

**FACULDADE PATOS DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**LETTICIA CRISTINA ALVES
MANOEL ALVES PEREIRA
NATHÁLIA RODRIGUES DE ARAÚJO**

**PATOLOGIAS: EDIFICAÇÕES EM CONCRETO
ARMADO DE OBRAS PRIVADAS**

**PATOS DE MINAS
2018**

**LETTICIA CRISTINA ALVES
MANOEL ALVES PEREIRA
NATHÁLIA RODRIGUES DE ARAÚJO**

**PATOLOGIAS: EDIFICAÇÕES EM CONCRETO
ARMADO EM OBRAS PRIVADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Patos de Minas
como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof^a. Me. Helenize Maria de
Rezende Lima

**PATOS DE MINAS
2018**

FACULDADE PATOS DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil

**LETTICIA CRISTINA ALVES
MANOEL ALVES PEREIRA
NATHÁLIA RODRIGUES DE ARAÚJO**

**PATOLOGIAS: EDIFICAÇÕES EM CONCRETO ARMADO EM OBRAS
PRIVADAS**

Banca Examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, composta em
19 de novembro de 2018.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, pela comissão examinadora constituída
pelos professores:

Orientador: Prof.^a . Me. Helenize Maria de Rezende Lima
Faculdade Patos de Minas

Examinador: Prof.^a. Me. Marina da Mota Pereira
Faculdade Patos de Minas

Examinador: Prof.^o. Esp. Wagner Márcio Bernardes
Faculdade Patos de Minas

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar que iluminou essa caminhada nos dando força e coragem e não deixou desistirmos nos momentos mais difíceis.

A nossa família que, com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que chegássemos até essa conquista.

Aos amigos e colegas que se mostraram presentes.

Aos professores, por proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

E aos demais que de forma direta ou indireta fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

RESUMO

A patologia das edificações refere-se ao estudo das causas e dos efeitos dos problemas identificados em uma edificação, constituindo seu diagnóstico e correção. Há uma grande preocupação com o elevado número de reformas realizadas devido à pequenas patologias ocasionadas pela falta de qualificação de profissionais que atuam em diversos níveis da construção civil, na programação e execução de reparos em edificações pós-concluídas e no diagnóstico e resolução de problemas patológicos. São apresentados estudos do processo de construção do concreto armado, bem como possíveis patologias e seu diagnóstico e métodos de tratamento. Apontando a necessidade de melhoria da qualidade na construção civil ou em qualquer outra área da engenharia civil.

Como objetivo deste trabalho, destacaremos problemas e soluções das mais diversas patologias que ocorrem em estruturas de concreto armado. As manifestações patológicas na construção civil podem-se originar em qualquer uma das etapas do processo de construção, devendo-se observar a importância das manutenções preventivas e corretivas.

Portanto pode-se concluir que há uma grande necessidade pela busca da qualidade na construção civil ou em qualquer outra área da engenharia civil.

Palavras-chave: Patologias. Estruturas. Concreto armado.

ABSTRACT

The pathology of buildings refers to the study of the causes and effects of the issues identified in a building, constituting its diagnosis and correction. There is a great concern about the high number of reforms carried out due to the small pathologies originated by the lack of qualification of professionals working at different levels of construction, planning and execution of repairs in post-completed buildings and in the diagnoses and resolution of pathological problems. We present studies of the construction process of the reinforced concrete, as well as possible pathologies and its diagnosis and treatment methods. Pointing out the need for quality in civil construction or any other area of civil engineering.

As a goal of this work, we will highlight difficulties and solutions of the most diverse pathologies that occur in reinforced concrete structures. Pathological manifestations in construction can originate in any of the stages of the construction process, and preventive and corrective maintenance should be observed.

Therefore it can be conclude that there is a great need for the search of quality in civil construction or any other area of civil engineering.

Keywords: Pathologies. Structures. Reinforced Concrete.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.” (Walter S. Landor)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Corrosão.....	09
Figura 2	Processo do deslocamento no concreto.....	11
Figura 3	Processo de eflorescência no concreto.....	13
Figura 4	Infiltração no concreto.....	14
Figura 5	Processo de porosidade no concreto.....	16
Figura 6	Rachadura no concreto.....	17
Figura 7	Trincas e fissuras no concreto.....	19
Figura 8	Umidade no concreto.....	21
Figura 9	Projeto arquitetônico Centro Educacional Criança Feliz.....	24
Figura 10	Deslocamento no pilar 1.....	25
Figura 11	Deslocamento no pilar 2.....	25
Figura 12	Trincas parede externa.....	26
Figura 13	Trincas e fissuras parede interna.....	26
Figura 14	Umidade parede externa	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
1.1	Problemática	02
1.2	Objetivos	02
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	02
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	03
1.3	Justificativa	03
2	CONCRETO ARMADO	04
2.1	Conceitos	04
2.2	Concreto armado na construção civil	04
2.2.1	<i>Manutenção</i>	04
2.2.2	<i>Sustentabilidade</i>	05
2.2.3	<i>Composição</i>	05
2.2.3.1	Concreto simples.....	05
2.2.3.2	Concreto armado.....	05
2.2.4	<i>Aplicação</i>	06
2.2.5	<i>Qualidade da estrutura</i>	06
2.2.6	<i>Vantagens e desvantagens</i>	06
2.2.6	Vantagens.....	07
2.2.6	Desvantagem.....	07
3	PATOLOGIA	08
3.1	Conceitos	08
3.2	Patologia na construção civil	08
3.3	Patologia em edificação em concreto armado	08
3.3.1	<i>Porque ocorrem patologias em concreto armado?</i>	08
3.4	Principais manifestações patológicas.....	09
3.4.1	<i>Corrosão</i>	09
3.4.1.1	Características.....	10
3.4.1.2	Causas.....	10
3.4.1.3	Prevenção.....	10
3.4.1.4	Tratamento.....	10
3.4.2	<i>Desplacamento do cobrimento</i>	11
3.4.2.1	Características.....	11
3.4.2.2	Causas.....	12
3.4.2.3	Prevenção.....	12
3.4.2.4	Tratamento.....	12
3.4.3	<i>Eflorescência</i>	12
3.4.3.1	Características.....	13
3.4.3.2	Causas.....	13
3.4.3.3	Prevenção.....	13

3.4.3.4	Tratamento.....	14
3.4.4	<i>Infiltração</i>	14
3.4.4.1	Características.....	15
3.4.4.2	Causas.....	15
3.4.4.3	Prevenção.....	15
3.4.4.4	Tratamento.....	15
3.4.5	<i>Porosidade</i>	15
3.4.5.1	Características.....	15
3.4.5.2	Causas.....	16
3.4.5.3	Prevenção.....	16
3.4.5.4	Tratamento.....	16
3.4.6	<i>Rachaduras</i>	17
3.4.6.1	Características.....	17
3.4.6.2	Causas.....	17
3.4.6.3	Prevenção.....	18
3.4.6.4	Tratamento.....	18
3.4.7	<i>Trincas e fissuras</i>	18
3.4.7.1	Características.....	19
3.4.7.2	Causas.....	19
3.4.7.3	Prevenção.....	20
3.4.7.4	Tratamento.....	20
3.4.8	<i>Umidade</i>	20
3.4.8.1	Características.....	21
3.4.8.2	Causas.....	21
3.4.8.3	Prevenção.....	22
3.4.8.4	Tratamento.....	22
4	METODOLOGIA	23
4.1	Estudo de caso- Centro Educacional Criança Feliz.....	23
5	RESULTADOS E DISCURSSAO	25
5.1	Deslocamento no pilar	25
5.2	Trincas e fissuras	26
5.3	Umidade	27
	CONSDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERENCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O concreto armado é um dos elementos estruturais mais utilizados na construção civil. Os seus primeiros vestígios foram descobertos por geólogos em Israel na década de 70 que encontraram calcários e argila siltosa numa combustão espontânea há mais de 1.200 anos, chamados de cimento natural utilizados por primatas. Surgiu então a necessidade de moradias onde essa mistura começou a ser utilizada. (1)

