

PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: CORROSÃO DAS ARMADURAS.

Natiele Caroline Baglioni da Silva ¹

Prof^o Esp. Eng^o Civil e Eng^o de Segurança do Trabalho Ademir Martine Júnior²

RESUMO

O presente artigo busca investigar as patologias em estruturas de concreto armado, tendo em específico a corrosão das armaduras, tanto como suas causas, prevenções e tratamentos. Busca também encontrar uma maneira de minimizar as patologias, em específico a corrosão, identificar o que é Patologia do Concreto armado, descobrir como recuperar uma estrutura com o problema de corrosão, verificar como prevenir manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado. Uma vez que a corrosão das armaduras é uma das principais causas de deterioração dessas estruturas, afetando diretamente sua durabilidade, estando está diretamente relacionada com a permeabilidade da pasta de cimento, com a umidade, com a agressividade do meio. O método de estudo teve base em uma pesquisa bibliográfica e exploratória de base descritiva de livros e artigos que demonstram as patologias no concreto causadoras da corrosão. Utilizou-se como referência livros, teses, monografias e artigos científicos, selecionados através de buscas em plataformas como: Google Acadêmico, site, livros disponíveis na biblioteca online da faculdade, materiais disponibilizados pelo orientador e por meio de uso de palavras chave como: patologias, corrosão, armaduras, concreto armado.

Palavras-chave: Armadura, Corrosão, Carbonatação.

¹Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Eduvale, Jaciara-MT; E-mail: natielebaglioni@gmail.com

² Docente do Curso de Engenharia Civil, Eduvale, Jaciara-MT; E-mail: ademir@eduvalesl.edu.br

ABSTRACT

This article seeks to investigate the pathologies in reinforced concrete, specifically the corrosion of reinforcement, as well as its causes, prevention and treatments. It also seeks to find a way to minimize the pathologies in reinforced concrete structure, specifically corrosion, identify what is Pathology of Reinforced Concrete, discover how to recover a reinforced concrete structure with the problem of corrosion, verify how to prevent pathological manifestations in structures of reinforced concrete. Since the corrosion of reinforcement is one of the main causes of deterioration of reinforced concrete structures, directly affecting its durability, this being directly related to the porosity of the cement paste, with moisture, with the aggressiveness of the medium. The study method was based on a bibliographic and exploratory descriptive research of books and articles that demonstrate the pathologies in concrete that cause corrosion. Books, theses, monographs and scientific articles were used as reference, selected through searches on platforms such as: Academic Google, website, books available in the college's online library, materials provided by the advisor and through the use of keywords such as: pathologies, corrosion, reinforcement, reinforced concrete.

Keywords: Armor, Corrosion, Carbonation.

¹Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Eduvale, Jaciara-MT; E-mail: natiebaglioni@gmail.com

² Docente do Curso de Engenharia Civil, Eduvale, Jaciara-MT; E-mail: ademir@eduvalesl.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A corrosão das armaduras é uma patologia onde causa a deterioração das estruturas de concreto armado, afetando diretamente sua durabilidade (HELENE, 1981).

As estruturas de concreto se encontram inertes em função da alta alcalinidade do extrato aquoso do concreto, conforme Helene (1981) o que favorece a formação de um filme de óxidos submicroscópicos inertes, compacto e resistente aglutinado à superfície da armadura, dificultando assim a ocorrência da corrosão.

A carbonatação e a entrada de íons cloretos no concreto são os principais agentes iniciadores da corrosão das armaduras, gerando sensível redução na vida útil das estruturas e um aumento nos seus custos de manutenção.

O cobrimento correto do concreto na armadura tem a finalidade de protegê-la fisicamente e propiciar meios alcalinos elevados que evite a corrosão pela passivação do aço. Esta proteção depende das características e propriedades naturais do concreto. Assim, um concreto bem dosado, pouco permeável, compacto e com uma espessura adequada de cobrimento estará bem protegido à formação de células de água para que não entre oxigênio e ocorra o processo de corrosão.

Segundo Helene (1986), para que ocorra a corrosão no interior do concreto são necessárias algumas condições, tais como:

- **Existência de eletrólito:**

Meio onde ocorre as células de corrosão que conduz uma carga elétrica iônica.

