



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DAVI WESLEY MOREIRA ALVES

**ESTUDO DAS PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO SEMI-ÁRIDO CAMPUS MOSSORÓ-RN**

MOSSORÓ

2018

DAVI WESLEY MOREIRA ALVES

**ESTUDO DAS PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO SEMI-ÁRIDO CAMPUS MOSSORÓ-RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Xavier de Oliveira Filho.

MOSSORÓ

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A474e Alves, Davi Wesley Moreira.
 Estudo das patologias em edificações da
 Universidade Federal Rural do Semi-Árido campus
 Mossoró-RN / Davi Wesley Moreira Alves. - 2018.
 37 f. : il.

 Orientador: Francisco Filho.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2018.

 1. Construção Civil. 2. Controle de qualidade.
 3. Estrutura. I. Filho, Francisco, orient. II.
 Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

DAVI WESLEY MOREIRA ALVES

**ESTUDO DAS PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES DA UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO CAMPUS MOSSORÓ-RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Defendida em: 12 / 09 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. FRANCISCO XAVIER DE OLIVEIRA FILHO – UFERSA
Presidente e orientador



Prof. Dr. NEYTON DE OLIVEIRA MIRANDA – UFERSA
Primeiro Membro



Prof.ª Dra. MARINEIDE JUSSARA DINIZ - UFERSA
Segundo Membro

Aos meus pais, por sempre estarem ao meu lado e me mostrarem a importância dos estudos, meu irmão e minha namorada, pela amizade, carinho e apoio e aos professores que tornaram possível a realização desta etapa.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmão, que tanto amo e se mostraram sempre presentes, principalmente nos momentos mais difíceis, contribuindo para minha educação e construção pessoal.

A minha namorada pelo apoio, carinho e compreensão, estando sempre ao meu lado indicando o caminho certo.

Aos meus amigos e familiares que contribuíram ao caminhar desta jornada mostrando incentivos e vivenciando momentos inesquecíveis.

A todos os professores, em especial Alexandre Lopes, Cristiano Augusto, Francisco Xavier, Nildo Dias, Monikely Paiva e Sandra Renuzia, pela paciência e por compartilharem seus conhecimento e auxílios tornando este momento possível.

RESUMO

As obras de Engenharia passaram a utilizar recursos tecnológicos avançados não só no emprego de materiais, como também em técnicas construtivas. Contudo, problemas patológicos se encontram presentes em obras de pequeno, médio ou grande porte. Tendo como objetivo a realização de um estudo das principais manifestações patológicas encontradas nas edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, na cidade de Mossoró-RN, este trabalho apresenta uma breve descrição sobre as manifestações patológicas mais recorrentes juntamente com conceitos utilizados no estudo das patologias construtivas, seguido por uma abordagem sobre controle de qualidade inserido nas etapas do processo construtivo. É explorado manifestações patológicas em obras de engenharia civil, levantando hipóteses que possam justificar as causas possíveis sendo encontrado neste estudo casos como trincas, fissuras, rachaduras, corrosão de armaduras, descolamento de placa, infiltração, manchas e bolor. Por fim, destaca-se a importância do controle de qualidade e um programa de inspeção como uma forma de amenizar ou erradicar alguns problemas patológicos que possam levar a casos de anomalias aqui explorados.

Palavras-chave: Construção Civil. Controle de qualidade. Estrutura.

ABSTRACT

The Engineering works started using advanced technological resources not only in the use of materials, but also in constructive techniques. However, pathological problems are present in small, medium or large works. Aiming at conducting a study of the main pathological manifestations found in the buildings of the Federal Rural Semi-Arid University, in the city of Mossoró-RN, this paper presents a brief description of the most recurrent pathological manifestations together with concepts used in the study of constructive pathologies, followed by a quality control approach inserted in the stages of the constructive process. Pathological manifestations are explored in civil engineering works, raising hypotheses that can justify the possible causes being found in this study cases like cracks, cracks, cracks, corrosion of reinforcement, plaque detachment, infiltration, blemishes and mold. Finally, we highlight the importance of quality control and an inspection program as a way to soften or eradicate some pathological problems that may lead to cases of anomalies explored here.

