ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: CASO DA ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR ANTÔNIO ALADIM DE ARAÚJO

E. FERNANDES MORAIS
Graduando em Engenharia Civil
UFERSA
Rio Grande do Norte; Brasil
eduard.fmorais@gmail.com

J. MARQUES SILVEIRA
Graduanda de Engenharia Civil
UFERSA
Rio Grande do Norte; Brasil
josy-marques@hotmail.com

M. RAYANE DE MEDEIROS
Engenheira Civil
UFERSA
Rio Grande do Norte; Brasil
mayara3004@hotmail.com

A. MOREIRA BARRETO
Professor
Universidade Federal do Cariri
Ceará; Brasil
aerson.barreto@ufca.edu.br

M. VIEIRA DA NÓBREGA
Professor
UFERSA
Rio Grande do Norte; Brasil
marcilenenobrega@ufersa.edu.br

RESUMO

Na construção moderna, problemas nas estruturas costumam aparecer antes dos 50 anos de vida útil da construção. Comumente, esses problemas se associam à ausência de técnicas adequadas, durante a execução da obra, junto à falta de manutenção e acompanhamento periódico dos sistemas construtivos, por profissionais especializados. A Escola Estadual Professor Antônio Aladim de Araújo (EEAA), não fugiu dessa estatística, com 38 anos de sua fundação, a edificação não foi submetida a nenhum tipo de manutenção considerável. Atualmente, a escola encontra-se interditada, devido a estrutura física não garantir segurança para os que a ocupam, alunos e professores. Nessas circunstancias, a edificação ficou sensível a susceptibilidade de manifestações patológicas. Nesse contexto, o presente trabalho, tem a finalidade de fazer um estudo exploratório, a fim de fazer um levantamento das manifestações patológicas nas estruturas de concreto e alvenarias de vedação, que a EEAA adquiriu ao longo de sua vivência. O estudo será concretizado por meio de visitas *in loco* e de registros fotográficos, dos sintomas decorrentes das manifestações patológicos apresentadas na estrutura da escola, que está localizada no Município de Caicó/RN. Por fim, por intermédio das análises dos sintomas das manifestações, será feito o levantamento das patologias. A pesquisa fornece dados das deficiências da edificação, para um trabalho de recuperação futuro.
Palavras-chave: Manifestações patológica, vida útil, manutenção.

ABSTRACT

In modern construction, structural problems usually appear before the construction's 50-year lifespan. Typically, these problems are associated with the absence of adequate techniques during the execution of the work, together with the lack of maintenance and periodic monitoring of the construction systems by specialized professionals. The State School Professor Antonio Aladim de Araújo (EEAA), did not escape this statistic, with 38 years of its foundation, the building has not undergone any type of considerable maintenance. Currently, the school is closed because the physical structure does not guarantee security for its occupants, students and teachers. In these circumstances, the building was susceptible to susceptibility to pathological manifestations. In this constellation, the present work has the purpose to make an exploratory study, in order to make a survey of the pathological manifestations in the concrete structures and masonry of fence, that EEAA acquired throughout its experience. The study will be carried out by means of on-site visits

and photographic records of the symptoms resulting from the pathological manifestations presented in the school structure, which is located in the Municipality of Caicó / RN. Finally, through the analysis of the symptoms of the manifestations, the pathologies will be surveyed. The survey provides data from the deficiencies of the building, for a future recovery work.
Key words: Pathological manifestations, shelf life, maintenance.

1. INTRODUÇÃO

As deficiências encontradas de forma prematuras nas edificações, e/ou nos sistemas que as compõem, como também a perca de estabilidade, são problemas apresentados no senário mundial da construção civil. A dissipação das deteriorações, ocorre devido a um conjunto de fatores, dentre eles: envelhecimento precoce da estrutura, ligado ao uso de material de baixa qualidade; problemas em projetos e execução; baixa frequência ou inexistência de manutenção, (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

