquido, e atrito de partículas suspensas contra a superfície do betão.....	22
Figura 21 - Ação da humidade sobre edificações.....	24
Figura 22 – Eflorescência.....	26
Figura 23 - Funcionamento durante a congelação após introdução de poros de ar	28
Figura 24 - Proliferação de fungos	29
Figura 25 - Ciclo PDCA	34
Figura 26 - Mapa da região de Lisboa, vale do tejo e Alentejo.....	40
Figura 27 - Diagnósticos de Incidência	61

Figura 28 - Distribuição de obras conforme forma de uso	62
Figura 29 – Nível de priorização.....	63
Figura 30 – Localização dos edifícios de acordo com agressividade ambiental	64

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Origem da humidade nas construções	23
Tabela 2 – Origem e presença da humidade.....	24
Tabela 3 - Parâmetros do método GUT	35
Tabela 4 - Parâmetros do método GUT	36
Tabela 5 - Simulação de Matriz GUT	36
Tabela 6 - Matriz de diagnóstico e definição de conduta de manifestações patológicas	40
Tabela 7 - Grau de priorização	41
Tabela 8 - Diagnóstico e definição de manifestações patológicas encontradas em campo.....	43
Tabela 9 - Matriz de aplicação do método GUT	58
Tabela 10 - Priorização para resolução das manifestações patológicas	59
Tabela 11 - Diagnóstico completo das manifestações patológicas	79

Notação

SIGLAS

CO ₂	Dióxido de Carbono
cm	Centímetros
e	Elétron
H ₂ O	Água
mm	Milímetro
m/s	Metros por Segundo
O ₂	Oxigênio
OH	Hidroxila
pH	Potencial Hidrogeniônico
SO ₂	Dióxido de Enxofre
SO ₃	Trióxido de Enxofre
RAA	Reação Álcali
PDCA	Agregado Plan Do Check Act

SÍMBOLOS

°	Graus
°C	Graus celsius

Resumo

Atualmente, temos vindo a assistir a um crescimento da construção civil, tendo-se observado que o recurso a estruturas de betão armado e produtos de betão pré-fabricados são soluções construtivas muito utilizadas. Contudo, também se verifica um vasto número de edificações que apresentam patologias nas suas soluções construtivas. Desta forma, o presente trabalho discorre sobre as principais patologias de betão ocorrentes em edificações, tendo como objetivo estudar as suas características, causas e metodologias de reabilitação, de forma a evitar que os mesmos problemas venham a acontecer no futuro. As manifestações patológicas trazem transtornos não só para o dono de obra, mas também para o construtor, pois os custos de uma eventual intervenção posterior a uma entrega de obra, são maiores se comparados aos custos de uma execução bem-feita. A primeira parte desta dissertação irá abordar os conceitos gerais relacionados ao tema como: o que é o betão armado, as suas características e definição do que é patologia. Em seguida, irá apresentar-se os principais tipos de patologias, suas causas, recuperação e mecanismos para o seu diagnóstico. Serão ainda apresentados alguns estudos de casos reais, com registos fotográficos das diferentes patologias encontradas. Em seguida será exposto às causas das anomalias e as suas medidas de reparação. A metodologia utilizada na primeira parte foi uma revisão bibliográfica com base em documentos científicos e na segunda parte foi realizado um trabalho de campo através da observação de patologias em edifícios localizados ao redor de Lisboa, Vale do Tejo e Alentejo. Desta forma foi feita uma análise pelo método GUT com o intuito de classificar a gravidade, urgência e a tendência de cada manifestação encontrada e uma análise estatística dos resultados que foram recolhidos. Como principais resultados, as patologias que observei com maior número foram fissuras e corrosão de armadura. Portando, podemos constatar que esses resultados são devido à localização dos edifícios em ambientes agressivos próximo ao mar e aos erros ocorridos em fase de projeto ou execução de obra.

Palavras-chave: Betão, Patologia, Prevenção, Reabilitação.

Abstract

Lately, we have been witnessing a growth in constructions with reinforced concrete structures and prefabricated concrete products which are widely used construction solutions. However, there is a vast number of buildings that have pathologies in their construction solutions. The present work discusses the main concrete pathologies occurring in buildings, with the objective of studying their characteristics, causes and methodologies of rehabilitation, in order to prevent the same problems from happening in the future. Pathological manifestations bring inconveniences not only for the developer but also for the builder. The costs of an eventual intervention after a delivery of work are higher when compared to the costs of a well-executed execution. The first part of this dissertation will address general concepts related to the theme such as: what is reinforced concrete, its characteristics and definition of what a pathology is. Then will be discussed the main types of pathologies, their causes, recovery and mechanisms for their diagnosis. Some real case studies will be used with photographic records of the different pathologies found. Ultimately the causes of the anomalies and their remedial measures will be presented. The methodology used in the first part was a bibliographic review based on scientific documents and in the second part was accomplished a fieldwork out through the observation of pathologies in buildings around Lisbon, Vale do Tejo and Alentejo. Therefore, an analysis was made by the GUT method in order to classify the severity, urgency and tendency of each manifestation found and a statistical analysis of the results that were collected. As main results, the pathologies that they observe with greater number were cracks and corrosion of reinforcement. Therefore, we can see that these results are due to the location of the buildings in aggressive environments close to the sea and to the errors that occurred during the project or construction execution.

Keywords: Concrete, Pathology, Prevention, Rehabilitation.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de expressar a minha gratidão a Deus por estar sempre presente em minha vida e ao longo do curso me encorajando e dando forças.

À minha família, o meu mais profundo e sincero agradecimento por absolutamente tudo o que fizeram e lutaram para que eu pudesse chegar, com sucesso, ao final do meu curso de Mestrado, e realizar o presente trabalho. Vocês me deram a base para que tudo isso fosse possível. Essa vitória também é vossa vitória.

Ao meu noivo que esteve presente em todos os momentos, me aconselhando e me dando forças pra chegar até o final.

A Doutora Sandra Cunha pela valiosa orientação, incentivo e incansáveis colaborações que viabilizaram a concretização desta dissertação.

A todos os professores que me transmitiram conhecimentos técnicos na graduação para o meu engrandecimento profissional.

Aos amigos que entraram comigo, e àqueles que conheci ao longo dessa jornada. Muitos momentos que ficarão guardados para sempre.

Enfim, a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero: Muito Obrigado.

1. Introdução

1.1. Justificação e Enquadramento

A construção dos edifícios tem extrema importância nos dias de hoje para a humanidade, tanto para a área comercial, residencial e industrial. Desta forma, com o crescimento da área da construção civil e consequente utilização de betão armado, deve-se ter uma maior atenção nas patologias ocorrentes para que não haja grandes problemas futuros e até mesmo a possibilidade de ocorrer um colapso.

Tornou-se primordial a minimização dos problemas pós obra ou pelo menos que os problemas aparecessem após o tempo conforme o cronograma de manutenção e conforme decorrer a utilização do dia-a-dia da estrutura. Quando a estrutura de betão armado não se encontra em ambientes agressivos, o seu tempo de vida é respeitado de acordo com o projetado. Todavia, a durabilidade da estrutura pode ser extremamente diferente se estiver em ambientes agressivos ou com problemas funcionais. Desta forma, os problemas mais ocorrentes para a presença de patologias em betão armado são: espessura de cobrimento insuficiente, falhas de execução, deficiências de projeto, especificações e características inadequadas na formulação do betão e dos seus materiais constituintes, manutenção e a ação agressiva do meio ambiente na qual a estrutura está inserida (Souza; Ripper, 2006).

Portanto, a justificativa deste tema encontra-se muitas vezes na deficiência da formação de técnicos da construção e na ignorância da existência de sistemas construtivos e materiais de construção mais adequados aos diferentes ambientes. Com o conhecimento das causas das patologias é possível realizar a construção de forma mais sábia e atenta, de modo a evitar o surgimento de patologias, desta forma não irá gerar um elevado custo na manutenção dos edifícios, e nem gastos excessivos decorrentes da necessidade de recuperar e até mesmo reforçar uma estrutura danificada.

1.2. Objetivos

O estudo proposto tem como principal objetivo apresentar e analisar os principais e mais comuns tipos de patologias associadas ao betão armado em edifícios. Como objetivos específicos temos o levantamento das patologias verificadas na região de Lisboa, Vale do Tejo e Alentejo, apresentação do tipo de patologia mais presente nessas regiões, medidas eficazes de reabilitação para cada situação, priorização para resolução das manifestações patológicas e posteriormente análise entre o número de patologias e o ambiente em que esses edifícios estão inseridos.

1.3. Organização e estrutura da dissertação

O primeiro capítulo consiste na introdução do trabalho, aborda as considerações iniciais a respeito do tema deste trabalho, ou seja, apresenta a proposta de trabalho delimitando o tema. Explica o objetivo geral expondo o que este trabalho pretende alcançar e os objetivos específicos que são os resultados desejados em cada etapa desta pesquisa. Inclusive traz informações de como ele pode contribuir no âmbito acadêmico e também social.

O capítulo dois aborda a revisão da literatura para aprofundar nos conhecimentos necessários para fazer o que foi proposto no capítulo anterior. Além disso, também faz uma abordagem de quão avançado estamos no momento em relação ao tema, analisando as contribuições já expressas sobre o assunto. Portanto foram revisadas as diferentes patologias possíveis de existirem em edifícios de betão armado, assim como foram analisadas quais as causas que levam o aparecimento dessas patologias.

No capítulo seguinte se encontra o centro deste trabalho em que é demonstrado a metodologia dessa dissertação, informações a respeito da região em Estudo, diagnóstico e definição de conduta das manifestações patológicas, aplicação da matriz GUT para obter a classificação as manifestações de maior prioridade. Por fim gráficos para ajudar na compreensão dos resultados, mostrando-os de forma compilada, simples e direta, evidenciando assim as comparações e respostas a serem retiradas de tais análises.

O último capítulo aborda de maneira sucinta as considerações finais a respeito dos resultados desse trabalho e também em que âmbito este trabalho contribui para o meio científico-acadêmico e social, também mencionando possíveis trabalhos futuros.

2. Estado da Arte

2.1. A Construção em Betão Armado

Com o surgimento do betão armado no século XIX e com as suas grandes vantagens por ter um ótimo desempenho, facilidade de produção e economia, dentre os materiais e demais técnicas utilizadas na época, o betão armado passou a ser muito utilizado pelo mundo todo. Diante disso também se começaram a verificar manifestações patológicas devido à falta de mão de obra qualificada, desleixo, má utilização do material e até mesmo à falta de conhecimento da correta forma de empregá-lo.

Em Portugal o primeiro lugar a utilizar esta tecnologia foi a moagem de António José Gomes no Caramujo, Cova da Piedade, com a conclusão em 1898. A partir de então foi surgindo outras construções como: Ponte sobre a ribeira de vale de Meões e barragem de Xarrama em Évora. Seguindo em Lisboa outras obras grandiosas como o Instituto Técnico em 1936 e a Igreja de Nossa Senhora de Fátima finalizada em 1938 (Pedra & Cal, 2001).

Nas décadas recentes há um grande progresso da utilização do betão nas construções em geral, mais precisamente em edifícios e pontes rodoviárias, o que também se encontra relacionado com o facto deste ter sido o material utilizado nos últimos 50 anos (Pedra & Cal, 2001).

2.2. Conceito de Patologia em Betão Armado

Nos países com uma economia em crescimento houve uma grande aceleração na utilização do betão armado, principalmente em habitações, onde passaram a ser construídas cada vez mais com grandes dimensões e com uma maior agilidade. Desta forma houve um aumento da demanda dos funcionários gerando contratação de mão de obra desqualificada devido à falta de profissionais neste sector. Tal caso pode agravar a qualidade da obra e o surgimento de patologias.

Entende-se por patologia do betão armado a ciência que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas do betão armado. Lembrando que para um dano qualquer, existe a possibilidade de vários fatores serem responsáveis. Estes danos podem vir apenas a causar incómodos para aqueles que irão utilizar o edifício segundo o fim para que foi realizado, tais como pequenas infiltrações e até grandes problemas que podem levar a estrutura ao colapso (Helene, 1988).

Geralmente em casos de acidentes catastróficos como, por exemplo, prédios que vão à ruína, não obedecem apenas a um tipo de patologia isolado, mas sim várias patologias que juntamente acabam a levar a estrutura ao colapso. Não é difícil encontrar estruturas nas quais foi cometido um grande erro em qualquer uma das etapas e mesmo assim não apresentam grandes danos. Do contrário, pode-se encontrar estruturas que apresentem grandes danos que reduzem a durabilidade e resistência mecânica, mas que a sua causa vem de erros ou falhas menores, mas quando atuam de maneira conjunta, superpõem os seus efeitos e trazem graves consequências (Cánovas, 1988).

2.3. Patologias em Betão Armado

2.3.1. Corrosão de Armadura

A corrosão das armaduras é uma das patologias mais generalizadas do betão, principalmente nas peças aparentes. A corrosão é um procedimento causado pelo meio ambiente em contato com a disposição das armaduras, promovendo a sua degradação.

A corrosão acontece com a constância da existência de teores críticos de íões de cloretos no betão ou pela diminuição do pH por conta das reações de agentes atmosféricos que se encontram no ar, por exemplo o dióxido de carbono (Araújo, 2013). É possível encontrar dois tipos de corrosão: a corrosão electroquímica (aquosa) e a corrosão química (corrosão seca). A corrosão electroquímica acontece quando a estrutura entre em contato com substâncias aquosas, dentre elas água doce ou salgada, o solo e ambientes atmosféricos húmidos. Por outro lado, a corrosão química é um processo que leva tempo não ocorrendo agravamentos na superfície metálica, com exclusão a gases com grande agressividade (Bertolini, 2010).

Com a existência de trincas e fissuras ou a obtenção de um betão poroso, ocasiona-se a passagem de oxigénio, gases poluentes, água, dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre

(SO₂) e o trióxido de enxofre (SO₃) que à medida que o tempo vai decorrendo vão deteriorando o betão tornando a armadura exposta aos ambientes agressivos (Araújo, 2013).

Para que o betão trabalhe corretamente, protegendo as armaduras de aço, deve conter:

- Formulação adequada;
- Relação água/ligante apropriada, contendo uma trabalhabilidade adequada;
- Devidamente misturado e vibrado;
- Processo de cura adequado;
- Adequada espessura de recobrimento, sendo o mais espesso possível, jamais inferior a 2,5 cm.

Desta forma é possível haver uma maior prevenção aos agentes agressivos.

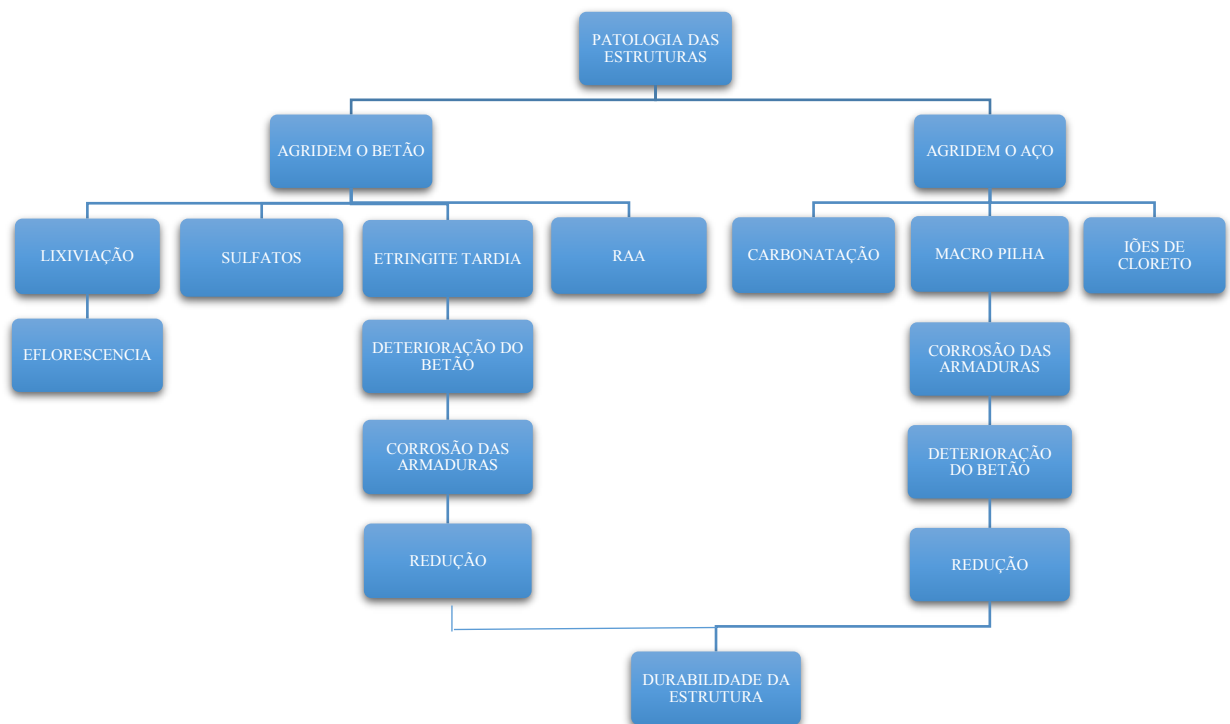


Figura 1 - Diagrama de degradação da estrutura de betão armado por corrosão. (Adaptado de Andrade, 2019)

De acordo com o diagrama (Figura 1), temos que os contaminantes do meio ambiente resultam nas patologias das estruturas, deste modo promovendo os contaminantes que agriem o aço e os contaminantes que agriem o betão. Os contaminantes de agriem o aço

são constituídos pela carbonatação que são dióxido de carbono que vai entrando no betão e assim provocam uma reação, ou seja, vai carbonatando o betão. Porém, o dióxido de carbono só vai causar problemas quando atinge a armadura, que desta forma ocorre a corrosão generalizada. Há também o ataque por iões de cloreto que acontece da mesma forma. Os iões de cloreto fazem reação no betão e no aço, ao atingirem o aço resulta na corrosão das armaduras. Já a macro pilha por corrosão são vícios executivos que são colocados no betão, fazem com que ele entre em processo de corrosão. Temos como exemplo quando é realizado o betão e depois continua a betonagem com uma relação água/cimento diferente. A diferença de pH gera uma diferença de potencial de 60 milivolt gerando uma semi pilha. Deste modo, para formar uma pilha só necessita a chegada da água e do oxigênio. Para os contaminantes que agredem o betão temos: a lixiviação que provoca a eflorescência; o ataque por sulfatos que é muito comum em solos argilosos ou em água contaminada, pois começa a degradar o betão da superfície para o seu interior. Já a etringite tardia é quando o bloco de betão atinge uma determinada temperatura acima de 65° no betão na fase de cura, a etringite não se forma, e a que se forma é decomposta. Nessas circunstâncias fica todo o caldo preparado e ao chegar a humidade ela começa a se expandir nos vasos capilares e vazios do betão rígido, fissurando todo o betão. A mesma coisa acontece para a reação auto agregado, se há um agregado reativo e um cimento com teor de álcalis, haverá a formação de um gel e com a chegada da humidade vai expandir tal como a etringite tardia. Desta forma, temos que a estrutura irá sofrer em conjunto e consequentemente vai ocorrer uma redução da qualidade e durabilidade da estrutura de betão armado (Andrade, 2019).

