

UNIVERSIDADE TIRADENTES

BRUNA DOS SANTOS TEIXEIRA
IANCA SABRINA BISPO SANTOS
MAIRA ALANNA SANTOS PEREIRA

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS
CONSTRUÇÕES PROVOCADAS PELA SALINIDADE**

ARACAJU

2018

BRUNA DOS SANTOS TEIXEIRA
IANCA SABRINA BISPO SANTOS
MAIRA ALANNA SANTOS PEREIRA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS CONSTRUÇÕES PROVOCADAS PELA SALINIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Tiradentes
como um dos pré-requisitos para a obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia civil.

Profª Drª. Ingrid Cavalcanti Feitosa

ARACAJU

2018

BRUNA DOS SANTOS TEIXEIRA
IANCA SABRINA BISPO SANTOS
MAIRA ALANNA SANTOS PEREIRA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS CONSTRUÇÕES PROVOCADAS PELA SALINIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de engenharia civil
da Universidade Tiradentes – UNIT, como
registro parcial para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em ____/____/____.

Banca examinadora:

Dr^a. INGRID CAVALCANTI FEITOSA

Universidade Tiradentes

ANDERSON DA CONCEIÇÃO SANTOS SOBRAL

Universidade Tiradentes

CASSIUS GOMES DE OLIVEIRA

Universidade Tiradentes

AGRADECIMENTO

Tudo que temos na vida foi conquistado com a tua bênção e por isso agradecemos todos os dias. Obrigada, meu Deus, por alcançar esse objetivo em comum com sensação de dever cumprido e por nos fazer acreditar que nada na vida é impossível.

Aos nossos amados pais, hoje escrevemos essa mensagem para agradecer por tudo que fizeram e ainda fazem por nós. Obrigada por nos ensinar a caminhar e assim poder seguir nossos próprios passos. Pela educação que nos deu e por sempre estar ao nosso lado, tanto nas alegrias como nos momentos difíceis, amando-nos de forma incondicional. Sem vocês nada disso seria possível, vocês acreditaram em nossa capacidade, essa conquista é nossa!

Agradecemos aos nossos familiares e amigos que nos incentivaram e inspiraram através de gestos e palavras para superar todas as dificuldades.

Ao nosso lado tivemos a melhor orientadora, Ingrid Cavalcanti, repleta de sabedoria e paciência que se dedicou a nos ensinar todo o seu conhecimento. Obrigada por reservar uma parte do seu tempo e por fazer parte da realização de um sonho, sempre nos auxiliando, elogiando e corrigindo nossos erros.

Agradecemos também ao técnico em Edificações Luiz Demóstenes, pela disposição, disponibilização de materiais e apoio durante as visitas para realização do estudo de caso. Sua ajuda foi imprescindível para que alcançássemos nossos objetivos.

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS CONSTRUÇÕES PROVOCADAS PELA SALINIDADE

RESUMO

O presente trabalho aborda o diagnóstico de patologias provocadas pela salinidade, assim como as causas, origens e manutenção das estruturas de concreto armado. A degradação das estruturas pode ser manifestada de maneira geral por diversas formas, como fissuras, trincas, deslocamento, desagregação, corrosão de armaduras, erosão, desgaste, entre outras. A deterioração é capaz de provocar a perda de durabilidade e comprometimento da estrutura que são ocasionadas por falhas de qualidade nas fases de projeto, execução e manutenção, assim como a agressividade do meio ao qual a estrutura está exposta e a utilização de materiais de qualidade inferior. Foram escolhidas edificações de uma empresa exploradora de minérios com diferentes tipos de degradações provocadas pela salinidade do minério (Potássio) extraído para realização de um estudo, onde através de visitas técnicas, foi possível realizar entrevistas, inspeção visual, registros fotográficos das estruturas e coleta de material, para então chegar a um diagnóstico preciso. O material coletado possibilitou a comprovação e quantificação do teor de salinidade presente no solo onde as estruturas estão localizadas. E por fim foram mostrados reparos para cada patologia analisada.

Palavras-Chave: Concreto Armado; Manifestações Patológicas; Salinidade; Patologias; Estrutura.

PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS CAUSED BY SALINITY CONSTRUCTIONS

ABSTRACT

This paper discusses the diagnosis of diseases caused by salinity, as well as the causes, origins and maintenance of reinforced concrete structures. The degradation of the structures can be manifested more broadly by various forms, such as cracks, cracks, detachment, breakdown, corrosion, erosion, wear armor, among others. The deterioration is able to cause loss of durability and commitment of the structure that are caused by faults in the quality of design, implementation and maintenance, as well as the aggression of the kind to which the structure is exposed and the use of lower-quality materials. Buildings were chosen from an operator of ores with different types of degradations caused by salinity of the ore (potassium) extracted for conducting a study, where through technical visits, it was possible to perform interviews, visual inspection, photographic records of the structures and collecting material, to then arrive at an accurate diagnosis. The material collected enabled the verification and quantification of the levels of soil salinity where the structures are located. And finally were shown repairs for each pathology.

Key Words: Reinforced Concrete; Pathological Manifestations; Salinity; Pathologies; Structure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da incidência de manifestações patológicas	15
Figura 2: Termos ligados a patologias das construções (Causas, origens e mecanismos).....	16
Figura 3: Eflorescência revestimento	22
Figura 4: Corrosão em pilar.....	25
Figura 5: Esforços radicais produzidos que levam a fissuração e destacamento do concreto devido à corrosão das armaduras	27
Figura 6: Fissuras	28
Figura 7: Desagregação de concreto em pilar.....	31
Figura 8: Desgaste do concreto	32
Figura 9: Evolução do desgaste superficial por erosão: movimento relativo do líquido e/ou atrito de partículas suspensas contra a superfície do concreto	32
Figura 10: Processo de Cavitação	33
Figura 11: Descascamento de pintura.....	34
Figura 12: Destacamento cerâmico.....	34
Figura 13: Lei de evolução de custos.....	36
Figura 14: Sistema de proteção catódica por corrente impressa, com anodos em forma tela.....	39
Figura 15: Etapas para recuperação de armaduras corroídas.....	40
Figura 16: Injeção de fissuras	41
Figura 17: Selagem de fendas com aberturas entre 10 e 30mm e com abertura maior que 30mm.....	42
Figura 18: Grampeamento de fissura.....	42
Figura 19: Vista Aérea da Mosaic Fertilizantes (Antiga Vale)	45
Figura 20: Unidades da Mosaic Fertilizantes no Brasil e Paraguai	46
Figura 21: Instruções para coleta de solo.....	48
Figura 22: Resultado dos ensaios	51
Figura 23: Corrosão de armadura do pilar, subestação 01-22.....	52
Figura 24: Corrosão de armadura na viga, subestação 01-22.....	53
Figura 25: Camada de Salmoura	54
Figura 26: Desagregação do concreto e corrosão da armadura, subestação 02-21.....	54
Figura 27: Desagregação do concreto e corrosão da armadura, subestação 01-22.....	55
Figura 28: Fissura no concreto armado, subestação 01-22.....	55
Figura 29: Fissura no concreto armado, subestação 01-22.....	56
Figura 30: Fissura e destacamento de revestimento cerâmico, subestação 01-22.....	56
Figura 31: Desgaste no concreto, subestação 01-22	57
Figura 32: Desgaste do concreto e destacamento da pintura, subestação 01-22.....	58
Figura 33: Destacamento da pintura, caixa d'água	58
Figura 34: Destacamento da pintura, subestação 01-22	59
Figura 35: Esquema formador de película.....	59
Figura 36: Esquema de reparo utilizando argamassa polimérica	60

Figura 37: Critérios para manutenção das estruturas.....	61
Figura 38: Consequência de uma estratégia de manutenção estrutural baseada apenas em inspeções visuais.	61
Figura 39: Manutenção da desagregação do concreto e corrosão da armadura, subestação 02-21	63

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Origens patológicas.....	14
Tabela 2: Classificação das causas de deterioração das estruturas de concreto.....	17
Tabela 3: Natureza Química das Eflorescências.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivo Específico	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 Patologias das Construções	13
3.1.1 Definição	13
3.1.2 Origem.....	13
3.1.3 Causas	16
3.1.4 Diagnóstico.....	17
3.1.5 Durabilidade e Vida útil	18
3.2 Salinidade nas Construções	19
3.2.1 Origem.....	19
3.2.2 Definição	19
3.2.3 Classificação	20
3.2.3.1 Salinidade na Construção	20
3.2.3.2 Salinidade no Solo	20
3.2.3.3 Salinidade proveniente do ar	21
3.2.3.4 Salinidade por Higrscopicidade	22
3.3 Patologias Ocasionadas pela Salinidade	22
3.3.1 Eflorescência	22
3.3.2 Corrosão da Armadura	25
3.3.3 Fissuras.....	27
3.3.4 Desagregação	30
3.3.5 Desgaste	31
3.3.6 Destacamento	33
3.4 Métodos de Prevenção	35
3.5 Métodos de Recuperação	37
3.5.1 Reparo em Eflorescência.....	37
3.5.2 Reparos em armaduras de concreto corroídas	37
3.5.3 Sistema de recuperação de fissuras	40

3.5.4 Tratamento de desagregação de concreto	43
3.5.5 Correções para destacamento de pintura e cerâmica	43
3.5.6 Restauração de desgaste	43
4. ESTUDO DE CASO.....	45
4.1 Caracterização do Local da Pesquisa	45
4.2 Diagnóstico da Patologia	46
4.3 Procedimentos de Investigação das Patologias.....	46
4.3.1 Coleta de dados	47
4.3.2 Análise visual.....	47
4.3.3 Coleta de amostra	47
4.3.4 Ensaio	49
4.3.4.1 Preparação da pasta saturada	49
4.3.4.2 Condutividade elétrica do solo	50
4.5 Determinação do Teor de Salinidade.....	50
4.6 Resultados e Discussões	51
4.7 Patologias Detectadas no Concreto Armado	52
4.8 Manutenção	60
4.8.1 Manutenções realizadas na Mosaic.....	62
4.8.1.1 Corrosão e desagregação	62
4.8.1.2 Destacamento cerâmico e da pintura	64
4.8.1.3 Desgaste	64
4.8.1.4 Fissuras	64
5. CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS	66

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Souza e Ripper (1998), patologia das estruturas é o ramo da engenharia que estuda origens, indícios, impactos e motivos dos problemas apresentados nas construções.

Com a rápida expansão da construção civil, aumentou-se o risco de erros, dessa forma, tornou-se indispensável o conhecimento do mecanismo das anomalias das construções. Essas anomalias são definidas como patologias, que é o estudo das doenças das edificações, onde são diagnosticados sintomas, causas, manutenção, vida útil e reparos. A deterioração das estruturas pode ser manifestada de maneira geral por diversas formas, como fissuras, trincas, eflorescência, deslocamento, desagregação, bolor, corrosão de armaduras, infiltrações, erosão, desgaste, entre outras.

Vieira (2016), afirma que do mesmo modo que na medicina é importante identificar a origem das doenças nas construções para buscar a terapia apropriada e eficaz para cada situação e agir com a solução adequada, indicando um bom resultado para o funcionamento da estrutura, como também contribuir para o diagnóstico das causas e auxiliar os peritos na elaboração de laudos.

Essa deterioração pode ocasionar redução da durabilidade e desequilíbrio estrutural, sendo gerado por falhas na qualidade da construção nas fases de projeto, execução, manutenção, agressividade ao meio que está sendo imposta a estrutura e utilização de materiais inadequados (BAUER, 2012).

Segundo Costa (2011), a deterioração das alvenarias acontece devido a existência de cloreto no solo, nos materiais colocados na preparação das argamassas, materiais transportados pelo ar e pela água usada.

Os cloretos têm efeito deletério em concretos, destinados a estruturas armadas (ocorrem nas areias de dunas e praias), mas podem ser adicionados como acelerador de pega. As características dessas areias tornam-nas de difícil uso para confecção de concretos estruturais (BAUER, 2012).

A presença da salinidade nas construções vem se tornando uma das patologias mais comuns, principalmente em regiões litorâneas ou em locais que o solo possui uma salinidade mais exacerbada. Sendo assim, neste trabalho, serão abordados o levantamento e diagnóstico de patologias provocadas pela salinidade, assim como as suas causas, origens e manutenção.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo principal a realização de um levantamento das manifestações patológicas presentes em algumas das edificações de concreto armado presentes na Mosaic Fertilizantes, localizada no município de Rosário do Catete, Sergipe.

2.2 Objetivo Específico

1. Identificar as patologias apresentadas em estruturas de concreto armado;
2. Analisar origens e causas das patologias;
3. Observar os métodos de inspeção e manutenção das estruturas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os embasamentos teóricos sobre as patologias nas construções, definição, origem, causas, diagnóstico, durabilidade e vida útil, assim como definição e origem da salinidade, patologias ocasionadas pela salinidade, métodos de prevenção e recuperação nas patologias da construção.

3.1 Patologias das Construções

3.1.1 Definição

De acordo com Helene (1992), patologia é o elemento da engenharia que investiga os sintomas, mecanismos, causas e origens dos defeitos nas construções.

Patologia é um campo da engenharia que tem por objetivo estudar os problemas das construções de forma científica apontando comportamento, origem, sintomas e agentes causadores, que foi criado devido à grande preocupação com a degradação antecipada dessas construções (VIEIRA, 2016).

Desse modo, a patologia nas edificações se dedica ao estudo de anomalias ou problemas (possíveis doenças) do edifício e as alterações anatômicas e funcionais causadas no mesmo (FRANÇA et al, 2011).

3.1.2 Origem

O concreto na maioria das vezes é avaliado como um material eterno quando recebe uma manutenção adequada, porém, existem construções que expõem alguns tipos de patologias com alta incidência e intensidade, levando a grandes custos de reparação, comprometimento estético e até mesmo o colapso da estrutura (HELENE, 1992).