Uma das primeiras edificações foram as pirâmides do Egito feitas de barro e palhas. Mas foi em Roma que foram realizados os primeiros aglomerantes, uma mistura de cinzas vulcânicas do monte Vesúvio chamadas pozolana e cal, que se endurecia com água. Foram feitas várias construções como a via Ápia, Coliseu e Aquedutos. (2)

O belga Simon Stevin (1586) e o inglês Robert Hooke (1678) através de seus experimentos descobriram o fundamento da elasticidade e estática possibilitando uma análise mais real das estruturas de concreto. (2)

Em 1757, o matemático Leonhard Euler publicou um dos primeiros trabalhos da área das estruturas, equação da carga máxima numa coluna. Antes dela Jean-Baptiste Rondelet e o arquiteto Jacques Germain Soufflot utilizaram na construção da estrutura de Panthéon em Paris a primeira composição entre o aço e a pedra natural, numa estrutura com poucas colunas e grandes vigas com capacidade de suportar elevadas cargas. (2)

No ano de 1824, Joseph Aspdin, criou o cimento Portland com a queima do calcário e argila. O material obtido era então levado em direção às jazidas em construção na cidade de Portland na Inglaterra. (2)

O francês Joseph Louis Lambot em 1850 foi o primeiro a publicar sobre o concreto armado, cujo estudo foi feito numa canoa de concreto. Mas, foi o jardineiro Joseph Monier, o grande revolucionário do concreto armado. Dizia que os vasos de barro eram frágeis, então resolveu usar argamassa e cimento com telas de aço, o que desencadeou a revolução na engenharia de estruturas. (2)

Desde então, o crescimento da tecnologia e estudos sobre a estática e ciência dos materiais vem revolucionando para melhoria das características do concreto armado. (1)

O presente trabalho irá tratar das manifestações patológicas mais comuns encontradas em estruturas de concreto armado.

Tendo como objetivo contribuir para a sociedade com o esclarecimento de algumas dúvidas em relação às patologias na construção civil. Iremos apresentar os problemas e as soluções práticas no estudo de caso sobre construções de concreto armado numa obra privada.

Conceituando as formas de prevenção e tratamento e explicando cada uma das causas que ocorrem no dia a dia, com o intuito de levar o máximo de informações para facilitar a vida das pessoas.

1.1 Problemática

No Brasil, as construções em concreto armado são normalizadas pela NBR 6118 — Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Mas essa norma não é levada a sério e a maioria dos imóveis não são construídos com acompanhamento de profissionais, agregando muitas complicações e patologias no concreto armado.

A partir da necessidade observada, foi realizado o levantamento de causas e soluções para problemas patológicos encontrados nas edificações de pequeno e grande porte, oferecendo sugestões de soluções prévias para questões como: Porque ocorrem patologias? Quais são suas características? Quais são os respectivos tratamentos?.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar os problemas e soluções para os mais variados tipos de patologias nas construções de concreto armado.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Descrever sobre concreto armado apresentando conceitos, vantagens e desvantagens;
- Descrever o conceito de patologia na construção;
- Relatar formas de prevenção para algumas dessas;
- Conceituar processos de tratamento;
- Realizar estudo de caso para observação de patologias e recomendações de tratamento.

1.3 Justificativa

Durante a vida útil, as edificações estão sujeitas à ação de diversos agentes que contribuem para a diminuição da sua resistência, e ainda é muito comum ser feito apenas um reparo. Porém, a solução muitas vezes não é definitiva.

A escolha por este tema se justifica pelo elevado número de reformas realizadas devido à pequenas patologias ocasionadas pela falta de qualificação de profissionais que atuam em diversos níveis da construção civil, na programação e execução de reparos em edificações pós-concluídas e no diagnóstico e resolução de problemas patológicos.

O concreto armado é um tipo de estrutura que utiliza armações feitas com barras de aço e concreto. Esse tipo de estrutura é a mais utilizada pelos construtores no mundo inteiro, tendo em vista o seu enorme número de patologias, devido ao autônomo de utilização. Além das patologias que ocorrem no concreto em si, temos a incidência de patologias nas armações. Tais patologias variam de região para a região sendo que em regiões mais úmidas as mesmas aumentam.

2 CONCRETO ARMADO

2.1 Conceitos

O concreto armado é uma estrutura feita de concreto simples com barras de aço, essa barra tem por objetivo reforçar aos esforços de tração, somando com a resistência do concreto à compressão, tornando uma estrutura mais resistente. (3)

Além dessa grande vantagem de resistência esse material pode assumir qualquer forma, com facilidade e rapidez.

O aço deve ser envolvido pelo concreto com espessuras mínimas de acordo com o item 7.4.7 da norma NBR 6118:2014 (4), para evitar algumas patologias devido à corrosão do aço.

Por onde passamos podemos nos deparar com esse material, tendo muita aceitação, principalmente no Brasil.

2.2 Concreto armado na construção civil

Cada vez mais se ouve falar das estruturas em concreto armado na construção civil.

O projeto de uma estrutura deve ser realizado por engenheiros calculistas, especializados em cálculo estrutural, que determinam a resistência, o espaçamento e o dimensionamento da bitola do aço e os elementos que compõem a estrutura seguindo os critérios da norma NBR 6118.

2.2.1 Manutenção

O concreto armado tem em si grandes vantagens, mas também podem ocorrer diversas patologias devido à falta de manutenção. Uma delas é a fissuração, processo que o aço ajuda o concreto a resistir às forças de tensão. Porém, se deve ter um cuidado específico para que não apareçam problemas futuros como a corrosão do aço, que iremos abordar mais a frente.

“Assim, a norma define a vida útil da estrutura e indica os cuidados a serem tomados, como evitar o contato direto com a água da chuva e providenciar uma devida drenagem durante a fase de projeto”. (5)

2.2.2 Sustentabilidade

Segundo Narbal Marcellino, doutor e mestre em engenharia civil, a produção do cimento é um processo que consome uma quantidade alta de energia.

“O mérito da engenharia atual é conseguir construir com a menor quantidade possível de concreto. A recomendação é estudar as alternativas e sempre que possível escolher um material mais sustentável. Um bom projeto de concreto armado pode representar a menor quantidade possível de matéria-prima”. (6)

2.2.3 Composição

A composição do concreto armado se deriva da junção do concreto simples tradicional com armações em aço. Os itens 2.2.3.1 e 2.2.3.2 explicam a composição do concreto simples e do concreto armado, respectivamente. Esse último hoje em dia é de fácil utilização, apresenta boa trabalhabilidade e pode atingir alta resistência.