2.3.1.1. Natureza no processo de corrosão

O processo de corrosão tem por natureza duas formas, tal como já foi referido anteriormente, sendo estas eletroquímicas e químicas.

A corrosão química tem a interação do metal com os gases do meio ambiente, assim formando os produtos de corrosão. Entretanto, o tipo desta corrosão não é muito preocupante na construção civil por se tratar de um tipo de reação lenta onde os dióxidos formam uma película sobre o metal, reduzindo ainda mais a velocidade das reações. Para este tipo de corrosão, com o aumento da temperatura é assumido um maior resultado. No processo siderúrgico que gera a carepa de laminação é um exemplo de corrosão química, devido ao aço

estar submetido a elevadas temperaturas reage com o oxigénio, criando uma película de óxidos, impermeável, compacta e uniforme (Helene, 1993).

Ao contrário da corrosão química, a corrosão eletroquímica tem um alto grau de importância na construção civil, pois está relacionada aos acontecimentos ocorrentes nas estruturas de betão armado, podendo atingir graus de deterioração de grande relevância. Para a ocorrência deste tipo de corrosão existe sempre uma reação de oxidação com outra redução e uma circulação de iões por meio de um eletrólito (Andrade, 1988). Quando há a ocorrência de oxidação, o metal libera electrões que migram a gerar uma reação em outro local para poder fornecer a diminuição de outra substância, neste contexto para o betão é o oxigénio.

Desta forma, a corrosão eletroquímica acarreta na formação de uma pilha eletroquímica, contendo a existência de um ânodo, caracterizado pela passagem de material do estado metálico para o estado iónico (oxidação) e um cátodo, onde são consumidos os electrões gerados na região anódica (redução); uma diferença de potencial entre ambos, sendo o ânodo de capacidade mais eletronegativo; uma conexão metálica entre o ânodo e o cátodo, pode ser caracterizada pelo mesmo material metálico; e uma ligação externa caracterizada pela condução iónica através do eletrólito. A Figura 2 simboliza o fenómeno e apresenta as reações parciais que se processam nas regiões anódica e catódica, características de um meio alcalino como o betão (Figueiredo; Meira, 2013).

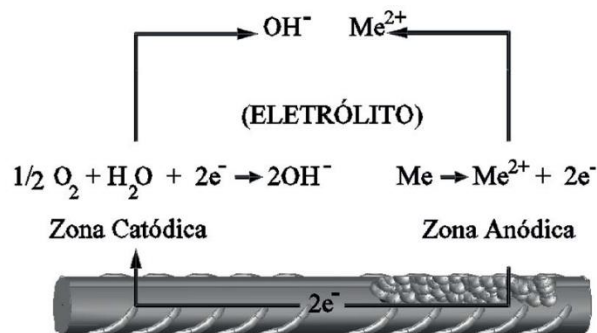


Figura 2 - Reprodução de uma pilha de corrosão com o mesmo metal (Meira, 2017)

A equação $\text{Me} \rightarrow \text{Me}^{2+} + 2\text{e}^-$ é referente a reação parcial de dissolução do metal (oxidação). Já na equação $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$ contém a reação parcial catódica que são determinadas pelo consumo dos electrões gerados na região anódica. A composição dessas reações juntas é o que descreve todo o processo da corrosão eletroquímica como também o

controle de qualquer das reações parciais reflete o controlo do processo de corrosão (Figueiredo; Meira, 2013).

O eletrólito elemento da pilha eletroquímica é de grande importância sobre o método de corrosão instalado. O maior aparecimento de eletrólito ajuda o acesso de maior corrente iônica, agilizando o processo de corrosão. Caso contrário, se obtiver pouco eletrólito haverá um aumento da resistividade do sistema, diminuindo a velocidade da corrosão. Se julgarmos o eletrólito presente nos poros do betão, esta avaliação será de forma similar, ou seja, o betão presente em ambientes de baixa humidade terá dificuldade no processo de corrosão pois haverá escassez de eletrólito, em oposição que em ambientes húmidos há um aumento da velocidade no processo de corrosão. Entretanto a presença do oxigénio na área catódica tem grande importância nas reações de redução. A ausência de oxigénio resulta na diminuição da cinética das reações de redução, monitorando a velocidade de oxidação do metal em função da velocidade com que os electrões gerados na zona anódica são consumidos na zona catódica. Diante disso, tem-se um procedimento catódico do processo de corrosão pela ausência de oxigénio (Figueiredo; Meira, 2013).

2.3.1.2. Tipos de corrosão

A ocorrência da corrosão pode ser definida em diferentes tipos, conforme a Figura 3.

Corrosão generalizada: O ataque é gerado em uma grande parte da superfície do aço, em que existem vários ânodos e cátodos, criando micropilhas que mudam a todo o momento. Assim, a perda de secção é capaz de ser uniforme ou irregular (Figueiredo; Meira, 2013).

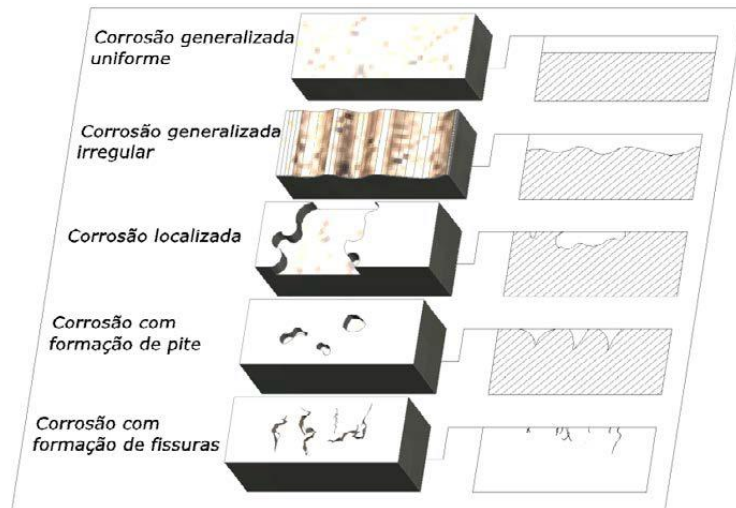


Figura 3 - Tipos de corrosão (Feliú, 1984)

Corrosão localizada: Refere-se a um ataque intermediário entre a corrosão uniforme e a corrosão por pites. Este ataque ocorre em locais mais ou menos extensos do material. Uma das possibilidades desse acontecimento pode ser pela modificação ou heterogeneidade de composição química do material ou do eletrólito que o envolve (Figueiredo; Meira, 2013).

Corrosão por pites: É uma forma de corrosão extremamente localizada que leva à criação de pequenos furos no metal, orifícios que adentram formando um pequeno “poço”. A corrosão por pites pode ser iniciada por um pequeno defeito de superfície, como um arranhão ou uma alteração local na composição, ou um dano à camada protetora. Corrosão por pite é causada predominantemente pela química do ambiente em que este se encontra, o qual podem conter espécies químicas agressivas como iões de cloreto. Cloreto é especialmente prejudicial para o filme passivo (óxido), com o que a corrosão por pites pode iniciar o ataque ao óxido. Além das condições propícias para a corrosão, o metal encontra-se submetido a tensões importantes de tração. Nesse caso, surgem fissuras no material que se propagam na direção transversal à carga, produzindo ruturas com níveis baixos de tensão (Figueiredo; Meira, 2013).

A corrosão com formação de fissuras ocorre quando, além das condições propícias para a corrosão, o metal se encontra submetido a tensões importantes de tração. Nesse caso, surgem fissuras no material que se propagam na direção transversal à carga, produzindo ruturas com níveis baixos de tensão (Figueiredo; Meira, 2013).

A corrosão mais frequente em estruturas de betão armado são a generalizada, irregular e por pites. O primeiro caso está relacionado à carbonatação do betão, onde trabalha de forma desencadeada por toda extensão do metal. O segundo caso é referente à corrosão desencadeada

estimulada pela ocorrência dos iões de cloreto, com ação localizada em relação à rutura da capa passiva do metal. Em estruturas protendidas é plausível ocorrer o que se chama de corrosão sob tensão, em que as combinações eletroquímicas com as mecânicas auxiliam no surgimento de fissuras no metal (Figueiredo; Meira, 2013).

2.3.2. Fissuras

Segundo Gonçalves (2015), fissuras podem ser definidas como aberturas que afetam a superfície do elemento estrutural, facilitando a entrada e ação de agentes agressivos. Esse tipo de patologia pode surgir após anos de uso, dias, ou até mesmo horas, e as suas causas são das mais variadas, assim como os seus diagnósticos.

Pode-se considerar as fissuras como uma das patologias mais ocorrentes, ou pelo menos as que concentram maior atenção pelos donos das propriedades. Podem ser consideradas como congénita, ou seja, apresentam pequenos sintomas desde o projeto arquitetónico, fase de construção ou durante o seu período de vida útil. Deve haver uma conscientização dos profissionais que trabalham nessa área, pois há diversas formas de minimizar os danos (Dal Molin, 1998).

As fissuras agressivas são determinadas quando há uma grande abertura no betão, conforme os seguintes valores:

- a) 0,2 mm - Peças com exposição em meio extremamente agressivo (industrial e contacto com água do mar);
- b) 0,3 mm - Peças com exposição a meio moderadamente agressivo (marinho, industrial e urbano);
- c) 0,4 mm - Peças com exposição em meio de agressividade fraca (rural e submerso);

Na Figura 4 temos os principais motivos de aparecimento de fissuras e as suas respetivas ocorrências segundo Dal Molin (1998).

De acordo com Gonçalves (2015), é muito comum a confusão entre os termos de “fissura”, “trinca” e “rachadura”. Para solucionar essa questão, pode-se definir que as trincas são parecidas com as fissuras no seu tratamento, porém são diferenciadas pelas suas dimensões, pelo fato das trincas possuírem dimensões maiores do que 0,5 mm.

No que diz respeito às rachaduras são diferenciadas dos demais termos por possuir uma abertura bem acentuada e profunda, possuindo dimensões superiores a 1 mm, sendo possível a ocorrência de abertura de fenda do outro lado da parede. Essas fendas são representadas quando chegam a atingir uma espessura de 1,5 mm. As Figuras 5 a 7 representam os exemplos de fissura, trinca e rachadura.

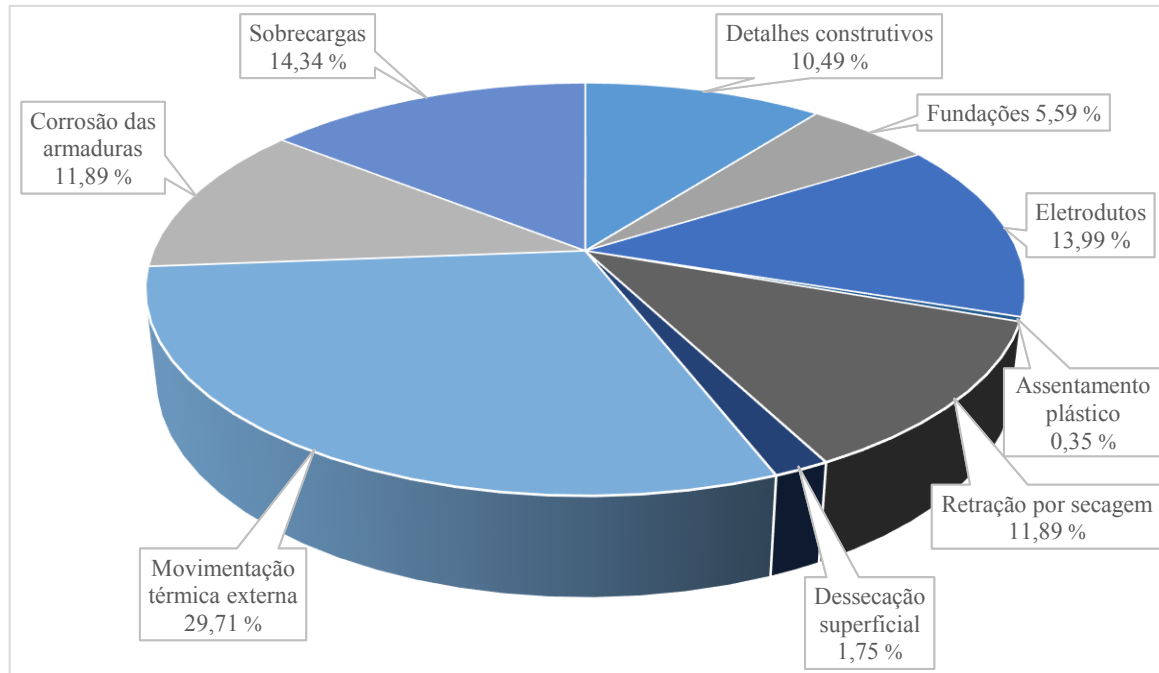


Figura 4 - Tipos e incidência de fissuras em betão armado. (Dal Molin, 1988)



Figura 5 - Fissuras em estruturas de betão armado (AECweb.com)

2.3.2.1. Fissuras devido ao corte

As fissuras por corte têm tendência a manifestar-se próximas aos pontos de corte máximo, conforme Figura 8. São causadas por excessiva carga e insuficiência de armadura ou colocação da mesma de maneira incorreta (Marcelli, 2007).

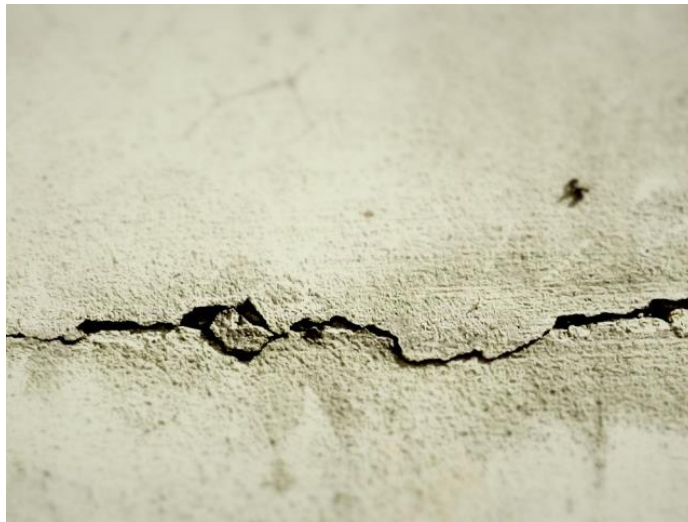


Figura 6 - Trincas em estruturas de betão armado (Solucaoengenharia.com)



Figura 7 - Rachadura em estruturas de betão armado (Flausino, 2017)

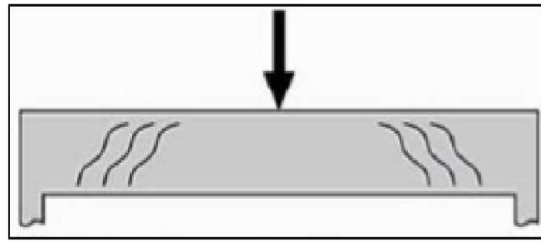


Figura 8 - Trincas de corte em viga (Marcelli, 2007)

2.3.2.2. Fissuras devido à variação de temperatura

Todos os elementos de uma construção estão sujeitos a movimentações térmicas, sejam elas diárias ou estacionais, que causam variações de tamanho nos materiais por meio de contração ou dilatação térmica (Figura 9) (Thomaz, 1990).

A mudança de temperatura ocasiona as mudanças das dimensões do betão, de modo que, caso a estrutura não tenha livre movimento, ocorrerá o surgimento de trincas devido às tensões compostas. As peças que são esbeltas e longas são as que mais enfrentam este fenómeno. (Thomaz, 1990).

A variação de temperatura nas fases do betão, estão associados em cobertura de paramentos, onde possuem uma longa exposição direta nas lajes ao calor durante o dia, chuvas e quedas de temperaturas no período da noite (Thomaz, 1990).