Keywords: Civil Construction. Quality control. Structure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Efeito de manutenção no prolongamento da vida útil dos edifícios	14
Figura 2	- Classificação das patologias quanto a origem nos processos construtivos	15
Figura 3	- Evolução dos custos pela fase de intervenção (Regra de Sitter)	21
Figura 4	- Objetivos do controle de qualidade em cada etapa do processo construtivo	22
Figura 5	- Localização da Universidade Federal Rural do Semi-Árido com o local de realização do trabalho	25
Figura 6	- Alvenaria com trinca inclinada no prédio do DCAT Anexo II	26
Figura 7	- Rachadura em calçada de concreto em frente ao prédio do DCV	27
Figura 8	- Alvenaria externa com fissura vertical no prédio central, lado Oeste	27
Figura 9	- Trinca inclinada em esquadria do prédio central, lado Oeste	28
Figura 10	- Corrosão e bolor em laje no banheiro masculino do prédio central, lado Oeste	29
Figura 11	- Corrosão em armadura e desagregação do concreto em laje do prédio DCV - Fitossanidade	29
Figura 12	Corrosão de armadura e desagregação do concreto em pilar da edificação do CA de Agronomia e Veterinária	30
Figura 13	- Deslocamento de placa cerâmica na edificação do DCAT – Anexo I	31
Figura 14	- Deslocamento de piso cerâmico no prédio central na área de circulação, lado Oeste	32
Figura 15	- Deslocamento de piso cerâmico em escada do prédio central, lado Oeste	32
Figura 16	- Infiltração, bolor e cobertura vegetal em alvenaria externa do prédio do DCV – Fitossanidade	33
Figura 17	- Bolor e manchas em revestimento externo da capela Católica	33
Figura 18	- Bolor em estado acentuado em alvenaria externa do Laboratório de Histologia	34
Figura 19	- Manchas e bolor abaixo da passarela do prédio central, lado Oeste	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Incidência de manifestações patológicas em obras de construção civil	16
----------	---	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Objetivo geral.....	11
2.2	Objetivo específico.....	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1	TERMOS FUNDAMENTAIS.....	12
3.1.1	Durabilidade.....	12
3.1.2	Desempenho.....	12
3.1.3	Diagnóstico.....	12
3.1.4	Manutenção.....	13
3.1.5	Patologia.....	13
3.1.6	Vida útil.....	13
3.2	PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES.....	14
3.3	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS RECORRENTES.....	16
3.3.1	Corrosão de armaduras em estruturas de concreto.....	16
3.3.2	Infiltração, manchas e bolor.....	17
3.3.3	Eflorescência.....	18
3.3.4	Salitre.....	19
3.3.5	Fissuras e trincas.....	19
3.3.6	Trinca, desgaste e descolamento de placas.....	20
3.4	QUALIDADE DAS CONSTRUÇÕES.....	21
4	METODOLOGIA.....	24
4.1	LOCAL DA PESQUISA.....	24
5	ESTUDO DE CASO.....	26
5.1	ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS.....	26
5.1.1	Caso 1 – Trincas, fissuras e rachaduras.....	26
5.1.2	Caso 2 – Corrosão de armaduras.....	29
5.1.3	Caso 3 – Descolamento de placa.....	31
5.1.4	Caso 4 – Infiltrações, manchas e bolor.....	32
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
	REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O homem moderno tem uma busca incessante por um lar, conforto e comodidade. Isto tem feito da construção civil um mercado em expansão, trazendo novas tecnologias, meios e métodos. Se por um lado temos o surgimento de casas, hospitais, pontes e locais de lazer, por outro, quando tal avanço é tido de maneira abrupta pode agregar riscos a essa prática.

O surgimento de manifestações patológicas decorrentes de uma manutenção inadequada promove o estímulo necessário por investimentos em metodologias eficientes de controle e planejamento das obras a fim de prover melhorias na qualidade geral, assim torna-se viável a realização de uma construção com sucesso.

Os cuidados tomados durante o processo de planejamento e execução fazem-se indispensáveis aos olhos dos arquitetos e engenheiros, vez que, são estes os responsáveis por acompanharem a obra do solo ao acabamento final, realizando uma identificação prévia de possíveis falhas que possam estar inerentes a tais processos.

A implantação de projetos construtivos sobre condições divergentes as quais foram projetados, seja pela ausência de profissionais qualificados, matéria prima adequada ou tempo hábil para execução de suas etapas, quando somadas a falta de manutenção ou má aplicação da mesma proporcionam o surgimento de manifestações patológicas, pois estas são responsáveis pelos elevados custos de manutenção e recuperação nas construções, à medida acontecem agregam ameaças a vida humana.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, vem apresentando um número crescente de edificações sendo construídas. Juntamente as mesmas, é possível perceber também um aumento do número de patologias, principalmente em seu lado Oeste que detém um maior tempo de idade. Isso se deve a adoção de práticas construtivas inapropriadas juntamente com a falta de um programa de manutenção.

Desta forma, a importância do tema vem o com levantamento e identificação das patologias encontradas nos edifícios pesquisados, observando o processo de deterioração dos ambientes e evidenciando a falta de um programa de manutenção preventiva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é estudar as principais manifestações patológicas encontradas nas edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, na cidade de Mossoró-RN.

2.2 Objetivo específico

- Apontar as principais causas responsáveis pelo surgimento dos tipos mais comuns de patologias.
- Explicar e levantar hipóteses que possam justificar as causas responsáveis pelo aparecimento de patologias.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 TERMOS FUNDAMENTAIS

O estudo específico de um tema dentro do ramo da Construção Civil requer conhecimentos e entendimentos sobre alguns termos que são indispensáveis para a compreensão do tema em foco.

3.1.1 Durabilidade

Segundo a NBR 15575-1 emitida pela ABNT durabilidade é a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas (ABNT, 2013).

Machado (2002) complementa, afirmando que, quando submetida a condições ambientais adversas, como elevadas temperaturas, alcalinidade elevada, ciclos de umedecimento e secagem e ciclos de congelamento e descongelamento, a capacidade do material para resistir a essas intempéries diminui, ou seja, há diminuição de sua durabilidade.

3.1.2 Desempenho

Regido pela NBR 15575-1, que estabelece os critérios mínimos de desempenho em uma edificação, esse termo caracteriza as condições mínimas de habitabilidade necessárias para o cumprimento das funções de uma edificação durante um determinado período de tempo.

3.1.3 Diagnóstico

O termo diagnóstico pode ser entendido como uma reflexão crítica e um trabalho de síntese, que permite a determinação do estado em que se encontra o edifício, com base na análise das informações recolhidas nas fases de projeto, execução e utilização.

Lapa (2008) ressalta que o diagnóstico detém uma importância fundamental nos processos de recuperação, vez que ele definirá o sucesso ou fracasso, sendo que quanto mais cedo uma enfermidade for detectada, menor será a perda de desempenho, os recursos envolvidos para recuperação e mais ágil o tratamento. Ainda sobre, destaca que um diagnóstico equivocado implicará em intervenções que não conseguirão curar a enfermidade, e ainda dificultarão análises e estudos futuros.