O impacto devido a degradação precoce das estruturas de uma edificação, influencia diretamente em seus custos de manutenção e reparo. Não só isso, esse impacto afeta negativamente na sustentabilidade da edificação, já que, quanto menor a vida útil de um material, maior será a demanda de material em um curto intervalo tempo para recompô-lo, isto é, estrutura sustentável está ligada diretamente a uma edificação durável. Embebecido por essas questões, os engenheiros vêm dando maior atenção a durabilidade das estruturas, visto que, na construção moderna, problemas nas estruturas costumam aparecer antes dos 50 anos de vida útil da construção, (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

Com intenção de minimizar os danos causados às construções, foi publicado a Norma de Desempenho em Edificações Habitacionais – ABNT NBR 15575: 2013, que serve como orientação técnica ao mercado, instigando a melhoria da qualidade das construções. A norma serve para o consumidor como balizador, para avaliação quantitativa do desempenho das edificações, oferecendo parâmetros técnicos para vários requisitos importantes da construção.

Acidentes em edificações, como a explosão do Shopping de Osasco, o desmoronamento de edifícios na cidade do Recife, Olinda (Conjunto Enseada de Serrambi), São José do Rio Preto (Edifício Itália), Rio de Janeiro (Palace II), São Paulo (desmoronamento da cobertura da Igreja Universal e do Supermercado Pão de Açúcar), instigam a reflexão, quanto a importância do estudo de patologias em edificações, como também ao questionamento quanto as responsabilidades, para a devida reparação material e moral.

A Escola Estadual Professor Antônio Aladim de Araújo (EEAA), se insere nesta estatística. Com 38 anos de sua fundação, a edificação não foi submetida a nenhum tipo de manutenção considerável. Nessa circunstância, a edificação ficou susceptível a manifestações patológicas. Atualmente, a escola encontra-se interditada, devido a estrutura física não garantir segurança para os que a ocupam, alunos e professores. Logo, o presente trabalho, tem a finalidade de realizar um estudo exploratório, a fim de verificar as manifestações patológicas nas estruturas de concreto e alvenarias de vedação, que a EEAA adquiriu ao longo de sua vivência. A pesquisa fornece dados das deficiências da edificação, para um trabalho de recuperação futuro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fissuras decorrentes da corrosão das armaduras

As trincas em concreto armado, devido à corrosão das armaduras, são muito comuns em nossas edificações e precisam ser tratadas adequadamente, a fim de bloquear o processo e não as agravar como tem ocorrido em algumas obras, nas quais não se procura identificar, diagnosticar e corrigir as verdadeiras causas do problema (MARCELLI, 2007).

Nos elementos estruturais em que o aço já foi vítima da corrosão, ocorre um aumento de volume de até oito vezes na parte afetada da armadura, produzindo tensões que o concreto não resiste. Com isso, formam-se as fissuras e as armaduras mais próximas à superfície do elemento estrutural, ficam mais expostas à ação dos agentes externos, fazendo gerar maior corrosão, até a desagregação do concreto (GONÇALVES, 2015).

As fissuras nas edificações de concreto armado são formadoras de caminhos para que os agentes corrosivos cheguem até as ferragens, favorecendo o início ou a continuidade do processo de corrosão das armaduras. Em vista disso, deve-se fazer um controle criterioso das fissuras presentes nos elementos estruturais de uma edificação, de modo que tal processo não se instale. Segundo a NBR - 6118 (ABNT, 2014), as fissuras estão diretamente ligadas ao cobrimento da armadura e a qualidade do concreto. Para obter-se uma durabilidade e segurança estrutural satisfatória, as fissuras devem atender os criterios estabelecidos no Quadro 1, que descreve valores limitantes da abertura das fissuras, para diferentes tipos de concretos e classes de agressividade.

Quadro 1 - Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção das armaduras, em função das classes de agressividade ambiental

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D [a]	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D [a]	Combinação frequente

[a] A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (Figura 3.1).

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

Fonte: ABNT NBR – 6118, 2014

De acordo com o Quadro 1, nota-se que a abertura característica de fissuras na superfície do concreto, se torna mais “intolerante” à medida que a classe de agressividade ambiental se torna mais severa.