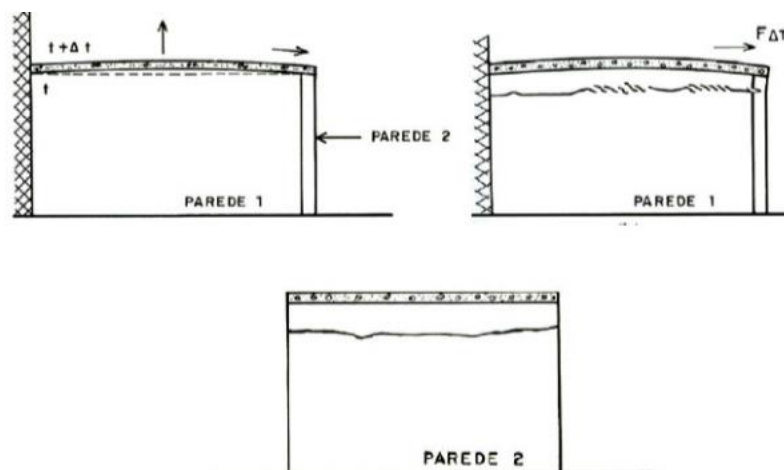


Figura 9 - Fissuras causadas por variação de temperatura. (Thomaz, 2001)

2.3.2.3. Fissuras devido a retração hidráulica

Segundo Helene (1992), as fissuras devido à retração hidráulica são causadas devido à cura de forma incorreta. As tensões internas concebidas por perda de água, demasiado calor e ineficiente proteção térmica do elemento estrutural, acarretam a retração gerando esforços de tração. Desta forma o betão não consegue suportar e origina fissuras sem direções definidas conforme Figura 10 (Marcelli, 2007).

2.3.2.4. Fissuras devido a flexão

Fissuras ocasionadas por flexão (Figura 11), são devido a um subdimensionamento da estrutura, portando não é realizada uma avaliação exata da sobrecarga atuante, se há deficiência dos materiais que foram utilizados na execução da estrutura ou se há alteração no tipo de utilização da estrutura, onde possui maior número de cargas atuantes do que foi previsto (Helene, 1992).

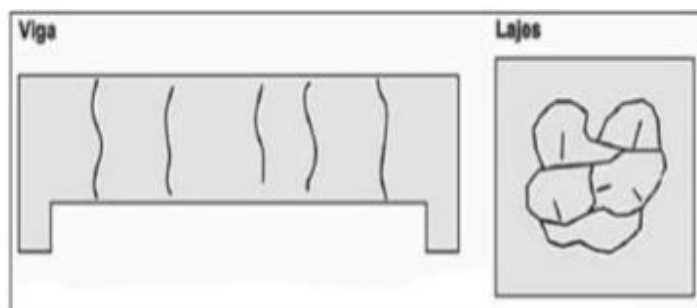


Figura 10 - Fissura no betão por retração hidráulica (Marcelli, 2007)

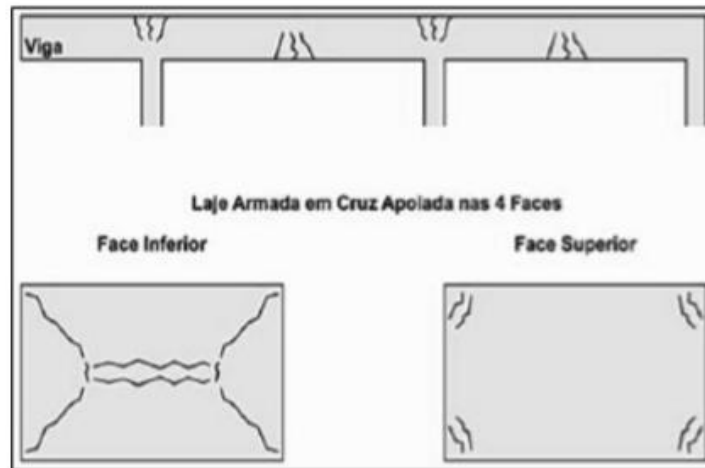


Figura 11- Trincas de flexão em elementos de betão armado (Marcelli, 2007)

2.3.2.5. Fissuras devido a esforços de compressão

Segundo Gonçalves (2015), o betão na estrutura é o elemento que absorve a maior parte dos esforços de compressão, demandando muita prudência e rápidas providências para as trincas ocasionadas dessa origem. Deste modo, as fissuras geradas neste contexto são de grande preocupação pois, podem ocasionar um colapso da estrutura ou quando a peça já não possui mais a capacidade resistente inicial, a redistribuição de esforços para pilares vizinhos, comprometendo os mesmos.

Dependendo dos esforços atuantes, determinadas vigas e pilares conseguem trabalhar num sistema duplo de solicitação, sendo estas flexão e compressão. Desta forma, é possível que haja uma acumulação indesejada de tensões na região comprimida, com o surgimento de trincas, como indicado na Figura 12 (Marcelli, 2007).

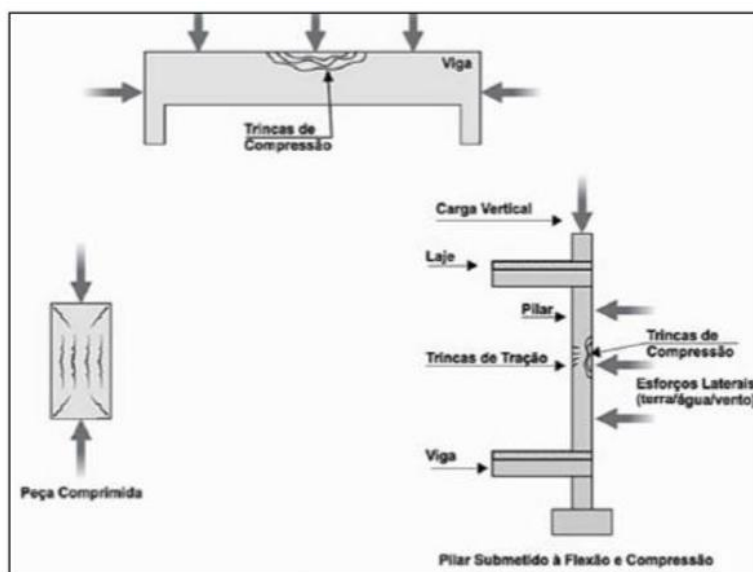


Figura 12 - Trincas de compressão (Marcelli, 2007)

2.3.2.6. Fissuras devido a esforços de torção

A torção (Figura 13) é originada quando a peça está sujeita a uma rotação em relação à sua secção transversal, propício a escadas de edifícios, lajes em balanço ou lajes com flecha excessiva apoiada sobre vigas. Para esses exemplos, com o esforço excessivo a um ocasionamento de deformações que superam a capacidade do elemento estrutural, resultando no aparecimento de fissuras inclinadas a 45°, localizadas nas faces laterais da viga (Marcelli, 2007).

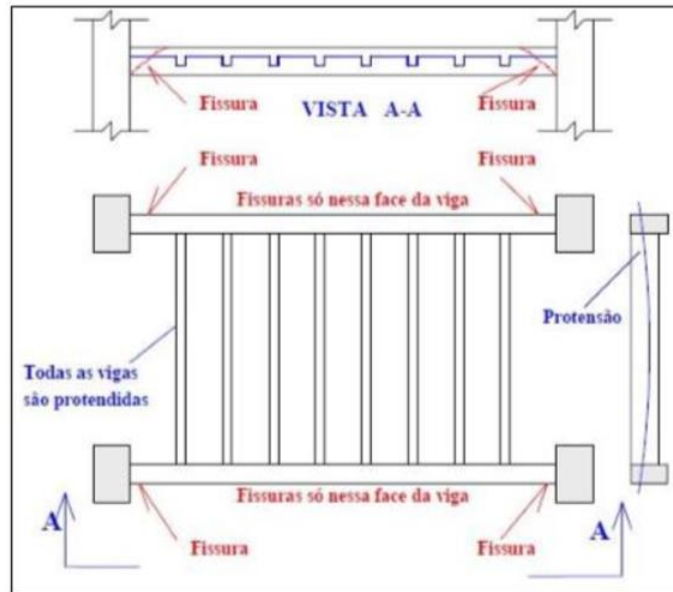


Figura 13 - Esquema de fissura causada por torção (Thomaz, 2003)

2.3.2.7. Fissuras devido à punção

As fissuras por punção é um esforço pontual, com possibilidade de haver excesso de carga, betão de resistência inadequada, falhas na execução ou insuficiência de armadura próximo aos apoios. As fissuras ocorrem quando a laje está apoiada no pilar ou vice-versa (Figura 15), (Marcelli, 2007).

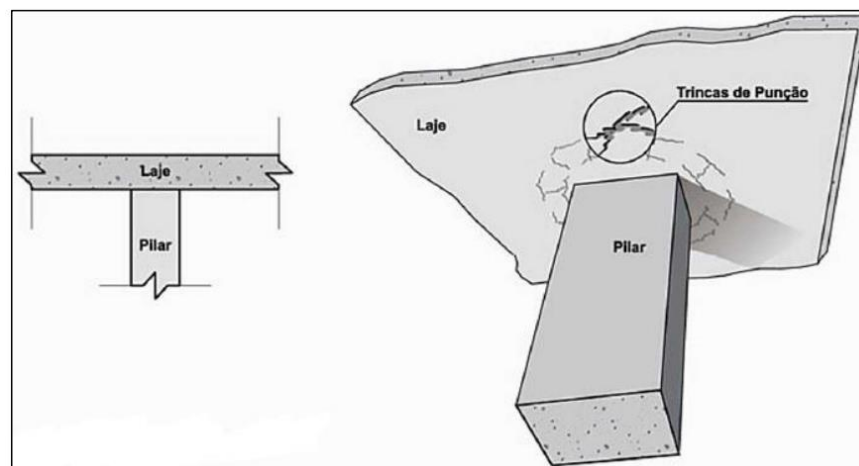


Figura 14 - Fissuras por punção (Marcelli, 2007)

2.3.3. Segregação do Betão

De acordo com Mehta e Monteiro (1994) a segregação (Figura 15) é definida como a separação dos materiais constituintes do betão fresco de tal maneira em que a distribuição não seja de forma uniforme. Caso isto aconteça, irá ocorrer um impacto na compactação e aos resultados de resistência máxima e durabilidade do betão.

A segregação é causada por um conjunto de aspetos inapropriados, os quais podem ser pela massa específicas excessivamente distintas dos vários materiais constituintes do betão, má formulação do mesmo devido a uma razão elevada de água/ligante ou a presença de um baixo teor de finos na sua composição, alta densidade de armadura, transportes realizados em indevidas condições, lançamento e adensamento do betão.

Para que não haja o acontecimento desta patologia, é recomendado que o betão seja devidamente lançado com técnica que exclua ou diminua consideravelmente a segregação entre os seus componentes. Desta forma deve-se atentar com a altura em que é lançado o betão, principalmente quando a altura for maior que 2 metros em peças estreitas e altas, assim como, observar a densidade da armadura (Mehta; Monteiro, 1994).



Figura 15 - Elemento em betão armado com segregação (Ecivilnet.com)

2.3.4. Desagregação do Betão

Esta patologia consiste na desintegração do betão perdendo a sua propriedade de aglomerante (Figura 16).

Segundo Souza e Ripper (1998), a segregação do betão consiste na separação física do mesmo em fatias, de forma que a estrutura perde a sua capacidade resistente a esforço no local em que foi desagregado.

Cánovas (1988) assegura que as perdas de coesão dos componentes do betão, diminuem consideravelmente a sua resistência mecânica.

Existem diversos fatores que podem causar a desagregação, como: fissuração, movimentação das formas, corrosão do betão, ataques biológicos e o fenómeno da calcinação que é composto pela perda de resistência e alteração de cor do betão. Este fenómeno ocorre quando o mesmo está em presença do fogo e inicia a desintegração em temperaturas em torno de 600° C (Cánovas, 1988).

2.3.5. Desgaste Superficial por Erosão

O desgaste da superfície do betão ocorre por erosão, podendo esta ser por cavitação ou abrasão.

A abrasão acontece por conta da fricção e escorregamento contínuo sobre a superfície de uma estrutura de betão, somado de um ambiente seco, acarretando no deslocamento dos agregados da superfície da estrutura de betão. O desgaste da estrutura é ocasionado com o atrito seco de agentes como pessoas, vento, tráfego, entre outros (Souza; Ripper, 2009). De acordo com Souza e Ripper (2009) os pavimentos rodoviários, pisos industriais, pontes, calçadas e estacionamentos são os principais locais a serem afetados sujeitas a sofrer desgaste superficial por abrasão conforme Figura 17.



Figura 16 - Desagregação do betão em viga. (Araldi, 2013)

A qualidade dos materiais utilizados para a produção do betão armado, vai conferir-lhe resistência superficial, dureza e resistência à compressão. Estas são características que vão determinar a resistência da estrutura à abrasão. Desta forma, para um betão ser mais resistente à abrasão, o mesmo deve ter maior dureza e reduzida porosidade (Santos, 2012).



Figura 17 - Desgaste superficial por abrasão em pavimento de betão (Aguiar, 2006)

O desgaste superficial por cavitação é concedido devido à implosão de bolha de vapor de água, que ocorre quando há fluxos constantes de alta velocidade de água que escoam pela estrutura. No momento em que essas bolhas se rompem contra a superfície de betão, a pressão gerada é elevada, para uma pequena área, e a repetição desses eventos é capaz de degradar a estrutura do betão resultando numa superfície irregular, áspera, corroída e rugosa no betão, conforme pode ser visto nas Figuras 18 e 19 (Freitas Júnior, 2013).

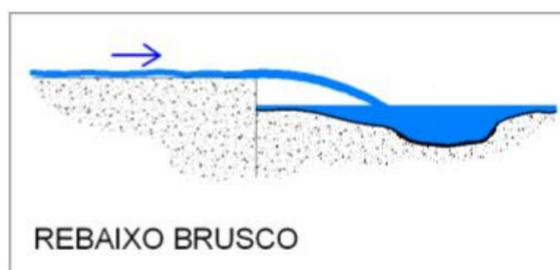


Figura 18 - Rebaixo brusco responsável pela implosão de bolhas de vapor na cavitação (Aguilar, 2006)

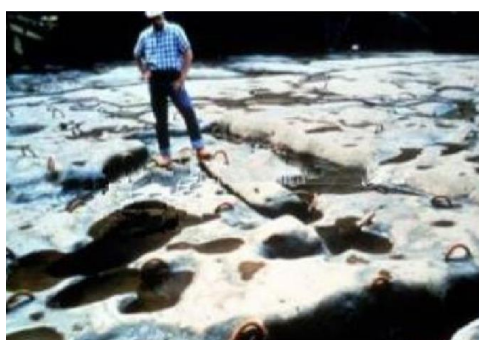


Figura 19 - Efeito da cavitação em uma bacia de dissipação (Freitas Junior, 2013)

Esta patologia é mais corrente em bacias de dissipação, conduto forçado, vertedouro e outras estruturas que estão em contacto constante com a água e com altas velocidades, alterações bruscas de direção de escoamento. Ao utilizar um betão específico para este tipo de problema é possível evitar o acontecimento do desgaste, como também, acabar com a irregularidade superficial e atenuar quando possível as bruscas mudanças de direções de escoamento (Freitas Júnior, 2013).

O desgaste superficial por cavitação é diferente da abrasão, visto que se trata de um desgaste abrasivo, ou seja, em ambiente húmidos, ocasionados por fluido que consiste partículas sólidas em suspensão (Figura 20). Quando as partículas sólidas são deslocadas junto com o líquido que transcorre pela superfície do betão, gera um desgaste por contacto, choque e escorregamento (Freitas Júnior, 2013).

A intensidade do desgaste vai depender da velocidade de escoamento do líquido, qualidade do betão, e características das partículas suspensas, como a dureza, forma e quantidade. Canais, galerias, dutos, pilares de pontes e vertedouros são estruturas sujeitas ao

desgaste superficial por erosão. Para que o betão seja resistente à erosão, é indicado que o material apresente elevada dureza, uso de agregados de diâmetro maior, e o uso de uma pasta de cimento com baixa relação água/cimento (Freitas Júnior, 2013).

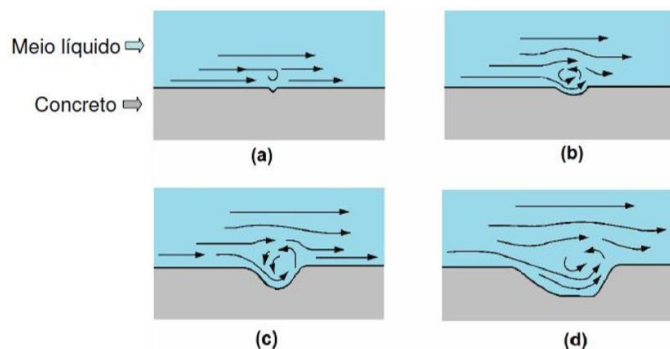


Figura 20 - Evolução do desgaste superficial por erosão: movimento relativo do líquido, e atrito de partículas suspensas contra a superfície do betão (Freitas Júnior, 2013)

2.3.6. Infiltração e humidade

No meio de diferentes tipos de manifestações patológicas, as anomalias provocadas por humidade e infiltração são uma das mais comuns, sendo provocadas por falta de preparo dos profissionais, má execução de projeto e inclusive por descaso com os fatores naturais. A princípio, surgem como danos básicos e com o tempo se tornam maiores problemas dentro da construção, resultando por exemplo na corrosão da estrutura da edificação.

No quesito de infiltração é comum encontrar as causas devido à má instalação hidráulica da edificação. Uma instalação incorreta acarreta em vazamentos e consequentemente a infiltração em estruturas locais. Desta forma, quando executada corretamente, a água tem dificuldade de escorrer e entrar em contacto com o betão (De Souza, 2008).

Infiltrações também ocorrem por manifestações patológicas como trincas e rachaduras. Deste modo as águas de chuvas habitualmente percorrem pela fachada do edifício e penetram pelas fissuras e rachaduras resultando um problema ainda maior. Outra forma que pode ocorrer é quando um edifício absorve um excesso de humidade do solo, danificando os materiais da estrutura (De Souza, 2008).