3.1.4 Manutenção

A NBR 5674 define manutenção como um conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de forma a atender as necessidades e segurança dos seus usuários (ABNT, 2012).

Vale salientar, ainda de acordo com a NBR 5674, que a manutenção nas edificações se utiliza de todos os serviços realizados para prevenir, recuperar ou corrigir quaisquer problemas de desempenho que venham a adequar a edificação para o seu uso previsto.

3.1.5 Patologia

De acordo com a NBR 15575-1 patologias são definidas como não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural (ABNT, 2013).

Apesar de se tratar de um termo retirado da área da saúde, na Engenharia Civil, patologia refere-se a queda de desempenho em um elemento estrutural em função do tempo e condições de exposição, deste modo estando atrelado também a durabilidade e vida útil (ANDRADE; SILVA, 2005).

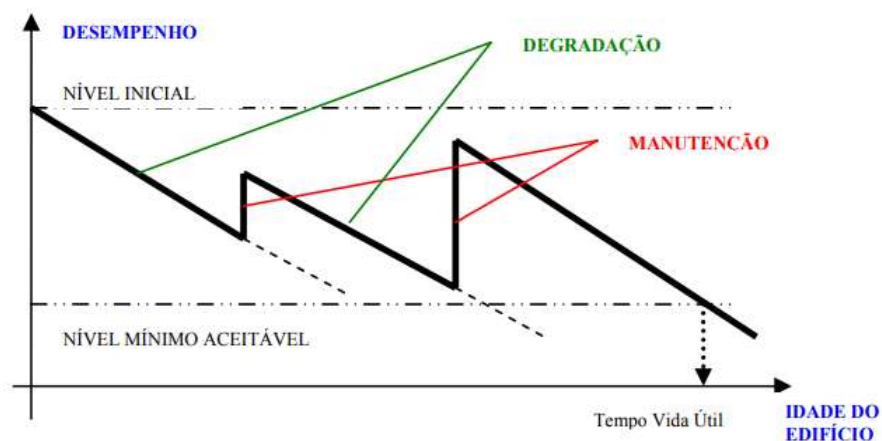
3.1.6 Vida útil

O período em que um determinado elemento é capaz de manter sua resistência, funcionalidade e estética dentro de níveis aceitáveis sem a necessidade de uma manutenção inesperada pode ser definido como vida útil (OLIVEIRA, 2013).

Souza; Ripper (1998) alertam sobre a curva de deterioração de cada material, vez que esta é capaz de definir os limites mínimos aceitáveis para a elaboração de um programa de manutenção preventiva evitando custos desnecessários.

A figura 01 demonstra que as atividades de manutenção podem proporcionar a recuperação dos níveis de desempenhos perdidos tendo então como resultado o prolongamento da vida útil da edificação em função da estratégia de manutenção empregada.

Figura 01 – Efeito de manutenção no prolongamento da vida útil dos edifícios.



Fonte: (BONIN, 1988).

3.2. PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES

Os processos construtivos que englobam uma edificação correspondem às etapas de projeto, execução e utilização. É apenas nesta última que os problemas patológicos se manifestam, no entanto, sua origem pode ocorrer em qualquer uma dessas três etapas como ilustra a figura 02.

Segundo Pedro et al. (2002), a origem das patologias podem ser classificadas em quatro tipos: congênicas, construtivas, adquiridas e acidentais.

- a) Congênicas – Originadas na fase de projeto, decorrem do não cumprimento das Normas Técnicas ou por erro e falhas por parte dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento ou práticas inadequadas na construção.
- b) Construtivas – Recorrente a fase de construção da obra, é proveniente da mão de obra desqualificada, materiais não certificados e execução de serviços sem o devido planejamento ou metodologia.

- c) Adquiridas – Ocorrem durante a vida útil da edificação e são decorrentes da exposição ao meio a qual se inserem, seja devido a ação natural ou do ser humano.
- d) Acidentais – Se sucedem a algum fenômeno atípico como intemperismos além do normal, recalques e incêndios.

Figura 02 – Classificação das patologias quanto a origem nos processos construtivos.



Fonte: (Autoria própria).

Patologia faz parte da engenharia que estuda os mecanismos, os sintomas, as causas e as origens dos defeitos das obras. A princípio, o diagnóstico pode ser realizado visualmente, contudo, em casos onde denota-se um certo grau de complexidade torna-se necessário verificar o projeto, analisando detalhadamente como foi executada a obra e as cargas à qual a mesma foi submetida (CÁNOVAS, 1988).

As irregularidades nos elementos estruturais são enunciadas pelos estudos da patologia das estruturas que tem por finalidade levantar explicações técnicas e científicas sobre estas anomalias. Quando realizada ainda na fase de construção, torna-se possível indicar as possíveis consequências em relação a segurança e à confiabilidade da obra, auxiliando na tomada de decisão no que diz respeito à segurança e utilização do elemento em análise (MACHADO, 2002).

As anomalias presentes em uma construção podem ser classificadas em estruturais e não estruturais. A primeira destaca-se por coagir o “esqueleto da construção”, ou seja, a estrutura base que garante a resistência à derrocada da estrutura, enquanto que, a segunda refere-se as deficiências em elementos de compartimentação interna e externa, dentre elas portas, janelas, paredes e divisórias (NUNES, 2003).