Pedro *et al.* (2002), afirma que a origem das patologias apresenta quatro classes:

Tabela 1: Origens patológicas

Classificação	Conceito
Congênitas	São aquelas que tem origem na fase de projeto, por falta de atenção, erros e negligências dos profissionais, o que acaba gerando falhas na execução das construções;
Construtivas	Aparecem na fase da execução da obra, devido a mão-de-obra inapta e produtos não certificados;
Adquiridas	Surgem durante a vida útil das edificações, devido a exposição ao meio que é inserido pela sua agressividade, pela falta de manutenção, pela ação do homem ou de forma natural;
Acidentais	Quando ocorre algum fenômeno atípico, através de uma solicitação incomum, ação da natureza e recalques por exemplo.

Fonte: Pedro et al (2012)

O procedimento construtivo é dividido em planejamento, projeto, fabricação de materiais, componentes fora do canteiro, execução e uso, sendo estas duas últimas etapas as mais longas. Nelas começam a aparecer as manifestações patológicas, porém, nas etapas de planejamento e projeto os erros são muito mais graves do que nas falhas de execução ou controle de qualidade dos materiais, sendo melhor investir em decisões certas, com paciência e organização para evitar danos futuros (HELENE, 1992).

Souza e Ripper (1998) afirmam que as manifestações patológicas em uma estrutura apontam de maneira geral a presença de erros na fase de execução da construção, e pode indicar também problemas no controle de qualidade dos serviços.

Segundo Helene (1992), a origem, estrutura, lesões e até mesmo as possíveis consequências podem ser observadas através das características externas das manifestações patológicas. Sendo os sintomas mais comuns em estruturas de

concreto: as fissuras, eflorescências, flechas excessivas, manchas superficiais, corrosão de armaduras e ninhos de concretagem. De acordo com a figura 01, nota-se com maior porcentagem a ocorrência de manchas superficiais, porém se relacionada ao custo da correção e a riscos estruturais, as demais são certamente muito mais graves.

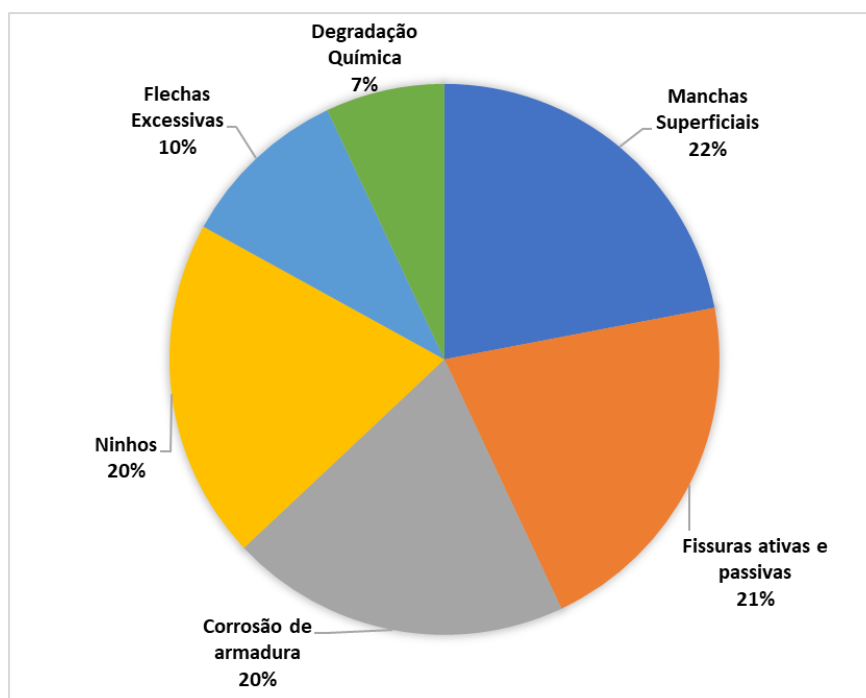


Figura 1: Distribuição da incidência de manifestações patológicas
Fonte: Helene (1992)

Na figura 02 é possível notar algumas manifestações patológicas, suas causas, origens e mecanismos.

Caso	Manifestação Patológica	Causa	Origem	Mecanismo
A	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ferrugem ■ Desplacamento do cobrimento ■ Manchas de corrosão 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fissuras do concreto ■ Agentes agressivos (CO₂, Cl⁻, sulfatos) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Projeto ■ Execução ■ Materiais ■ Uso 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Corrosão de armaduras: reação expansiva do ferro com o O₂ e o H₂O
B	<ul style="list-style-type: none"> ■ Deformação excessiva 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sobrecarga 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Projeto ■ Execução ■ Materiais ■ Uso 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Deformação lenta
C	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ninhos de concretagem 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elevada altura de lançamento ■ Excesso de armadura ■ Adensamento inadequado ■ Trabalhabilidade inadequada 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Projeto ■ Execução ■ Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Separação física dos constituintes do concreto
D	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fissuras ■ Trincas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sobrecarga ■ Carência de armadura ■ Problema com as fundações ■ Retração do concreto 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Projeto ■ Execução ■ Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Deformação não-prevista da estrutura provocando abertura de fissuras no concreto ou nas alvenarias
E	<ul style="list-style-type: none"> ■ Esfarelamento ■ Desplacamento de pisos 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Excesso de água de amassamento ■ Falta de cura 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Execução ■ Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Exsudação
F	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eflorescência 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Porosidade excessiva ■ Presença de água em abundância ■ Cal livre presente no cimento 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Execução ■ Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Combinação da água presente no ambiente com a cal livre do cimento hidratado e sua posterior saída do interior do concreto

Figura 2: Termos ligados a patologias das construções (Causas, origens e mecanismos)

Fonte: França *et al* (2011)

3.1.3 Causas

Souza e Ripper (1998) afirmam que devido ao crescimento avançado da construção civil houve a necessidade de novidades na área, e junto com isso, apareceu também os riscos provocados por erros inevitáveis, descasos ou até mesmo o envelhecimento natural da estrutura.

Ainda de acordo com Souza e Ripper (1998), é necessário saber o que está causando determinada deterioração na estrutura, pois, é dessa forma que será determinado o tipo de restauração ideal e eficiente para cada tipo de problema. Dessa forma eles afirmam que existem dois tipos de causas:

- **Intrínsecas:** Estão ligadas a estrutura. Podem ser divididos em três, as falhas humanas na fase de execução que abrange problemas na concretagem, escoramento e formas aplicadas de maneira errada, armaduras defeituosas, erro na escolha dos materiais e falta de controle de qualidade, o segundo motivo é a falta de manutenção na fase de utilização, e por fim as causas de origem natural químicas, físicas e biológicas.

➤ Extrínsecas: Não estão ligadas a estrutura. São divididas em falhas humanas na fase de projeto, falhas humanas em fase de uso, atuações mecânicas, físicas, químicas e biológicas (Tabela 01).

Tabela 2: Classificação das causas de deterioração das estruturas de concreto

CAUSAS INTRÍNSECAS - INERENTES ÀS ESTRUTURAS	CAUSAS DOS PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO DAS ESTRUTURAS	FALHAS HUMANAS
CAUSAS EXTRÍNSECAS - EXTERNAS AO CORPO ESTRUTURAL		CAUSAS NATURAIS PRÓPRIAS AO MATERIAL CONCRETO
		AÇÕES EXTERNAS

Fonte: Souza e Ripper (1998)

3.1.4 Diagnóstico

Dá-se o nome de diagnóstico do problema patológico, todo o processo de entendimento e explicação científica dos fenômenos ocorridos e seus respectivos desenvolvimentos de uma construção onde ocorrem manifestações patológicas (TUTIKIAN E PACHECO, 2013).

Ainda segundo Tutikian e Pacheco (2013), quanto mais cedo uma patologia for identificada menos gastos serão gerados. Eles mencionam também que o diagnóstico das manifestações patológicas não deve ser precipitado, deve-se conhecer todo o histórico de cada caso e analisar detalhadamente todas as fases das anomalias. Essa investigação tem início com o entendimento geral da estrutura, analisando as manifestações, os fenômenos e as enfermidades, após isso, já será possível identificar os sintomas, mecanismos, causas e origens das patologias. A etapa de inspeção é de extrema importância para apresentação de um bom parecer técnico do problema, pois é nessa fase que irão surgir as hipóteses para saber ao certo quais medidas deverão ser tomadas ou eliminadas para obter sucesso no reparo de cada patologia.

3.1.5 Durabilidade e Vida útil

Mehta e Monteiro (1994) afirmam que a durabilidade do concreto é atingida quando ele consegue resistir à ataques químicos, intempéries, degradação, entre outras agressões. Enquanto o concreto estiver no ambiente para o qual foi projetado ele preservará suas características, porém devido a ações ambientais, pode ocorrer mudanças na microestrutura do material, dessa forma, sua durabilidade poderá ser comprometida, perdendo as propriedades com o tempo, podendo o tornar perigoso, impróprio para uso e custoso para reparos, chegando assim a alcançar o tempo de vida útil da estrutura.

De acordo com a NBR 6118 (2003), a durabilidade das estruturas de concreto depende da colaboração dos responsáveis pelo planejamento, projeto, construção e uso da edificação, obedecendo os requisitos de manutenção e seguindo as normas. É recomendável que essas estruturas sejam projetadas e produzidas para resistir as condições ambientais previstas em projeto, de modo que sejam conservadas as condições de segurança, equilíbrio e capacidade dela na fase de uso de acordo com o que foi estabelecido no projeto.

Para a deterioração do concreto de cimento Portland acontecer ele deve ficar exposto a processos físicos e químicos, onde na maioria das vezes eles agem ao mesmo tempo. Por ser um meio básico, as águas ácidas são danosas ao concreto, porém indispensável nas reações de hidratação do cimento, assim como é importante para garantir a fluidez da mistura. Dessa forma, a água é um dos principais agentes para perda de durabilidade do concreto, pois, através dela ocorre o transporte de íons agressivos em diversas concentrações, causando decomposição química de materiais sólidos, assim como nos sólidos porosos ocorrem também a grande movimentação e modificação da estrutura da água, alterando o volume, causando rupturas de vários tipos que são controlados pela permeabilidade desse sólido dependendo também da sua composição química (MEHTA E MONTEIRO, 1994).

Bertolini (2010) afirma que o concreto pode ter deterioração devido a falhas na fase de projeto ou na construção, onde essas falhas também podem ser evitadas com um bom planejamento do processo construtivo. Ele cita também as causas de agressão ao concreto mencionados a seguir:

- Ataque por Sulfatos: Quando os íons de sulfato penetram no concreto, após isso acontece uma reação com hidróxido de cálcio para formar o

gesso e em seguida a reação do gesso com aluminatos para obter a etringita, essas reações podem provocar dilatações que geram fissuras e desagregações;

- Erosão pela água: Podem ser prejudiciais quando passam muitas vezes pelo concreto, pois diluem os compostos à base de cálcio;
- Ataque Ácido: Soluções ácidas podem se juntar ao concreto;
- Água do mar: Devido a suscetibilidade do concreto á hidróxido de cálcio e aluminatos de cálcio hidratados pode ocorrer corrosão;
- Abrasão e Erosão: O concreto sobre abrasão e erosão se submetidos a sólidos e líquidos respectivamente.

3.2 Salinidade nas Construções

3.2.1 Origem

Segundo Nappi (2002), o sal é um elemento de grande importância para os seres vivos. Pode-se observar desde antigamente que a salga dos alimentos já era um hábito utilizado. O sal era também a moeda utilizada para compra e venda dos gregos e romanos. A palavra sal originou o termo salário, pois com o próprio sal era quitada boa parte do pagamento das legiões romanas. Uma das entradas principais da Roma chama-se “Vila Salaria”, devido às caravanas que por ela passavam trazendo o sal para capital.

Nappi (2002) afirma que o sal se tornou uma das matérias primas essenciais para indústria química, além da sua utilidade como tempero e produto medicinal. Seu uso é bastante variado, como por exemplo, na produção do cloro, ácido clorídrico, alumínio, produtos têxteis, celulose, entre outros. Contudo, como tudo na vida tem suas desvantagens, o sal poderá ser um grande problema para construção civil, que será abordado em seguida.

3.2.2 Definição

A salinidade pode ser definida como a proporção de sal proveniente de uma substância como solo ou água. Vários dispositivos são planejados para analisar a salinidade, pois é uma característica de extrema importância. Pode ser classificada

de três formas, devido as suas causas: salinidade primária, conhecida como salinidade natural, salinidade secundária, conhecida como salinidade seca e a salinidade terciária, conhecida também de salinidade de irrigação. O teor de salinidade pode alterar a sua utilidade, mesmo sendo hipersalina pode ter alguma finalidade. Contudo seus elevados níveis de sal são danosos aos animais e vegetação (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

3.2.3 Classificação

As anormalidades ocasionadas pela salinidade podem mostrar-se de variadas formas, descritas logo em seguida.

3.2.3.1 Salinidade na Construção

Segundo Nappi (2002) os sais estão entre vários materiais de construções, alguns postos em seus poros, outros presentes em sua composição química. Um elemento indispensável para execução das construções, a água, pode estar contaminada pelos sais, trazendo sérios danos às estruturas. Outros materiais como as pedras de construção, alguns tipos de cimento, aditivos, areias, tijolos podem existir a presença da salinidade. O cimento Portland possui em sua composição uma pequena porcentagem de cloretos, 0,01 % da massa total, a argila usada para fabricação de tijolos pode estar contaminada por pirita, quando cozida se transforma em sulfato de metal alcalino, como por exemplo, o potássio e sódio, ou metal alcalino terroso, como o cálcio e magnésio. Aditivos utilizados para acelerar a pega do concreto possuem como base cloretos. Mesmo os materiais de construção contendo certos teores de sal, a sua contribuição para degradação da estrutura é pequena, mas isso vai depender da quantidade de fontes de contribuição, se forem muitas, é um caso para se preocupar.