Para compreendermos a origem e ação da humidade nas edificações é fundamental considerar a ação dos agentes climáticos e de meteorização (temperatura, humidade, chuva) que

atuam diretamente na construção civil nos ambientes internos e externos. A intensidade dessas ações pode vir a determinar danos no betão que originam patologias nas edificações (Vilaboas, 2004).

A ação do vento aumenta as condições climáticas do calor, frio, baixa humidade em elementos fundamentais para originalizar as patologias ao betão.

Segundo De Souza (2008) a humidade no betão tem as seguintes origens (Tabela 1):

Tabela 1 - Origem da humidade nas construções, adaptado de (De Souza, 2008)

Origem da Humidade	Presença de Humidade
Humidade procedente da execução da construção.	Confecção de argamassas, execução de pinturas e confecção de betão.
Humidade resultante de chuvas.	Paredes, lajes de terraços, cobertura (telhados).
Humidade trazida por capilaridade (humidade ascensional).	Terra, através de lençol freático.
Humidade proveniente de vazamento de redes de águas e esgotos.	Terraços, paredes, telhados; pisos.
Humidade de condensação.	Peças com pouca ventilação, paredes, forros e pisos, cozinha, banheiro e garagens.

Segundo Da Paz et al.; (2016) a existência de água e de humidade nas construções auxiliam a degradação do material diminuindo a resistência do betão, oxida as armaduras, causam descamação, e diminui a vida útil dos agregados, aumentando a possibilidade fissuras, vazamentos, infiltrações, proliferação de fungos, mofos e micro flora (Figura 21).

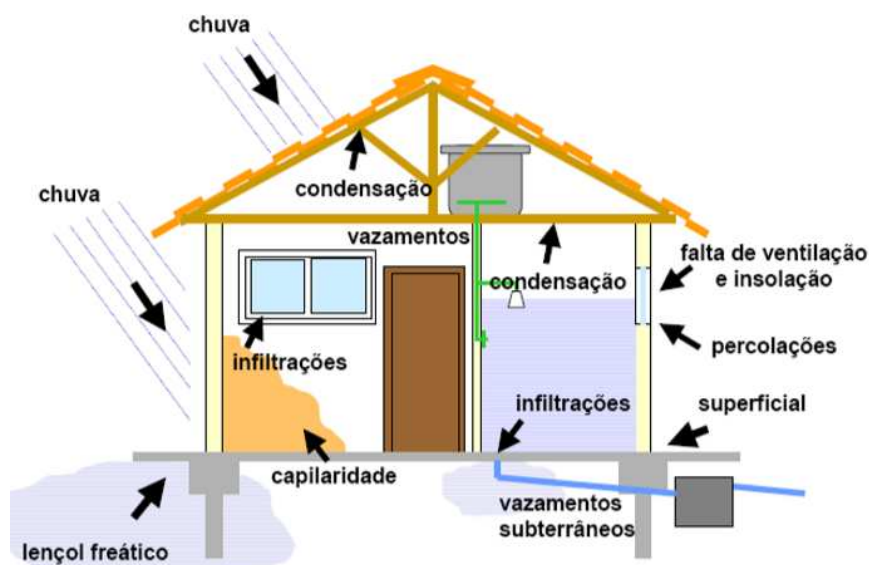


Figura 21 - Ação da humidade sobre edificações (Pozzobon, 2007)

O surgimento desta patologia é formado por:

- Humidade de construção;
- Humidade de precipitação;
- Humidade por capilaridade;
- Humidade de infiltração;
- Humidade devido a outras causas;

Segundo Klein (1999) a origem e presença da humidade é conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Origem e presença da humidade, adaptado de (Klein, 1999)

Origens das Humidades	Presença de Humidade
Construção	Presente na preparação do betão, argamassa, pinturas e entre outros.
Precipitação	Presente nas lajes de terraço, coberturas e paredes.
Capilaridade	Presente na terra, através de lençol freático.
Infiltração	Presente em paredes, telhados, terraços e pisos.

Dessa forma, para combater a fragilidade do betão e aumentar a resistência das edificações, as medidas devem ser tomadas ainda na elaboração do projeto, e durante a sua execução deve-se observar os atenuantes climatológicos e o grau de humidade no ambiente da obra, bem como fazer a correção do betão conforme as proporções de soluções endurecedoras de superfícies diminuindo a deterioração e reduzindo o desgaste do betão (De Souza, 2008).

2.3.6.1. Eflorescência

A patologia de eflorescência (Figura 22) é formada por sais na superfície do betão trazido do seu interior pela humidade. A eflorescência causa uma má aparência conhecida como manchas que alteram a estética dos acabamentos. As mais comuns são as de cor branca, mas elas também podem ter um tom mais escuro e esverdeado se a água infiltrada se misturar com lodo e fungos. Conforme o volume, chegam a formar estalactites (Schönardie, 2009).

As eflorescências apresentam-se quando água transpassa uma parede que obtém sais solúveis. É possível encontrar esses sais no betão, cimento, areia, tijolos, argamassa e entre outros. Quando dissolvidos em água eles são trazidos por ela para a superfície, em seguida ocorre o processo de evaporação e os sais ficam depositados na superfície do betão, em forma de sólidos ou pó. Temos como exemplo de sais provocadores de eflorescências: nitratos alcalinos (formam cristais brancos, vitrificados, volumosos), carbonato de cálcio (pó branco), sais de ferro (cor ferruginosa), sulfoaluminato de cálcio (crosta embranquecida), (Schönardie, 2009).

Em reservatórios é possível encontrar no fundo, em forma de estalactites, nas paredes e na forma de pó branco. É também possível encontrar os sais contidos na atmosférica. Portanto, não é considerado uma eflorescência e sim uma deposição. É habitual encontrar casos de zonas industriais onde há uma abundância de sais de enxofre altamente reativo. Esses sais também podem estar no solo e serem transportados para as paredes por capilaridade (Schönardie, 2009).

É possível apontar alguns problemas que potencializam esta patologia. Desta forma é possível que o próprio material empregado nas edificações tenha um teor de sais solúveis ou compostos por excesso de água. Além disso, fissuras, impurezas na areia, rejantes ou selantes das juntas de movimentação e uma pressão hidrostática conveniente ao transporte das moléculas de sal contribuem para o aparecimento dessa patologia (Schönardie, 2009).

Para evitar este acontecimento, pode-se iniciar com uma escolha adequada do betão. O betão de cimento Pozolânico é pouco poroso e adequado para obras expostas à ação de água

corrente. Já o cimento de Alto-Forno, tem baixa concentração de hidróxido de cálcio, o que também o torna uma opção adequada para esse tipo de obra. Outras ações favoráveis são: (Schönardie, 2009).

- Colocar uma manta impermeável sobre o solo e sob o revestimento;
- Empregar aditivos impermeabilizantes que fazem com que a argamassa e o betão absorva menos água;
- Realizar manutenções preventivas para trocar rejuntas fissurados e juntas de movimentação danificadas.



Figura 22 – Eflorescência (Santos e Filho, 2008)

2.3.6.2. *Ferrugem*

A oxidação é a transformação lenta de um metal em seus óxidos. Para o ferro e aço a oxidação é denominada como ferrugem. A ferrugem é um sal de pequena aderência, possui mau aspecto e um volume maior que o do ferro que lhe deu origem. O procedimento para a composição da ferrugem é complexo, porém é essencial perceber que a humidade é que dá condições favoráveis ao aparecimento da ferrugem. Desta forma é essencial obter um betão impermeável: caso a humidade entre em contacto com a armadura, naturalmente surge a ferrugem que irá aumentar o volume do aço e romper o recobrimento do betão armado. Mais agravante ainda é quando o betão possui substâncias que o tornam oxidante com o contacto da água. Como exemplo, o cloreto de cálcio que é bastante usado como aditivo para acelerar o tempo de presa do betão, em contacto com a água consegue gerar o ácido clorídrico, que corrói as armaduras rapidamente (Schönardie, 2009).

2.3.6.3. *Deterioração*

Os problemas citados anteriormente são devidos à água, ou por ela conduzidos, ou afetados. Com o passar do tempo esses defeitos vão gradualmente deteriorando os materiais e a obra construída. Assim, a execução de uma boa impermeabilização é uma boa forma de manter o edifício com uma vida útil adequada, não somente de aparência ou acabamento (Schönardie, 2009).

De acordo com Storte (2004), as manifestações patológicas provocadas pela infiltração de água ocorrem devido à ausência ou falha da impermeabilização.

2.3.6.4. *Gelo-degelo*

Esta patologia está relacionada à deterioração do betão quando a água sofre transformação do seu estado líquido para sólido, implicando-se a um aumento de 9% do volume. Caso haja a existência de poros e fendas saturados, o betão não aguenta o aumento de volume e acaba se degradando (Coutinho, 2005).

Segundo Bolina, Tutikian e Helene (2019) para o estudo deste fenómeno pode-se dividir em duas partes. Etapa (I) algumas horas antes após o tempo de presa do betão ou no estado fresco, (II) no decorrer da vida útil da estrutura. A água na sua mudança de fase, possui uma diferença de volume, assim justificando a manifestação no período (II). A água tem um aumento de volume de até 9% em temperaturas inferiores a 0°, caso não seja absorvido pelos poros, e consequentemente a expansão volumétrica acarreta tensões internas na peça que, se for maior que a tensão resistente à tração do betão, resultando no aparecimento de fissuras. Desta forma, a humidade presente no betão na hora do congelamento deve ser analisada. Há uma determinada quantidade de humidade crítica para o acontecimento desses danos, chamada de saturação crítica do betão. Caso o material possua um índice de poros igual ou maior do que o crescimento do volume de água (9%), as tensões desenvolvidas serão absorvidas por esses vazios.

Para que esse fenómeno gere dano, é preciso vários ciclos de gelo e degelo nas regiões propensas a temperaturas negativas em períodos longos e consecutivos, visto que o dano produzido pelo gelo-degelo não é imediato (Bolina, Tutikian e Helene, 2019).

Uma alternativa de minimizar os danos causados pelo ciclo de gelo-degelo é a inclusão de ar. Os poros que são introduzidos o ar artificial são do tipo quase-fechado, isso significa, mesmo se o betão se encontrar saturado eles não ficam cheios de água, visto não comunicarem,

total ou parcialmente, com a rede porosa do betão. Entretanto, a água que se difunde no decorrer da congelação é capaz de atingir esses poros de ar e, deste modo, constituírem espaço de expansão (Figura 23). Para certificar o desempenho deste sistema o espaçamento entre os poros artificiais não deve ser excessivo, onde terá de ser reduzido de acordo com a gravidade das condições ambientais (Neville, 1995).

Além dos problemas retratados anteriormente, ocasionados pelo ciclo de gelo/degelo, é importante ressaltar que nos países muito frios, onde as temperaturas chegam a valores bem baixos, o betão é afetado também pelo uso de sais descongelantes que possuem cloretos e no contexto de durabilidade, é preciso considerar o processo de penetração de cloreto. Em Portugal a utilização de sais descongelantes é rara devido ao clima ameno (CEB, 1992).

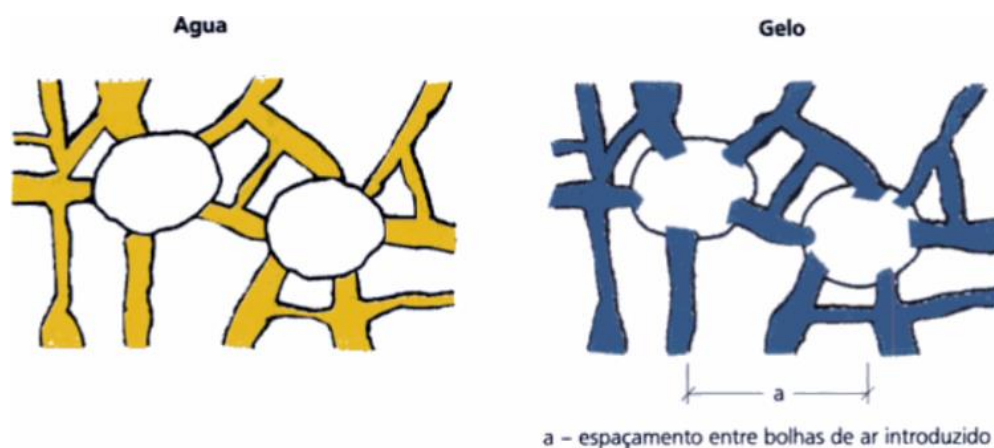


Figura 23 - Funcionamento durante a congelação após introdução de poros de ar (CEB, 1992)

2.3.7. Agentes biológicos

Os agentes biológicos causadores da degradação do betão são:

- a) Fungos
- b) Bactérias

2.3.7.1. Fungos

Podemos definir que fungos ou mofos é uma manifestação micro-vegetal, que separam a enzima para fermentação digestiva. Desta forma a fermentação é resultante dos ataques bioquímicos, podendo atacar o betão (Stanaszek; Fiertak, 2016).

Pelo fato do betão ser um material mais resistente do que a alvenaria, os fungos somente atacam quando em ambiente favorável ao seu desenvolvimento e em função das características do material (Figura 24), (Stanaszek; Fiertak, 2016).

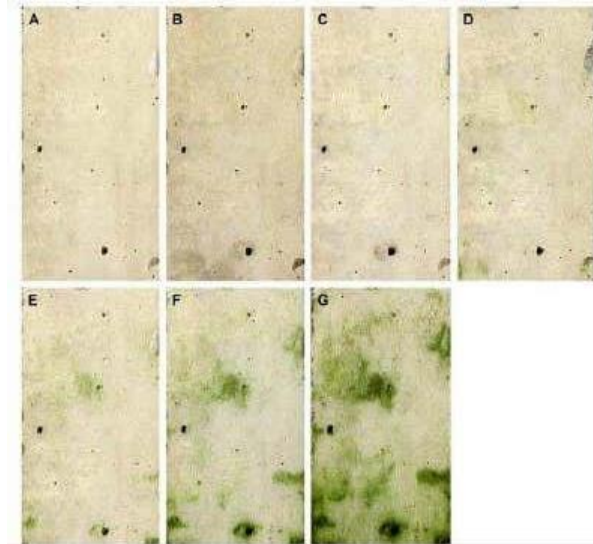


Figura 24 - Proliferação de fungos (Muynck et al., 2009)

2.3.7.2. Bactérias

São raras as bactérias que podem acarretar estragos no betão, devido a sua resistência a este tipo de ataque. Entretanto, é possível ter mais cautela para certas bactérias que, na presença de ambientes apropriados para o seu progresso, podem deteriorar como também destruir estruturas de betão. Dentre essas bactérias pode-se mencionar a *thiobacillus concretivorus*, pode ser achada em obras subterrâneas, onde o meio ambiente constantemente húmido, que é o caso de obras de esgotos. São construções que necessitam adquirir um tratamento diferenciado nas suas superfícies (Stanaszek; Fiertak, 2016).

2.4. Medidas de prevenção

As medidas de prevenção tem grande valor se tratando de patologias em edifícios que em muitos casos se podem agravar e chegar ao colapso de uma estrutura, resultando em vítimas fatais e prejuízo financeiro.

As principais precauções que podem ser aplicadas para evitar impedir as patologias nas edificações são:

2.4.1. Projeto bem elaborado

Para um projeto ser bem elaborado deve-se conter todos os fatores, estar conforme as normas vigentes, possuir um fácil entendimento e conter todos os detalhes imprescindíveis para a correta execução.

2.4.2. Controlo tecnológico dos materiais

O controlo tecnológico do betão é de grande importância como também o controlo dos agregados, água e aditivos. O controlo tecnológico deve ser criado a cargo do grau de responsabilidade da estrutura, das conjunturas agressivas existentes no próprio local da construção e entendimento preliminar das características dos materiais disponíveis para a execução das obras.

2.4.3. Fiscalização e mão de obra bem preparada

O erro nas etapas de construções é um dos maiores problemas na construção civil, podendo provocar um aumento de custos adicionais. Este fato está ligado quando não há uma equipa bem preparada e quando há ausência de gestores, fiscais e responsáveis técnicos no acompanhamento e visitas periódicas em obra. Uma equipe despreparada vai acarretar diretamente erros de execução. Assim, de nada adianta um projeto bem elaborado se a equipa não for capaz de compreender e executa-lo corretamente.

2.4.4. Manutenções preventivas

À medida que a edificação for ficando mais velha, a manutenção preventiva tem bastante relevância.

Para que o edifício tenha uma maior vida útil, com satisfatório comportamento estrutural e funcional, existe a necessidade de uma manutenção adequada, pelo qual deve fazer-se parte de uma gestão eficaz. Visto que os importunos resultantes da ausência de atividades de manutenção preventivas e periódicas transformam-se e ameaçam a sensação de segurança de seus usuários.

2.4.5. Utilização adequada da edificação

São ocorridas principalmente quando uma edificação passa a pertencer a um terceiro, temos como exemplo o aluguel de uma moradia que passa a ser arrendada ou vendida e acaba tendo outras funcionalidades. Desta forma, o peso próprio é de acordo com a função da edificação.

3. Estudo de Caso

3.1. Técnica e Procedimentos de Colheita e Análise de Dados

3.1.1. Inspeção Visual

O conceito de inspeção visual condiz a uma visita ao local de estudo, onde o objetivo é demarcar a área estudada, constatar as patologias encontradas e determinar o processo técnico fundamental para a sua recuperação (Carvalho, 2009).

De acordo com Mazer (2012), o primeiro ensaio não destrutivo a ser efetuado em qualquer elemento é a inspeção visual, no qual se trata de uma prática simples, de baixo custo e que, já faz parte de qualquer trabalho a ser efetuado de forma direta ou indiretamente.