3.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS RECORRENTES

De acordo com Helene (1992), as manifestações patológicas detêm características externas a partir das quais podemos conhecer sua origem, natureza e os mecanismos envolvidos em sua ocorrência. Na tabela 01, Machado (2002) destaca algumas das principais manifestações patológicas em ordem crescente de ocorrência.

Tabela 01 – Incidência de manifestações patológicas em obras de construção civil.

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	OCORRÊNCIA (%)
Deterioração e degradação química da construção	7
Deformações excessivas	10
Segregação dos materiais componentes do concreto	20
Corrosão das armaduras e concreto armado	20
Fissuras e trincas ativas ou passivas nas peças de concreto armado	21
Manchas na superfície do concreto armado	22

Fonte: (MACHADO, 2002).

As manifestações patológicas encontradas em edificações podem estar presente nos mais variados elementos construtivos como alvenarias, esquadrias, cerâmicas, gesso, impermeabilização e instalações elétricas e sanitárias. Deste modo, o estudo sobre as mesmas evidenciou sua recorrência nas construções, cabendo aqui descrever algumas delas.

3.3.1 Corrosão de armaduras em estruturas de concreto

Helene (1992) destaca que os principais problemas patológicos em estruturas de concreto armado são aqueles que evidenciam riscos à integridade da estrutura, comprometendo sua segurança e confiabilidade, portanto, estando dentre estes, a corrosão da armaduras do concreto.

A NBR 6118 estabelece os requisitos básicos que devem ser atendidos pelo projeto como um todo, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma das etapas que envolve a confecção e serviço em estruturas de concreto. A qualidade da estrutura e avaliação da conformidade do projeto devem atender não só aos requisitos mínimos estabelecidos por esta norma, como também as especificações do autor do projeto estrutural e o construtor (ABNT, 2004).

Os requisitos mínimos, previstos em norma, de qualidade para estruturas de concreto são a capacidade de resistência, que consiste basicamente na segurança a ruptura; desempenho em serviço, que consiste na capacidade de a estrutura manter-se em condições plenas de utilização, não devendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada; e, durabilidade, que para este caso, consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante (ABNT, 2004).

Os mecanismos preponderantes de deterioração relativos à armadura são responsáveis por extinguir a película passivamente existente em volta da superfície exterior das barras de aço. Dentre tais mecanismos podemos citar a despassivação por carbonatação e a despassivação por elevado teor de cloreto.

O CO_2 (dióxido de carbono) presente na atmosfera é responsável pelo processo de carbonatação do concreto e a consequente corrosão das armaduras. Ao reagir com os compostos hidratados do cimento, principalmente o $\text{Ca}(\text{OH})_2$, forma-se $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, o que causa a carbonatação, diminuindo o pH do concreto e alterando a estabilidade da película de passivação do aço permitindo assim o início da corrosão. Sua velocidade e profundidade variam conforme a concentração e exposição de CO_2 a estrutura, umidade e temperatura do meio e quantidade de concreto (SILVA, 2011).

A presença de cloretos no concreto podem se dar de maneira involuntária a partir da utilização de aditivos aceleradores de pega, de agregados, de águas contaminadas ou impurezas que possam penetrar no concreto ao aproveitarem-se de sua estrutura porosa. Os cloretos que permanecem dissolvidos na fase aquosa podem destruir a camada passiva do aço provocando uma corrosão localizada que pode chegar até a ruptura da barra. Desta forma, uma pequena quantidade concentrada de cloreto pode ser mais prejudicial que grandes teores uniformemente distribuídos (SOUZA; RIPPER, 1998).

3.3.2 Infiltração, manchas e bolor

Bauer (2013) destaca que, sendo um dos principais problemas relacionados a falta de impermeabilização ou a execução da mesma de maneira defeituosa, a infiltração está entre os problemas mais recorrentes relacionados a umidade em edificações. Atuando em sua forma

líquida, a água chega aos materiais de construção por intermédio das fundações não impermeabilizadas corretamente por meio do fenômeno da ascensão capilar.

A infiltração da água também pode ocorrer em fachadas e tetos mediante a exposição da alvenaria a chuvas, sobre pressão do vento ou não. Convém, portanto, a adoção de medidas construtivas que garantam a estanqueidade e minimizem a deterioração do revestimento.

Desta forma, temos para as fachadas a adoção de pingadeiras, molduras, cimalhas, peitoris e frisos visando a dissipar a concentração da água, enquanto que para os telhados a compatibilidade entre a geometria, material e inclinação detona maior importância de modo a evitar a estanqueidade da água, acarretando em transbordamento e infiltrações.

O termo bolor ou mofo designa o crescimento de fungos filamentosos sobre um dado substrato, destacando-se aqui as argamassas inorgânicas. A sua formação causa alteração estética de tetos ou paredes, seja em revestimentos internos ou de fachadas, proporcionando o aparecimento de manchas, principalmente, por cores escuras de tonalidade preta, marrom ou verde. Também é possível presenciar a ocorrência de manchas claras, esbranquiçadas ou amareladas, mas estas são menos comuns (SHIRAKAWA, 1995).

3.3.3 Eflorescência

A eflorescência consiste numa manifestação patológica presente essencialmente em alvenarias e de fácil percepção, proporcionando uma alteração no aspecto visual da estrutura.

Souza (1997) diz que a eflorescência se caracteriza pelo surgimento de manchas, que afloram à superfície da argamassa, sejam elas em paredes ou pisos, alterando o aspecto visual do revestimento. Identificadas como depósitos pulverulentos, ou incrustações, com alteração de cor da superfície dos revestimentos, nos tons esbranquiçado, acinzentado, esverdeado, amarelo, ou pretos.