2.2.3.1 Concreto Simples

Basicamente, o concreto simples é composto por cimento (aglomerante), agregado graúdo (brita), agregado miúdo (areia), água e algumas vezes podem conter aditivos para melhorar as suas características.

Entretanto, a sua resistência à tração é apenas 10%, comparado à resistência de compressão.

2.2.3.2 Concreto Armado

O concreto armado surgiu da necessidade que reforçar a sua resistência à tração, sendo o aço o material escolhido, pois a junção do concreto resistente à compressão e o aço a tração teria a combinação ideal para uma boa estrutura, o que antes era impossível se tornou possível.

O aço utilizado é dividido em barras (CA 50 — limite de escoamento igual a 50kgf/mm² e diâmetro nominal acima de 5,0mm) e fios (CA 60 — limite de escoamento igual a 60kgf/mm² diâmetro nominal inferior a 10,0mm). O bom funcionamento do concreto armado só é possível devido ao fenômeno da aderência.

Este fenômeno faz com que os dois materiais trabalhem em conjunto, ou seja, deformando e transferindo tensões em harmonia. (7)

2.2.4 Aplicação

O concreto armado é o material mais utilizado atualmente na construção civil, sendo utilizado em obras de edificações, saneamento, barragens, usinas hidrelétricas, viadutos, pontes, dentre outros.

2.2.5 Qualidade da estrutura

Para uma qualidade na estrutura de concreto armado existem inúmeras normas relacionadas ao concreto. Porém, no Brasil, são duas normas principais: a NBR 6118 — Projeto de estrutura de concreto, informações necessárias para tomadas de decisões em projetos e a NBR 14.931 (8) — Execução de estruturas de concreto, informações precisas na fase de execução.

2.2.6 Vantagens e desvantagens

O concreto armado, assim como qualquer outro tipo de estrutura tem suas vantagens e desvantagens. Tais devem ser cuidadosamente escolhidas

ainda no projeto, comparando com outros tipos de estruturas, analisando o custo, adaptação técnica, entre outros fatores.

2.2.6.1 Vantagens

- Elevada resistência à compressão em comparação a outros materiais de construção;
- Devido à armação, suporta esforço de tração;
- Baixo custo de manutenção;
- Facilidade e variedade na modelagem;
- Mão de obra menos qualificada para execução, em comparação como, por exemplo, estruturas metálicas;
- Resistente ao fogo e a intempéries;
- Alta durabilidade;
- Resistente ao desgaste mecânico como choques e vibrações.

2.2.6.2 Desvantagens

- Quando produzido *in loco*, pode haver falhas na sua resistência final devido aos processos de mistura, adensamento e cura;
- Necessidade de formas de madeira ou metálicas, que elevam o custo de produção;
- Muitos resíduos e lixos de construção.
- Em construções de grandes edifícios a seção dos pilares de concreto armado é maior que uma sessão de estrutura metálica;
- Peso próprio elevado (2.500 kg/m^3);
- Maior tempo de execução devido ao tempo de cura;
- Difícil execução de demolição e custo elevado.

3 PATOLOGIA

3.1 Conceitos

Patologia é um estudo de alterações químicas, físicas e biológicas, vem do grego, onde *Pathos*= doença e *Logos*= ciência. (9)

3.2 Patologia na construção civil

Na construção civil é muito comum depararmos com situações de patologias em edificações em concreto armado.

É de suma importância a falta dessas manifestações, por se tratarem de alterações que podem prejudicar e comprometer o desempenho e a durabilidade de uma edificação.

Tais patologias podem apresentar-se de diversas maneiras, como: corrosão, deslocamento do cobrimento, eflorescência, infiltração, porosidade, rachaduras, trincas e fissuras, umidade.

Dessas manifestações deve ser feito uma análise das suas causas iniciais para assim aplicar o devido tratamento.

3.3 Patologia em edificação em concreto armado

Segundo Carla Castro de Paula, engenheira civil “As estruturas de concreto armado se comprometem a partir do aparecimento dessas manifestações e quando se encontra já em seu estágio inicial o ideal é procurar profissionais especializados para realizarem a verificação das medidas e as intervenções necessárias”. (10)

3.3.1 Por que ocorrem patologias em concreto armado?

As patologias são doenças nas edificações, as suas aparências podem ser resultado de vários fatores como:

- Erros de planejamento ou execução da obra; (11)
- Erosão; (12)
- Materiais usados inadequadamente ou de procedência duvidosa; (12)

- Sinistros; (12)
- Estrutura inadequada; (11)
- Ausência ou manutenção inadequada. (11)

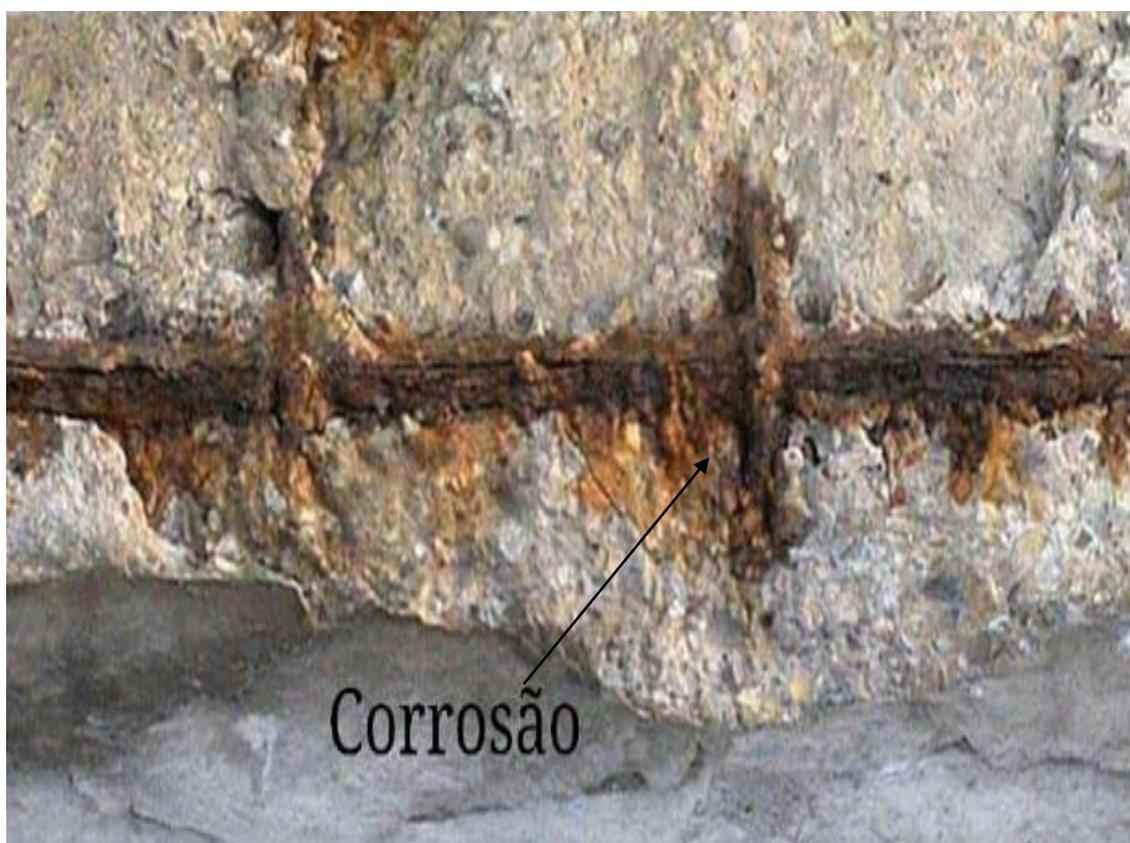
3.4 Principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado

Abordaremos algumas manifestações patológicas, exemplificando as suas causas e apresentando sugestões de forma preventiva e corretiva.