2.2 Fissuras em reservatórios de concreto

A NBR 12217 (ABNT, 1994), afirma que a função principal de reservatórios elevados é condicionar e equalizar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas, que não podem ser abastecidas pelo reservatório principal da edificação. Portanto, reservatórios são construções destinadas a receber a água das estações de tratamento, através das adutoras ou de reservatórios de maior volume, enterrados ou apoiados e distribuí-la até as edificações.

Segundo Hanai (1981), esta tipologia estrutural pode ser classificada de acordo com três critérios: (1) quanto à finalidade (de acumulação ou de equilíbrio); (2) quanto ao tamanho; (3) e quanto ao sistema construtivo (ser enterrado ou elevado da superfície).

Tinoco e Morais (2013) inspecionaram 45 reservatórios executados em concreto armado, no estado do Rio Grande do Norte, entre os anos de 2001 e 2011. Foram observados 39 reservatórios elevados, 5 apoiados e 1 semienterrado. As estruturas avaliadas possuíam idades distintas, pertencem a ambientes de diferentes classes de agressividade e, muitas vezes, foram projetadas em épocas e sistemas construtivos diversos. A metodologia consistiu, essencialmente, em análises visuais, mas em algumas inspeções foram utilizados equipamentos e ensaios tecnológicos. Dentre as estruturas analisadas, 53% tinham a idade entre 21 e 30

anos na data da vistoria. Tal trabalho, identificou as principais manifestações patológicas: 98% das estruturas apresentaram fissuras, 93% corrosão de armaduras, 91% desplacamento do concreto, 64% vazamento na câmara, 57% armaduras seccionadas, 39% manchas e eflorescências, 30% lixiviação, 16% segregação do concreto e 14% deformação na estrutura.

Bertolini (2010) diz que o concreto pode fissurar-se já nas primeiras horas, ou nos primeiros dias depois de seu lançamento. Como o Rio Grande do Norte apresenta fortes incidências de raios solares em todo território, atingindo temperaturas médias superiores a 30ºC, este fator favorece o surgimento da retração plástica (primeiras horas depois do lançamento) e retração higrométrica (final da cura) no concreto, apresentando o surgimento de fissuras. A mão de obra pouco qualificada, o aumento da relação água/cimento e uma cura inadequada, instigam estes processos.

Ainda segundo Bertolini (2010), estas fissuras, mesmo quando não produzem danos relevantes à estrutura, favorecem à penetração dos agentes agressivos e tornam a estrutura mais vulnerável à subsequente ação do ambiente onde está inserido.

2.3 Proliferação de mofo

Segundo Souza e Ripper (1998), toda água é agressiva e sua agressividade aumenta quando esta se encontra em movimento, quando há variações em seu nível, apresenta temperatura superior a 45°, está poluída com produtos químicos ou quando a água incide sobre peças de concreto delgadas.

A umidade é um problema patológico que causa grande desconforto e degrada, na maioria das vezes, a edificação sobre a qual atua, de forma rápida. Esse fato deve-se ao comum desenvolvimento de outros tipos de manifestações patológicas, atreladas à ocorrência da mesma.

A manifestação patológica mais comum, desenvolvida pela presença de umidade é o bolor, porém, pode-se citar também outros mecanismos de formação mais complexos, como é o caso da corrosão de armaduras, já explicado anteriormente. Esta umidade pode ter origem por meio de infiltrações por trincas, fissuras e/ou deslocamento do revestimento; a partir da condensação da água na superfície da estrutura; ascensão da água do solo por capilaridade ou ainda de forma acidental.

O bolor, segundo Cincotto (1988) *apud* Borges (2008), é caracterizado por manchas esverdeadas ou escuras que tem como possível causa, a presença de umidade constante. Seu reparo, se dá por intermédio da eliminação da infiltração da umidade ou lavagem do revestimento com solução de hipoclorito.