3.2.3.2 Salinidade no Solo

Segundo Pena (2018) a salinização do solo é definida como um procedimento de concentração de sais, originários da irrigação, das águas oceânicas e pluviais. Esse fenômeno pode acontecer de forma natural, mas a ação do homem pode aumentar ainda mais esse problema. O processo de salinização ocorre de forma

natural através dos recursos hídricos, pois possuem uma certa quantidade de sais minerais na forma de íons, que são significantes para o uso humano e para o solo. O problema da salinidade é quando acontece a evaporação, pois a água passa para o estado gasoso e o sal, não sendo assim, fica retido no solo causando o problema da salinização

De acordo com Pedrotti *et al.* (2015) os solos com presença de sais localizam-se geralmente em regiões áridas e semiáridas, tal efeito ocorre devido à formação geológica da paisagem, falta de sistema de drenagem ou má funcionamento.

Conforme a Codevasf (2010) a ação de salinização acontece em regiões que haja presença de lençol freático perto da superfície e com baixa precipitação pluviométrica. Os solos quando expostos ao processo de irrigação tem grandes chances de virarem salinos, especialmente se não existir uma drenagem adequada para o local.

Henriques (1995) citado por Gewehr (2004) diz que em locais onde tem uma grande abundância em matéria orgânica, os sais são levados pelas paredes, fazendo com que ele se cristalize depois da evaporação da água. Os sais que se cristalizaram aumentam de volume, sendo capaz de gerar possíveis eflorescências ou criptoflorescência na estrutura.

Para Toner (1997) citado por Gewehr (2004) relata que, as paredes das edificações envelhecidas exibem a presença de sais, pois com o passar do tempo a fundação vai absorvendo a umidade do solo e lençol freático contaminados pelos sais.

3.2.3.3 Salinidade proveniente do ar

Segundo Costa (2014), o vento tem uma potente ação no aparecimento de sais no ar, pois carregam os sais para as construções ocasionando sérios problemas. A maioria dos sais presentes no ar é devido aos ambientes marinhos, as áreas que acontece bastante esses problemas são as litorâneas.

Arendt (1995), mencionado por Gewehr (2004), diz que os sais são provenientes da poluição do ar, o gás e a madeira, possuem enxofre, que quando queimados geram dióxido de enxofre, que quando se junta com a água na atmosfera forma o ácido sulfúrico, que agride especialmente os componentes das argamassas, os carbonatos.

3.2.3.4 Salinidade por Higroscopicidade

De acordo com Henriques (1995), citado Hattge (2004) vários materiais de construções possuem sais solúveis em água em sua composição. Os sais quando colocados em locais secos não apresentam problemas. Contudo, se houver a presença de umidade, os sais se dissolvem e deslocam-se com a água para face dos revestimentos, onde se cristalizam, formando assim patologias.

Segundo Torres (1998), mencionado por Hattge (2004), diz que uns desses sais são higroscópicos, ou seja, absorvem a umidade do ar, e se dissolvem se a umidade relativa do ar estiver maior que 65 e 75%, e se cristaliza quando está abaixo desse intervalo.

3.3 Patologias Ocasionadas pela Salinidade

3.3.1 Eflorescência

Silva (2011) diz que a eflorescência pode ser definida como sedimentos cristalinos que aparecem na superfície dos pisos, paredes e tetos, de cor branca, decorrente da evaporação de soluções salinas, demonstrados na figura 03.



Figura 3: Eflorescência revestimento
Fonte: Global Locações (2016); Ribeiro (2012)

Segundo Santos (2009) os fenômenos naturais que causam o surgimento de eflorescência são as chuvas, pois provocam reações nos sais e temperatura do ambiente, que causam a aceleração da evaporação. A eflorescência é gerada através de um sal bastante solúvel em água, comumente detectado em tijolos, azulejos,

agregados, blocos de concreto, água de amassamento, cimento, solo e ar poluído. Mostra-se de aparência branca e afeta apenas visualmente, principalmente se a superfície do material for escura. Ela acontece com maior frequência em materiais porosos, pois favorece a saída do sal, direcionado a face da estrutura. Sem essa brecha na estrutura a eflorescência não acontece. Ela pode ocorrer por pressão em pequenas cavidades, fissuras e trincas.

Para Bauer (2009) a eflorescência acontece devido aos depósitos de sais na superfície das alvenarias, originados dos materiais de construção ou componentes da alvenaria. Os sais podem ser bastante agressivos, ocasionando desagregação profunda, sobre a qual alteram a superfície da estrutura. A eflorescência é ocasionada por três fatores: teor de salinidade nos materiais ou componentes, a presença de água e pressão hidrostática necessária para que a solução apareça na superfície. Os três devem acontecer simultaneamente para que a patologia aconteça. Uma fonte de eflorescência são os sais solúveis presentes no cimento que retêm um grande teor de álcalis (óxido de sódio e óxido de potássio) em sua hidratação, alterando-se em carbonato de sódio e potássio, sendo bastante solúvel em água. Em edificações localizadas em terrenos ácidos, devem ter cuidado, pois os ácidos aumentam a solubilidade dos sais alcalinos. O outro fator essencial para o surgimento da eflorescência é a existência da água, geralmente oriunda da umidade do solo, água da chuva acumulada, infiltrada, de vazamentos, utilizada para limpeza, e de uso gerais. O último fator é a pressão hidrostática necessária para a água deslocar-se até a superfície cristalizando os sais, isso acontece por meio da capilaridade, infiltração em trincas e fissuras, percolação e condensação de vapor de água.

Na tabela 02 estão os sais mais comuns em eflorescências, fontes prováveis do seu aparecimento e solubilidade em água.

Tabela 3: Natureza Química das Eflorescências

Composição Química	Fonte Provável	Solubilidade em Água
Carbonato de cálcio	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto e de argamassa de cal não carbonatada	Pouco solúvel
Carbonato de magnésio	Carbonatação da cal lixiviada de argamassa de cal não carbonatada	Pouco solúvel
Carbonato potássio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimento com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Carbonato sódio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimento com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Hidróxido de cálcio	Cal liberada na hidratação do cimento	Pouco solúvel
Sulfato de cálcio desidratado	Hidratação do sulfato de cálcio do tijolo	solúvel
Sulfato de magnésio	Tijolo, água de amassamento	Parcialmente solúvel
Sulfato de potássio	Tijolo, água de amassamento	Muito solúvel
Sulfato de sódio	Reação tijolo-cimento, agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de cálcio	Água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de magnésio	Água de amassamento	Muito solúvel
Nitrato de potássio	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel
Nitrato de sódio	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel
Nitrato de amônia	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel
Cloreto de alumínio	Limpeza com ácido muriático	Muito solúvel
Cloreto de ferro	Limpeza com ácido muriático	Solúvel

Fonte: Bauer (2009)

Segundo Bauer (2009) a eflorescência é ocasionada também devido a limpeza de revestimentos cerâmicos com ácidos, depois de colocar revestimentos em fachadas. Geralmente é feita a limpeza do excesso de argamassa com solução ácida. O método de lavar deve ser uniforme para toda a superfície. Tal método a princípio adota fazer a saturação do revestimento com bastante água, para evitar entrada profunda dos ácidos, em seguida se faz a limpeza com solução de ácido muriático em até 10% e por fim lavar com bastante água novamente. Caso necessário, faz a escovação da superfície, para eliminar os compostos produzidos pela reação química da argamassa e a solução ácida. No entanto, caso não seja realizada a saturação antes da aplicação da solução, poderá ocasionar a penetração da solução ácida, originando a eflorescência no revestimento, visto que o ácido muriático com o cimento originará cloretos solúveis em água.

Se as eflorescências ocorrerem em alvenarias externas terminadas em pouco tempo, o melhor a se fazer é esperar sumir por si mesma. Pois as reações não estão terminadas e porque tende a sumir em um intervalo longo de chuva. Outra forma rápida para eliminação é fazer a extração com escovas de fios de aço a seco, e depois lavar com bastante água (BAUER,2009).

3.3.2 Corrosão da Armadura

Helene (1998) conceitua corrosão como um processo de intercâmbio destrutivo através de reação química ou eletroquímica com o ambiente exposto. Ele afirma também que existem dois mecanismos para a corrosão, a oxidação, que se dá pela agressão de uma reação gás-metal onde ocorre a formação de uma membrana de óxido, esse processo é bastante vagaroso em temperaturas ambientes. E existe também a corrosão de fato, quando em contato com a água e umidade ocorre agressão eletroquímica formando também uma membrana acima do aço, só que de eletrólito, é nessa corrosão que aparece a ferrugem (Figura 04).



Figura 4: Corrosão em pilar

Fonte: Speranza, Engenharia e consultoria(2018); IBDA (2018)

De acordo com Mehta e Monteiro (1994) quando a armadura está sem contato com o ar, ou seja, protegida por uma camada densa de concreto com baixa permeabilidade, a corrosão da armadura e outros problemas não apareceriam. Na prática isso não acontece, a estrutura de concreto armado e protendido sofre por conta da corrosão. A gravidade das anomalias é principalmente em ambiente marítimos e elementos químicos. A corrosão da armadura se evidencia em modo de expansão, fissuração e por fim acontece o lascamento do cobrimento, tal dano pode até ocasionar o colapso da estrutura.

A corrosão das armaduras no concreto armado é um fenômeno que só ocorre quando as condições de proteção proporcionadas pelo cobrimento de concreto são insuficientes (HELENE, 1998).

Para Bertolini (2010), as armaduras dos concretos são corroídas devido a carbonatação, possuindo a fase de ativação e propagação, e pela penetração de cloretos.

Helene (1998) afirma as seguintes causas para corrosão:

- Carbonatação do concreto: Ocorre quando o gás carbônico, gás sulfídrico, dióxido de enxofre e outros gases ácidos agem na estrutura provocando a diminuição da alcalinidade na face do concreto. O pH da precipitação do componente resultante da carbonatação pode chegar a 9,4, modificando quimicamente o cobrimento do concreto.
- Características do meio ambiente: Para que ocorra a corrosão das armaduras do concreto o ambiente em que ele se encontra é muito importante, ele pode estar em atmosfera viciada, que são lugares fechados e exclusivos devido a isso são específicos variando as características de cada região, em atmosfera marinha é muito mais rápida devido a salinidade, em atmosfera urbana e industrial, onde o pH da precipitação pode chegar a 3,5 devido à grande quantidade de óxidos de enxofre e fuligem ácida, em atmosfera rural por não ser uma área poluída o pH varia em torno de 7, a agressão das armaduras do concreto em áreas urbanas e industriais é o dobro das em áreas rurais.
- Agentes agressivos na atmosfera: O principal agente agressivo e maior causador da corrosão nas armaduras do concreto é o cloreto, pois quase sempre atua como catalisador nas reações eletroquímicas.
- Agentes agressivos incorporados ao concreto: Por falta de informação acontecem muitos casos da adição do cloreto (mais comum) no concreto, através de águas contaminadas, aditivos aceleradores de endurecimento, nos agregados retirados de locais próximos a áreas salinas e até mesmo na lavagem com ácido muriático.
- Qualidade do concreto de cobrimento: O transporte, lançamento, adensamento, cura, fator água cimento e homogeneidade do concreto são alguns exemplos de fatores que influenciam na qualidade do concreto, conseqüentemente se não forem executados de maneira correta podem provocar corrosão das armaduras.

De acordo com Cascudo (1997) existem vários fatores que influenciam na corrosão das armaduras do concreto, entre eles o cobrimento sobre a armadura que serve como uma película física contra agentes destrutivos, a temperatura, pois a corrosão depende muito dela, tipo de cimento e se contem adições, pois concretos com adições podem ser muito mais resistentes a corrosão, tipos de aço utilizados, pelo fato de cada aço possuir um tempo diferente para ser corroído, fissuração do concreto de cobrimento o que deixa o aço descoberto e mais suscetível a corrosão, relação água cimento, permeabilidade e absorção, pois são elas que determinam a qualidade do concreto e por fim resistividade elétrica do concreto.

Segundo Cascudo (1997) durante o processo de corrosão da armadura forma-se uma crosta ao seu redor, deixando sua seção maior e assim causando tensões internas no concreto, resultando em fissuras e posteriormente a desagregação do concreto (Figura 05).

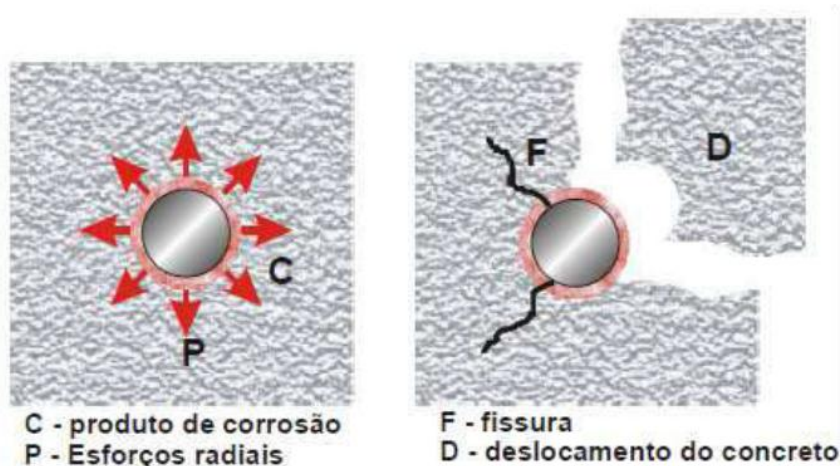


Figura 5: Esforços radicais produzidos que levam a fissuração e deslocamento do concreto devido à corrosão das armaduras
Fonte: Cascudo (1997)

3.3.3 Fissuras

De acordo com Muci *et. al* (2014) fissura pode ser definida como surgimento de patologias que acontecem nas construções e prejudica tanto os aspectos funcionais como também os estéticos (Figura 06).



Figura 6: Fissuras
Fonte: Noal (2018)

Segundo Furnas (1997), as fissuras podem acontecer antes ou depois da solidificação do concreto, ocasionadas por diversos fatores, citados a seguir:

➤ **Fissuras antes do endurecimento da massa**

Fissuras causadas por assentamento da massa

Os materiais mais finos que fazem parte da composição do concreto começam a assentar depois do lançamento do concreto, ocasionando a saída de ar e água. Esse processo acontece até o endurecimento do concreto. A armadura e os agregados maiores restringem a movimentação da massa, ocasionando a fissuração. A movimentação das fôrmas, concreto moldados em rampa e assentamento de fundação são também outras causas da fissuração, que podem ser evitados tomando certos cuidados na sua execução.