3.4.1 Corrosão

É um processo resultante da ação do meio sobre um determinado material causando sua deterioração. (13). Na figura 1 temos um exemplo de corrosão no aço do concreto armado.

Fig. 1 – Corrosão



Fonte: SA Soluções de Engenharia (14)

3.4.1.1 Características:

O aço começa a entrar em estado de decomposição, formando a ferrugem.

3.4.1.2 Causas:

- Locais com exposição à umidade e agentes agressivos.

3.4.1.3 Prevenção:

Deve-se ter um rigoroso controle de qualidade durante a concretagem da estrutura.

Outra forma de prevenção é proteger sempre a superfície com materiais formadores de películas, hidrofugantes de superfície (de poro aberto) e bloqueadores de poros. (13)

3.4.1.4 Tratamento:

Segundo o engenheiro civil Marcelo Medeiros, professor de Mestrado em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná (UFPR) o tratamento das áreas afetadas pela corrosão, denominado na Engenharia Civil como reparos localizados, é realizado em sete etapas:

- a) Delimitação da área com corte com serra circular;
- b) Sarja do concreto solto e deteriorado;
- c) Limpeza do produto de corrosão formado, que pode ser feito de forma manual, com jato de areia ou jato de água;
- d) Pintura na superfície do metal para maior proteção;
- e) Aplicação de uma ponte de aderência;
- f) Preenchimento com argamassa de reparo e acabamento da superfície;
- g) Cura da argamassa de reparo, geralmente feita com água da rede de abastecimento de água potável. (13)

3.4.2 Deslocamento do cobrimento

O cobrimento do aço no concreto armado tem uma grande função, proteger a estrutura perante fogo aumentando sua durabilidade.

Existem basicamente dois tipos de ferragens, as positivas onde os espaçadores são posicionados de forma intercalada nos encontros das ferragens, e as negativas, peças maiores que são utilizadas com a orientação do projetista, como mostrado na figura 2.

Fig. 2 – Processo do deslocamento no concreto



Fonte: Revista IBDA (15)

3.4.2.1 Características:

Rompimento da ligadura no concreto deixando a armadura de aço exposta.

3.4.2.2 Causas:

- Falhas na armação e no seu cobrimento

3.4.2.3 Prevenção:

Deve-se garantir que nenhuma peça tenha se deslocado ou até quebrado, para que não venha a ser exposta e sujeita a maior possibilidade de corrosão.

3.4.2.4 Tratamento:

É retirado o restante dos resíduos e feita a limpeza do local. Em caso de armadura exposta é necessária uma escovação com escova de aço e aplicação de impermeabilizante. Após essa primeira etapa, cobre-se o local com argamassa estrutural. Vale resaltar que existem vários produtos prontos à base de cimento, agregados, aditivos especiais, polímeros e inibidores de corrosão, que misturados em água criam uma argamassa moldável.

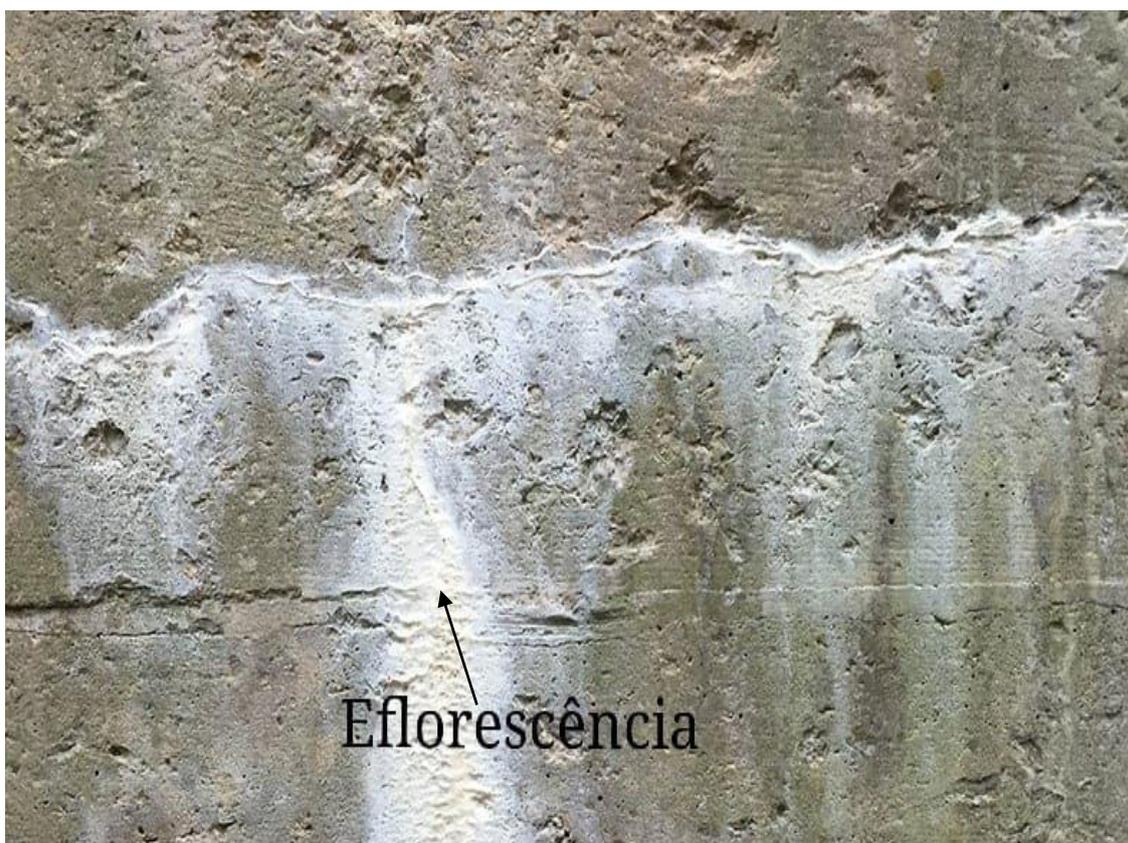
3.4.3 *Eflorescência*

São cristais salinos de coloração branca, depositados em superfícies que contêm umidade (figura 3). Tais podem ser agressivos e causar degradação profunda além de causar modificação intensa, havendo um contraste de coloração entre a base e o sal, onde está depositado.

Existem basicamente dois tipos de eflorescência (16):

- a primária que é formada no início dos trabalhos completados e desaparece após alguns meses;
- e a secundária, mais difícil de remover e que tem sua origem na porosidade dos materiais utilizados durante a construção e o contato permanente com a umidade.

Fig. 3 – Processo de eflorescência no concreto



Fonte: Mapa da obra- Votorantim cimentos (17)

3.4.3.1 Características:

Sua aparência é como de uma espuma branca.

3.4.3.2 Causas:

- Paredes porosas;
- Infiltração de água;
- Umidade ascendente;
- Condensação.