Ver (Fig.1 - Pilha eletroquímica de corrosão no concreto armado. (HELENE 1986)

- **Existência de uma diferença de potencial:**

Deve existir uma Diferença de Potencial (DDP) entre 2 pontos, podendo ser pela diferença de umidade, aeração, concentração salina tensão do concreto/aço, ou do metal

- **Existência de oxigênio:** o oxigênio será o regulador de todas as reações de corrosão, estando presente por dissolução nas aberturas do concreto.

- **Existência de agentes agressivos:**

Os agentes agressivos influenciam a velocidade e o início da corrosão. A corrosão se desenvolve com a presença das seguintes reações:

Segundo Rogers (1967), nas regiões que sofrem corrosão (**zonas anódicas**) ocorre a oxidação, o processo anódico ocorre na superfície do metal.

Nas regiões não corroídas (**zonas catódicas**), ocorrem as reações de diminuição de oxigênio, que é o caso da armadura do concreto.

O processo de não corrosão ocorre no contato entre o metal e o eletrólito e depende da disponibilidade de oxigênio dissolvido (MIRANDA & BASÍLIO, 1987)

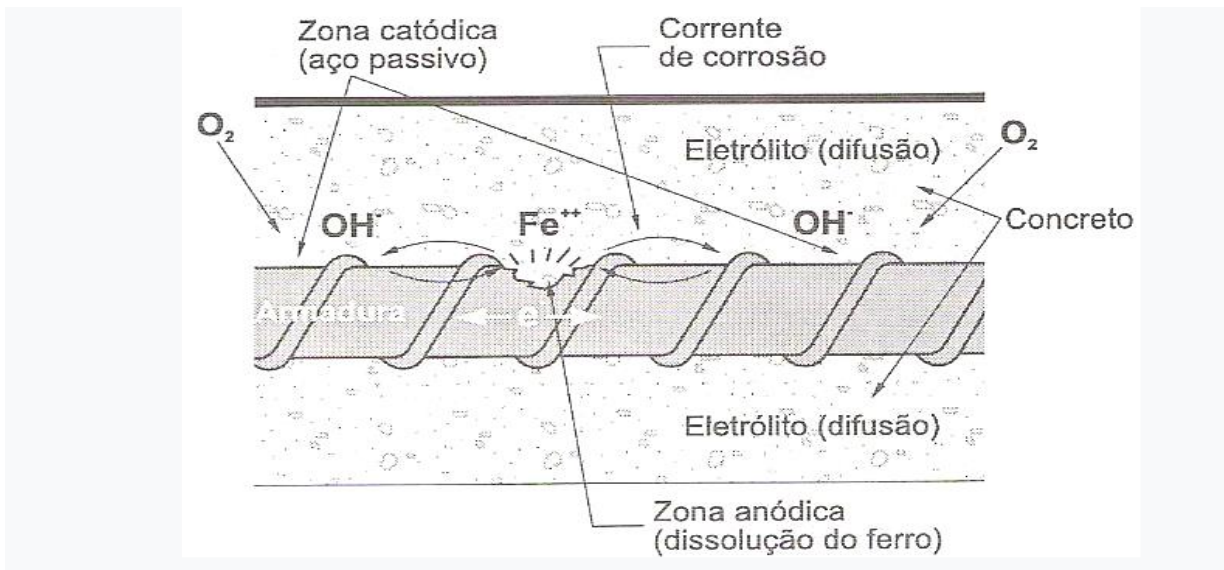


Fig.1 -Pilha eletroquímica de corrosão no concreto armado. (HELENE 1986)

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração do artigo, utilizou-se como referência livros, teses, monografias e artigos científicos, selecionados através de buscas em plataformas como: Google Acadêmico, site, livros disponíveis na biblioteca online da faculdade, materiais disponibilizados pelo orientador e por meio de uso de palavras chave como: patologias, corrosão, armaduras, concreto armado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Segundo a NBR 15575 (2013) As obras têm que ter uma vida útil de 50 anos. Mas os problemas podem acontecer antes desse “prazo”. (Figura 2 - Fatores de problemas patológicos segundo Fortes (1994), modificado pela autora do trabalho) podem-se observar as principais origens de incidências de patologia no Brasil