Fissuras causadas pela retração plástica

Fissuração ocasionada pela perda repentina de água na superfície do concreto, devido à baixa umidade relativa, altas temperaturas ambientes. Podem ser suprimidas com uns cuidados: conservar longe do sol as formas e base de concretagem, usar água fria ou gelada para amassamento do concreto, fazer a concretagem em horários mais frios e começar o processo de cura cedo.

Fissura em Mapa

Fissuras causadas por erros no acabamento ou cura do concreto, como uso exagerado da desempenadeira, pois faz com que a água, agregados e cimento subam até a superfície, e também hábitos de usar broxas para lançar água e cimento na superfície, tudo isso acabam ocasionando o surgimento de fissuras.

➤ **Fissuras depois do endurecimento da massa**

Fissuras de retração por secagem ou retração hidráulica

Acontece devido à evaporação da água de amassamento, só que mais demorada do que a que acontece na retração plástica. As argamassas e pasta proporcionam maior retração que o concreto, logo, quanto maior a quantidade de argamassas e pastas, maior será a retração do concreto.

Para reduzir ou até excluir as fissuras, podem-se utilizar alguns artifícios, como por exemplo, um concreto com resistência a retração maior, dosagem adequada, armadura especial, usar o mínimo possível de água, cura do concreto e espaçamento de juntas.

Fissuras de reação Álcali-Agregado

A presença dos álcalis no cimento pode ser originada de alguns tipos de agregado que contém minerais reativos, que estabelecem reações expansivas, podendo levar a destruição da estrutura. Sua recuperação pode se tornar muito difícil, elevados custos ou até mesmo impossível, devido o tempo que essas reações levam para aparecer. Os minerais que contém álcalis são: calcedônia, tridimita, zeólita, criptocristalina de riótilos, opala, andesitos, alguns tufos como também areias, granitos, folhelos, entre outras.

Fissuras por ação mecânica

Fissura decorrente a erros de cargas não calculados no projeto estrutural.

Fissuras por corrosão da armadura

Fissuras ocasionadas devido à presença do concreto em meios agressivos. Muitas são as maneiras de corroer a armadura, sendo as mais frequentes a oxidação por cloreto de cálcio, baixo pH e passagem de corrente contínua. É necessário também tomar certa cautela na adição de aditivos, pois alguns desses podem possuir cloreto de cálcio.

Fissuras de origem térmica

Depois de misturar os itens do concreto reações acontecem, como a exotérmica, ou seja, liberação de calor. Esse processo ocasiona ao aumento da temperatura do concreto, mas isso vai depender do tipo e finura do cimento, do volume, do agregado, da velocidade de reação, entre outros fatores. O calor liberado pelo concreto durante a reação de hidratação faz com o concreto se amplie. No início do concreto ele não terá problema em se expandir, pois estará no estado plástico, no entanto, ao passar dos dias, o concreto muda para o estado viscoelástico, reduzindo sua expansibilidade, esse processo acontece até o concreto atingir sua temperatura máxima. Ao atingir a temperatura máxima, o concreto começa a se retrair diminuindo a pressão de compressão e surgindo pressão de tração, sendo que o concreto resiste bem à compressão e não a tração, gerando assim fissuras.

3.3.4 Desagregação

Para Santos (2007) a desagregação do concreto é um afastamento de placas ou fatias do concreto, ocasionando a perda de ligação entre os agregados e o cimento, causado por vários motivos, que são: Fissuração, movimentação das formas, corrosão do concreto, ataque biológico e calcinação, que equivale na perda de cor e resistência do concreto, acontece quando aquecido inicia desintegração em temperatura aproximadamente 600°C (Figura 07).



Figura 7: Desagregação de concreto em pilar
Fonte: AsaServ (2014)

De acordo com Bauer (2009) a desagregação da superfície do concreto pode acontecer devido a alguns fatores citados a seguir, como:

- **Material empregado:** São realizados ensaios para constatar a qualidade do material, caso o resultado seja adequado, então a causa será por outros motivos, como abrasão, alteração atmosférica e efeito químico.
- **Abrasão:** se a atuação do agente desgastador não foi criada pela passagem de objetos que degrada a superfície do concreto, então o agregado apresenta face com estrias ou polidas.
- **Ataque químico:** a fim de comprovar a ocorrência desse fenômeno é preciso coletar amostras em lugares deteriorados e ilesos, para realizar análises físicas e químicas.

3.3.5 Desgaste

De acordo com Santos, (2014) desgaste pode ser definido como uma lesão contínua de massa superficial do concreto, demonstrado na figura 08.



Figura 8: Desgaste do concreto
Fonte: Junior (2013)

Segundo Trindade (2015), o desgaste da superfície do concreto acontece principalmente devido a abrasão, erosão e cavitação. A erosão ocorre devido à movimentação de água, ar e fluídos, que atuam desgastando a superfície do concreto. A abrasão consiste no desprendimento superficial, por causa do atrito, arraste e fricção, pelo tráfego de veículos, pessoas, como também partículas transportadas pelo vento. Já a cavitação equivale na formação de bolhas de vapor, devido a velocidade da água. As bolhas adentram em locais que apresentam pressão, se colapsam, consentindo uma aparência corroída na estrutura. Na figura 09 é mostrado o progresso da erosão na superfície de concreto.

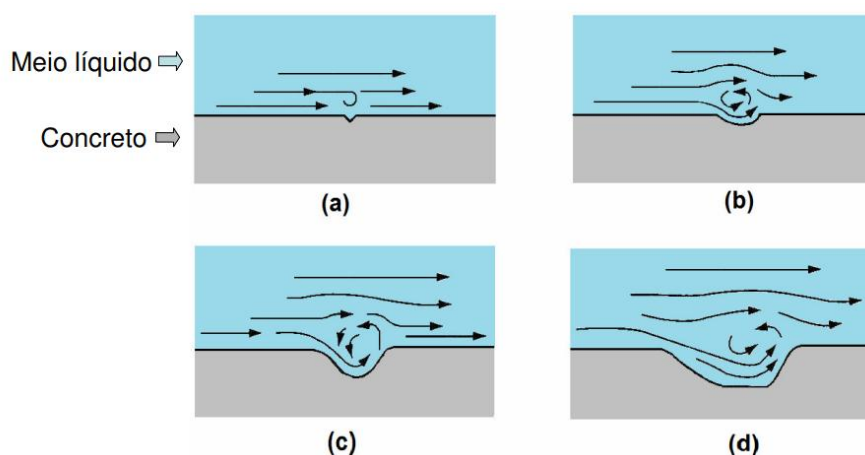


Figura 9: Evolução do desgaste superficial por erosão: movimento relativo do líquido e/ou atrito de partículas suspensas contra a superfície do concreto
Fonte: Junior (2013)

A figura 10 mostra o processo de cavitação em uma superfície de concreto.

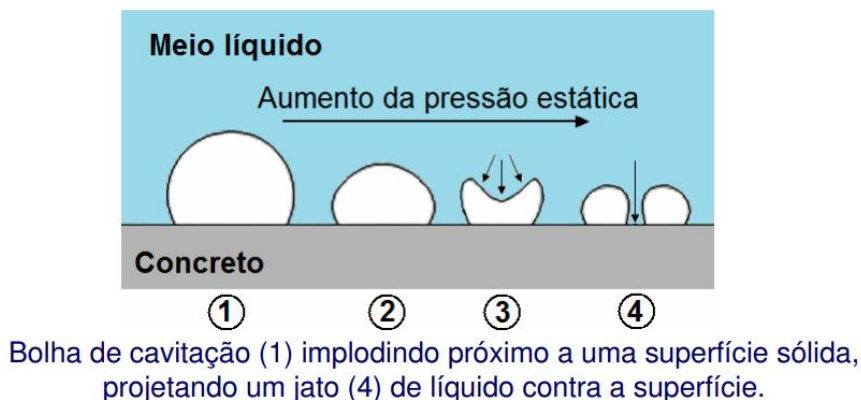


Figura 10: Processo de Cavitação
Fonte: Junior (2013)

3.3.6 Destacamento

Pintura

De acordo com Giordani (2016) a pintura pode ser definida como conjunto de camadas que se combinam entre si, mas com serventias diferentes, uma complementando a outra.

Tem objetivo de proteger e embelezar a superfície na qual é aplicada, como também evitar a degradação antecipada da superfície. A eficiência da pintura depende de três condições: tipo do substrato, qualidade da tinta e da mão de obra (GIORDANI, 2016).

O descascamento da pintura é ocasionado devido à ausência de ligação entre o produto aplicado, por possível presença de pó, falta de dissolução da tinta e uso de fundo preparador de qualidade inferior (ALVES, 2010). A figura 11 mostra o descascamento de pintura.



Figura 11: Descascamento de pintura
Fonte: Mãos à Obra (2013)

Cerâmico

Segundo a Comunidade da Construção (2004) os destacamentos podem ser definidos pela falta de ligação entre a argamassa e a placa cerâmica, devido às tensões serem maiores que a competência de aderência entre eles. Um dos primeiros indícios desta anomalia na estrutura é o surgimento de um som oco nas placas quando dá uma leve batida, ou também quando ocorre aumento entre o rejunte e placa cerâmica. Os motivos para esta patologia são:

- Uso de argamassa com pacote aberto a muito tempo;
- Superfície contaminada;
- Falta de detalhamento construtivo;
- Descuido da mão de obra durante execução.

O destacamento cerâmica está na demonstrado na figura 12.



Figura 12: Destacamento cerâmico
Fonte: Habitíssimo(2009)

Ainda de acordo com a Comunidade da Construção (2004) as fissuras também podem ser a responsável pelo destacamento cerâmico devido às forças exercidas, que provocam o desmembramento das placas. A recuperação para esse tipo de anomalia é bastante difícil e cara, sendo que para recuperação é necessário na maioria das vezes retirar todo revestimento e aplicar na área afetada toda.

3.4 Métodos de Prevenção

De acordo com Souza (2009), alguns materiais utilizados com a finalidade de preservar as armaduras são: as tintas orgânicas (epóxi, acrílica, poliuretana, vinílica, tintas asfálticas e betume), concreto de elevada densidade, argamassa polimérica de cimento Portland, aditivos e até mesmo materiais cerâmicos.

Segundo Monteiro (2008), os revestimentos têm como finalidade: proteger a estrutura contra intempéries, umidade, ser isolante térmico e acústico. Mas eles podem deixar de exercer essa função por vários fatores como: má qualidade dos materiais utilizados (agregados, tintas, aglomerantes e etc), falha no traço da argamassa e até a má execução dos serviços, por isso é de suma importância ter profissionais capacitados.

De acordo com Alisson (2011), há várias maneiras eficientes de se prevenir ou retardar a degradação, dentre elas estão à utilização de materiais adequados, e que para a determinação dos mesmos é necessário uma análise do solo e do tipo de obra a ser realizada.

De acordo com Bertolini (2010), a prevenção da degradação começa no projeto, continua durante a construção e pode prosseguir durante sua vida útil com intervenções programadas de inspeção e manutenção.

Segundo Helene (1992), o concreto pode ser considerado um material praticamente eterno (desde que receba manutenção regularmente), na falta da mesma, algumas construções apresentam patologias com grande intensidade, acarretando a elevados custos para correção. Quanto antes forem executadas as correções, mais baratas, duráveis e fáceis de executar serão. A “Lei de Sitter” nos mostra isso através de uma progressão geométrica de razão cinco. Onde as etapas construtivas são divididas em quatro períodos correspondentes: projeto; execução; manutenção preventiva, efetuada antes dos primeiros três anos e manutenção

corretiva, efetuada após o surgimento dos problemas, a cada uma corresponderá um custo que segue uma progressão geométrica de razão cinco, conforme indicado na figura 13.

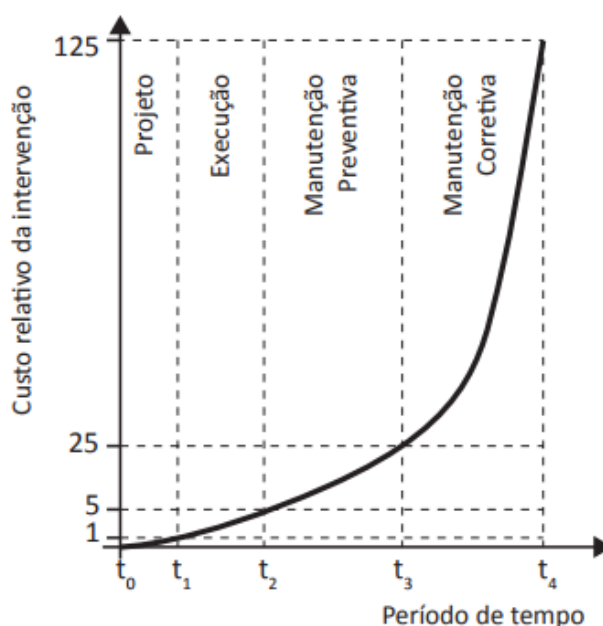


Figura 13: Lei de evolução de custos
Fonte: Helene(1993)

De acordo com Helene (1992), a figura 13 nos mostra que toda decisão tomada na fase de projeto que tem por objetivo aumentar a proteção e a durabilidade da construção, implica num custo associado ao número 1. Já medidas tomadas na fase de execução, implicam em um custo 5 (cinco) vezes maior que uma prevenção na parte de projeto. Na fase de manutenção preventiva, toda medida tomada com antecedência, durante o período de uso e manutenção, pode ser associada a um custo 5 (cinco) vezes menor que o necessário para reparar um problema causado pela não intervenção preventiva da manifestação de patologias. Que se comparado a uma decisão tomada a nível de projeto, tem um custo de 25 (vinte e cinco) vezes maior. Na fase de manutenção corretiva, pode chegar a um custo de 125 (cento e vinte e cinco) vezes maior que uma medida tomada lá na fase de projeto.