3.4.3.3 Prevenção:

Para prevenção de reaparecimento deve-se selar a área após já ter sido tratada.

3.4.3.4 Tratamentos:

Primeiramente é feita a remoção de todos os sais com água sob pressão e com uma escova e deixe secar de forma natural, prefira dias calorosos para o processo ser mais precisa. Caso esses sais não sejam removidos com água, pode-se utilizar o ácido clorídrico. Se mesmo assim não resolver o problema também pode aplicar em pequenas quantidades de ácido muriático a 10%.

Esse processo deve ser repetido até a remoção total. Após, é importante a eliminação de umidade causada pela infiltração para que não volte com frequência.

3.4.4 *Infiltração*

A infiltração se deriva através de fatores de início de outras falhas, como por exemplo, “buracos” na estrutura (figura 4). Nos períodos de chuva é onde essa patologia mais se manifesta, mas também pode ocorrer devido a vazamentos na rede hidráulica e podem trazer consigo várias outras patologias como umidade, deslocamento e mofo.

Fig. 4 – Infiltração no concreto



Fonte: Revista técnica (18)

3.4.4.1 Características:

Paredes úmidas e com aparência granulada, acarretando o surgimento de bolhas, rachaduras e pontos com mofo.

3.4.4.2 Causas:

- Fatores externos: instalação hidráulica mal feita ou um sistema de escoamento de água ineficiente;
- Fatores internos: preparação inadequada do concreto. (19)

3.4.4.3 Prevenção:

No que se refere à infiltração, a maneira mais eficaz de prevenção, é investir na impermeabilização de pisos, paredes e telhado. Mais cedo ou mais tarde o serviço precisa ser feito, portanto é melhor aplicar uma película protetora nessas partes da casa durante sua construção.

3.4.4.4 Tratamento:

Primeiramente é realizada a perfuração da estrutura para instalação de bicos de injeção com juntas de fluxo de água e após os bicos estarem instalados é realizada a aplicação de resinas, a mais utilizada é a resina de poliuretano.

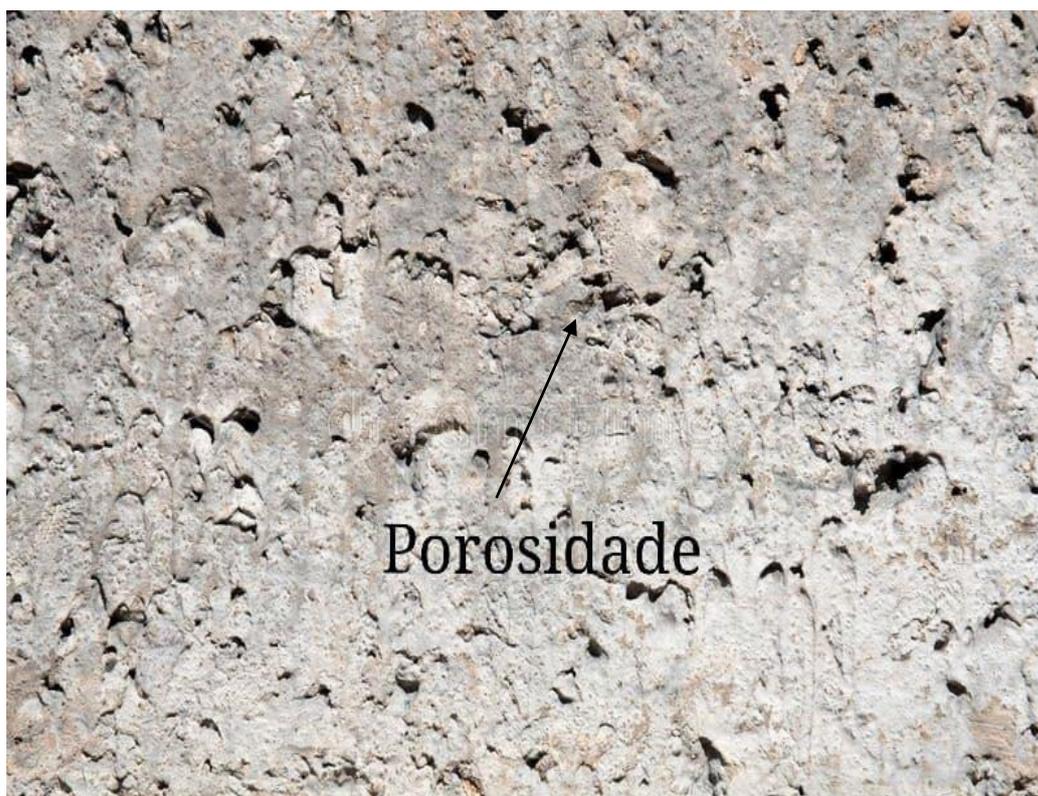
3.4.5 *Porosidade*

A porosidade do concreto é um dos principais fatores que afetam a durabilidade das estruturas de concreto armado (figura 5).

3.4.5.1 Características:

Material com espessura porosa e com buracos pequenos formados por bolhas.

Fig. 5 – Processo de porosidade no concreto



Fonte: Blog Dreamstime (20)

3.4.5.2 Causas:

- Má preparação e inadequado adensamento do concreto.

3.4.5.3 Prevenção:

Evitar prepará-lo em condições ambientais adversas, como frio, ventos e baixa umidade do ar.

3.4.5.4 Tratamento:

Em locais já ocorrido normalmente devem ser demolidos, pois o concreto mal preparado coloca toda estrutura em risco. Por isso, a importância do projeto de execução, e o que chamamos de relação água/cimento - teste inicial do *slump*.

3.4.6 Rachadura

As rachaduras são uma evolução da gravidade de uma fissura ou trinca, com grandes aberturas (figura 6), permitindo em seu interior a penetração de água e ar, agravando ainda mais a estrutura.

Fig. 6 – Rachadura no concreto



Fonte: PET Engenharia Civil (21)

3.4.6.1 Características:

Aberturas maiores que 1,5 mm, profundas e bem visíveis.

3.4.6.2 Causas:

- Elevadas cargas, não contidas no projeto;
- Erro de sondagem;
- Retirada antes do tempo de elementos de escoramento;

- Dilatação térmica;
- Retração do material;
- Infiltração;
- Vibrações e trepidações;
- Defeitos na formulação do produto e erros na aplicação.

3.4.6.3 Prevenção:

A melhor prevenção é um projeto de sondagem bem elaborado e executado, para obter uma fundação mais segura. Devemos escolher materiais mais resistentes, atualmente no mercado existem inúmeros produtos que auxiliam na resistência do material. Lembrando que sempre o gasto do tratamento será maior que o de prevenção.

3.4.6.4. Tratamento:

Por ser uma patologia de grande risco, deve-se ter um cuidado ao tratamento. Correto é examinar suas causas e origens e providenciar solução da devida causa.