O procedimento de inspeção deve viabilizar o reconhecimento da forma de como a manifestação patológica se manifesta, definindo se a mesma ocorre de forma localizada ou generalizada. É necessário observar e catalogar os sinais com degradação do betão, manifestações de corrosão da armadura (grau de degradação, manchas, extensão, etc.), regiões com desprendimento do betão podendo ocorrer ou não exposição de armadura, fissuras (abertura, localização, dimensão, direção, etc.), desta forma como qualquer outra conformidade que considere pertinente. Para tal, é necessário elaborar um bom registo fotográfico (Tutikian; Pacheco, 2013).

Segundo Carvalho (2009) é possível encontrar outros processos utilizados para o estudo da integridade das peças estruturais em betão armado, tal como a determinação do potencial alcalino do betão, determinação do potencial de corrosão e a determinação do sulfato e teores de cloreto no betão. No entanto, essas técnicas não serão tratadas nesta pesquisa.

3.1.2. Método GUT

O método gravidade, urgência e tendência (GUT) foi criado pelo Kepner e Tregoe na década de 1980, em virtude da necessidade de solucionar problemas complexos nas indústrias japonesas e americanas (Faveri; Silva, 2016). Sotille (2014) acredita que esse método

complementa distintas ferramentas da gestão de qualidade relacionado ao ciclo PDCA, abreviatura inglesa relacionado às ações: planejar (Plan), executar (Do), controlar (Check) e agir (Act), conforme Figura 25.

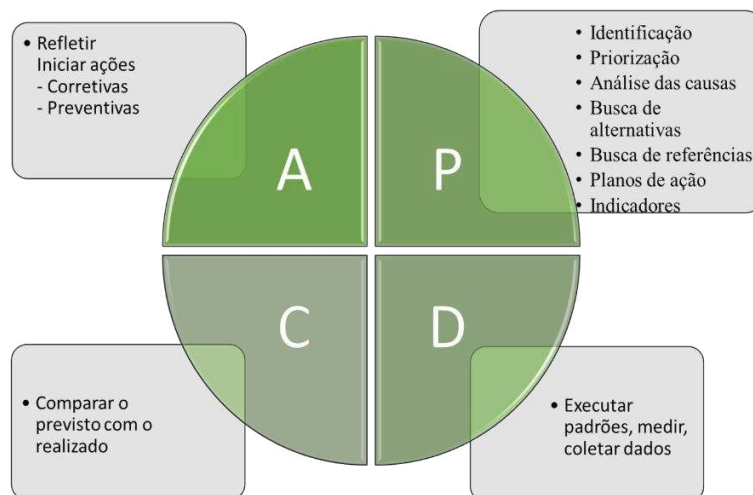


Figura 25 - Ciclo PDCA (Sotille, 2014)

O Método GUT tem a proposta de utilizar uma ferramenta para estabelecer as prioridades perante a diversas possibilidades de ação. A matriz GUT é responsável por responder racionalmente perguntas como: “O que deve ser feito primeiro?” ou “Por onde começar?”. Ao responder a essas perguntas, o objetivo desta ferramenta é ordenar a magnitude das ações, tendo importância a gravidade, urgência e a tendência do fenómeno, de modo a priorizar a mais favorável e menos prejudicial para cada situação (Meireles, 2001).

A principal vantagem de empregar a Matriz GUT com finalidade de gerenciamento é que com a assessoria do gestor é possível uma avaliação quantitativa dos problemas em estudo, sendo possível priorizar as ações corretivas e preventivas para a eliminação total ou parcial do problema (Periard, 2011). Além disso, refere-se a um método de produção simples e de fácil realização, que permite a atribuição de recurso nos tópicos considerados mais significativos, colaborando para conceção de um planeamento estratégico capacitado a se adaptar a análise e classificação de qualquer matéria em diferentes áreas (Sotille, 2014).

A execução deste método é composta em quatro etapas elementares, sendo elas: enumerar os problemas ou pontos de investigação a serem solucionados, assinalar cada problema de acordo com os critérios estabelecidos, catalogar os problemas de acordo com a sua

prioridade, a partir dos resultados gerados na etapa anterior é possível planear as decisões estratégicas apropriadas (Sotille, 2014).

3.1.3. Parâmetros de Avaliação

Posteriormente a fase de listagem dos problemas existentes em determinado ambiente, é preciso examiná-los conforme as três orientações do método GUT. A Tabela 3 aborda o conceito de cada um deles (Meireles, 2001).

Tabela 3 - Parâmetros do método GUT (Meireles, 2001)

Variável	Conceito
Gravidade	Considera a intensidade e a profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuar sobre ele.
Urgência	Considera o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se não se atuar sobre o problema.
Tendencia	Considera o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação.

Na segunda fase do método de GUT, atribui-se valores numa grandeza de 1 a 5 de acordo com as particularidades de cada problema. Periard (2011) aconselha que a determinação dos valores seja estabelecida através das especificações propostas na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros do método GUT (Meireles, 2001)

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

A utilização dos corretos valores necessita do conhecimento técnico do gestor diante de cada problema. Entretanto, embora esta ferramenta possa ser aplicada individualmente, é plausível obter um resultado mais fidedigno quando empregado mediante à um grupo de especialistas, pensando em cada caso com um consentimento lógico (Scartezini, 2009 apud Fáveri; Silva 2016).

3.1.3.1. Ordem de Priorização

Para que possa ser realizado a ordem de priorização e as decisões referentes a resolução dos problemas, deve-se efetuar um ranking com os resultados obtidos mediante a matriz. Segundo Periard (2011) é um cálculo simples onde deve-se multiplicar os parâmetros do método, conforme a simulação da Tabela 5.

Tabela 5 - Simulação de Matriz GUT

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
A	2	3	4	24	3
B	2	1	2	4	4
C	4	3	3	36	2
D	3	5	4	60	1

De acordo com a Tabela 5, o produto da multiplicação do problema “D” apresenta a necessidade de uma maior prioridade na ordem de resoluções, dado que, em comparação com as pontuações obtidas pelos demais problemas, “D” atingir maior valor e “B” menor valor. Ou seja, de acordo com o produto obtido da gravidade, urgência e tendência o nível de maior prioridade será estabelecido para aquele cujo valor será mais alto, e o produto que tiver menor valor terá menos prioridade. Desta forma podemos constatar que o problema D tem maior prioridade, em segundo lugar o problema C, em terceiro o problema A e por último o problema B na qual possui menor importância.

3.2. Tipologia da Pesquisa

Prodanov e Freitas (2013) asseguram que a pesquisa científica irá entender um ou mais fatos sobre determinada temática, necessitando o seu produto colaborar para o conhecimento humano podendo existir inúmeras formas de pesquisa.

Para esta dissertação, utilizaremos o tipo de pesquisa referida por Silveira e Gerhardt (2009), em que condiz na classificação quanto a abordagem, objetivos, natureza e procedimentos.

Para a abordagem, a presente pesquisa é classificada com qualitativa. A pesquisa qualitativa requer do ambiente natural como fonte direta para a recolha de informações do pesquisador e não do uso de métodos e técnicas estatísticas (Prodanov; Freitas, 2013).

Silveira e Gerhardt (2009) complementam que as particularidades da pesquisa qualitativa incluem a objetivação do ocorrido, hierarquização de ações, precisão das relações entre o global e o local, e busca de resultados verídicos.

Em relação à natureza, é uma pesquisa aplicada, em razão de gerar conhecimentos para execução prática e resultados de problemas particulares. Rodrigues (2007) alega ser a pesquisa utilizada numa análise e comprovação ou negação de hipóteses recomendadas pelos modelos teóricos.

Quanto aos objetivos, a pesquisa se define como descritiva. Gil (2002) define as pesquisas descritivas como aquelas que tem propósito de estudar peculiaridade de um grupo, em que há preocupação com o desempenho prático.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa define-se como documental, bibliográfica e estudo de caso. A pesquisa documental compreende na recolha de dados em documentos, escritos ou não, de fontes primárias (Marconi; Lakatos, 2010). Já no caso da pesquisa bibliográfica é definida por extrair conhecimentos relativamente de um problema usando referências teóricas (Cervo; Bervian, 2002).

3.3. Metodologia

Para obter a fundamentação teórica para o desenvolvimento desse trabalho, inicialmente foi realizado uma revisão bibliográfica com informações recolhidas na área da engenharia civil e em especial na reabilitação de edifícios bem como dissertações, publicações de revistas e boletins técnicos, tendo dado origem a um estado do conhecimento atual sobre as diferentes patologias em edifícios de betão armado, podendo estas patologias estar relacionadas com questões estruturais, funcionais ou estéticas.

Paralelamente à revisão bibliográfica, foi utilizada a técnica não destrutiva de inspeção visual para as avaliações das características visuais em função da presença de manifestações patológicas, coletando dados e registros fotográficos das mesmas. Esta inspeção ocorreu nos meses Junho, Agosto e Setembro de 2020 nas regiões de Lisboa, Vale do Tejo e Alentejo.

Para a realização das visitas aos locais, foi feita uma análise pelo GoogleMaps das possíveis regiões que poderia ter um bom índice de patologias em betão armado. Desta forma foi realizado um mapeamento das regiões de interesse considerando a proximidade da faixa costeira, como também edifícios que não estivessem muito próximos ao mar.

Para realizar o ensaio de inspeção visual foi necessário utilizar alguns materiais como: câmara fotográfica, lápis, prancheta, mapa online para identificar a localização e endereço, trena e fissurômetro para anotação da abertura de fissuras e fendas.

Dentre as inúmeras manifestações patológicas encontradas, teve como critério de escolha as manifestações que abrangessem maior diversidade de patologias existentes em betão armado, como também os exemplos que melhor representasse uma determinada patologia. Todavia as patologias de maior interesse foram as fissuras, por possuir inúmeros edifícios com este problema e assim despertando curiosidade em estudar as suas diversas causas e tratamentos.

Para uma organização adequada, foi criada uma tabela com informações colhidas no campo e seus respetivos diagnósticos e terapeuta adequada para cada caso. Desta forma gerou a tabela GUT que classifica as manifestações de maior priorização para a menor priorização e por fim a análise gráfica dos respectivos gráficos para melhor entendimento, apresentando as patologias mais ocorrentes, distribuição de obra conforme o uso (Obra pública, comercial e residencial) e relacionamento com o ambiente de exposição.

3.4. Dados e Análises

3.4.1. Manifestações Patológicas encontradas na zona de Lisboa, Vale do Tejo e Alentejo

Este trabalho tem como proposta, analisar as patologias localizadas na região de Lisboa, Vale do Tejo e Alentejo conforme Figura 26 e sugerir soluções para os problemas buscando reduzir trabalho e custos quando da utilização de medidas corretivas inadequadas. Ainda, conscientizar os construtores da região, que trabalham informalmente e na maioria das vezes não possuem formação, que a fase do projeto e a correta execução do mesmo tem grande importância para não gerar um custo extra no final da obra ou manutenção fora da época prevista.



Figura 26 - Mapa da região de Lisboa, vale do tejo e Alentejo (João Leitão, 2020)

De modo a estruturar as informações recolhidas em campo e examina-las conforme o embasamento teórico incluso neste trabalho, foi desenvolvida uma planilha abrangendo os dados pertinentes a cada problema patológico e os seus devidos diagnósticos e tratamento adequado, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta de Manifestações Patológicas

Problema Patológico	Localização	Descrição por Inspeção Visual	Manifestações Detectadas	Possíveis Causas	Diagnóstico	Terapêutica Adequada
1						
2						
...						

As manifestações patológicas também foram analisadas pelo método GUT, na qual se irá considerar a gravidade, urgência e a tendência de cada problema anteriormente identificado, de modo a estabelecer a ordem de priorização de solução entre eles.

Para isso, foi criada uma matriz para execução do método GUT, de modo a classificar as manifestações patológicas de acordo com a necessidade mais crítica, conforme exposto na Tabela 7.

Tabela 7 – Grau de Priorização

Problema Patológico	G	U	T	G x U x T	Grau de Prioridade
Manifestação A					
Manifestação B					
Manifestação C					
...					

3.5. Resultados e Discussões

Para a obtenção de dados foram realizadas vistorias em diversos locais na região de Lisboa, Vale do Tejo e Alentejo, cuja finalidade era registar as manifestações patológicas encontradas. No total foram registadas 108 manifestações de patologias (disponível no Anexo I) em edifícios de betão armado, com base nos quais obtivemos uma visão geral das patologias mais presentes e a sua forma de uso (Figura 28. Figura 29). Para o trabalho não ficar muito extenso, no tópico 3.4.1 foram selecionados 25 manifestações entre as 108 para apresentar a matriz de diagnóstico e definição de conduta conforme Tabela 8.

Ao realizar as visitas nas edificações, com registos fotográficos, coleta de informações e detalhes a respeito das manifestações encontradas e mapeamento das regiões dos edifícios, foi possível elaborar uma tabela que juntasse todos os passos desta parte da pesquisa conforme mencionado na Tabela 6.

3.5.1. Diagnóstico e Definição de Conduta das Manifestações Patológicas

Os diagnósticos preliminares estabelecidos neste trabalho foram desempenhados através de inspeção visual dos problemas patológicos encontrados, onde foi apontado as manifestações

patológicas encontradas, as suas prováveis causas e mostrando a forma mais adequada de reparo, de acordo com a Tabela 8. Além disso, as informações recolhidas nas vistorias e a análise efetuada através dessa tabela fornecem informações essenciais para utilizar na matriz de GUT.

Tabela 8 - Diagnóstico e definição de manifestações patológicas encontradas em campo

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
1		Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Destacamento do betão, exposição e corrosão de armadura.	1)Utilização de betão de baixa qualidade (elevada porosidade). 2)Insuficiência de cobrimento da armadura. 3)Falha de execução na peça. 4)Corrosão das armaduras e aumento do seu volume.	1)Remover cuidadosamente o betão afetado e os produtos da corrosão. 2)Verificar o estado das armaduras e se possível efetuar a proteção das armaduras contra a corrosão através de revestimentos específicos. 3) Reconstrução da seção original da peça, com especial atenção à espessura de recobrimento. 4)Aplicar revestimento de proteção e acabamento.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
2		Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	1)Fissuras formando uma rede com malha muito larga em canto externo	1)Assentamento do terreno 2)Esforços concentrados	1) Realizar ensaio para verificar se a fissura esta ativa ou não 2)Fazer um corte em V para retirada do material 3)Aplicação de uma malha/tela para controle das fissuras 3)Aplicação de produtos com resinas epoxídicas ou argamassa com a natureza que ja foram aplicadas. 4)Revestimento final

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
3		Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Humidade em região que contém peça em betão.	1)Infiltração ou vazamento.	1)Inspeção e teste para identificar causa do vazamento/infiltração. 2)Tratamento adequado do vazamento/infiltração. 3)Limpeza e secagem da região afetada. 4)Substituição do revestimento (tinta).
4		Rua do Portinho da Arrábida, 2925-378, Setúbal	Degradação superficial do betão em ambiente marítimo.	1)Utilização de betão de com composição inadequada ao ambiente de exposição 2)Impactos e abrasão das ondas. 3)Deterioração por ataque químico da água do mar (sulfatos).	1)Limpeza da área afetada. 2)Recomposição do betão ou aplicação de um betão com formulação adequada à classe de exposição ambiental.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
5		Rua Dona Maria II, 58 – Agualva Cacém	Trinca de destacamento entre elemento estrutural e de vedação.	1)Movimentação térmica entre duas peças (alvenaria e peça estrutural).	1)Limpeza da área retificando a fissura ao máximo. 2)Aplicar um selante elastomérico a base de poliuretano, por se tratar de uma trinca, mesmo na hipótese da mesma ser classificada como ativa. 3)Caso necessário criar junta de movimentação na abertura da fissura, permitindo a movimentação da laje quando aquecida, pois qualquer tentativa de impedir sua movimentação, provavelmente não terá sucesso.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
6		Estrada Militar, Lote FATC-Lumiar, Lisboa	Exposição e corrosão de armadura.	1)Utilização de betão de baixa qualidade (elevada porosidade). 2)Insuficiência de cobrimento da armadura. 3)Falha de execução na peça.	1)Remover cuidadosamente o betão afetado e os produtos da corrosão. 2)Na presença de agentes agressivos, efetuar a correção com primer que acarretará a proteção da armadura. 3)Reconstituir a seção original da armadura. 4)Aplicar revestimento de proteção.
7		Av. Padre Alberto Melo, 11 Lote 102 – Rio de Mouro	Manifestação de agentes biológicos.	1)Betão localizado em região propícia dos ataques bioquímicos, sendo regiões com chuva, humidade e temperatura amena.	1)Realizar limpeza das superfícies infectadas. 2)Aplicação de soluções fungicidas. 3)Substituição da solução de acabamento da peça.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
8		Rua Praceta India, 14 – Rio de Mouro	Manifestação de agentes biológicos.	1) Betão localizado em região propícia dos ataques bioquímicos, sendo regiões com chuva, humidade e temperatura amena.	1) Realizar limpeza das superfícies infectadas. 2) Aplicação de soluções fungicidas. 3) Substituição da solução de acabamento da peça.
9		Rua Vasco da Gama, 11 - Rio de Mouro	Fissura de destacamento entre elemento estrutural e de vedação.	1) Movimentação térmica entre dois materiais com coeficiente de dilatação térmica distintos.	1) Retificar a fissura ao máximo. 2) Aplicar um selante elastomérico a base de poliuretano, por se tratar de uma trinca, mesmo na hipótese da mesma ser classificada como ativa.