As argamassas são tidas como o principal veículo de propagação deste tipo de patologia, vez que, sua composição físico-química particular, em contato com a umidade, poluição e incidência direta de raios solares podem reagir e migrar a superfície trazendo consigo essas formações químicas (SOUZA, 1997).

Conforme Corrêa (2010), em casos onde a patologia tenha se manifestado a escovação da área afetada com escova de piaçava ou aço elimina as eflorescências pulverulentas, contudo o acúmulo de salinização endurecido deve ser removido apenas com a aplicação de ácido muriático diluído em água.

Segundo Bauer (2013), a eliminação da eflorescência de maneira perene consiste em combater as condições de ocorrência da mesma, as quais são três: existência de teor de sais solúveis nos materiais, presença de água e pressão hidrostática necessária para que a solução aflore a superfície.

3.3.4 Salitre

Para este estudo, salitre pode ser denominado nitrato de cal, que nas paredes úmidas se apresenta na forma de florescências salinas. Florescência ou cristalização de sais é um processo de transferência da umidade contida na parte interna para a parte externa de uma parede levando consigo sais solúveis responsáveis por caracterizar a patologia, manifestando-se desde simples manchas até a desagregação estrutural do reboco (FERNANDES, 2010).

Considerado um dos principais causadores da deterioração do patrimônio arquitetônico e das construções em geral, o salitre altera os padrões estéticos do revestimento, diminuindo a vida útil das edificações além de gerar custos com reparos frequentes. Os sais podem ser introduzidos na alvenaria pela própria água do solo, estar presentes nos materiais de construção ou ainda formar-se por reação com poluentes atmosféricos (RIBEIRO, 2018).

Segundo Fernandes (2010), são três os elementos fundamentais para a ocorrência do fenômeno do salitre: presença de sais solúveis nos materiais que compõem a argamassa a ser empregada; existência de água; e, capacidade de capilaridade que possibilite o fluxo da solução. Desta forma é imprescindível o conhecimentos dos matérias que serão empregados durante o processo construtivo, principalmente os não metálicos.

3.3.5 Fissuras e trincas

As fissuras são o tipo de patologia mais recorrente no cenário construtivo e apresentam aspectos fundamentais como o aviso de um eventual estado perigoso da estrutura,

comprometimento do desempenho da obra em serviço e o constrangimento psicológico que causa aos seus usuários (THOMAZ, 1989).

De acordo com Gonçalves (2015), fissuras podem ser definidas como aberturas que afetam a superfície do elemento estrutural, facilitando a entrada e ação de agentes agressivos. Esse tipo de manifestação patológica é característica das estruturas de concreto e podem surgir após anos de uso, dias, ou até mesmo horas, sendo suas causas as mais variadas, assim como seus diagnósticos.

No que diz respeito às trincas, temos que seu tratamento se assemelha às fissuras, diferenciando-se apenas na dimensão. Para aberturas de dimensões inferiores a 0,5 mm caracterizamos como fissuras, enquanto que, aberturas superiores a esta até 1 mm são denominadas trincas. As rachaduras têm características que diferenciam das demais, possuem abertura acentuada e profunda com dimensões superiores até 1 mm, sendo que em alguns casos pode abrir fendas de um lado ao outro da parede. A partir da espessura de 1,5 mm, pode-se chamar de fenda (GONÇALVES, 2015).

3.3.6 Trinca, desgaste e descolamento de placas

Bauer (2013) afirma que a segregação da placa em várias partes pode decorrer do emprego de concreto de baixa qualidade, subdimensionamento da base, baixa resistência a compressão da sub-base, assim como a progressão de fissuras paralelas ou perpendiculares às juntas.

Embora nem sempre os motivos para a identificação das causas das trincas estejam claros, seus estudo e diagnósticos, como localização, configuração e espaçamento, são de suma importância para a compreensão das causas e aplicação da manutenção adequada.

Ainda com relação as placas cerâmicas, as mesmas podem sofrer desgaste mediante a ação de elementos químicos ou tensões superiores ao suportado pela placa, provocando desníveis ou a liberação de pó, inviabilizando a utilização a que se destina a área em questão. Em casos mais severos, onde haja ataque químico, ocasionando corrosão, ou ações físicas, decorrente de cargas excessivas, poderá ocorrer a desagregação da placa por completo (Bauer, 2013).

3.4 QUALIDADE DAS CONSTRUÇÕES

O estudo das anomalias estruturais e das causas e consequências de seus acidentes muitas vezes é delimitada por fontes imprecisas de informação ou não especializada, tendo em vista que a maior parte da literatura referente a este conteúdo advém de congressos e seminários os quais detém meio de veiculação bastante restritos.

A realização de um projeto bem sucedido requer o cumprimento do trinômio fundamental o qual refere-se a segurança, funcionalidade e durabilidade. Todos detêm uma importância significativa e o negligenciamento, mesmo que de um único ponto, pode comprometer por completo a qualidade final de toda uma construção (CUNHA; SOUZA; LIMA, 1996).

O controle da qualidade proporciona um aumento significativo no desempenho das construções mediante a implantação de análises e consultorias em busca de possíveis problemas que possam abalar de alguma forma a elaboração e execução de projetos dentro de seu tempo hábil. O investimento voltado para a aplicação deste tipo de controle é ínfimo quando comparado a prática efetiva de manutenções, seja preventiva ou corretiva. A lei de evolução de custos estabelece que os custos voltados para intervenções crescem em função do tempo e segundo uma progressão geométrica em razão de cinco como ilustrado na figura 03 (HELENE, 1992).