3.4.7 *Trincas e fissuras*

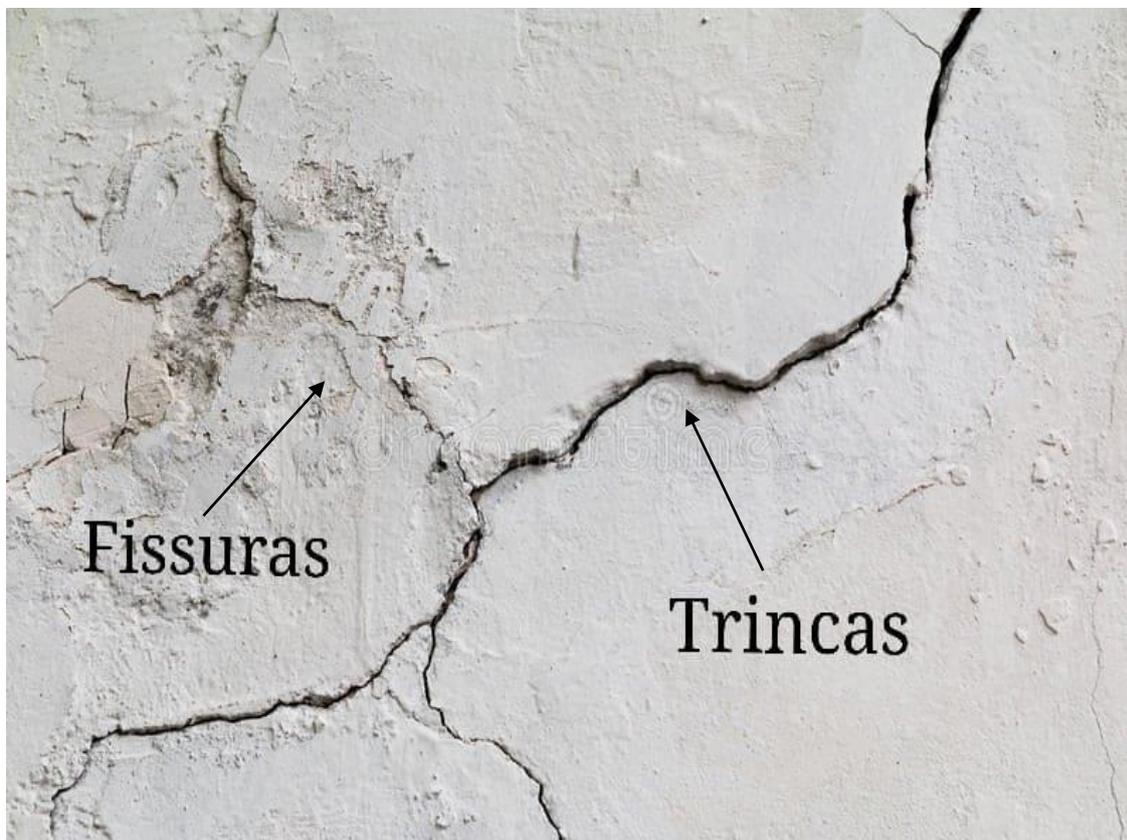
Essas patologias ocorrem com maior frequência, é comum chegar a uma edificação e nas arestas nos depararmos com algumas fissuras. Trazem desconforto estético e insegurança da estrutura. Isso acontece devido às tensões que o material é capaz de suportar são menores que as deformações solicitantes, conforme mostrado na figura 6.

3.4.7.1 Características:

De acordo com as normatizações as fissuras possuem aberturas até 1,0mm, menores que 0,05mm são denominadas microfissuras. Já as trincas possuem aberturas de até 3,0mm. (24)

Podem aparecer em vários comprimentos, são mais comuns em vigas, pilares, paredes e lajes.

Fig. 7 – Trincas e fissuras no concreto



Fonte: Blog Dreamstime (22)

3.4.7.2 Causas:

- O solo da construção não foi adequadamente preparado para recebê-la;
- Erros de projeto e execução;
- As proporções dos elementos do concreto não foram aplicadas corretamente;
- A mistura do concreto não foi uniformizada adequadamente;
- Cura do concreto deficiente;
- Variação de temperatura;
- Mau uso da construção, como por exemplo, carregamento excessivo da estrutura;

- Intempéries naturais, como terremotos;
- Ataques químicos;
- Recalques diferenciais.

3.4.7.3 Prevenção:

Evitar que essa patologia pode parecer impossível, mas não é, requer maiores cuidados desde a fase de projeto, e durante a execução da estrutura. “Na fase do concreto fresco deve ser utilizada uma cura adequada. Na fase de execução deve ser observado o correto posicionamento da armadura. Por fim, durante o uso, é fundamental que as sobrecargas previstas sejam respeitadas”, resume José Ricardo Pinto. (23)

3.4.7.4 Tratamento:

Para escolha do tratamento deve-se analisar o grau de gravidade. Existem diversas maneiras para tratá-las, dependendo do grau de risco e suas causas, levando em consideração o custo, local e tempo de execução do tratamento. Deve ser feito por profissionais qualificados e especializado.

3.4.8 *Umidade*

A umidade é muito comum nos períodos chuvosos ou de temperaturas baixas, é causada pela absorção de água pelos materiais constituintes da edificação. Nos locais com maiores sensações térmicas são mais difíceis de aparecerem. No entanto, suas soluções nem sempre são fáceis e duradouras, podendo ser feitas em períodos menores suas manutenções.

3.4.8.1 Características:

Local molhado, frio e alguns pontos de bolor e mofo (figura 8).

Fig. 8 - Umidade



Fonte: Condomínio SC (25)

3.4.8.2 Causas:

As causas podem ser diversas, muito parecidas com as infiltrações, sendo ela a maior causadora por essa patologia, podemos destacar algumas:

- Intemperismo;
- Condensação;
- Capilaridade;
- Infiltração.

3.4.8.3 Prevenção:

Por se tratar de diversas causas, iremos apresentar de forma explícita cada uma delas.

- Para evitar a umidade decorrente de intempéries (água da chuva) deve-se fazer uma impermeabilização adequada e empregar materiais que tenham pouca movimentação interna.
- Para evitar a umidade por condensação (vapor de água) são recomendado esquadrias funcionais, principalmente em banheiros, para maior ventilação.
- Outro fator comum é a umidade por infiltração, a melhor prevenção são as impermeabilizações e os projetos que envolvem o lençol freático sejam executados do lado de fora.
- Já para evitar a umidade por capilaridade (absorção da água do solo) é recomendável o isolamento com drenos, britas ou manta protetora de polietileno ou poliéster.

3.4.8.4 Tratamento:

Em locais com a ocorrência de umidade é necessária a limpeza com hipoclorito de sódio (água sanitária). No caso das paredes internas deve-se utilizar impermeabilizantes e na área externa remover a pintura e massa corrida, refazer o chapisco e aplicar revestimento impermeabilizante. Ressaltando a importância de um profissional qualificado para auxiliar na compra do produto adequado e garantir um tratamento correto e eficiente.

4 METODOLOGIA

4.1 Estudo de caso- Centro Educacional Criança Feliz

Conforme apresentada nos capítulos anteriores, as estruturas de concreto armado podem apresentar diversos problemas. O estudo dessas manifestações patológicas é essencial para a escolha do método de proteção e recuperação mais eficaz.

Basicamente são dois tipos de avaliação, a pró-ativa que avalia o desempenho antes das formações e surgimentos das manifestações patológicas e a reativa, em que é realizada a avaliação após o surgimento dessas.

A estrutura da metodologia proposta neste trabalho baseia-se no estudo de caso do Centro Educacional Criança Feliz, situada na Avenida Paranaíba, 1241, Bairro Brasil, na cidade de Patos de Minas-MG. Como responsável está a diretora Ângela Boaventura Fonseca de Sousa há 15 anos.