2.4 Fissuras na alvenaria de vedação

Com relação à construção civil, as patologias são encontradas, tanto em blocos de alvenaria de vedação, quanto em vigas e pilares, que possuem funções mais complexas. O surgimento das fissuras pode ocorrer no próprio revestimento, ou no substrato onde o mesmo é aplicado, nesse caso a alvenaria de vedação. Dependendo da origem da patologia, o sistema de recuperação adotado será totalmente distinto um do outro. Fissuras com origem no revestimento de argamassa, nas primeiras idades dos revestimentos são propiciadas por um conjunto de fatores, dentre eles: técnicas de execução, teor e natureza dos agregados, teor e natureza dos aglomerantes e absorção de água pela base, (MUCI; NETTO; SILVA, 2013).

A fissura das paredes de alvenaria não estrutural, por exemplo, tem como principais causas técnicas, variações térmicas, os movimentos das fundações (recalques diferenciais), atuação de sobrecargas, alterações químicas, deformação da parede devido à deformabilidade excessiva das estruturas, variações de umidade e a ação de cargas externas, dentre outras, (VALLE, 2008).

As fissuras com origem na alvenaria de vedação são classificadas de acordo com deformação de grande amplitude, que se inicia na base do revestimento (alvenaria) e aumentada, até que fique exposta no revestimento. Já a deformação de pequena amplitude, também tem início na base do revestimento e fecha no início do revestimento (MUCI; NETTO; SILVA, 2013).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho utiliza a metodologia de um estudo de caso, feito na Escola Estadual Professor Antônio Aladim de Araújo (EEAA), com o intuito de realizar o levantamento das manifestações patológicas presentes na edificação. O levantamento dos dados foi feito *in loco,* através de registros fotográficos. O estudo de caso permitiu por intermédio de uma pesquisa exploratória, o levantamento quantitativo de dados, com base em registros fotográficos. A pesquisa de ordem exploratória indica os meios técnicos da investigação, garantindo assim, a objetividade, a precisão da pesquisa e validação dos dados pertinentes ao problema explorado, que no caso é o surgimento de manifestações patologicas na EEAA (GIL, 2008). Logo, a pesquisa é constituída por duas etapas:

1. Visita à edificação: o trabalho se deu, primeiramente, com visitas técnicas à edificação com o intuito de coletar dados e informações acerca das possíveis manifestações patológicas, presentes nos elementos estruturais de concreto armado (pilares, vigas, lajes, reservatório) e alvenarias de vedação. Nas inspeções foram feitos registros fotográficos que são utilizadas neste trabalho.

2. Análise dos dados: após a coleta de dados, foram feitas suas análises por parte dos autores e com base na literatura, e assim, identificadas os prováveis problemas que causaram as manifestações patológicas na edificação.

3.1 Localização da pesquisa

A edificação estudada pertence a cidade de Caicó, localizada no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1 a). Principal cidade da região do Seridó, região centro-sul do estado, com 67.407 habitantes, fica a 256 km da capital do estado Natal e possui uma área de 1.228,574 km². A média de temperatura varia entre 26.9 a 36 °C, vento L a 18 km/h, umidade de 28% e precipitação média de 198 mm (CAICÓ, 2017).

A EEAA, que é ponto principal de estudo deste trabalho, está localizada na Rua Tancredo Neves, S/N, no bairro Boa Passagem, da Cidade de Caicó (Figura 1 b e c), uma das mais tradicionais e respeitadas escolas públicas de Caicó e, que atualmente, está interditada por ordem do Ministério Público, devido às más condições da estrutura do prédio.

Figura 1 – Área de estudo (a) Cidade de Caicó, (b) Localização da Escola, (c) Fachada da Escola



Fonte: Google Earth (2017)

4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS

Para melhor compreensão na análise dos dados, optou-se por criar tipologias das manifestações patológicas. Na edificação foram encontradas as seguintes manifestações patológicas: fissuras e degradação em pilares, vigas e reservatório, todos em concreto armado; proliferação de mofo nas lajes de cobertura e nas alvenarias de vedação e fissuras nas paredes de vedação.

4.1 Fissuras em pilare, vigas e reservatório de concreto armado

Os pilares de concreto armado de seção retangular, foram afetados por fissuras, estando localizados próximos a área externa, protegidos apenas pelo pequeno beiral da cobertura. Com isso, ficaram susceptíveis à ação da água. Muito dos pilares, apresentam fissura com orientação vertical, isto é, no sentido da maior dimensão da armadura, conforme mostrado na Figura (2). As características das fissuras indicam corrosão das armaduras por ataque químico e/ou carbonatação, como é visto na Figura (2a), onde é possível ver partes da armadura em um grau elevado de corrosão e deterioração.