Figura 03 – Evolução dos custos pela fase de intervenção (Regra de Sitter).

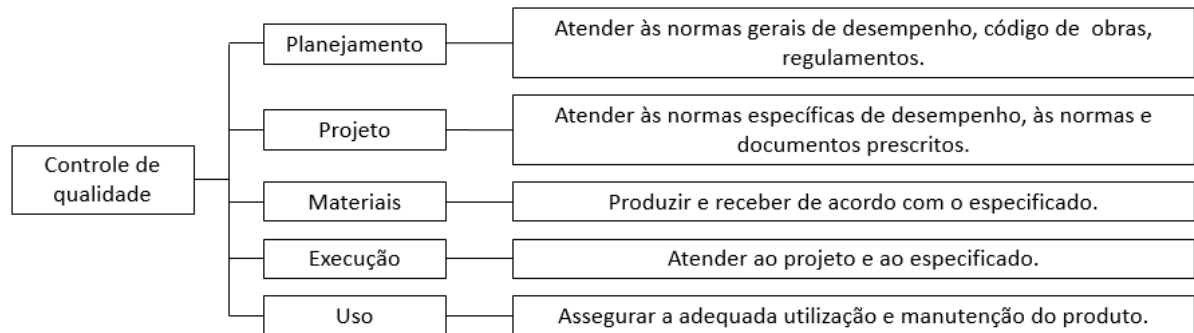


Fonte: (SITTER, 1984 apud HELENE, 1992, p. 24)

As anomalias nas construções podem ocorrer mediante falhas em qualquer etapa do processo construtivo, seja durante o planejamento, fabricação de componentes e materiais,

execução e uso. Desta forma, o controle de qualidade deve abranger todas as etapas com o propósito de atender as exigências normativas e dos usuários conforme a figura 04 (HELENE; TERZIAN, 1992).

Figura 04 – Objetivos do controle de qualidade em cada etapa do processo construtivo.



Fonte: (HELENE; TERZIAN, 1992, p. 34).

A origem de acidentes estruturais podem ocorrer em qualquer uma das atividades inerentes ao processo genérico chamado de construção civil, que pode ser dividido em três etapas: concepção, execução e utilização da obra. Somado a isso temos também problemas ocorridos devido a ação humana, tais como: falta de capacitação técnica do pessoal envolvido no processo, utilização de materiais de baixa qualidade, causas naturais ligadas ao envelhecimento dos materiais componentes das estruturas e por fim de ações externas, como choques, ataques químicos, físicos e biológicos (SOUZA; RIPPER, 1998; CUNHA; SOUZA; LIMA 1996).

O crescimento urbana e industrial também tem contribuído significativamente para a deterioração das estruturas, já que a busca crescente pelo avanço e o uso de inovações tecnológicas que visam otimizar processos construtivos podem desatentar a cuidados básicos na projeção e execução da obra criando um panorama bastante propício a ocorrência dos acidentes estruturais.

A qualidade das construções é lesionada mediante a falta de capacitação técnica do pessoal envolvido, seja pela qualidade da formação dos profissionais como também pela quantidade dos mesmos que denota ser insuficiente para a atual demanda. Partindo desse pressuposto, para que as empresas possam prestar seus serviços visando sempre o sucesso, as mesmas devem adotar estratégias utilizando duas ferramentas: a qualificação e a motivação dos indivíduos envolvidos no processo (CUNHA; SOUZA; LIMA, 1996).

A replicação dos acidentes, principalmente os que detêm o mesmo aspecto, vêm afetando a confiabilidade dos profissionais da área da Engenharia Civil e até mesmo denegrindo sua imagem. A fim de evitar essas adversidades, uma análise das causas que levam ao colapso de uma estrutura ou seu funcionamento inadequado seria viável, desta forma prevendo situações futuras e mitigando tais problemas (CUNHA; SOUZA; LIMA, 1996).

4 METODOLOGIA

Este trabalho consiste numa pesquisa de campo nas edificações localizadas na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no município de Mossoró-RN, por meio do método de estudo de caso. Optou-se por este local pelo número evidente de manifestações patológicas, assim como pela facilidade e acesso para a realização das vistorias.

Realizou-se o levantamento de subsídios no local da pesquisa, seguida por um diagnóstico do local e das características remanescentes do fenômeno permitindo a identificação das patologias. Por fim, foi feita uma análise e vinculando suas causas prováveis.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi adotada uma revisão bibliográfica sobre o tema abordado, dissertando sobre as causas e consequências das manifestações patológicas recorrentes em obras de engenharia civil que auxiliaram nas análises e conclusões.

As informações foram adquiridas por meio de pesquisa eletrônica via internet, considerando artigos, revistas, monografias, dissertações, sites e normas emitidas pela ABNT, que retratam a ocorrência de patologias.

4.1 LOCAL DA PESQUISA

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA é uma Instituição Federal de Ensino Superior com sede e fórum na cidade de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte – criada pela Lei nº 11.155 de 29 de julho de 2005 por transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, criada em 18 de abril de 1967. Localizada na Rua Francisco Mota, 572 - Pres. Costa e Silva, conforme ilustra a figura 05 (UFERSA 2014).

Figura 05 – Localização da Universidade Federal Rural do Semi-Árido com o local de realização do trabalho.



Fonte: (Google Maps).

5 ESTUDO DE CASO

5.1 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS

A investigação se deu por meio do contato direto com as manifestações patológicas encontradas no local de estudo, sendo então realizada o registro das mesmas por meio de uma câmera de celular. O estudo das imagens coletadas tornou-se possível associar os fenômenos com os sintomas e outros estudos a fim de identificar as causas possíveis que proporcionar a ocorrência destas enfermidades.