Segundo Oliveira (2013), o planejamento define o tipo de manutenção, sendo o custo da manutenção preventiva um fator importante para que aja a execução da mesma. Devido à sua importância, um grande avanço para melhoria de qualidade da construção pode ser alcançado partindo-se de uma melhor qualidade dos projetistas. É na fase de projeto que são tomadas decisões relevantes aos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos. Na especificação dos materiais e

componentes, o projetista deve conhecer suas durabilidades, pois a escolha dos materiais a serem utilizados é de grande importância para que se tenha uma construção durável e com baixo custo de manutenção.

3.5 Métodos de Recuperação

De acordo com Bertolini (2010), o projeto de uma intervenção de reabilitação é mais complexo do que o projeto de uma nova obra, pois será necessário realizar reparos sobre uma estrutura já existente, na maioria das vezes, pouco conhecida. Portanto é preciso fazer inspeções preliminares para se conhecer mais sobre a estrutura e ter assim um diagnóstico preciso. Pois com esse resultado será definido qual o melhor método de prevenção será adotado.

Para corrigir uma patologia é preciso diagnosticar as causas que fizeram com que ela ocorresse. Alguns diagnósticos podem levar um tempo para serem analisados, pois será preciso fazer testes em laboratórios e em campo para descobrir a verdadeira causa do problema encontrado.

3.5.1 Reparo em Eflorescência

Bauer (2009) cita que se as eflorescências ocorrerem em alvenarias externas terminadas em pouco tempo, o melhor a se fazer é esperar ela sumir. Pois as reações ainda não terminaram e porque tende a sumir em um intervalo longo de chuva. Outra forma rápida para eliminação é fazer a extração com escovas de fios de aço a seco, e depois lavar com bastante água.

3.5.2 Reparos em armaduras de concreto corroídas

Segundo Cascudo (1997), alguns métodos para correção de corrosão em armaduras são: reparos localizados, reparos generalizados, remoção eletroquímica dos cloretos, controle no processo catódico, eliminação do eletrólito e proteção catódica.

Reparos Localizados

Consistem na exposição das armaduras corroídas, limpeza rigorosa (a limpeza das armaduras é considerada uma das partes mais importantes, pois o objetivo dela é deixar a armadura livre de impurezas que venham a prejudicar a durabilidade do reparo), logo em seguida é feita a pintura das armaduras com tinta à base de resina epóxi e por fim é realizado o recobrimento.

Reparos generalizados

Tecnicamente são usados os mesmo materiais e procedimentos do reparo anterior. Reparos generalizados podem ser usados como medida preventiva (realizando-o antes mesmo que apresente sintomas visíveis de corrosão), isso acontece quando se deseja retirar concretos contaminados por cloretos ou carbonatados.

Remoção Eletroquímica dos Cloretos

É uma corrosão ocasionada pela ação deletéria dos cloretos, esta técnica significa fazer a retirar os íons cloro do concreto através de um procedimento eletroquímico, utilizando um ânodo de metal nobre, resinas de troca iônica e uma fonte de corrente continua.

Controle no Processo Catódico

Baseia-se na redução da velocidade de corrosão através da limitação de entrada de oxigênio às armaduras. Visto que o oxigênio é um dos elementos principais para o processo corrosivo. Onde é feito lançamento de soluções de isolamento, como por exemplo: pintura seladora e produtos poliméricos entre outros.

Eliminação do Eletrólito

Consiste na redução desprezível do teor de água nos poros do concreto, para evitar que o processo corrosivo proceda. Como a secagem do concreto na pratica é muito difícil, ele ocorre de fora pra dentro, sendo que em regiões periféricas ou superficiais as peças estruturais perdem a umidade restando apenas os eletrólitos no

centro do concreto que são suficientes para a corrosão. Sendo assim esse método abarca a utilização de lâmpadas e ventilação artificial para que o concreto possa secar corretamente. É aconselhável que seja utilizado em conjunto com outros métodos por ele apresentar certas limitações.

Proteção Catódica

Este método tem como finalidade a redução dos potenciais das armaduras para valores altamente negativos, os quais se inserem, pelos diagramas de Pourbaix, na região de imunidade à corrosão. Existem dois métodos de proteção catódica: o método galvânico (com anodos de sacrifício) e o método de corrente impressa indicado para estruturas de concreto. Sendo o processo catódico o único capaz de solucionar o problema da corrosão de armaduras em um local altamente contaminado por cloretos. No entanto esse método apresenta serias limitações quando a estrutura já está pronta, ou seja, quando não foi realizado no planejamento e projeto de processo construtivo. Para esses casos a implantação do sistema catódico exige a recuperação de todas as peças que estejam corroídas, em seguida realiza-se um mapeamento de potenciais de corrosão para saber a magnitude da corrente a ser impressa, se houver revestimentos sobre o concreto necessita-se que sejam retirados e só então aplicar a proteção catódica (Figura 14).

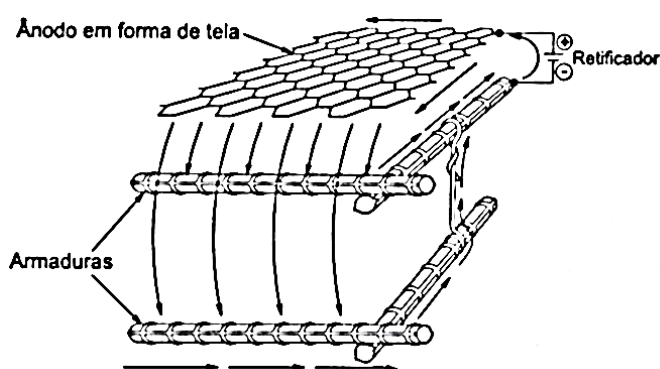


Figura 14: Sistema de proteção catódica por corrente impressa, com anodos em forma tela.
Fonte: Cascudo (1997)

Segundo Medeiros (2008), o reparo localizado pode ser realizado em sete etapas (Figura 15), sendo elas:

- Delimitação da área de reparo com corte de serra circular
- Remoção do concreto solto e deteriorado

- Limpeza do produto de corrosão formado, que pode ser feita manual, com jato de areia ou com jato de água.
- Pintura na superfície do metal para maior proteção
- Aplicação de uma ponte de aderência
- Preenchimento com argamassa de reparo e acabamento da superfície
- Cura da argamassa de reparo, geralmente feita com água da rede de abastecimento de água potável.

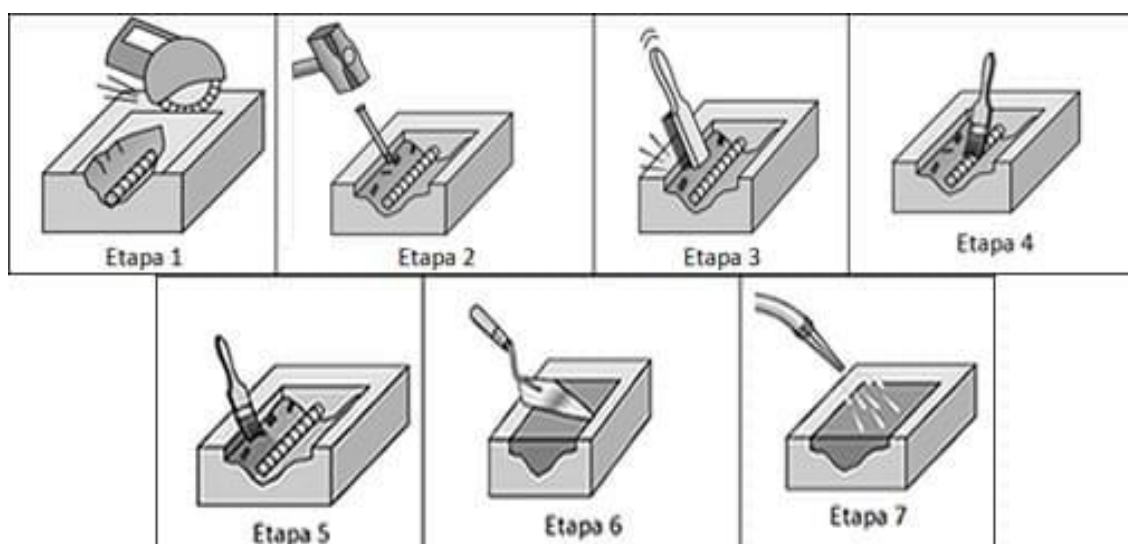


Figura 15: Etapas para recuperação de armaduras corroídas
Fonte: Medeiros (2008)

3.5.3 Sistema de recuperação de fissuras

Souza (2009) fala que antes de mais nada, é preciso um estudo prévio para a identificação do tipo de fissura e qual o melhor método para o tratamento da mesma. É preciso detectar a atividade da fissura, se há necessidade de reforço estrutural ou não. Alguns métodos utilizados para recuperação de fissuras são: injeção de fissuras, selagem de fissuras e costura das fissuras (grampeamento).

Injeção de Fissuras

Entende-se por injeção a técnica de enchimento de espaços formados por fendas. No caso de fendas passivas são usados materiais rígidos, como epóxi ou graute. Já para fendas ativas (casos mais raros), são injetadas resinas acrílicas ou

poliuretânicas. O sucesso desta técnica depende das matérias utilizados e da mão de obra qualificada (Figura 16).



Figura 16: Injeção de fissuras
Fonte: Figuerola (2014)

Selagem de Fissuras

É uma técnica utilizada na vedação dos bordos das fissuras ativas, visto que as fissuras ativas consistem naquelas em que suas dimensões variam durante o passar do tempo ou até mesmo diante de variações da temperatura, então é preciso um material que seja aderente e tenha resistência mecânica e química, não retrátil e tenha módulo de elasticidade suficiente para se adaptar a deformação da fenda (Figura 17).

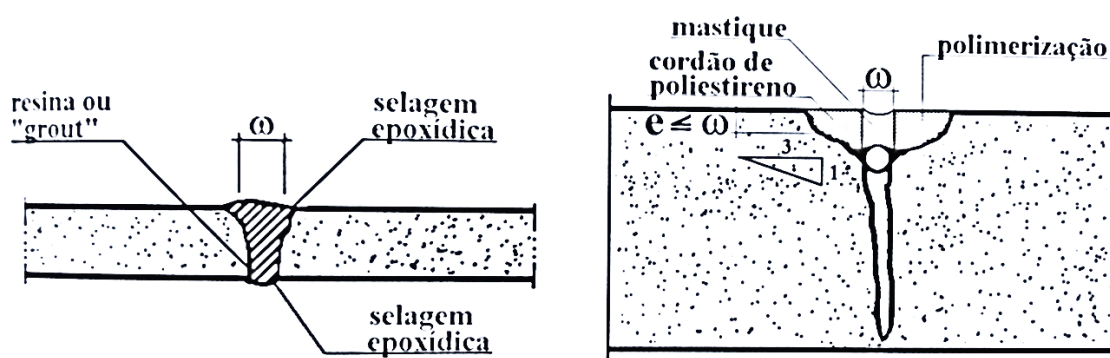


Figura 17: Selagem de fendas com aberturas entre 10 e 30mm e com abertura maior que 30mm
Fonte: Souza (2009)

Costura de Fissuras (Grampeamento)

É uma técnica onde são usadas armaduras de aço chamadas de grampos, que tem a função de resistir a tração extra que provocou a fissura. A costura de fissuras é de discutível aplicação, pois quando a fissura não ocorre em linha isolada, ocorre um aumento da rigidez naquela região e pode vir a causar uma nova fissura em um lugar próximo, visto que o esforço da mesma tenha uma continuidade (Figura 18).

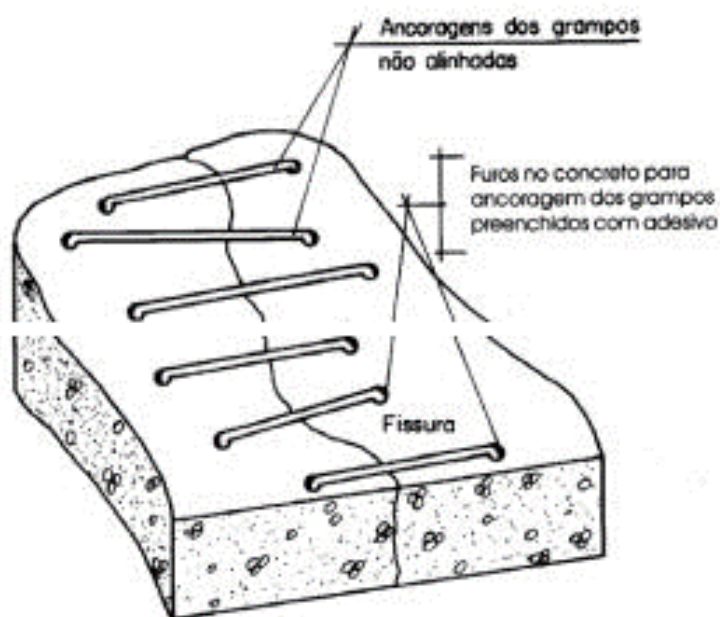


Figura 18: Grampeamento de fissura
Fonte: Souza(2009)

3.5.4 Tratamento de desagregação de concreto

Segundo Fonseca (2013), para um tratamento de desagregação inicialmente é preciso fazer uma vistoria precisa ao local atrás de sinais de deterioração da área. Caso não tenha, faz apenas uma limpeza do local, retirando o concreto solto; pode fazer também uma limpeza da armadura com um jato de sílica, que é usual para a limpeza da ferrugem ou tratamento utilizando inibidor de ferrugem e fazer o preenchimento com argamassa. Se houver sinais de deterioração será necessário fazer um apicoamento da superfície, tratamento das armaduras ou substituição das mesmas se inevitável, aplicar inibidores contra a corrosão e fazer o preenchimento com argamassa.

3.5.5 Correções para destacamento de pintura e cerâmica

Segundo Paz *et al* (2016), é preciso fazer a retirada de todo o revestimento cerâmico até chegar ao emboço, depois se faz necessário impermeabilizar toda a área com um material impermeabilizante para fechar os poros evitando assim a circulação da água, por último é reaplicado o revestimento. Como materiais impermeabilizantes geralmente são utilizados: resinas de silicone, resinas siloxanos e pinturas acrílicas.