Figura 2 – Pilares fissurados (a) Pilar fissurado localizado no refeitório, (b) Pilar fissurado localizado no bloco aulas 1, (c) Pilar fissurado localizado na área recreativa, (d) Pilar fissurado na área do bloco aulas 2



Fonte: Própria

Em quase toda a maioria dos pilares, observa-se desplacamentos e deterioração do concreto, possivelmente, devido ao alto grau de corrosão das armaduras, que aumenta de volume de até oito vezes, produzindo tensões que o concreto não resiste, como é visto na Figura 2 (a), (b) e (c). Com isso, a área de aço sã, sofreu redução de seção, que pode resultar na perca de estabilidade desses elementos estruturais. Devido a edificação está localizada em área urbana, com taxa consideráveis de CO_2 e as estruturas

susceptíveis a ação da água, fez, possivelmente, que acontecesse carbonatação do concreto e em seguida, despassivação da camada protetora do aço e assim, provocasse a reação de oxidação na armadura.

Não só nos pilares da edificação que foram encontradas fissuras devido a possível corrosão das armaduras. Também foi observado fissuras e a degradação do concreto das vigas. As vigas estão localizadas na área recreativa da escola. Localizadas na área externa e sem nenhum tipo de proteção, os elementos ficaram desprotegido da ação da água, que combinado com a carbonatação do concreto, provocado pelo CO_2 do ambiente, proporcionaram a oxidação da armadura. É possível ver, analisando a Figura 3 (a), as fissuras orientadas na direção da maior dimensão da armadura, como também, a ocorrência de desplacamento do concreto. Também é visto as armaduras em alto grau de corrosão. Com isso, o elemento, possivelmente, perdeu grande parte de sua estabilidade.

Figura 3 – (a) Viga fissurada/degradada e (b) Reservatório fissurado



Fonte: Própria

Foram observadas fissuras no reservatório apoiado da edificação. O reservatório é feito de concreto armado e apresenta fissuras horizontais que, ao analisa-las, é possível ver a formação, ao longo da fissura, manchas provocadas pelo escorrimento de água, conforme a Figura 3 (b). A manifestação pode estar ligada a um conjunto de fatores, destacando-se os seguintes diagnósticos: junta de concretagem mal executada, ninho de concretagem, movimentação térmica diferencial, armadura insuficiente, concreto com resistência insuficiente. A seguinte manifestação, afeta negativamente sua estabilidade e sua capacidade em armazenar água.

4.2 Proliferação de mofo na laje de cobertura e alvenaria

A laje maciça de cobertura, feita de concreto armado, apresenta manchas esverdeadas ou escuras que tem como possível causa à presença de umidade constante, conforme a Figura 4 (a), (b) e (c). Como mencionado, o desencadeamento da manifestação é proporcionada pela presença constante de umidade,

que para esse caso das laje, pode ser possivelmente provocada por mal desempenho ou defeitos na telhas da cobertura, que assim, permite a infiltração de água na estrutura, como visto nas lajes da sala de aula, Figura 4 (a) e (b). A Figura 4 (c) mostra a laje do beiral, o diagnóstico pode estar ligado ao pequeno beiral da cobertura, que acaba permitindo que água escorra até a laje maciça.

Também foi observado a presença de mofo nas alvenarias do muro da edificação, conforme a Figura 4(d) e (e). A orientação das manchas é de cima para baixo, análogo ao escorrimento da água da chuva. O diagnóstico está ligado possivelmente, ao não uso de chapim de concreto no topo da alvenaria, permitindo assim, que à água escoe e infiltre na alvenaria.