5.1.1 Caso 1 – Trincas, fissuras e rachaduras

A manifestação patológica mais recorrente no local de estudo foram as fissuras e trincas. Em sua maioria, presentes nas edificações do campus Mossoró, lado Oeste, se caracterizavam por deter dimensões que variavam de 0,3 mm a 0,6 mm conforme ilustra as figuras 06, 08, 09. Observou-se também a existência de uma rachadura com abertura de 1,3 mm como mostra a figura 12.

Figura 06 – Alvenaria com trinca inclinada no prédio do DCAT Anexo II.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 07 – Rachadura em calçada de concreto em frente ao prédio do DCV.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 08 – Alvenaria externa com fissura vertical no prédio central, lado Oeste.



Fonte: (Autoria própria).

Segundo Bauer (2013), a configuração da fissura, abertura, espaçamento e época em que a mesma ocorreu podem servir como elementos para diagnosticar a causa ou causas que as produziram. O mesmo apresenta as principais configurações deste tipo de manifestação patológica juntamente com suas prováveis causas.

As trincas podem deter sua origem de maneira congênita, logo na etapa do projeto arquitetônico da construção. Ainda assim, é possível minimizar esse problema com a aplicação de matérias e métodos, por parte dos profissionais, que considerem a movimentação dos materiais e componentes que são inevitáveis (THOMAZ, 1989).

Figura 09 – Trinca inclinada em esquadria do prédio central, lado Oeste.



Fonte: (Autoria própria).

Por meio da análise do meio onde os fenômenos estavam inseridos, foi possível concluir que no caso das figuras 11 e 12 o que proporcionou o surgimento dessas fissuras foi um recalque diferencial, vez que, ao redor das estruturas era possível notar um determinado desnível do solo. Além disso, é possível que os materiais empregados para a confecção das estruturas tenham contribuído para a ocorrência de fenômeno patológico detectado.

Para o caso da figura 13, a aplicação de cargas verticais juntamente com a movimentação hidrocópica da estrutura, ocorrendo expansão da alvenaria por higroscopicidade no canto da estrutura, podem ter ocasionado a origem da fissura. Enquanto que, para a figura 14 a causa mais provável é a inexistência ou subdimensionamento da verga que mediante a concentração de tensões nos contornos dos vãos houve uma deformação excessiva proporcionando o surgimento da fissura.

5.1.2 Caso 2 – Corrosão de armaduras

Apesar de se mostrarem como casos mais isolados, ainda assim foi possível notar alguns casos de estruturas que apresentaram algum tipo de manifestação patológica em decorrência da corrosão, como ilustrado nas figuras 10, 11 e 12.

Figura 10 – Corrosão e bolor em laje no banheiro masculino do prédio central, lado Oeste.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 11 – Corrosão em armadura e desagregação do concreto em laje do prédio DCV - Fitossanidade.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 12 – Corrosão de armadura e desagregação do concreto em pilar da edificação do CA de Agronomia e Veterinária.



Fonte: (Autoria própria).

A figura 10 ilustra a existência de bolor e manchas que deve-se principalmente a umidade contida no meio, por se tratar de um banheiro ou também a ocorrência de alguma infiltração por parte das instalações hidrosanitárias. Essa mesma umidade pode ser a responsável por ocasionar o desgaste do concreto expondo a armadura da estrutura a humidade e gás carbônico ou conter a presença de cloretos em sua composição de modo que em contato com a armadura por tempo suficiente ocasionou a oxidação.

A corrosão em armaduras proporciona a diminuição da seção transversal das armaduras com acúmulo e desprendimento de material de caráter expansivo. Como resultado, tensões internas atuam sobre o concreto, que não foi capaz de suportar os esforços anormais e provocam o destacamento da camada de cobrimento, expõem de forma parcial ou total as armaduras afetando a capacidade estrutural dos componentes estruturais (CASCUDO, 2005).

Já para os casos ilustrados nas figuras 11 e 12 temos um caso semelhantes, mas com a umidade proveniente de situações diferentes. Para a imagem 11 a umidade provavelmente pode ter decorrido de intempéries enquanto que para a 12 uma fissura no tranco do pilar pode ter transmitido a umidade por capilaridade provocando a expansão do material do aço, em decorrência da corrosão, e expulsa o recobrimento.

5.1.3 Caso 3 – Descolamento de placa

O descolamento da placa cerâmica é desencadeada pela falha na capacidade de aderência da argamassa colante ou em uma ou mais camadas de matérias que a compõe. Esse fenômeno patológico possibilita a ocorrência de acidentes de alto risco comprometendo a integridade e segurança da vida humana.

Campante e Baía (2003) afirmam que variações térmicas, utilização de argamassas colantes com tempo em aberto vencido, fluência das estruturas de concreto armada e assentamento sobre superfícies contaminadas são as prováveis causas desse tipo de manifestação. Os mesmos ainda destacam que, a indicação de descolamento está na presença de um som cavo nas placas quando percutidas e há o estofamento da camada de acabamento.

As manifestações patológicas presentes nas figuras 13, 14 e 15 são originadas por erros de procedimento construtivo e materiais inadequados. Esse tipo de patologia é facilmente corrigido por atividades de manutenção.

Figura 13 – Deslocamento de placa cerâmica na edificação do DCAT – Anexo I.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 14 – Deslocamento de piso cerâmico no prédio central na área de circulação, lado Oeste.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 15 – Deslocamento de piso cerâmico em escada do prédio central, lado Oeste.



Fonte: (Autoria própria).