De acordo com o site da Ibraclube (2016), o reparo de pinturas ocorre da seguinte maneira, primeiro elimina-se toda a parte contaminada que já está solta, em seguida lixa toda a área e remove o pó com um pano umedecido, depois é aplicado um fundo preparador que serve para evitar manchas e só então aplica a pintura novamente. Para casos onde a pintura está muito comprometida é indicado passar massa corrida se for interior ou massa acrílica se for exterior/interior.

3.5.6 Restauração de desgaste

Perez (1988) citado por Borges (2008), aborda que os técnicos começaram a perceber que os beirais de telhados têm importante função, pois, protegem os edifícios de efeitos de desgastes ao evitar concentrações de água que constituem áreas potenciais para penetração.

De acordo com a Téchne (2010), para o reparo de desgaste é preciso realizar uma limpeza do local retirando todo o material deteriorado com auxílio de escovas abrasivas e depois fazer a aplicação de um ideal endurecedor químico após

um intervalo deve ser reaplicado novamente o endurecedor para garantir o fechamento dos poros superficiais. Para casos de abrasão intensa é feita a aplicação de revestimentos argamassados (epoxídicos ou uretânicos), sendo uma ótima alternativa desde que o concreto permita uma ancoragem adequada dos materiais.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização do Local da Pesquisa

O estudo de caso foi realizado na empresa Mosaic Fertilizantes, mais conhecida como “Antiga Vale do Rio Doce”, que está localizada no município de Rosário do Catete, entre as margens da rodovia SE-230 e BR - 101. O município de Rosário do Catete localiza-se na região central de Sergipe, com uma distância de aproximadamente 37 km da capital Aracaju, possui cerca de 8 mil habitantes e suas principais atividades econômicas desenvolvidas na região são: atividades agrícolas como a plantação de milho e feijão, e também atividade mineradora, o município possui a maior reserva de potássio da América do Sul. A Figura 19 mostra vista aérea da Mosaic Fertilizantes.



Figura 19: Vista Aérea da Mosaic Fertilizantes (Antiga Vale)
Fonte: Google Maps (2018)

A Mosaic Fertilizantes é uma grande produtora de potássio e fosfato, agindo também na importação, comercialização e distribuição de fertilizantes para alimentação de animais, atividades agrícolas e produtos industriais. Sua sede nacional localiza-se em São Paulo, mas possui unidades próprias e contratadas em vários estados do Brasil e Paraguai. A empresa dispõe de aproximadamente 8 mil funcionários e atende mais de 5.500 clientes. (MOSAIC FERTILIZANTES, 2018). A Figura 20, mostra mapa de localização das unidades da Mosaic.



Figura 20: Unidades da Mosaic Fertilizantes no Brasil e Paraguai
Fonte: Mosaic fertilizantes (2018)

4.2 Diagnóstico da Patologia

Para diagnosticar as patologias presentes nas estruturas de concreto armado, foram realizadas visitas *in loco* acompanhadas de registros fotográficos. As degradações das edificações eram bastante perceptíveis, sendo as patologias constatadas: corrosão da armadura, desagregação do concreto, fissuras, desgastes e destacamento na cerâmica e pintura, sendo que a corrosão era o que mais encontrava-se nas construções. Todas essas patologias citadas anteriormente são provenientes do alto teor de salinidade presente no ar e no solo, originado devido a salinidade do potássio extraído. Foi realizado o ensaio de condutividade elétrica para constatar o teor de salinidade presente no solo na área da Mosaic.

4.3 Procedimentos de Investigação das Patologias

Para avaliar uma estrutura de concreto armado deve-se levar em consideração alguns aspectos como, resistência, estabilidade e durabilidade da estrutura. Estes aspectos de durabilidade abrangem as averiguações da armadura,

da presença de agentes agressivos (cloretos e sulfatos) e a carbonatação do concreto. Em relação a resistência e estabilidades técnicas são empregadas, como por exemplo, ultrassom, esclerometria e extração de testemunho (CASCUDO, 1997).

A inspeção é essencial para averiguar a conservação da estrutura, ter noção da vida útil e possíveis projetos de restauração. Para diagnosticar corretamente as patologias presentes na estrutura foram empregadas alguns métodos de avaliação, de acordo com Bertolini (2010), que serão citados a seguir.

4.3.1 Coleta de dados

Ainda segundo Bertolini (2010), a coleta de dados parte da história da edificação, dos materiais utilizados, das informações sobre a construção, dos métodos construtivos, dos primeiros sinais de patologias, manutenção anteriores, entre outras. A partir destas informações é possível ter uma noção dos aspectos da construção analisada e ações as quais foram expostas.

De acordo com todos esses aspectos da coleta de dados e em relação ao meio em que está exposta a construção, pode-se identificar a natureza da patologia.

4.3.2 Análise visual

Segundo Cascudo (1997), a análise visual se dá pela utilização de vários aparelhos para o auxílio do diagnóstico da patologia como lupas, binóculos, câmeras, fissurômetros, entre outros. Essa análise tem a função de registrar os tipos de doenças das estruturas, seus sintomas e conhecer os problemas existentes.

No presente estudo de caso as manifestações patológicas foram diagnosticadas a partir de lavamentos fotográficos, aspecto visual de cada estrutura isoladamente e informações da construção, fornecidas pelo técnico que nos acompanhou nas visitas. Dando a possibilidade de além de conhecer os problemas, conhecer as causas, propor também a solução ou reparo necessário para cada caso.

4.3.3 Coleta de amostra

Uma das análises recomendadas para comprovação da patologia das construções, causadas por salinidade é a determinação da salinidade do solo da

região. De acordo com o ITPS – Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (2012) a coleta de solo deve seguir as seguintes instruções (Figura 21):







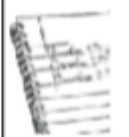
 INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO ESTADO DE SERGIPE LABORATÓRIO DE SOLOS E QUÍMICA AGRÍCOLA	
INSTRUÇÕES DE COLETA DE AMOSTRAS DE SOLOS PARA ENSAIOS AGRÍCOLAS	
1 Dividir a área a ser amostrada em glebas uniformes quanto a localização (baixada, encosta, alto), vegetação, manejo, cor e textura do solo. É preciso tirar uma amostra para cada tipo de solo. Cada amostra composta formada por 20 amostras simples deve ser representativa de uma área aproximada de 10 ha. Em grandes áreas é difícil respeitar esses limites.	
2  Definidos os pontos de amostragem, limpe o local escolhido, retirando capim, pedra de sujeiras. Depois cave um buraco de um palmo de profundidade.	3  Corte uma fatia de terra de cima a baixo, numa das paredes da cova, com 2 a 3 dedos de espessura.
4  Repetir esta operação em 20 lugares diferentes, na mesma área escolhida, caminhando sempre em zigue-zague.	5  Coloque todas as amostras dentro de um balde limpo. Misture bem a terra no balde e encha um saco plástico (\pm 1 Kg).
6  Amarre bem a boca do saco. Escreva todas as informações solicitadas. Ver os Dados Necessários no formulário abaixo.	7  Para seu controle anote em um caderno o número de cada amostra e o local de onde foi retirada, para consultar quando for adubar e corrigir o solo.

Figura 21: Instruções para coleta de solo
Fonte: ITPS (2012)

Dessa forma, para a amostragem do solo foram seguidas todas as exigências determinadas pelo ITPS (2012). Sendo que inicialmente foram definidos 20 lugares diferentes para coleta. Após isso, foi feita a limpeza de cada área e escavação de aproximadamente 20 centímetros. Para coletar a amostra foi retirado um pedaço de solo em umas das paredes do buraco de aproximadamente 4 centímetros de espessura. Esse processo foi feito nos 20 locais já definidos. Em seguida, os solos de todas as escavações (\pm 1,5 kg) foram colocados em um balde limpo, misturados e acondicionadas em um saco plástico. E pôr fim a amostra foi levada ao ITPS para realização do ensaio.

4.3.4 Ensaio

De acordo com ITPS (2012), os equipamentos e metodologias utilizadas estão descritas abaixo:

4.3.4.1 Preparação da pasta saturada

Equipamentos e Materiais

- 200 a 300 gramas de solo;
- Água destilada;
- Recipiente plástico;
- Recipiente com tampa;
- Funil de Buckner;
- Balança;
- Papel filtro;
- Kitassato;
- Bomba de Vácuo.

Metodologia

O ensaio se inicia com a pesagem de 200 a 300 gramas da amostra, logo em seguida esse material foi colocado em um recipiente plástico. Para o processo de saturação do solo adicionou-se de maneira cuidadosa água destilada, anotou-se a quantidade de água destilada utilizada para fazer o cálculo da porcentagem da saturação. Em seguida, a massa de solo foi colocada em um kitassato, através de um funil de Buchner com papel filtro e aplicou-se sucção por meio de uma bomba de vácuo. Por fim, a amostra saturada foi depositada em um recipiente com tampa e foi anotado o número da amostra.

4.3.4.2 Condutividade elétrica do solo

Equipamentos e Materiais

- 10 ml de amostra saturada;
- Becker;
- Condutivímetro.

Metodologia

Inicialmente foi coletado uma parte do extrato de saturação, aproximadamente 10 ml, e colocado em um pequeno Becker, após isso foi feita a verificação da temperatura da amostra e leitura através do condutivímetro.

4.5 Determinação do Teor de Salinidade

Segundo Araújo e Panossian (2010), a análise visual apesar de ser bastante eficiente para a constatação da patologia presente na estrutura, se restringe apenas a um diagnóstico da superfície do problema. Sendo assim, é aconselhável a execução de ensaios para avaliação do interior da estrutura.

Dessa forma foi realizado o ensaio de condutividade elétrica do solo, para a comprovação da presença e para saber a concentração de sal no solo da Mosaic Fertilizantes, com o objetivo de ter a possível comprovação de que as patologias geradas no local são realmente provocadas pela salinidade.

De acordo com Freire (2000), os solos salinos podem conter cloretos, sulfatos de sódio, cálcio, magnésio, potássio, nitratos, carbonatos e bicarbonatos. Para a realização de ensaios que comprovem a presença dos sais são utilizados procedimentos empíricos da pasta saturada e distintas relações de solo-água.

O ensaio partiu do princípio de saturação do solo para a verificação da presença de sal.

4.6 Resultados e Discussões

A partir do ensaio de condutividade elétrica do solo realizado pelo Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe, foi possível obter o resultado demonstrado na figura 22.

Amostra	SOLO DA VALE - ROSARIO DO CATETE/SE			Código	3970/18-01	Coleta em	15/10/18
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método		Data do Ensaio	
Conductividade Elétrica (Solos)	376,10	dS/m a 25°	--	--		25/10/18	

Legenda

LQ: Limite de Quantificação do Método.

Informações de Coleta

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Aracaju, 25 de outubro de 2018.



Rivaldo Cordeiro Santos
Eng. Agrônomo
CREA-SE 1.308
Química Agrícola

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em www.itps.se.gov.br na aba Serviços clicando em Resultados de Análises usando o código LSCH9 HBZ 230.

Figura 22: Resultado dos ensaios

Fonte: ITPS (2018)

De acordo com Gonçalves, Martins e Ramos (2015) os solos contaminados por sais podem ser caracterizados com base na EC (condutividade elétrica no extrato de saturação do solo). O solo é classificado como salino quando possui uma EC > 4 dSm⁻¹ a 25°C.

Segundo Richard (1954) o solo é considerado salino quando possui uma condutividade de saturação maior que 4 mmhos/cm (= ds/m) a 25° C.

Diante disso, através do resultado obtido em laboratório, foi possível concluir que o solo analisado tem um alto teor de sal, pois, possui uma EC = 376,1 ds/m 25°C.

Essa análise veio constatar o que já tinha sido visto pela inspeção visual das estruturas e o que a empresa Mosaic Fertilizantes já havia constatado, que é a alta salinidade do solo. Devido a toda problemática vista anteriormente, trazida pela alta salinidade presente não só no solo, mas no ar da região, por conta da atividade desenvolvida a empresa faz constantes manutenções em suas estruturas.

4.7 Patologias Detectadas no Concreto Armado

Durante as visitas à Mosaic Fertilizantes acompanhadas por um profissional capacitado e com os embasamentos teóricos adquiridos foi possível detectar as manifestações patológicas presentes nas estruturas das subestações, onde as mesmas se encontravam em diferentes níveis de degradação e exposta a salinidade. É importante ressaltar que já foram executados alguns reparos nas estruturas, e que geralmente esses reparos ocorrem a cada dois anos.

Diante das circunstâncias do local visitado, as situações mais corriqueiras encontradas foram problemas devido a presença de cloreto nas estruturas, proveniente da extração de minérios para fabricação de fertilizantes. Dessa forma, foi possível constatar manifestações patológicas como corrosão da armadura, fissuras, desagregação e desgaste do concreto, destacamento de pintura e revestimento cerâmico.

De acordo com Helene (1998), o processo de corrosão ocorre devido aos seguintes fatores: Carbonatação do concreto, características do meio ambiente, agentes agressivos na atmosfera, agentes agressivos incorporados ao concreto e qualidade do concreto de cobrimento. Nas figuras 23 e 24 Durante a inspeção visual foi possível detectar vestígios de corrosão das armaduras.



Figura 23: Corrosão de armadura do pilar, subestação 01-22

Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Posteriormente foi possível perceber a execução de escariação, que consiste na retirada do concreto a ser reparado podendo ser manual onde são utilizados marretas, ponteiros e talhadeiras ou mecânica utilizando um rebarbador eletromecânico ou fresas. Com aproximadamente 12 centímetros de concreto escariado é possível ter uma percepção do estado interno do concreto, onde foi constatada a presença de corrosão na armadura e redução da sua seção o que compromete a sua função por se tratar de um processo de decomposição onde o material começa a descascar (soltar pedaços). As estruturas das figuras 23 e 24 estão localizadas na subestação destinada ao transporte e separação dos minérios.