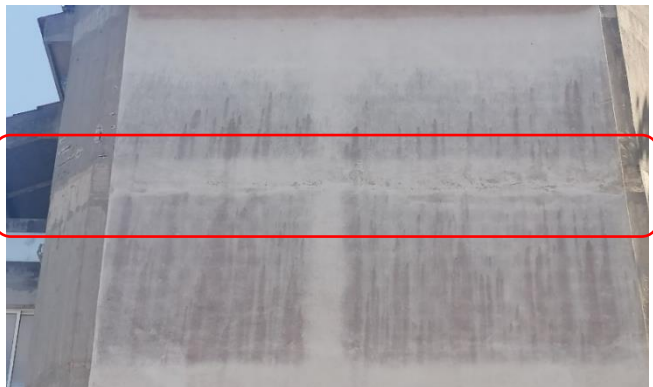
Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
10		Av. Infante Dom Henrique, 46 - Rio de Mouro	Fissura vertical entre Pilares.	1) Movimentação por esforços independentes.	1) Realizar limpeza em toda a sua extensão. 2) Aplicação de fita para junta de dilatação. 3) Aplicar argamassa em cada face.
11		Rua da Fundição de Oeiras, 20 – Oeiras	Exposição e corrosão de armadura em sacadas.	1) Utilização de betão de baixa qualidade (elevada porosidade ou requisitos de formulação mínimos inferiores aos exigidos pela classe de exposição ambiental). 2) Insuficiência de cobrimento da armadura. 3) Falha de execução na peça. 4) Proximidade em região marítima.	1) Remover cuidadosamente o betão afetado e os produtos da corrosão. 2) Na presença de agentes agressivos, efetuar a correção com primer que acarretará a proteção da armadura. 3) Aplicar revestimento de proteção.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
12		Av de Roma, 42 – Roma / Lisboa	Fissuras de flexão no encontro do pilar da viga em fachada frontal.	1) Fissuras geradas por compressão. 2) Insuficiência de armadura.	1) Remover cuidadosamente da área afetada. 2) Na presença de agentes agressivos, efetuar a correção com primer que acarretará a proteção da armadura. 3) Aplicar revestimento de proteção.
13		Rua dos Açores 84, Saldanha – Lisboa	Muro com infiltrações de água provenientes do solo.	1) Má execução ou falta de sistema de drenagem entre das águas que permeiam pelo solo. 2) Ausência de soluções de impermeabilização	1) Abertura de pequenos espaços na laje para poder implementar sistema de drenagem. 2) Realizar sistema de drenagem no solo que se encontra abaixo da laje. 3) Aplicação de produtos impermeabilizantes na superfície de contacto com o solo. 4) Fechamento da área tratada com betão.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
14		Rua Dr. Manuel de Arriaga, 32 – Carcavelos	Exposição e corrosão de armadura em sacada e escada principal.	1)Utilização de betão de baixa qualidade (elevada porosidade) ou requisitos de formulação mínimos inferiores aos exigidos pela classe de exposição ambiental).. 2)Insuficiência de cobrimento da armadura. 3)Falha de execução na peça. 4)Agentes agressivos devido ao ambiente marítimo.	1)Remover cuidadosamente o betão afetado e os produtos da corrosão. 2)Reconstituir a seção original da armadura. 3)Na presença de agentes agressivos, efetuar a correção com primer que acarretará a proteção da armadura. 4)Aplicar revestimento de proteção.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
15		Av. da República, 13 – Carcavelos	Exposição e corrosão de armadura em cobertura	1)Utilização de betão de baixa qualidade (elevada porosidade) ou requisitos de formulação mínimos inferiores aos exigidos pela classe de exposição ambiental). 2)Insuficiência de cobrimento da armadura . 3)Falha de execução na peça. 4)Localização emambiente agressivo (marítimo).	1)Remover cuidadosamente o betão afetado e os produtos da corrosão. 2)Reconstituir a seção original da armadura. 3)Na presença de agentes agressivos, efetuar a correção com primer que acarretará a proteção da armadura. 4)Aplicar revestimento de proteção.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
16		Av. da República, 13 – Carcavelos	Trincas na direção da armadura principal.	1)Cintas abertas na mesma aresta, com comprimento de amarração. 2)Utilização de concreto de baixa qualidade (elevada porosidade). 3)Expansão da armadura.	1)Remover cuidadosamente o betão afetado e os produtos da corrosão. 2)Reconstituir a seção original da armadura. 3)Recuperar o componente estrutural, mantendo suas dimensões, através de argamassas poliméricas base cimento ou base epóxi ou base poliéster. 4)Aplicar revestimento de proteção.
17		Rua Manhiça,443 – Olivais / Lisboa	Desagregação do betão.	1)Dosagem incorreta da relação água/ligante(falha na dosagem do betão).	1)Extração da parte do betão que está danificado. 2)Aplicação de um betão mais satisfatório ao meio ambiente agressivo. 3)Em alternativa, ou como complemento, podem empregar soluções de proteção como por exemplo as argamassas resistentes aos ataques químicos ou revestimentos impermeabilizantes (resinas epóxicas).

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
18		Rua Manhiça, 443 – Olivais / Lisboa	Trinca de destacamento entre elemento estrutural e de vedação.	1) Movimentação mecânica entre dois materiais.	1) Retificar a fissura ao máximo através da utilização de um disco de desgaste. 2) Aplicar um selante elastomérico a base de poliuretano, por se tratar de uma trinca, mesmo na hipótese da mesma ser classificada como ativa.
19		Av. Pádua, 10 – Cabo Ruivo / Lisboa	Rachadura vertical em muro.	1) Assentamento do solo.	1) Limpeza da área 2) Na presença de agentes agressivos, efetuar a correção com primer que acarretará a proteção da armadura. 3) Tratamento da trinca com injeção de resinas epoxi ou pelo método de costura / grampeamento. Este método deve-se primeiramente realizar furos e consequentemente a introdução de grampos, preenchendo os espaços que faltam com epóxi ou argamassa. Os grampos devem ser aplicados com inclinação distintas, de modo a não ficarem em linha, com intenção que o esforço não seja transferido em apenas um plano 4) Recompôr o revestimento.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
20		Calçada da fonte nova, 12 - Alcácer do Sal	Fissura horizontal em pilar da fachada frontal.	1) Pilar muito estreito; para absorver a sua altura. 2) Carga superior a prevista. 3) Insuficiência de estribos.	1) Na presença de agentes agressivos, efetuar a correção com primer que acarretará na proteção da armadura. 2) Reforçar o componente estrutural aumentando as dimensões originais através de reforço por encamisamento com material de alta resistência. 3) Aplicar revestimento de proteção.
21		Piscina Municipal de Alcácer do Sal - Rua do Independente Futebol Clube Alcacereense	Trinca de destacamento entre elemento estrutural e de vedação.	1) Movimentação térmica entre dois materiais com coeficiente de dilatação térmica distintos.	1) Retificar a fissura ao máximo através da utilização de um disco de desgaste. 2) Aplicar um selante elastomérico a base de poliuretano, por se tratar de uma trinca, mesmo na hipótese da mesma ser classificada como ativa.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
22		Rua Oliveira Martins 19a – Campo pequeno/ Lisboa	Fissura em laje próximo a viga (fachada frontal).	1) Sobrecarga pontual que pode ser causado por excesso de carga. 2) Betão de resistência inadequada. 3) Erros na execução. 4) Armadura insuficiente junto aos apoios.	1) Remover as partes soltas e limpar a superfície. 2) Reforçar a viga aumentando sua rigidez através da colagem de chapas metálicas aderidas com epóxi ou da colocação de nova armadura ou novos estribos.
23		Av. Oliveira Martins, 19A – Roma / Lisboa	Fissura inclinada em pilar na fachada frontal.	1) Secção insuficiente. 2) Armadura transversal insuficiente. 3) Cargas atuantes. 4) Betão deficiente. 5) Momentos fortes em pilares muito rígidos. 6) Deslizamento da fundação.	1) Escorar com urgência. 2) Aumentar a secção ou acrescentar perfis de aço. 3) Acrescentar cintas.

Item	Problema Patológico	Localização	Diagnóstico	Possível Causa	Terapêutica Adequada
24		Passeio ilha dos amores, 2 – Sacavém / Lisboa	Fissura horizontal na fachada traseira.	1) Construção mal executada.	1) Retificar a fissura ao máximo através da utilização de um disco de desgaste. 2) Aplicação de tela na emenda. 3) Aplicação de reboco.
25		Passeio das Gáveas, 1 – Sacavém / Lisboa	Trinca de destacamento entre elemento estrutural e de vedação.	1) Movimentação mecânica entre dois materiais.	1) Retificar a fissura ao máximo através da utilização de um disco de desgaste. 2) Aplicar um selante elastomérico a base de poliuretano, por se tratar de uma trinca, mesmo na hipótese da mesma ser classificada como ativa. 3) Aplicação de reboco.

3.5.2. Aplicação da Matriz de GUT

Através da matriz apresentada na Tabela 9, foram classificadas as manifestações patológicas identificadas no estudo de caso de acordo com as variáveis do Método GUT. Os produtos obtidos através da aplicação do método expressam a análise da problemática de cada manifestação, resultando na seguinte ordem de priorização.

Tabela 9 - Matriz de aplicação do método GUT

Problema Patológico	G	U	T	G x U x T	Grau de Prioridade
Manifestação 01	3	3	4	36	5º
Manifestação 02	3	3	2	18	8º
Manifestação 03	4	3	3	36	5º
Manifestação 04	2	1	4	8	10º
Manifestação 05	2	1	2	4	12º
Manifestação 06	2	2	4	16	9º
Manifestação 07	1	1	2	2	13º
Manifestação 08	1	1	2	2	13º
Manifestação 09	2	1	2	4	12º
Manifestação 10	3	3	3	27	6º
Manifestação 11	3	3	5	45	4º
Manifestação 12	3	3	2	18	8º
Manifestação 13	3	3	3	27	6º
Manifestação 14	4	3	5	60	2º
Manifestação 15	3	3	3	27	6º
Manifestação 16	4	3	3	36	5º
Manifestação 17	2	1	4	8	10º
Manifestação 18	3	2	1	6	11º

Manifestação 19	2	2	4	16	9º
Manifestação 20	4	3	4	48	3º
Manifestação 21	2	1	2	4	12º
Manifestação 22	3	2	4	24	7º
Manifestação 23	4	5	4	80	1º
Manifestação 24	1	1	1	1	14º
Manifestação 25	2	1	2	4	12º

Com os resultados adquiridos na realização do método GUT indicam que algumas manifestações patológicas apresentam o mesmo grau de prioridade. De forma a explicá-los, a Tabela 10 ordena de forma crescente o grau de prioridade nas suas resoluções, agrupando as manifestações que manifestam a mesma pontuação final, além de definir uma relação entre as manifestações e os seus respetivos diagnósticos.

Tabela 10 - Priorização para resolução das manifestações patológicas

Problema Patológico	Problema Patológico	Diagnóstico
1º	Manifestação 23	Fissura em Pilar
2º	Manifestação 14	Exposição e corrosão de armaduras
3º	Manifestação 20	Fissura vertical em Pilar
4º	Manifestação 11	Exposição e corrosão de armaduras
5º	Manifestação 01	Exposição e corrosão de armaduras
	Manifestação 03	Humidade em peça do betão
	Manifestação 16	Trincas em pilar
6º	Manifestação 10	Movimentação - esforços independentes
	Manifestação 13	Infiltração
	Manifestação 15	Exposição e corrosão de armaduras

7º	Manifestação 22	Fissura em laje
8º	Manifestação 02	Retração hidráulica em pilares
	Manifestação 12	Fissuras de flexão
9º	Manifestação 06	Exposição e corrosão de armaduras
	Manifestação 19	Rachadura
10º	Manifestação 04	Degradação superficial do betão
	Manifestação 17	Desagregação do betão.
11º	Manifestação 18	Movimentação mecânica
12º	Manifestação 05	Movimentação térmica
	Manifestação 09	Movimentação térmica
	Manifestação 21	Movimentação térmica
	Manifestação 25	Movimentação mecânica
13º	Manifestação 07	Agentes biológicos
	Manifestação 08	Agentes biológicos
14º	Manifestação 24	Fissura em fachada

Como observado na Tabela 10, as manifestações relacionadas à corrosão de armaduras, além de apresentar grande incidência, expressam-se de forma significativa quanto ao estabelecimento da ordem de prioridades nas resoluções para os problemas encontrados na amostra estudada, enquanto as patologias devido aos agentes biológicos tem menos importância em relação aos outros diagnósticos.

3.5.3. Incidência de causas e diagnósticos

As Figuras 27 e 28 mostram resultados pertinentes numa amostra mais complexa composta por 108 resultados incluindo as 25 manifestações estudadas na Tabela 7 as quais são edificações encontradas na região de Lisboa, vale do tejo e Alentejo.

Pode-se observar na Figura 27 que o maior número de patologias encontradas são as fissuras, trincas e rachaduras que são originizadas por movimentação térmica, movimentações higrotérmicas, erro na execução, retração hidráulica, flexão, tração, sobrecarga pontual, insuficiência de estribos, sobrecargas não previstas entre outros, apresentando uma incidência de 51% entre os casos estudados. É a que mais chama a atenção de leigos, proprietários e usuários, para o fato de que algo anormal está para acontecer. Porém, pela natureza das estruturas de betão armado, o aparecimento de fissuras é sinal de que foi excedida a resistência à tração do material e permite investigar, em função da sua tipologia, a origem dos problemas que afetam a estrutura.

Classificada como a segunda patologia mais predominante nas construções está a corrosão de armaduras com incidência de 22% causadas por insuficiência de cobrimento da armadura, baixa qualidade do betão, ausência de impermeabilização, falha na execução. Em seguida com 13% apresenta-se a patologia infiltração e humidade, o problema encontra-se associado, principalmente, a problemas de projeto (conceção arquitetónica e instalações) e a falta ou deficiência de manutenção.

Por fim temos com 11% de incidência a segregação de betão e 1% desagregação do betão, desgaste superficial por erosão e agentes biológicos.

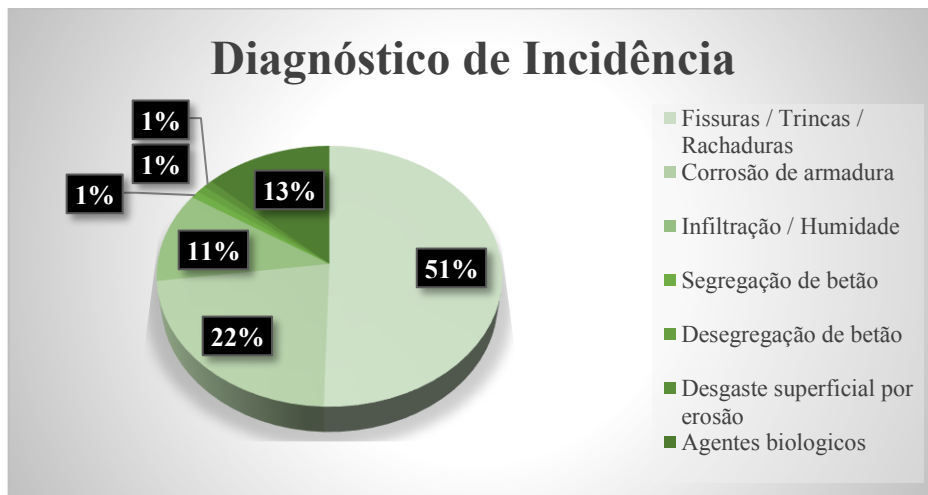


Figura 27 - Diagnósticos de Incidência

A Figura 28 apresenta a distribuição da forma de uso de cada obra, classificando-as em pública (correspondente a 31% do total), residencial (60% do total) e comercial (9% do total).

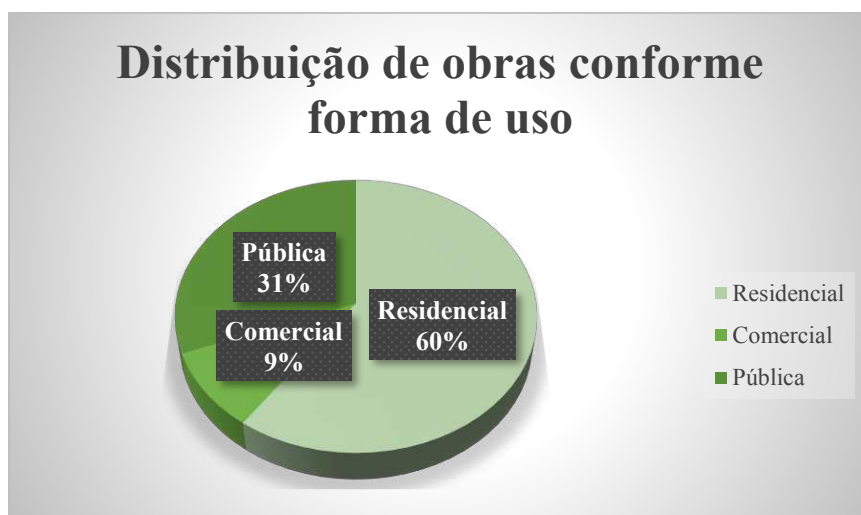


Figura 28 - Distribuição de obras conforme forma de uso

Mesmo sendo muito frequente encontrar patologias em betão armado, é possível analisar de acordo com a Figura 29 que apenas 11% das patologias encontradas tem prioridade de carácter urgente. As manifestações foram estipuladas de carácter urgente pelo perigo de deslocamento podendo atingir algum peão que esteja passando pela rua, como também determinadas fissuras e corrosão de armaduras em peças estruturais que possam comprometer a estrutura do edifício. Já as patologias de carácter não urgente, apresentam problemas no qual não irá prejudicar a estrutura e o desempenho da estrutura de forma direta. Muitas vezes são pequenas fissuras, aparecimento de agentes biológicos, patologias hidráulicas no qual acabam gerando excesso de água e humidade em peças de betão entre outros.



Figura 29 – Nível de priorização

De acordo com a Figura 30 é possível constatar que 40 % dos edifícios estão localizados em ambientes agressivos por estarem localizados próximo ao mar no qual acarreta um grande número de manifestações patológicas de corrosão de armadura. Neste caso, deve-se existir uma maior atenção dos construtores ao realizar a obra em ambientes agressivos, se atentando com a espessura de recobrimento do betão, qualidade e tipo de betão a ser utilizado e possíveis formas de proteger a armadura.