Figura 4 – Proliferação de mofo (a) Laje da sala de aula com proliferação de mofo, (b) Proliferação de mofo na laje da sala de aula, (c) Proliferação de mofo na laje do beiral, (d) Alvenaria do muro com proliferação de mofo



Fonte: Própria

4.3 Fissuras na alvenaria de vedação

Nas alvenarias de vedação da edificação, foram encontradas fissuras em várias orientações e localidade. Primeiramente, destaca-se a presença de fissuras a 45° na quina das aberturas das janelas, conforme mostrada na Figura 5 (a), o diagnóstico pode estar ligado à ausência de contraverga, que distribui a carga uniformemente na alvenaria. Observa-se na alvenaria da sala de aula, a ocorrência de fissuras diagonais, conforme visto na Figura 5 (b) e (d), prologando do piso ao teto. A configuração das fissuras se assemelham às provocadas por recalque diferencial da fundação. Devido a estrutura não ser rígida o suficiente para suportar o recalque, alivia as tensões fissurando. São apresentadas também, fissuras contornando o batente da esquadria, acompanhado com a desagregação do revestimento, visto na Figura 5 (c). As fissuras

podem ser diagnosticadas, devido ao um engastamento deficiente, que não proporcionou a ancoragem da esquadria à alvenaria.

Figura 5 – Fissuras na alvenaria (a) Fissura angulada em 45° no canto inferior na esquadria, (b) Fissura com orientação diagonal, (c) Fissura contornando o batente da esquadria, (d) Alvenaria com fissura na diagonal



Fonte: Própria

As patologias aqui levantadas, mostram os caminhos para os trabalhos de recuperação e escolha das técnicas corretas, para trazer a edificação para um patamar de qualidade, associado a essas medidas, pode-se constituir padrões para sua manutenção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As manifestações patológicas observadas, se originam em locais específicos. As causas indicam deficiências, devido a falhas executivas ou de utilização e manutenção, que resultaram em situações de acúmulo de água, ataque químico, como também, patologias ligadas a falhas de projeto, que proporcionaram falta de elementos de proteção à ação de água na estrutura e dimensionamento inadequado da cobertura de concreto, dos elementos estruturais de concreto armado.

Ao final deste estudo, percebe-se o alto grau de deterioração que a edificação está susceptível e a necessidade de um estudo de recuperação para edificação, isto é, é de grande importância uma reforma ampla e imediata da cobertura da edificação, dos sistemas estruturais, como pilares, vigas, lajes e reservatório, das alvenarias de vedação da edificação. Já que a edificação se encontra interditada e representa a identidade de professores e alunos que a compõe. Um estudo de reabilitação deve ser feito, para assim guiar uma reforma de maneira correta. Também é necessário a cultura de manutenção da edificação, apesar de que o histórico de manutenção em prédios públicos não seja grande, a falta de manutenção implica em reformas muito onerosas e principalmente, pode custar a segurança e até a vida das pessoas que circulam na Escola.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217**: Projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto armado - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

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

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**. São Paulo, Oficina dos Textos, 2010.

BORGES, M. G. **Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado**. Monografia. Feira de Santana. 2008.

CAICÓ. A Cidade. Disponível em:< http://caico.rn.gov.br/>. Acesso em: 28 de nov 2017.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Projeto de graduação – UFRJ – POLI – Rio de Janeiro. 2015.

HANAI, J.B. **Reservatórios com parede ondulada**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1981.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil**: causas e soluções para danos e prejuízos em obras - São Paulo: Pini, 2007.

MUCI, Daniel Wallace Silva; NETTO, JosÉ Ricarto Bezerra; SILVA, Rodrigo de Almeida. SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE FISSURAS DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO: AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO. 2013. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de GoiÁs, GoiÂnia, 2013.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. DESEMPENHO, DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES: ABORDAGEM GERAL. **Técnico-científica do Crea-pr,** S.c., v. , n. 1, p.1-14, out. 2013.

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

TINOCO, H. F. F., MORAIS, A. S**. Reservatórios em concreto armado: principais manifestações patológicas, diagnóstico e soluções para reabilitação e reforço**. IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas – CINPAR. João Pessoa, 2013.

VALLE, Juliana Borges de Senna. PATOLOGIA DAS ALVENARIAS Causa / Diagnóstico / Previsibilidade. 2008. 72 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia da Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.