Figura 24: Corrosão de armadura na viga, subestação 01-22
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Na figura 25 está explícito uma camada de salmoura envolvendo a estrutura de uma laje presente no subsolo da mina causando avarias na estrutura, ou seja, desgaste acelerado com surgimento de corrosão e fissuras.



Figura 25: Camada de Salmoura

Fonte: Demostenes (2018)

De acordo com Santos (2007), a desagregação do concreto é causada por vários motivos, que são: Fissuração, movimentação das formas, corrosão do concreto, ataque biológico e calcinação. Durante as vistorias realizadas observou-se o início da desagregação do cobrimento do concreto como mostrado na figura 26. Devido ao surgimento de algumas fissuras, ocorreu a penetração de cloreto ocasionando a origem da corrosão.



Figura 26: Desagregação do concreto e corrosão da armadura, subestação 02-21

Fonte: Arquivo pessoal (2018)

A figura 27 demonstra a propagação da desagregação do cobrimento da laje por meio de fissuras, onde foi possível comprovar que o concreto não estava interligado com as ferragens, através da realização de uma escariação de aproximadamente 12 centímetros, onde foi detectada o início de uma oxidação.



Figura 27: Desagregação do concreto e corrosão da armadura, subestação 01-22

Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Segundo Furnas (1997), as fissuras podem acontecer antes ou depois da solidificação do concreto, ocasionadas por diversos fatores: fissuras causadas por assentamento da massa, pela retração plástica, retração por secagem ou retração hidráulica, reação de Álcali-Agregado, por ação mecânica, por corrosão da armadura e de origem térmica. Nas figuras 28 e 29 é perceptível a formação de fissuras, que podem comprometer não só a vida útil, mas também as propriedades da estrutura e o seu aspecto estético.



Figura 28: Fissura no concreto armado, subestação 01-22

Fonte: Arquivo pessoal (2018)

As fissuras podem ser causadas pela expansão e perda da seção do aço, como também pela intensa vibração das esteiras transportadoras do minério.



Figura 29: Fissura no concreto armado, subestação 01-22
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Conforme a Comunidade de Construção (2004) o destacamento cerâmico pode acontecer devido ao uso de argamassa com o recipiente aberto a muito tempo, superfície contaminada, falta de detalhamento construtivo, descuido da mão de obra durante execução e fissuras.

O processo de fissuração representado na figura 30 desencadeou o destacamento do revestimento cerâmico, deixando assim o concreto exposto a possíveis agentes agressivos.



Figura 30: Fissura e destacamento de revestimento cerâmico, subestação 01-22
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

No entanto, o destacamento também ocorre devido ao assentamento das placas cerâmicas em superfícies contaminadas, pela perda de aderência da argamassa colante ou pela vibração das esteiras transportadoras do minério.

Sá *et al* (2015) afirma que o desgaste superficial é um fenômeno físico e acontece quando partículas contidas no ar ou a água se movimentam sobre a superfície do concreto. A ação do desgaste superficial do concreto pode ocorrer devido a cristalização de sais provenientes do ar. Demonstrados nas figuras 31 e 32.



Figura 31: Desgaste no concreto, subestação 01-22
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Santos (2014) menciona que em ambientes salinos os concretos com alta relação água/cimento estão sujeitos a retratar falhas provocadas pela cristalização interna dos sais nos poros do concreto, devido a evaporação e reidratação da água, que provoca o aumento dos poros a cada etapa de umidificação.



Figura 32: Desgaste do concreto e destacamento da pintura, subestação 01-22
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Em algumas edificações foi possível encontrar destacamento de pintura mostradas nas figuras 33 e 34.



Figura 33: Destacamento da pintura, caixa d'água
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

O destacamento de pintura ocorre devido à perda de adesividade entre a pintura e a superfície do concreto, que podem ter sido ocasionados por diversos fatores, sendo eles, umidade, materiais pulverulentos e agentes contaminantes em contato com a superfície da estrutura (ALVES, 2010).



Figura 34: Destacamento da pintura, subestação 01-22
Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Diante das manifestações patológicas encontradas nas edificações da empresa, alguns métodos de reparos poderiam ser aplicados para aumentar a durabilidade e vida útil da estrutura, como também aumentar o tempo para realização de manutenções periódicas. De acordo com Crauss (2010) existem terapias superficiais que obstruem os poros reduzindo a entrada de sais no concreto, que serão explanadas abaixo:

- Formadores de Película: Delimitam-se aos vernizes e tintas, que são compostos por resina que é o elemento fluido da tinta que endurece formando uma película; solvente que é encarregado pela viscosidade fundamental para a aplicação; e pigmento no caso das tintas para dar cobertura, brilho e cor. Eles são semelhantes quanto a composição, sendo que o verniz comparado a tinta possui uma durabilidade menor (Figura 35);

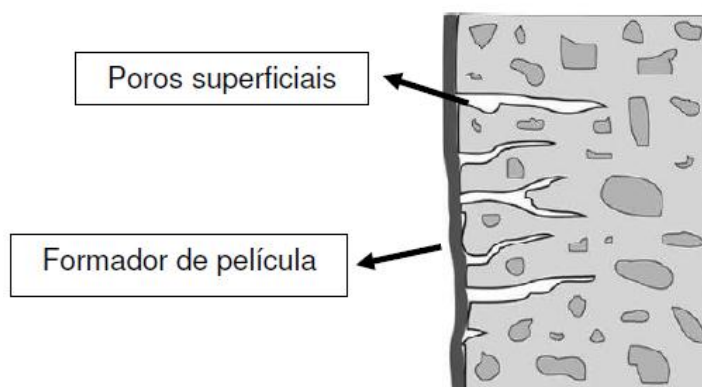


Figura 35: Esquema formador de película
Fonte: Medeiros (2008)

➤ Argamassas Poliméricas: Resultado da combinação dos cimentos e látex polímero, que equivalem em uma camada de gel de cimento e microfibras de polímeros. Essa argamassa possui característica adesiva que dispensa o uso de protetor contra corrosão sobre a superfície aplicada, devido a ligação entre alcalinidade e resistência à carbonatação (Figura 36).

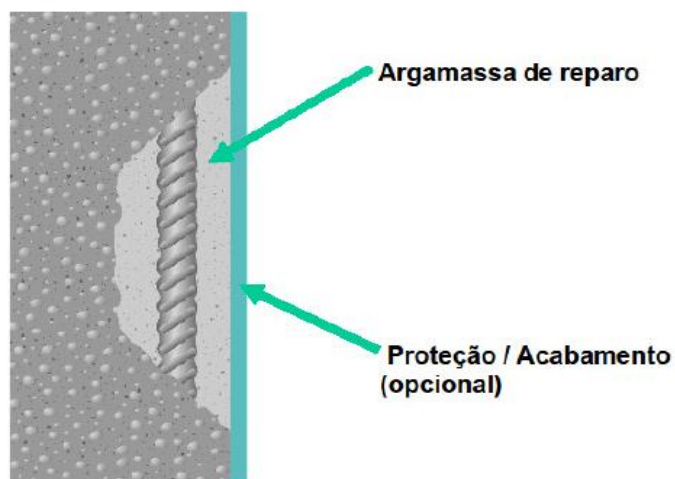


Figura 36: Esquema de reparo utilizando argamassa polimérica
Fonte: Crauss (2010)

4.8 Manutenção

Segundo Souza e Ripper (2009), a manutenção pode ser definida como um processo de recuperação da estrutura que garante uma vida útil maior da construção. Assim como um custo compensatório. A manutenção subdivide-se em: estratégica e esporádica. Segue organograma dos critérios para manutenção, na figura 37.

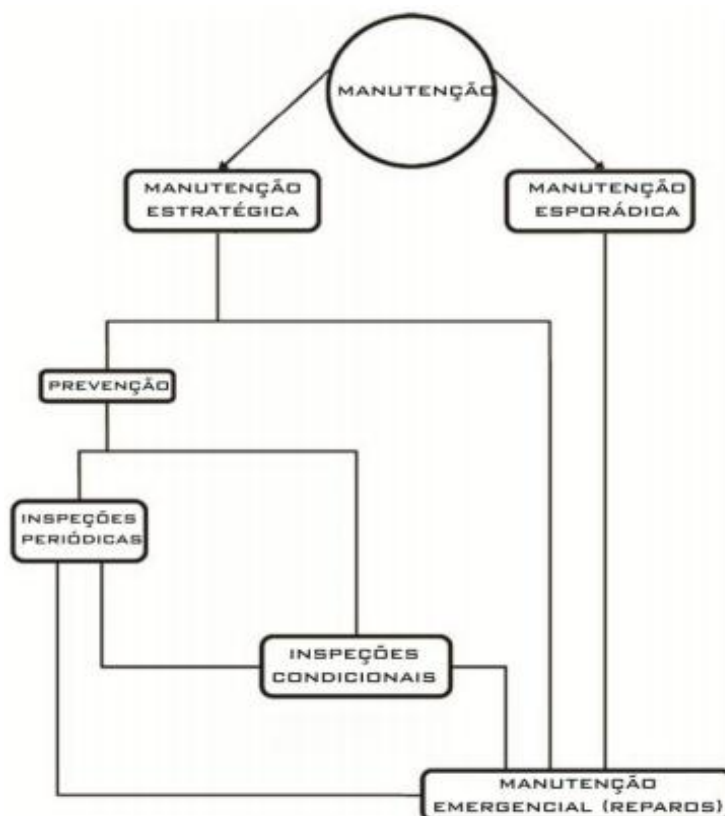


Figura 37: Critérios para manutenção das estruturas.
Fonte: Souza e Ripper (2009)

Manutenção estratégica

De acordo com a figura 38, entende-se por manutenção estratégica todo processo organizado que compreende possíveis intervenções corretivas ou emergenciais. Para esse tipo de manutenção é preciso de informações detectadas nas inspeções, prevendo assim um aumento da vida útil da construção.

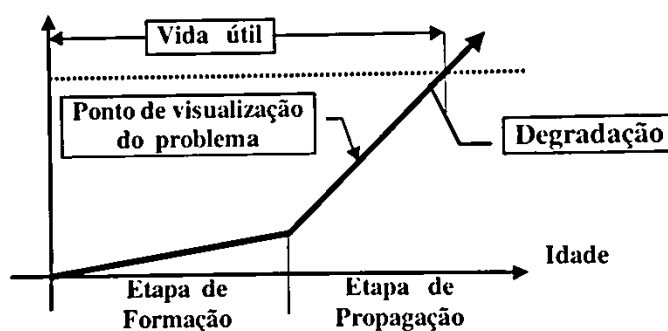


Figura 38: Consequência de uma estratégia de manutenção estrutural baseada apenas em inspeções visuais.
Fonte: Souza e Ripper (2009)

Manutenção esporádica

Esta manutenção acontece com a necessidade de um reforço ou correção que não está inserida em nenhum plano de ação, ou seja, um reparo após a falha da estrutura.

De acordo com a figura 13 anteriormente citada, uma patologia que é detectada na fase inicial (projeto, execução) e tem sua recuperação já realizada tende a ter um custo bem mais viável por ser mais fácil o acesso para a execução do processo de recuperação, também percebe-se que com inspeções programadas de acordo com a necessidade da obra o custo de um reparo que venha a ser preciso consumir é bem mais baixo que o de uma patologia já em estado grave onde não houve inspeções para detectar as patologias em seu estado inicial, então será preciso ser executado imediatamente tendo um custo mais elevado.

4.8.1 Manutenções realizadas na Mosaic

As manutenções realizadas na Mosaic Fertilizantes contam com mão de obra especializada presando sempre pela segurança, materiais de boa qualidade por questão de custo benefício e diagnósticos precisos.

O material mais utilizado para essas correções é o Graute, que consiste em uma argamassa fluida usada especialmente para enchimento dos vazios, devido a sua facilidade de manuseio, além de atingir altas resistências iniciais e finais, garantem também uma maior proteção contra corrosão, por ser um material pouco poroso (GEOFOCO, 2014).

Além do graute, outro material bastante utilizado foi a tinta Epóxi, que possui uma alta resistência e durabilidade a produtos químicos, umidade e abrasão. Pois é de fundamental importância essas características por se tratar de um ambiente bastante agressivo (TINTAS GRAFFLIT, 2014).

A seguir serão descritos os procedimentos realizados para os reparos das patologias encontradas na empresa visitada.

4.8.1.1 Corrosão e desagregação

Primeiramente foi feita a marcação do local a ser recuperado, em seguida removeu-se o concreto deteriorado, analisou-se as ferragens que tinham a necessidade de ser trocadas por apresentar um alto nível de oxidação e as que não haviam necessidade de serem substituídas foi realizada a limpeza da ferragem e posteriormente impermeabilizada com a aplicação do primer anticorrosivo à base de zinco para metais, aplicado com pincel ou pistola que funciona como um hidrofugante (material que tem a função de impedir que a água penetre nos poros no concreto) importante na proteção a armadura. Logo após realizou-se o preenchimento com graute e por fim a cura do concreto.

Os reparos para desagregação são praticamente os mesmos usados na corrosão, pois quando começa a desagregar é sinal de que o concreto perdeu a aderência com a armadura, então será preciso retirar todo o material solto. Como o local já está exposto é feita a análise das armaduras ali presentes, pois o fato do concreto já está solto, deixou a armadura exposta a agentes agressores comprometendo-a.

Durante as visitas foi possível presenciar a realização da manutenção em uma das edificações, onde a estrutura estava com alto nível de desagregação e corrosão da armadura que foi demonstrado anteriormente na figura 26. Dessa forma, a figura 39 mostra a substituição da armadura e aplicação do primer anticorrosivo.



Figura 39: Manutenção da desagregação do concreto e corrosão da armadura, subestação 02-21

Fonte: Arquivo pessoal (2018)

4.8.1.2 Destacamento cerâmico e da pintura

Para reparo de pintura, inicialmente foi removida as partes soltas, eliminando todos os contaminantes, em seguida foi feito o lixamento e remoção do pó com a ajuda de um pano umedecido, logo depois foi aplicado o fundo preparador com um intervalo de 6 horas para o acabamento final.