5.1.4 Caso 4 – Infiltrações, manchas e bolor

O principal fator interveniente que proporcionar as patologias presentes nas figuras 16, 17, 18 e 19 foi a incompatibilidade entre projeto de instalações com o projeto arquitetônico, que não proporcionaram um destino adequada a água proveniente de intempéries e das

instalações das edificações. Para estes casos, é possível destacar falhas na escolha do sistema, dimensionamento, detalhe das juntas, além das causas atreladas a própria execução.

Figura 16 – Infiltração, bolor e cobertura vegetal em alvenaria externa do prédio do DCV – Fitossanidade.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 17 – Bolor e manchas em revestimento externo da capela Católica.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 18 – Bolor em estado acentuado em alvenaria externa do Laboratório de Histologia.



Fonte: (Autoria própria).

Figura 19 – Manchas e bolor abaixo da passarela do prédio central, lado Oeste.



Fonte: (Autoria própria).

O bolor e manchas presentes nas edificações são provenientes da umidade atrelada a infiltração somada a problemas de ventilação. No caso da figura 21, a cobertura vegetal se deu pelo despejo constante de líquidos, que ocorre por uma tubulação, escorrendo pela alvenaria até atingir o nível onde a camada vegetal se encontra.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho permitiu identificar as manifestações patológicas mais recorrentes na UFERSA e as possíveis causas responsáveis pelos seus surgimentos. Dentre as quais podemos citar fissuras, trincas, manchas, bolor, corrosão de armaduras e infiltração, sendo que a maior parte destes problemas se manifestaram mediante a presença de umidade.

A ocorrência de fissuras e trincas ocorre de uma maneira generalizada no campus Mossoró, lado Oeste, tendo sua origem em decorrências das etapas de projeto e execução. Vale salientar que as demais etapas também não podem ser negligenciadas, sendo o foco principal a obtenção de qualidade mediante a incidência de problemas de caráter patológico.

O controle de qualidade é fundamental para avaliar, caracterizar e diagnosticar a ocorrência de danos em construções para que se possa corrigir as devidas falhas em tempo hábil. Desta forma, problemas como infiltração, manchas, bolor e a corrosão das armaduras poderia ter sido evitados.

É importante lembrar que mesmo com o constante avanço tecnológico no emprego de materiais e técnicas, as patologias, das mais variadas espécies, estarão inseridas no meio construtivo, atuando em alguns casos como um quadro de alerta evidenciando o estado de vida útil em que uma dada estrutura se encontra. Logo, um programa eficiente de inspeção e manutenção das construções visando não a só correção, mas também a prevenção por meio de ações necessárias para o cumprimento da vida útil prevista pode vir a ser uma maneira eficaz de erradicar ou amenizar casos como os que foram explanados neste estudo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

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

_____. **NBR 5674: Manutenção de Edificações: Procedimento**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 6118: Projeto de estrutura de concreto: Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.

BAUER, L.A. F. **Materiais de construção: Novos materiais para a construção civil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2013. 471 p.

BONIN, C. L. **Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual**. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS, Porto Alegre, 1988. Anais. Porto Alegre: UFRGS, 1988.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CÁNOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. Tradução de Maria Celeste Marcondes, Carlos W. F. dos Santos, Beatriz Cannabrava. São Paulo: Pini, 1988.

CASCUDO, O. **Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Concreto com Problemas de Corrosão da Armadura**. In: **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.

CORRÊA, E. S. **Patologias decorrentes de alvenaria estrutural**. 2010. 47 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia. Belém, 2010.

CUNHA, A.; SOUZA, V.; LIMA, N. **Acidentes estruturais na construção civil**. São Paulo: PINI, 1996.

FERNANDES, P. H. C. **Estudo sobre a influência do massará no processo de formação de salitre em rebocos na região de Teresina-PI**. 2010. 72f. Monografia (Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.

GONÇALVES, E. A. B., **Estudo de Patologias e suas Causas nas Estruturas de Concreto Armado de Obras de Edificações**, Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2015.

HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. São Paulo, Pini, 1986.

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

HELENE, Paulo R. L.; TERZIAN, Paulo. **Manual de dosagem e controle de concreto**. São Paulo: PINI; Brasília, DF: SENAI, 1992.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. 2008. 56 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%E7%E3o%20e%20Reparo%20das%20Estruturas%20de%20Concreto.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

MACHADO, A. de P. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibra de carbono**. São Paulo: Pini, 2002.

NUNES, L. B. **Construção Civil**. Lisboa: Sintra, 2003. 2 v.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil**. 2013. 97 f. Projeto (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PEDRO, E. G. et al. **Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada**. 2002. 114 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Belo Horizonte, 2002.

RIBEIRO, I. J. C. et al. **Determinação dos tipos de sais em edificações com eflorescência na cidade de Monteiro-PB**. 2018. 8 f. 6ª Conferência sobre patologia e reabilitação de edifícios. Rio de Janeiro – RJ. 2018.

SHIRAKAWA, M A; MONTEIRO, M B; SELMO, S. M. S.; CINCOTTO, M. A. **Identificação de fungos em revestimentos de argamassas com bolor evidente**. Anais.. Goiania: Ufgo, 1995.

SILVA, L. K. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará**. 2011. 61 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011.

SOUZA, Gersey. **Eflorescências nas argamassas de revestimento**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador. Anais... Salvador: UFBA, 1997. p. 1 - 13.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. 1 ed. São Paulo: PINI, 1989.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO. Informações Gerais. Disponível em: <<https://sic.ufersa.edu.br/>>. Acesso em: 6 set. 2018