Para as regiões mais afastadas do mar (60%) o maior índice de patologias foram as fissuras, trincas e rachaduras por alguns edifícios serem mais antigos e muitas vezes por terem sido executados de forma incorreta, erros de projeto ou utilização de materiais com baixa qualidade.



Figura 30 – Localização dos edifícios de acordo com agressividade ambiental

4. Conclusão

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise dos problemas encontrados nas construções em betão armado. Devido ao aumento da utilização deste material, consequentemente surgiu um aumento no aparecimento de patologias, assim, gerando um aumento nos custos pós-obra/manutenção/utilização e a diminuição do tempo de vida útil do edifício. Este assunto tem grande relevância para as áreas responsáveis da gestão dos edifícios, no qual são abordados temas para ampliar conhecimentos e consolidar conceitos da construção civil. É necessário aumentar a atenção na hora da realização do projeto e execução da obra, com o intuito de evitar futuras patologias devido ao erro de execução e mão de obra desqualificada. Desta forma irá resultar uma estrutura com um bom desempenho e uma vida útil adequada para a edificação, evitando um custo elevado com operações manutenção e possíveis reparações antes do tempo previsto. Assim como, obter uma maior perceção dos reparos adequados para determinadas patologias, não acarretando soluções que agravem os sintomas.

Conclui-se que há uma grande necessidade pela busca de qualidade na construção civil. Assim, torna-se necessário compreender que para uma estrutura de betão armado alcançar um bom nível, com a ausência de manifestações patológicas, todas as áreas envolvidas, desde a mão de obra de execução e os projetistas, os materiais utilizados, o conhecimento sobre o solo e o ambiente no qual se deseja implantar o edifício, devem estar em harmonia. Pois, de nada adianta haver um bom quadro humano na área da execução, se os materiais utilizados são de baixa qualidade e a procedência desconhecida. Para evitar a ocorrência de problemas patológicos, todos os aspetos devem andar juntos e possuírem um padrão mínimo de aceitação.

Após analisados os resultados de diversas obras em locais diferentes, cabe ressaltar que a corrosão das armaduras de betão e fissuras foi o fenómeno mais comum entre as manifestações registadas. Percebe-se um grande percentual devido ao ambiente em que está localizado o edifício, sendo assim, é imprescindível um bom conhecimento técnico e um projeto bem elaborado para que desta forma evite o surgimento de patologias. Vale ressaltar que a falha de execução, nos quais foram identificados inúmeras edificações com patologias correspondentes a baixa qualidade do betão e insuficiência no cobrimento da armadura, devido a uma mão de obra desqualificada e falta de gestores competentes com conhecimentos

técnicos. Esse quadro acaba também, por obrigar os técnicos da área a estar em constante pesquisa, estudo e aprendizagem, sempre atentos às evoluções e tendo em mente que é “sempre melhor prevenir do que remediar”, o que abre um promissor mercado de trabalho, com grandes perspectivas de crescimento.

4.1 Trabalhos Futuros

Com a consciência que o objeto de estudo e todos os seus aspectos não foram esgotados neste trabalho, recomenda-se-se as seguintes desempenhos para os trabalhos futuros, de maneira a gerar novas hipóteses e abrir caminhos para outros pesquisadores:

- a) Criação de um guia para a reparação das diferentes patologias nos diversos ambientes de exposição.
- b) Realizar e empregar o método de GUT mediante a um grupo de especialistas da área, para que haja nas suas avaliações um resultado mais aprimorado, dado que seriam obtidos por um consentimento entre profissionais experientes. De forma, a também realizar comparações com os dados obtidos neste trabalho.
- c) Em relação a mais de uma manifestação patológica no mesmo grau de priorização, Sotille (2014) recomenda o uso de ferramentas sofisticadas de tomada de decisão, tal como o método Analytic Hierarchy Process, no qual é um método que auxilia em tomada de decisões complexas, possibilitando a prevenção do grau de importância de cada critério analisado.
- d) Realizar vistorias e inspeções técnicas nos outros setores da construção civil, como revestimento, vedação, instalações elétricas, instalações hidráulicas, entre outros, com propósito de aplicar o método de GUT como ferramenta e assistência na tomada de decisão.

Bibliografia

- AECweb. *Fissuras põem em risco a vida útil das estruturas de concreto*. Acedido em 18 de Março de 2020 em <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/fissuras-poem-em-risco-a-vida-util-das-estruturas-de-concreto/16243>.
- Aguiar, J. E. (2014). *Patologia e Durabilidade das Estruturas de Concreto*. Notas de aula (especialização em construção civil) – Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, p. 298.
- Andrade, Carmen. (1992). *Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras*. São Paulo: Editora Pini, 104 p.
- Andrade, S. (2019). *Patologias das estruturas de concreto armado e suas consequências*. São Paulo: SA Soluções de engenharia.
- Araújo, A. et al., (2013). *Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto: sensor de umidade, de taxa de corrosão e de fibra óptica*. São Paulo: Téchne 195, p.62-72.
- Bertolini, L. (2010). *Materiais de construção*. São Paulo: Oficina de texto. p. 415.
- Bolina, Fabricio Longhi; Tutikian, Bernardo Fonseca; Helene, Paulo. *Patologia de estruturas*. São Paulo: Oficina de texto, 2019, 320 p. [Consult. 2020-04-09]. Disponível em [www: <https://books.google.pt/books?id=g-bEDwAAQBAJ&pg=SA2-PA37&dq=gelo+degelo&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwilzKLMvt3oAhW6AmMBHdeqCv0Q6AEIOTAC#v=onepage&q=gelo%20degelo&f=false>](https://books.google.pt/books?id=g-bEDwAAQBAJ&pg=SA2-PA37&dq=gelo+degelo&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwilzKLMvt3oAhW6AmMBHdeqCv0Q6AEIOTAC#v=onepage&q=gelo%20degelo&f=false).
- Cánovas, M. F. (1988). *Patologia e terapia do Concreto Armado*. 1 Ed. São Paulo: Ed. Pini, p.522 Comité Euro-Internacional du Béton, CEB-FIP Model Code 1992. *Design Code*, Bulletin

- Carvalho, N. F. (2009). *Verificação de patologias de elementos estruturais em concreto armado: sugestão de procedimentos*. Brasil, Disponível em: <
<http://www.isegnet.com.br/siteedit/arquivos/Artigo%20Patologias%202009.pdf>
>. Acesso em:
18 set. 2020.
- Cascudo, Oswaldo. (1997). *O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas*. Goiânia: Editora UFG,. 237 p.
- Correia, J. (2011). *Potecção reparação e reforço de estruturas de betão armado, Introdução à Reabilitação de Edifícios Contemporâneos*, Lisboa, Instituto Superior Técnico.
- Coutinho, Maria J. A. R. S. (2005). *Melhoria da durabilidade dos betões por tratamento da cofragem*. Porto: Feup, 2005. [Consult. 2020-04-09]. Disponível em [www: <https://books.google.pt/books?id=D-wnU7kswRIC&pg=PA74&dq=gelo+degelo+em+bet%C3%A3o&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwixt6Gnv93oAhVq6uAKHa8kA_EQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>](https://books.google.pt/books?id=D-wnU7kswRIC&pg=PA74&dq=gelo+degelo+em+bet%C3%A3o&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwixt6Gnv93oAhVq6uAKHa8kA_EQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false).
- Cunha, A. G.; NEUMANN, W. (1979). *Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como projetar e executar*. 5. ed. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira Ltda.
- Dal Molin, D.C.C. (1988). *Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul*. Tese de M. Sc. – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Da Paz, Lidiane Andrade Fonseca et al. (2016). *Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas-TO. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (Reget)*, V. 20, n. 1, p. 174-180.
- De Souza, Marcos Ferreira. (2008). *Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações*. Belo Horizonte, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Dhir, R.K., (1989). *Near - Surface Characteristics of Concrete: Prediction of Carbonation Resistance*, Magazine Concrete Research, 41, No. 148, p. 137 to 143.

- Ecivilnet. *Segregação*. Acedido em 14 de Abril de 2020 em <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-segregacao.html>.
- Fáveri, R. de.; Silva, A. da. (2016). *Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: um ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos*. Revista ordem pública e defesa social, Santa Catarina, v.9, n.1.
- Feliu, S. (1984). *Principios de corrosión electroquímica y tipos de ataque*. In: Fernández, J. A. G. (Ed.). Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión. Madrid: CSIC, p. 10 – 44.
- Figueiredo, E.J.P. (1989). *Terapia das Construções de concreto: Metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto*. Goiânia, Universidade Federal do Paraná.
- Figueiredo E. J. P. ; Meira G. R. (2013). *Corrosão das armaduras das estruturas de concreto*. Goiânia, Universidade Federal de Goiás.
- Flausino D. (2017, 2 de Fevereiro). *Trincas, fissuras e rachaduras: identificação e causas*. - Acedida em 25 de Fevereiro de 2020 de Reformweb, em <https://reformweb.com.br/blog/post/3/Trincas-Fissuras-e-Rachaduras%3AIdentifica%C3%A7%C3%A3o-e-Causas>.
- Freitas Junior, J, A. (2013). *Materiais de construção: durabilidade do concreto*. Paraná: Universidade Federal do Paraná.
- Gonçalves, E. A. B. (2015). *Estudo de Patologias e suas Causas nas Estruturas de Concreto Armado de Obras de Edificações*, Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Rio de Janeiro.
- Helene, Paulo R. L. (1992). *Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Pini, p. 119.
- Hobbs D.W. (1988). *Carbonation of Concrete Containing PFA*. Magazine Concrete Research, 40, No. 143, p. 69 to 78.
- João Leitão. (2020). *O que fazer em portugal - 115 lugares para descobrir*. João Leitao Viagens. Disponível em: < <https://www.joaoleitao.com/viagens/destino/blog/>>. Acesso em: 15 nov 2020.

- Klein, D. L. (1999). *Apostila do curso de patologia das construções*. Porto Alegre, 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.
- Marcelli, M. (2007). *Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras*. São Paulo
- Marconi, M; Lakatos, E. M. (2010). *Fundamentos de Metodologia Científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas.
- Mazer, W. (2012). *Inspeção e ensaios em estruturas de concreto*. Curitiba, Disponível em: Acesso em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjK75j6vsXTAhWEHpAKHTvMBqcQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fpaginapessoal.utfpr.edu.br%2Fwmazer%2Fespecializacao-em-patologiadasonstrucoes%2FNotas_de_Aula_Ensaio.pdf%2Fat_download%2Ffile&usg=AFQjCNF_vchvtv0gF5zlBK_NIx7hAtTBjnW&sig2=i2LWBWNgiTDPVluGB8kFVg> Acesso em: 18 set. 2020.
- Mehta, P. k.; Monteiro, P. J. M. (1994). *Concreto Estrutura, Propriedades e Materiais*. Ed.:PINI. ISBN.: 85-7266-040-2. Português, p. 573.
- Meira, G. R. (2017). *Corrosão de armaduras de concreto: fundamento, diagnósticos e prevenção*. IFPB. Paraíba, João Pessoa.
- Meireles, M. (2001). *Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas*. ed. São Paulo: Art & Ciência.
- Muynck, Willem de et al. (2009). *Evaluation of strategies to prevent algal fouling on White architectural and cellular concrete*. International Biodeterioration and Biodegradation, [S. l.], V. 63, p.679 - 689.
- Neville, A. M. (1995). *Properties of concrete*. 4th Edition. Pitman Publishing Comp. Ltd., New York.
- Pedra & Cal. *Património de betão*. Lisboa:, v. 10, abr. 2001. Acedido 2 de Fevereiro de 2020 em <http://www.gecorpa.pt/Upload/Revistas/Rev10_Revista_Completa.pdf>

- Periard, G. (2011). *Matriz GUT: Guia Completo*. Disponível em :
<<http://www.sobreadministração.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso em: 04 set. 2020.
- Pozzobon, Cristina Eliza (2007). Notas de Aulas da disciplina de Construção Civil II. p.17.
- Resende, M. M. (2001). *Apostila patologia dos revestimentos de argamassa*. São Paulo.
- Resende, M. M. (2004). *Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Ribeiro, D. et al. (2014). *Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, controle e Métodos Análise*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Ripper, Ernesto, (1994). *Como evitar erros na construção*. São Paulo.
- Rodrigues, W. C. (2007). *Metodologia Científica*. Paracambi: FAETEC/IST, Disponível em:
<http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_cientifica.pdf>.
Acesso em: 28 set. 2020
- Ronning, T. Freeze, (2001). *Thaw Resistance of Concrete Effect of: Curing Conditions, Moisture Exchange and Materials*. The Norwegian Institute of Technology, Norway.
- Santos, M. R. G. (2012). *Deterioração das estruturas de concreto armado – estudo de caso*. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- Santos Filho, L. M. (2008). *Apostila patologia das construções*. Curitiba.
- Santos, P.; Filho, A. (2008) - *Eflorescência: causas e conseqüências*, Universidade Católica de Salvador, Brasil, p. 19.
- Santucci, J. (2015). *Patologia e desempenho das construções*. Crea -RS Conselho em revista, Porto Alegre, n. 107, p. 26.
- Schönardie, C. E. (2009). *Análise e tratamento das manifestações patológicas por infiltração em edificações*. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Ijuí, RS

- Silva, A. P., Jonov C. M. P. (2011). *Curso de especialização em construção civil. Departamento de engenharia de materiais e construção*. Minas Gerais
- Silva, F. B. da. (2011). *Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil*. Disponível em:<<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2011/07/Artigo-Techne-174-set2011-Prof.pdf>> Acesso em: 15 set. 2020.
- Solução engenharia, Trincas e fissuras em prédios. Acedido em 20 de Março de 2020 em <<http://www.solucaoengenharia.com.br/trincas-e-fissuras-em-predios>>.
- Souza,V.C.; Ripper, T. (1998) *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Pini. p. 255.
- Stanaszek Tomal, Elzbieta (2016) *Biological Corrosion in The Sewage System and The Sewage Treatment Plant*. University Of Technology, Cracow.
- Storte, Marcos. (2004). *A Importância da Impermeabilização*. In: *46º Congresso Brasileiro do Concreto*. Florianópolis – SC. Disponível em <<http://www.scribd.com/doc/7330425/Impermeabilizacao-e-Patologias-TrabalhoStorte>>.
- Storte, Marcos. (2009). *Impermeabilização como qualidade de vida*. Disponível em: <http://www.secovi.com.br/noticias/arq_not/eng._%20marcos_storte_viapol.pdf>
- Thomaz, E. (2017). *Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação*, Editora: Pini, Escola politécnica da Universidade de São Paulo: IPT.
- Tutikian, B; Pacheco; M. (2013). Boletín Técnico - *Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil*. Merida, Disponível em:<http://alconpat.org.br/wpcontent/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-eProgn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf> Acesso em: 18 set. 2020.
- Vedacit. (2010). *Manual técnico: Impermeabilização de estruturas*. 6. ed. São Paulo.
- Vieira, M. (2016). *Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento*. IPOG – Revista On-Line Especialize, Goiânia, v. 1, n. 12.

- AECweb. *Fissuras põem em risco a vida útil das estruturas de concreto*. Acedido em 18 de Março de 2020 em <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/fissuras-poem-em-risco-a-vida-util-das-estruturas-de-concreto/16243>.
- Aguiar, J. E. (2014). *Patologia e Durabilidade das Estruturas de Concreto*. Notas de aula (especialização em construção civil) – Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, p. 298.
- Andrade, Carmen. (1992). *Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras*. São Paulo: Editora Pini, 104 p.
- Andrade, S. (2019). *Patologias das estruturas de concreto armado e suas consequências*. São Paulo: SA Soluções de engenharia.
- Araújo, A. et al., (2013). *Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto: sensor de umidade, de taxa de corrosão e de fibra óptica*. São Paulo: Técnica 195, p.62-72.
- Bertolini, L. (2010). *Materiais de construção*. São Paulo: Oficina de texto. p. 415.
- Bolina, Fabricio Longhi; Tutikian, Bernardo Fonseca; Helene, Paulo. *Patologia de estruturas*. São Paulo: Oficina de texto, 2019, 320 p. [Consult. 2020-04-09]. Disponível em [www: <https://books.google.pt/books?id=g-bEDwAAQBAJ&pg=SA2-PA37&dq=gelo+degelo&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwilzKLMvt3oAhW6AmMBHdeqCv0Q6AEIOTAC#v=onepage&q=gelo%20degelo&f=false>](https://books.google.pt/books?id=g-bEDwAAQBAJ&pg=SA2-PA37&dq=gelo+degelo&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwilzKLMvt3oAhW6AmMBHdeqCv0Q6AEIOTAC#v=onepage&q=gelo%20degelo&f=false).
- Cánovas, M. F. (1988). *Patologia e terapia do Concreto Armado*. 1 Ed. São Paulo: Ed. Pini, p.522 Comité Euro-Internacional du Béton, CEB-FIP Model Code 1992. *Design Code*, Bulletin
- Carvalho, N. F. (2009). *Verificação de patologias de elementos estruturais em concreto armado: sugestão de procedimentos*. Brasil, Disponível em: <<http://www.isegnet.com.br/siteedit/arquivos/Artigo%20Patologias%202009.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Cascudo, Oswaldo. (1997). *O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas*. Goiânia: Editora UFG,. 237 p.
- Correia, J. (2011). *Potecção reparação e reforço de estruturas de betão armado, Introdução à Reabilitação de Edifícios Contemporâneos*, Lisboa, Instituto Superior Técnico.
- Coutinho, Maria J. A. R. S. (2005). *Melhoria da durabilidade dos betões por tratamento da cofragem*. Porto: Feup, 2005. [Consult. 2020-04-09]. Disponível em [www: <https://books.google.pt/books?id=D-wnU7kswRIC&pg=PA74&dq=gelo+degelo+em+bet%C3%A3o&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwixt6Gnv93oAhVq6uAKHa8kA_EQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>](https://books.google.pt/books?id=D-wnU7kswRIC&pg=PA74&dq=gelo+degelo+em+bet%C3%A3o&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwixt6Gnv93oAhVq6uAKHa8kA_EQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false).
- Cunha, A. G.; NEUMANN, W. (1979). *Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como projetar e executar*. 5. ed. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira Ltda.
- Dal Molin, D.C.C. (1988). *Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul*. Tese de M. Sc. – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Da Paz, Lidiane Andrade Fonseca et al. (2016). *Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas-TO. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (Reget)*, V. 20, n. 1, p. 174-180.
- De Souza, Marcos Ferreira. (2008). *Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações*. Belo Horizonte, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Dhir, R.K., (1989). *Near - Surface Characteristics of Concrete: Prediction of Carbonation Resistance*, Magazine Concrete Research, 41, No. 148, p. 137 to 143.
- Ecivilnet. *Segregação*. Acedido em 14 de Abril de 2020 em <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-segregacao.html>.
- Fáveri, R. de.; Silva, A. da. (2016). *Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos*. Revista ordem pública e defesa social, Santa Catarina, v.9, n.1.