Para reparo do revestimento cerâmico, realizou-se a renovação do mesmo, sendo feita o apicoamento da base comprometida, em seguida a aplicação do chapisco para melhor aderência do novo revestimento a ser utilizado.

4.8.1.3 Desgaste

Inicialmente foi aplicado um endurecedor químico, que tem como função proteger e melhorar a resistência de abrasão da superfície. Logo em seguida foi feita a limpeza para retirar as impurezas existentes no local, após isso é aconselhável aplicar uma nova camada de endurecedor para ter uma maior garantia de impermeabilização.

4.8.1.4 Fissuras

Ao detectar a fissura, foi feita a escariação da mesma para a retirada de todo o material solto ao seu redor deixando toda a fissura exposta para receber o preenchimento com cola epóxi. Para casos de fissuras maiores e profundas foi realizado o deslocamento do concreto de toda a região. Analisou-se a situação em que se encontrava as armaduras e então foi feito o preenchimento com graute utilizando formas. Em seguida realizou o emassamento e por fim foi aplicado o novo revestimento.

5. CONCLUSÃO

Diante dos embasamentos teóricos e visitas *in loco* foi possível analisar e detectar patologias presentes nas estruturas de algumas construções da Mosaic Fertilizantes. A partir desses estudos identificou-se que é de grande importância a utilização de mão de obra especializada, assim como o uso de materiais de boa qualidade e uma fiscalização periódica da construção pode levar a um diagnóstico imediato das patologias. Podendo realizar manutenções preventivas com intuito de reduzir os custos destes reparos.

É importante ressaltar que as manifestações patológicas são mais evidentes nas fases de execução e utilização, porém, com um planejamento e controle eficaz da obra é possível reduzir a ocorrência dessas manifestações.

Através do ensaio de condutividade elétrica foi possível comprovar a presença de sal no solo em quantidade significativa. Dessa forma, as manifestações patológicas mais evidentes no presente estudo de caso foram a corrosão das armaduras, devido à alta salinidade presente no ambiente, assim como as fissuras que também são ocasionadas pela presença de sal e por vibrações provenientes das esteiras transportadoras de minério.

Nota-se que a durabilidade e vida útil da estrutura dependem de vários fatores, a resistência a ataques químicos, intempéries, degradação, entre outras agressões presentes no ambiente.

Dessa forma, conclui-se que o objetivo do presente trabalho foi alcançado, pois conseguiu-se realizar o levantamento de todas as manifestações patológicas da Mosaic Fertilizantes devido ao alto teor de salinidade da área, assim como também, determinar origens, causas, métodos de inspeção e manutenção das estruturas degradadas.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118:2003: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

ALVES, Giovane Pereira. **Sistemas de Pintura em Edifícios Públicos de Maringá: Patologias, Processos, Execução e Recomendações**. 2010. 60p. Monografia - Universidade Federal do Paraná, Maringá, 2010.

ANDRADE, Ramiro Lopes. **Técnicas de recuperação de concreto armado**. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAhM88AG/tecnicas-recuperacao-concreto-armado?part=4>>. Acesso em: 15 out. 2018.

ARAUJO, A.; PANOSSIAN, Z. **Durabilidade de estruturas de concreto em ambiente marinho: estudo de caso**. Fortaleza, INTERCORR, 2010. Disponível em: <http://www.ipt.br/download.phpfilename=201Durabilidade_de_estruturas_de_concreto.pdf>. Acesso em: 22 out. 2018.

ASASERV. **Causa de defeitos em estruturas de concreto armado**. Disponível em: <<http://asaserv.blogspot.com/2014/01/causas-de-defeitos-em-estruturas-de.html>>. Acesso em: 10 de Out. 2018.

BAUER, L. A. F. (Cor.). **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 2009.

BERTOLINI, Lucas. **Materiais de construção, patologia/ reabilitação/ prevenção**. São Paulo, Oficina de Textos, 2010.

BORGES, Micheline Gonçalves. **Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado**. Monografia apresentada como parte dos requisitos necessários à conclusão do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2008.

CASADO, Alberto Lordsleem Júnior. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia, São Paulo, 1997.

CASCUDO, Oswaldo Matos. **O controle da corrosão de armaduras em concreto**. São Paulo, PINI, 1997.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Revestimento Cerâmico em Fachadas Estudo das Causas das Patologias**. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/132/anexo/03pespat.pdf>> . Acesso em: 20 de Out. 2018.

COSTA, Renato Alisson. **Degradação em Alvenarias Provocada por Sais nas Edificações de Angicos (RN)**. 2011. 47p. Monografia-Universidade Federal Rural do Semi-Árido Campus Angicos, Angicos, 2011.

CRAUSS, Camila. **Penetração de cloretos em concretos com diferentes tipos de cimento submetidos a tratamento superficial**. 2010. 100p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Santa Maria, 2010.

CODEVASF. **Salinização do Solo**. Disponível em: <http://www2.codevasf.gov.br/programas_acoes/irrigacao/salinizacao-do-solo/>. Acesso em 18 de Set. 2018.

FIGUEROLA, Valentina. **Passo a passo recuperação estrutural**. Disponível em: <<https://equipedeobra.pini.com.br/2014/12/passo-a-passo-recuperacao-estrutural/>>. Acesso em: 04 out. 2018.

FONSECA, André Lottermann. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso**. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil, Ijuí/RS, 2013.

FRANÇA, A. V.; MARCONDES, C. N.; ROCHA, F. C.; MEDEIROS, M. F.; HELENE, P. **Patologia das construções: Uma especialidade na engenharia civil**. Revista Técnica, [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/174/artigo285892-3.aspx>> . Acesso em: 28 set. 2018.

FREIRE, M. B. **Métodos de análises químicas para solos salinos**. Trabalho para realização de exame de qualificação no curso de solos e nutrição de plantas. Viçosa, 2000. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/162491766/Metodos-de-analise-quimica-solos-salinos>>. Acesso em: 30 out. 2018.

GEOFOCO BRASIL. **O que é Graute?**. 2014. Disponível em: <<http://geofoco.com.br/o-que-e-graute-anchorgROUT/>>. Acesso em: 28 de Set. 2018.

GEWEHR, Ursula. **Aplicabilidade e Eficiência de dois Métodos de Saneamento de Paredes Degradadas por Umidade e Sais a partir de uma Revisão Bibliográfica e de um Estudo de Caso**. 2004. 179p. Curso de Mestrado-Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre,2004.

GIORDANI, Andréia Zanatta. **Levantamento e Diagnóstico das Manifestações Patológicas em Fachadas de Edificações localizadas no Campus da UFSC**. 2016. 100p.Trabalho de Conclusão de curso-Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis, 2016.

GONÇALVES, M. C.; MARTINS, J. C.; RAMOS, T. B. **A salinização do solo em Portugal: Causas, extensão e soluções**. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v.38, 2015. Disponível em:<http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2015000400009>. Acesso em: 28 de Set. 2018.

GÓES, Cristian. **Historia de Rosário do Catete SE**. Disponível em: <https://www.achetudoeregiao.com.br/se/rosario_catete/historia.htm> Acesso em: 11 de Out. 2018.

GLOBAL LOCAÇÕES. **Eflorescência do cimento**. Disponível em:<<http://www.globallocacoes.com.br/e-agora-engenheiros-seguir-na-area-ou-migrar/>>. Acesso em: 11 de Out. 2018.

HELENE. P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, PINI, 1992.

HELENE, P. R. **Tecnologia de edificações: Corrosão de armaduras para concreto armado**. São Paulo, PINI, 1988.

HAMITÍSSIMO. **Outra região com destacamentos cerâmicos**. Disponível em: <https://fotos.habitissimo.com.br/foto/outra-regiao-com-destacamentos-ceramicos_927953>. Acesso em: 31 de Out. de 2018.

HATTGE, Alex Fabiano. **Estudo Comparativo sobre a Permeabilidade das Alvenarias em Blocos Cerâmicos e Alvenarias em Blocos de Concreto**. 2004. 138p. Curso de Mestrado-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

IBRACLUBE. **Destacamento de Pintura**. Disponível em: <<https://ibraclube.wordpress.com/2016/06/21/descascamento/>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

ITPS (Instituto Tecnológico e de Pesquisa do estado de Sergipe).2012. Disponível em:<http://www.itps.se.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=124&Itemid=120>. Acesso em: 28 de Set. 2018.

JUNIOR, Jose de Almeida Freitas. **Durabilidade do Concreto**. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/4/4e/TC031_Durabilidade_.pdf> Acesso em: 10 de Out. 2018.

MÃOS À OBRA. **Por que a tinta da parede descasca?** Disponível em: <http://maosaobra.org.br/perguntas_respostas/por-que-a-tinta-da-parede-descasca/> Acesso em: 31 de Out. de 2018.

MEDEIROS, M.H.F. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos com proteção superficial frente à ação de íons cloretos**. 2008. 140p. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MEDEIROS, Marcelo H. F. **Corrosão do concreto é causada po umidade e gases nocivos**. Disponível em:<https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos_6412_0_1>. Acesso em: 15 out. 2018.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo, PINI, 1994.

MONTEIRO, David Pereira Manuel. **Avarias em argamassas – causas, prevenção e recuperação**. Monografia apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para a obtenção de grau de licenciatura em Engenharia Civil, Porto, 2008.

MUCI, D. W. S.; NETTO, J. R. B.; SILVA, R. A. **Sistemas de Recuperação de Fissuras da Interface Alvenaria de Vedação Estrutura de Concreto: Comparativo entre os Processos Executivos e Análise de Custo.** 2014. 195p. Monografia - Universidade Federal de Goiás Escola de Engenharia Civil, Goiânia, 2014.

NAPPI, Sergio Castello Branco. **Uma solução Alternativa para prorrogação da vida útil dos rebocos com salinidade em edifícios históricos.** 2002. 129p. Tese de Doutorado-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

NARCISO, Jailton. **Patologias da Estrutura do Concreto Armado.** Disponível em: <<http://alfaiaarquitectura.blogspot.com/2016/02/patologias-da-estrutura-do-concreto.html>> .Acesso em: 11 de Out. 2018.

NOAL, Bruno Alexandre Mainardi. **Entendendo as trincas ou fissuras.** Disponível em: <http://www.mapadaobra.com.br/inovacao/entendendo-as-trincas-e-fissuras/>. Acesso em: 10 de Out. 2018.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. **Causas e consequências do processo de salinização dos solos.** Reget/UFMS. Santa Maria, 2015. Disponível em:<[file:///C:/Users/Sec.%20de%20Obras/Downloads/16544-87532-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Sec.%20de%20Obras/Downloads/16544-87532-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em 17 de Set. 2018.

PEDRO, E.G.; MAIA,L.E.F.C.; ROCHA, M.O.; CHAVES, M.V. **Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada.** Curso de Pós-Graduação do CECON, Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias. Síntese de Monografia. Belo Horizonte, 2002.

PENA, Rodrigo F. Alves. **Processo de Salinização do Solo.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/processo-salinizacao-solo.htm>>. Acesso em 18 de Set. 2018.

PAZ, L. A. F; COSTA, L. C. A; PAULA, M. O; ALMEIDA, W. J. D; FERNANDES, F. A. S. **Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas – TO.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 20, n. 1, jan.-abr. 2016, p. 174-180.

RIBEIRO, Fernando Marques. **Patologia em revestimento de Fachada**. Disponível em: < <http://cursos.unisanta.br/civil/arquivos/Manifesta-Patologias-Revestimentos-Fachadas.pdf>> Acesso em: 11 de Out. 2018.

RICHARD, L. A. **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**. 1954. 166p. United States Salinity Laboratory Staff, Washington, 1954.

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

SÁ, A. S.; NASCIMENTO, A. H.; SANTOS, B. D.; SILVA, J. E.; REINALDO, P. A.; SILVA, R. D. **Erosão no concreto**. Trabalho da disciplina de Patologia das Edificações - Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2015. Disponível em: <<https://www.trabalhosgratuitos.com/Exatas/Engenharia/A-EROSÃO-NO-CONCRETO-841484.html>>. Acesso em: 28 de Set. 2018.

SANTOS, Camila Freitas. **Patologia de Estruturas de Concreto Armado**. 2014. 91p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2014.

SILVA, Isabelly Tatiane dos Santos. **Identificação dos Fatores que Provocam Eflorescência nas Construções em Angicos/RN**. 2011. 52p. Monografia - Universidade Federal Rural do Semi-Árido Campus Angicos, RN, 2011.

SILVA, José Lapa. **Patologia recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Monografia apresentada como requisito para obtenção de título de especialização em Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SILVEIRA, Vinícius Marques. **Recuperação de estruturas submetidas à corrosão de armaduras: Definição das variáveis que interferem no custo**. Projeto de Pesquisa do Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil, Porto Alegre, 2015.

SOUZA, Vicente Custodio Mor. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, PINI, 2009.

TÉCHNE. **Técnicas e produtos para restaurar pavimentos variam de acordo com o tipo de patologia.** Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/154/artigo286669-1.aspx>>. Acessado em: 06 de nov. de 2018.

TINTAS GRAFFLIT, **Para que serve uma tinta Époxi?**. 2014. Disponível em: <<http://www.grafflit.com.br/noticias/10-para-que-serve-uma-tinha-epoxi>>. Acesso em: 28 de Set. 2018.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Boletim Técnico. Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil.** Alconpat Internacional, Mérida, 2013. Disponível em: <http://alconpat.org.br/wpcontent/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf>. Acesso em: 27 set. 2018.

TRINDADE, Diego dos Santos. **Patologia em Estruturas de Concreto Armado.** 2015. 88p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Maria Centro de Tecnologia, RS, 2015.

VIEIRA, M. A. **Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento.** Revista Especialize On-line IPOG, Uberlândia, v. I, 2016. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=matheus-assis-vieira...pdf_>. Acesso em: 27 set. 2018.

ZAPLA, Leonardo. **A banalização da Recuperação estrutural.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=1724>> Acesso em: 10 de Out. 2018.