No local da instituição era uma residência de propriedade particular dos pais da atual diretora e após se formar em Pedagogia e Administração, e seus pais não utilizavam mais a residência, decidiram abrir a escolinha infantil.

Atualmente a creche educacional conta com 149 alunos, atendendo desde o maternal até ensino fundamental 1 e 12 professores.

Foram realizadas no local quatro visitas, sendo a primeira para fazer o reconhecimento do local e obter algumas informações básicas sobre a escola.

Na segunda visita realizamos o mapeamento das patologias e fotografamos as mesmas conforme figuras 10, 11, 12, 13 e 14. Já no terceiro dia, obtivemos as informações técnicas como: planta da edificação quando construída, apresentada na figura 9. E alguns outros dados como:

área total do terreno= 1235 m²

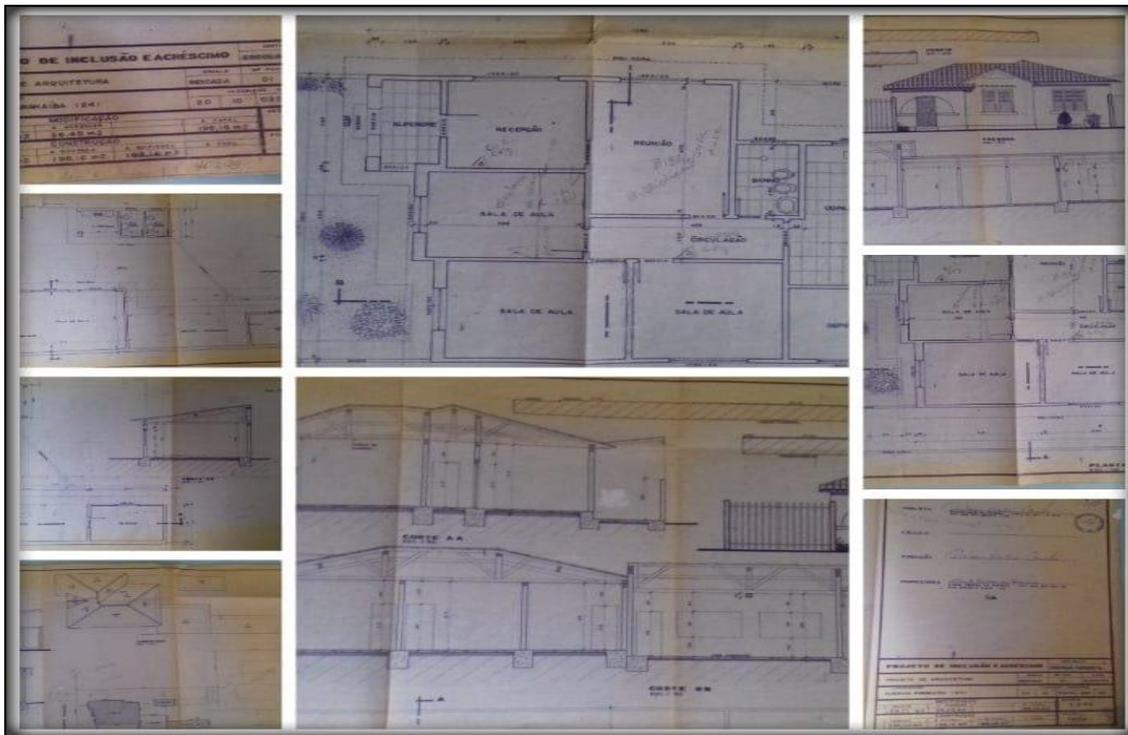
número de salas= 10

números de banheiros= 3

O centro educacional conta ainda com uma piscina e uma quadra esportiva.

Para finalizar no quarto dia, voltamos à escola para entrega do relatório com as causas, tratamentos e prevenções das patologias encontradas no nosso estudo de caso.

Fig. 9 – Projeto arquitetônico Centro Educacional Criança Feliz



5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Com a análise feita na edificação da estrutura do Centro Educacional Criança Feliz, foram identificadas algumas patologias apresentadas nas figuras 10, 11, 12, 13 e 14. Tais patologias foram diagnosticadas e sugeridas formas de tratamento apesar de não ser possível no presente momento a execução das correções.

Ainda assim nosso objetivo principal foi atingido: identificar patologias em estruturas de concreto, apresentar as causas, prevenções, tratamentos e características das mesmas. Iniciando um trabalho para que demais venham dar continuidade. Os itens de 5.1 a 5.3 apresentam as patologias identificadas no local do estudo e a partir disso foram feitas as recomendações necessárias para a correção das patologias e prevenção de futuras.

5.1 Deslocamento no pilar

Foram identificados alguns deslocamentos em pilares, como mostrado nas figuras 10 e 11.

Fig. 10 – Deslocamento no pilar 1



Fig. 11 – Deslocamento no pilar 2



No caso do deslocamento é necessário remover o revestimento e o reboco até atingir uma camada com boa aderência para posteriormente refazer todo o concreto.

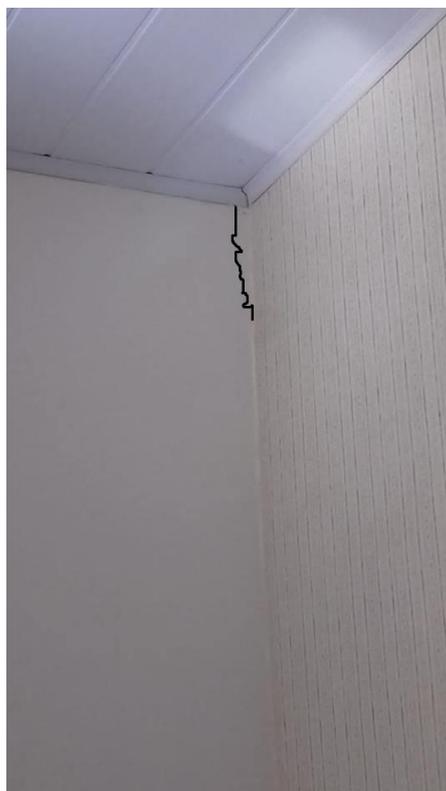
5.2 Trincas e fissuras

As figuras 12 e 13 exemplificam trincas encontradas nas paredes de alvenaria tanto internas quanto externas, causando uma má aparência no ambiente.

Fig. 12 – Trinca em parede interna



Fig. 13 – Trinca em parede externa



A correção das trincas e fissuras é um processo mais simples do que o anterior e pode-se aplicar uma massa de cimento e areia ou um material conhecido como veda trinca, sela trinca ou fecha trinca, dependendo da marca do fabricante. Para tanto, é necessário abrir a trinca em V, limpar o canal com uma escova para retirar pó e grãos de areia para depois aplicar a massa ou o

veda trinca e finalmente pode-se realizar o acabamento necessário (normalmente massa corrida e pintura).

5.3 Umidade

Foram identificados pontos de umidade em paredes externas, como pode ser visto na figura 14.

Fig. 14 – Umidade em parede externa



Para essa patologia é recomendado limpar o local prejudicado e no caso de surgimento de mofo é necessário lavar com água sanitária. Após a secagem deve-se lixar a parede deixando totalmente aderível. Nos casos mais simples basta passar o impermeabilizante e a pintura, já nos casos mais complexos é necessário refazer o reboco antes do impermeabilizante.