- Feliu, S. (1984). *Principios de corrosión electroquímica y tipos de ataque*. In: Fernández, J. A. G. (Ed.). *Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión*. Madrid: CSIC, p. 10 – 44.
- Figueiredo, E.J.P. (1989). *Terapia das Construções de concreto: Metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto*. Goiânia, Universidade Federal do Paraná.
- Figueiredo E. J. P. ; Meira G. R. (2013). *Corrosão das armaduras das estruturas de concreto*. Goiânia, Universidade Federal de Goiás.
- Flausino D. (2017, 2 de Fevereiro). *Trincas, fissuras e rachaduras: identificação e causas*. - Acedida em 25 de Fevereiro de 2020 de Reformweb, em <https://reformweb.com.br/blog/post/3/Trincas-Fissuras-e-Rachaduras%3AIdentifica%C3%A7%C3%A3o-e-Causas>.
- Freitas Junior, J, A. (2013). *Materiais de construção: durabilidade do concreto*. Paraná: Universidade Federal do Paraná.
- Gonçalves, E. A. B. (2015). *Estudo de Patologias e suas Causas nas Estruturas de Concreto Armado de Obras de Edificações*, Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Rio de Janeiro.
- Helene, Paulo R. L. (1992). *Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Pini, p. 119.
- Hobbs D.W. (1988). *Carbonation of Concrete Containing PFA*. Magazine Concrete Research, 40, No. 143, p. 69 to 78.
- João Leitão. (2020). *O que fazer em portugal - 115 lugares para descobrir*. João Leitao Viagens. Disponível em: < <https://www.joaoleitao.com/viagens/destino/blog/>>. Acesso em: 15 nov 2020.
- Klein, D. L. (1999). *Apostila do curso de patologia das construções*. Porto Alegre, 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.
- Marcelli, M. (2007). *Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras*. São Paulo
- Marconi, M; Lakatos, E. M. (2010). *Fundamentos de Metodologia Científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas.

- Mazer, W. (2012). *Inspeção e ensaios em estruturas de concreto*. Curitiba, Disponível em:
Acesso em:
<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj75j6vsXTAhWEHpAKHTvMBqcQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fpaginapessoal.utfpr.edu.br%2Fwmazer%2Fespecializacao-em-patologiasdasconstrucoes%2FNotas_de_Aula_Ensaio.pdf%2Fat_download%2Ffile&usg=AFQjCNF_vchv0gF5zlBK_NIx7hAtTBjn_w&sig2=i2LWBWNgjTDPVluGB8kFVg> Acesso em: 18 set. 2020.
- Mehta, P. k.; Monteiro, P. J. M. (1994). *Concreto Estrutura, Propriedades e Materiais*. Ed.:PINI. ISBN.: 85-7266-040-2. Português, p. 573.
- Meira, G. R. (2017). *Corrosão de armaduras de concreto: fundamento, diagnósticos e prevenção*. IFPB. Paraíba, João Pessoa.
- Meireles, M. (2001). *Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas*. ed. São Paulo: Art & Ciência.
- Muynck, Willem de et al. (2009). *Evaluation of strategies to prevent algal fouling on White architectural and cellular concrete*. International Biodeterioration and Biodegradation, [S. l.], V. 63, p.679 - 689.
- Neville, A. M. (1995). *Properties of concrete*. 4th Edition. Pitman Publishing Comp. Ltd., New York.
- Pedra & Cal. *Património de betão*. Lisboa:, v. 10, abr. 2001. Acedido 2 de Fevereiro de 2020 em <http://www.gecorpa.pt/Upload/Revistas/Rev10_Revista_Completa.pdf>
- Periard, G. (2011). *Matriz GUT: Guia Completo*. Disponível em : <<http://www.sobreadministração.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso em: 04 set. 2020.
- Pozzobon, Cristina Eliza (2007). Notas de Aulas da disciplina de Construção Civil II. p.17.

- Resende, M. M. (2001). *Apostila patologia dos revestimentos de argamassa*. São Paulo.
- Resende, M. M. (2004). *Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Ribeiro, D. et al. (2014). *Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, controle e Métodos Análise*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Ripper, Ernesto, (1994). *Como evitar erros na construção*. São Paulo.
- Rodrigues, W. C. (2007). *Metodologia Científica*. Paracambi: FAETEC/IST, Disponível em: http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_cientifica.pdf Acesso em: 28 set. 2020
- Ronning, T. Freeze, (2001). *Thaw Resistance of Concrete Effect of: Curing Conditions, Moisture Exchange and Materials*. The Norwegian Institute of Technology, Norway.
- Santos, M. R. G. (2012). *Deterioração das estruturas de concreto armado – estudo de caso*. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- Santos Filho, L. M. (2008). *Apostila patologia das construções*. Curitiba.
- Santos, P.; Filho, A. (2008) - *Eflorescência: causas e conseqüências*, Universidade Católica de Salvador, Brasil, p. 19.
- Santucci, J. (2015). *Patologia e desempenho das construções*. Crea -RS Conselho em revista, Porto Alegre, n. 107, p. 26.
- Schönardie, C. E. (2009). *Análise e tratamento das manifestações patológicas por infiltração em edificações*. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Ijuí, RS
- Silva, A. P., Jonov C. M. P. (2011). *Curso de especialização em construção civil*. Departamento de engenharia de materiais e construção. Minas Gerais
- Silva, F. B. da. (2011). *Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil*. Disponível em: <http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2011/07/Artigo-Techne-174-set2011-Prof.pdf> Acesso em: 15 set. 2020.

- Solução engenharia, Trincas e fissuras em prédios. Acedido em 20 de Março de 2020 em <<http://www.solucaoengenharia.com.br/trincas-e-fissuras-em-predios>>.
- Souza, V.C.; Ripper, T. (1998) *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Pini. p. 255.
- Stanaszek Tomal, Elzbieta (2016) *Biological Corrosion in The Sewage System and The Sewage Treatment Plant*. University Of Technology, Cracow.
- Storte, Marcos. (2004). *A Importância da Impermeabilização*. In: *46º Congresso Brasileiro do Concreto*. Florianópolis – SC. Disponível em <<http://www.scribd.com/doc/7330425/Impermeabilizacao-e-Patologias-TrabalhoStorte>>.
- Storte, Marcos. (2009). *Impermeabilização como qualidade de vida*. Disponível em: <http://www.secovi.com.br/noticias/arq_not/eng._%20marcos_storte_viapol.pdf>
- Thomaz, E. (2017). *Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação*, Editora: Pini, Escola politécnica da Universidade de São Paulo: IPT.
- Tutikian, B; Pacheco; M. (2013). Boletín Técnico - *Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil*. Merida, Disponível em:<http://alconpat.org.br/wpcontent/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-eProgn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf> Acesso em: 18 set. 2020.
- Vedacit. (2010). *Manual técnico: Impermeabilização de estruturas*. 6. ed. São Paulo.
- Vieira, M. (2016). *Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento*. IPOG – Revista On-Line Especialize, Goiânia, v. 1, n. 12.
- Vilasboas, José ML. (2004). *Durabilidade das edificações de concreto armado em Salvador: uma contribuição para a implantação da NBR6118:2004*. - Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo)–Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

ANEXO I

Tabela 11 - Diagnóstico completo das manifestações patológicas

Ítem	Localização	Manifestação	Ítem	Localização	Manifestação
1	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Exposição e corrosão de armadura	55	R. Dom Afonso Henriques - Comporta	Fissuras inclinadas saindo da base do pilar
2	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissuras de canto em Pilar	56	R. Dom Afonso Henriques - Comporta	Exposição e corrosão de armadura
3	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Humidade em região que contém peça em betão	57	R. Dom Afonso Henriques - Comporta	Exposição e corrosão de armadura.
4	Rua do Portinho da Arrábida - Setúbal	Degradação superficial do betão em ambiente marítimo	58	R. Cervantes - Areeiro	Humidade em região que contém peça em betão
5	Rua Dona Maria II, 58 – Agualva Cacém	Trinca de destacamento entre elemento estrutural e de vedação	59	R. Cervantes, 5 - Areeiro	Exposição e corrosão de armadura
6	Estrada Militar, Lote FATC-Lumiar, Lisboa	Exposição e corrosão de armadura	60	Av. Fontes Pereira de Melo, 42A - Saldanha	Fissuras horizontais e inclinadas em escada
7	Av. Padre Alberto Melo, 11 Lote 102 – Rio de Mouro	Manifestação de agentes biológicos	61	Av. João Soares Branco - Alcácer do Sal	Fissura de retração hidráulica em muro

8	Rua Praceta India, 14 – Rio de Mouro	Manifestação de agentes biológicos	62	R. Chafariz - Pau Gordo	Fissuras inclinadas em muro saindo de pilar
9	Rua Vasco da Gama, 11 - Rio de Mouro	Fissura de destacamento entre elemento estrutural e de vedação	63	R. Jorge de Sena - São Pedro do Estoril	Fissura horizontal em muro
10	Av. Infante Dom Henrique, 46 - Rio de Mouro	Fissura vertical entre Pilares	64	Av. João Soares Branco - Alcácer do Sal	Humidade em pilar
11	Rua da Fundação de Oeiras, 20 – Oeiras	Exposição e corrosão de armadura em sacadas	65	R. 9 de Abril - São Pedro do Estoril	Fissura horizontal em pilar
12	Av de Roma, 42 – Roma / Lisboa	Fissuras de flexão no encontro do pilar da viga em fachada frontal	66	R. 9 de Abril - São Pedro do Estoril	Manchas de humidade abaixo da laje de cobertura
13	Rua dos Açores 84, Saldanha – Lisboa	Muro com infiltrações de água provenientes do solo	67	R. Dr. Joaquim Manso,45 - São Pedro do Estoril	Fissura vertical em pilar
14	Rua Dr. Manuel de Arriaga, 32 – Carcavelos	Exposição e corrosão de armadura em sacada e escada principal	68	Rua de Arroios, 164 - Arroios / Lisboa	Fissuras formando uma rede com malha muito larga em canto externo
15	Av. da República, 13 – Carcavelos	Exposição e corrosão de armadura em cobertura	69	Av. Carlos Silva - Oeiras	Destacamento de betão e corrosão de armadura

16	Av. da República, 13 – Carcavelos	Trincas na direção da armadura principal	70	R. Do Recife - Oeiras	Fissura em viga de varanda
17	Rua Manhiça, 443 – Olivais / Lisboa	Desagregação do betão	71	Alameda Vieira da Silva - Oeiras	Fissura horizontal por toda extensão, próximo a cobertura
18	Rua Manhiça, 443 – Olivais / Lisboa	Trinca de destacamento entre elemento estrutural e de vedação	72	Av. Da Republica - Parede	Manifestação de agentes biológicos
19	Av. Pádua, 10 – Cabo Ruivo / Lisboa	Rachadura vertical em muro	73	Av. Da Republica - Parede	Exposição e corrosão de armadura
20	Calçada da fonte nova, 12 - Alcácer do Sal	Fissura horizontal em pilar da fachada frontal	74	R. Timor, 25 - Parede	Fissura horizontal por toda extensão, próximo a cobertura
21	Piscina Municipal de Alcácer do Sal - Rua do Independente Futebol Clube Alcacereense	Trinca de destacamento entre elemento estrutural e de vedação	75	R. Gil Vicente - Carcavelos	Manifestação de agentes biológicos
22	Rua Oliveira Martins 19a – Campo pequeno/	Fissura em laje próximo a viga (fachada frontal)	76	Dr. Manuel de Arriaga - Carcavelos	Exposição e corrosão de armadura
23	Av. Oliveira Martins, 19A – Roma / Lisboa	Fissura inclinada em pilar na fachada frontal	77	Rua manhiça - Cabo Ruivo	Manifestação de agentes biológicos
24	Passeio ilha dos amores, 2 – Sacavém / Lisboa	Fissura horizontal na fachada traseira	78	Rua manhiça - Cabo Ruivo	Exposição e corrosão de armadura

25	Passeio das Gáveas, 1 – Sacavém / Lisboa	Trinca de destacamento entre elemento estrutural e de vedação	79	R. Almada negreiros - Cabo Ruivo	Exposição e de corrosão de armadura
26	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Manifestação de agentes biológicos em muro	80	R. Almada negreiros - Cabo Ruivo	Exposição e de corrosão de armadura
27	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Exposição e de corrosão de armadura em muro	81	R. Numero 3 - Sines	Destacamento de betão e corrosão de armadura em parede de betão
28	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Exposição e de corrosão de armadura em cobertura	82	R. D - Sines	Exposição e de corrosão de armadura em viga
29	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissuras inclinadas em muro externo	83	R. D - Sines	Fissura horizontal em viga de varanda
30	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Humidade em região que contém peça em betão	84	R. D - Sines	Destacamento e corrosão do betão
31	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissuras horizontais em muros externo	85	R. Jardim Fernando Pessoa	Fissura horizontal em pilar
32	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissura inclinada em pilar exterior	86	R. Jardim Fernando Pessoa	Fissura inclinada saindo do topo do pilar
33	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissuras em canto superior de pilar	87	R. Jardim Fernando Pessoa	Fissura horizontal em pilar

34	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Manifestação de agentes biológicos	88	R. Jardim Fernando Pessoa	Fissura horizontal por toda extensão, próximo a cobertura
35	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Destacamento do betão e corrosão de armadura	89	R. Jardim Fernando Pessoa	Manchas de humidade em viga e pilar
36	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Humidade em região que contém peça em betão	90	R. Jardim Fernando Pessoa	Fissura horizontal por toda extensão, próximo a cobertura
37	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissuras horizontais em trincas	91	R. Jardim Fernando Pessoa	Manifestação de agentes biológicos
38	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissuras formando uma rede com malha muito larga em canto externo	92	R. Jardim Fernando Pessoa	Fissura vertical em pilar
39	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissura horizontal no muro(principal) lado esquerdo da entrada Av. Manuel da Maia	93	R. Augusto Gil, 18 - Campo pequeno	Fissura por retração hidráulica
40	Instituto Técnico de Lisboa – Lisboa	Fissura vertical no muro(principal) lado direito da entrada Av. Manuel da Maia	94	R. Augusto Gil, 31 - Campo pequeno	Humidade em laje de varanda
41	R. Sacadura Cabral - Cacém	Fissuras horizontais em pilar	95	R. David de Sousa, 11 - Campo Pequeno	Fissura inclinada em pilar

42	R. Padeirinha, 23 - Cacém	Fissuras horizontais em viga da varanda	96	Av. Sacadura cabral - Campo pequeno	Humidade em laje de varanda
43	R. Ponte do Penedo - Cacém	Fissuras horizontais em viga da varanda	97	Av. Sacadura cabral - Campo pequeno	Humidade em laje de varanda
44	R. Tv da terceira idade - Cacém	Manifestação de agentes biológicos	98	R. João Villaret, 21 - Campo Pequeno	Humidade em laje de varanda
45	Rua Praceta India, 4 – Rio de Mouro	Exposição e corrosão de armadura	99	R. João Villaret, 15 - Campo Pequeno	Destacamento e corrosão de armadura
46	Av. Dom Joao II, 19 - Rio de Mouro	Fissuras horizontais em muro e pilares	100	R. Dos Lojistas - Encarnação	Fissuras horizontais por todo comprimento do pilar
47	Calçada da Rinchoa, Lote 2 - Rio de Mouro	Manifestação de fissura em laje de varanda	101	Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa	Fissuras horizontal em pilar
48	Calçada da Rinchoa, Lote 2 - Rio de Mouro	Fissura horizontal em varanda	102	Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa	Fissuras horizontais em muro
49	R. Rio Mondego - Pontinha	Manifestação de agentes biológicos	103	Av. Dom João II - Moscavide	Destacamento e exposição de armadura
50	Universidade Lusófona	Fissura de retração hidráulica em muro	104	Av. Dom João II - Moscavide	Manifestação de agentes biológicos em muro de betão
51	Estrada de Telheiras - Telheiras	Fissura horizontal em pilar	105	R. Das Escolas - Encarnação	Fissura horizontal por toda extensão, próximo a cobertura.

52	Estrada de Telheiras - Telheiras	Fissura horizontal em pilar	106	R. Das Escolas - Encarnação	Fissuras em diversas direções em viga próximo a cobertura
53	Av. Ventura Terra - Telheiras	Fissura horizontal em canto de pilar	107	R. Cidade de malange - Olivais Sul	Fissuras horizontais em cobertura
54	São Bento Meni - Telheiras	Fissura horizontal por toda a extensão próximo a cobertura	108	Passeio levante - Sacávem	Exposição e corrosão de armadura