Sendo assim, podemos afirmar que a patologia no concreto armado se inicia com uma falha ou uma deficiência de projeto, que vai gerando um problema atrás do outro se não for resolvido de início e da forma correta.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As manifestações patológicas na construção civil podem ter suas origens em qualquer uma das etapas do processo de construção. Devido a tal fator observa-se a importância das manutenções preventivas, do controle tecnológico dos materiais empregados, de uma padronização e qualidade na execução dos projetos e da qualidade dos serviços de execução que constituem o processo como um todo.

Antes de se realizar qualquer medida para a correção de uma patologia é necessário saber sua origem, pois manifestações patológicas com origens diferentes podem ter as mesmas características físicas fazendo com que uma patologia acabe encobrindo outra.

Portanto, pode-se concluir que há uma grande necessidade pela busca da qualidade na construção civil ou em qualquer outra área da engenharia civil. É necessário entender que para uma estrutura alcançar um nível satisfatório de durabilidade sem manifestações patológicas, todas as áreas envolvidas no processo devem estar em harmonia como: a mão de obra de execução e os projetistas, os conhecimentos necessários para a realização do projeto, os materiais utilizados, assim como a análise do solo e do ambiente no qual se deseja construir.

REFERÊNCIAS

(1) A ORIGEM do Concreto e Armadura. **O Canal da Engenharia**, 2017. (8 min.), color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ygm40AXE7yE&t=297s>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

(2) KAEFER, Luís Fernando. **A Evolução do Concreto Armado**: Concepção, Projeto e Realização das Estruturas: Aspectos Históricos. São Paulo: 1998. 42p.

(3) PEREIRA, Caio. O que é Concreto Armado?. **Escola Engenharia**, 2015. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/concreto-armado/>. Acesso em: 6 de outubro de 2018.

(4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 221 p. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/abnt-6118-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento>>. Acesso em: 07 out. 2018

(5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: Informação e documentação - Referências - Elaboração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24 p. Disponível em: <<http://www.usjt.br/arq.urb/arquivos/abntnbr6023.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

(6) MARCELLINO, Narbal. Concreto Armado é Solução Durável e Econômica. **Aecweb**, p.1-1, 01 maio 2016. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/concreto-armado-e-solucao-duravel-e-economica_6993_0_1>. Acesso em: 30 jun. 2018.

(7) DALDEGAN, Eduardo. **Concreto Armado**: Definição e principais componentes. Engenharia Concreta, 2016.

Disponível em: <<http://www.engenhariaconcreta.com/concreto-armado-definicao-e-principais-componentes/>>. Acesso em: 20 jun. 2018

(8) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 53 p. Disponível em:

<<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/nbr-14931-2004-execucao-de-estruturas-de-concreto-procedimento>>.

Acesso em: 07 out. 2018

(9) SANTOS, Vanessa Sardinha Dos. "**O que é Patologia?**"; Brasil Escola.

Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-patologia.htm>>. Acesso em 02 de julho de 2018.

(10) PAULA, Carla Castro de (Org.). **Patologias de Estruturas de Concreto**: Identificação e tratamento. Disponível em:

<https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-de-estruturas-de-concreto-identificacao-e-tratamento_14342_10_0>. Acesso em: 30 jun. 2018.

(11) MAIDEL, Bruna et al. Patologias das Edificações. **Speranza**: Engenharia Consultoria, Florianópolis, jun. 2009. Disponível em:

<<https://speranzaengenharia.ning.com/page/patologias-das-edificacoes>>.

Acesso em: 07 out. 2018.

(12) E-CONSTRUMARKET, Aecweb /. Patologias do concreto. **Aecweb**.

Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0>. Acesso em: 07 out. 2018.

(13) MEDEIROS, Marcelo H. F. (Org.). **Corrosão do Concreto é Causada por Umidade e Gases Nocivos**. 2008. 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: 26 jun. 2018.

(14) ANDRADE, Silvio. PROCESSO DE CORROSÃO DO AÇO NO CONCRETO. **SA: Solução de Engenharia**, p.1-1, 14 jun. 2016. Disponível em: <<http://sasolucoes.com.br/processo-de-corrosao-do-aco-no-concreto/>>. Acesso em: 25 set. 2018.

(15) ZAPLA, Leonardo (Ed.). A BANALIZAÇÃO da RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL. **Ibda- Instituto Brasileiro do Desenvolvimento da Arquitetura: Fórum da construção**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=1724>>. Acesso em: 22 set. 2018.

(16) **Eflorescência: Causas, Prevenção e Tratamento**. Disponível em: <<http://arabli.inf/artocle/eflorescencia-causas-prevencao-e-tratamento>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

(17) SABAI, Andrew. PROBLEMAS CAUSADOS PELA LIXIVIAÇÃO DO CONCRETO. **Mapa da Obra**, 25 jul. 2017. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/os-problemas-causados-pela-lixiviacao-do-concreto/>>. Acesso em: 22 set. 2018.

(18) NAKAMURA, Juliana. PROJETOS: Reparo, reforço e recuperação de concreto. **Téchne**, n. 146, p.1-1, maio 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/146/artigo285462-1.aspx>>. Acesso em: 25 set. 2018.

(19) **Patologias do Concreto: Entenda Quais são as Causas e Aprenda a Evitá-las**. 2016. Disponível em: <<https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/2016/12/patologias-do-concreto-entenda-quais-sao-as-causas-e-aprenda-a-evita-las/>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

(20) A FRAGMENT OF A POROUS CONCRETE BLOCK, AS CONTEXT. **Dreamstime**, p.1-1, 22 set. 2016. Disponível em: <<https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-fondo-del-hormig%C3%B3n-poroso-image77814723>>. Acesso em: 25 set. 2018.

(21) VELOSO, Hellen. FISSURAS EM EDIFICAÇÃO. **Pet Engenharia Civil UFJF**, p.1-1, 23 abr. 2014. Disponível em: <<https://petcivilufjf.wordpress.com/2014/04/23/fissuras-em-edificacoes/>>. Acesso em: 25 set. 2018.

(22) **Crack In The Wall**. Stockypix. Disponível em: <<http://stockypix.com/editor/?>>. Acesso em: 07 out. 2018.

(23) REFORMAS, Master House Reparos e. Como Identificar Fissuras, Trincas ou Rachaduras. **Faz Fácil: Reforma e Construção**, p.1-2. Disponível em: <<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/fissuras-trincas-rachaduras/>>. Acesso em: 22 set. 2018.

(24) NAKAMURA, Juliana. Concreto Armado é Solução Durável e Econômica. **Aecweb**, p.1-1, 01 maio 2016. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/concreto-armado-e-solucao-duravel-e-economica_6993_0_1>. Acesso em: 30 jun. 2018.

(25) **PRÉDIOS EM REGIÕES LITORÂNEAS SOFREM COM A UMIDADE**. Santa Catarina, 29 jul. 2015. Disponível em: <<http://www.condominiosc.com.br/jornal-dos-condominios/infraestrutura/2161-predios-em-regioes-litoraneas-sofrem-com-a-umidade>>. Acesso em: 07 out. 2018.

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Autoriza-se a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Faculdade Patos de Minas – Patos de Minas, 19 de novembro de 2018.

Leticia Cristina Alves

Manoel Alves Pereira

Nathália Rodrigues de Araújo