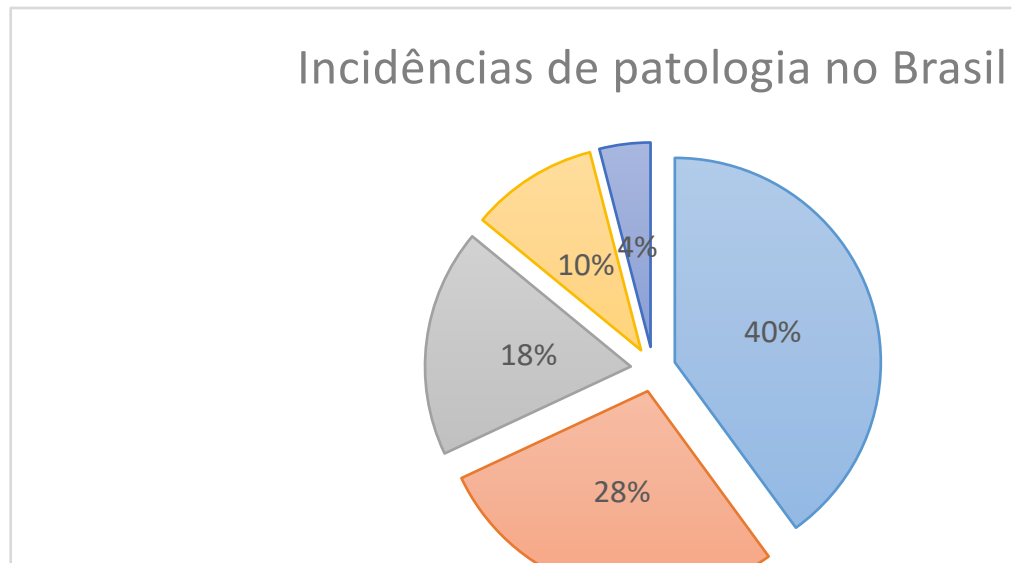


Figura 2 - Fatores de problemas patológicos segundo Fortes (1994), modificado pela autora do trabalho.

3.2 PRINCIPAIS CAUSAS DE CORROSÃO DA ARMADURA DE AÇO

- “Bicheiras” ou “nichos de concretagem” devido a erro de lançamento do concreto

Definição de nicho de concretagem: são falhas no processo de concretagem durante o lançamento do concreto, por falta de vibração do concreto. Também chamado de bicheira, vazio de concretagem, falha de concretagem. (E- civil, 2021)

Figura 3: nicho de concretagem.



fonte: E- civil, 2021

As bicheiras podem comprometer a durabilidade e a resistência das estruturas de concreto. As estruturas podem sofrer danos e chegar ao colapso, a patologia pode ser causada por falha no detalhamento da armadura.

Armaduras muito próximas impedem que o vibrador entre para fazer o adensamento correto do concreto. Se não tratada imediatamente, o aço vai ficar exposto corrompendo sua armadura.

Figura 4: falha no detalhamento da armadura



Tecnosil, 2021

- **Cobrimento insuficiente da armadura**

O que protege a armadura do ambiente agressivo é o cobrimento que deve ser proporcional à agressividade do ambiente. Quanto mais agressivo o ambiente, maior tem que ser a cobertura.

Segundo a NBR 6118 (2014):

A durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura

Figura 5: falha de cobertura da armadura.



Rodrigo rocha carvalho, 2014

Segundo Nakamura (2011):

O concreto tem um papel importante de proteger as armaduras, cobrindo o aço corretamente, buscando evitar o contato direto com o ambiente agressor.

4 PREVENÇÃO

Segundo Lodi (1989) a prevenção das patologias por corrosão de armaduras no concreto está vinculada a etapas distintas, sendo:

- **Fase de projeto:** avaliação do ambiente, avaliação do local da obra a ser implantado, evitar proximidade de diferentes metais.

- **Fase de recepção dos materiais:** rejeitar barras de ferro, onde o processo de corrosão já pode ter iniciado.

- **Etapa de execução:** cuidado com a espessura do concreto, buscando evitar nichos de concretagem, deixar o concreto curar no período definido por norma.

5 RECUPERAÇÃO

A realização de análise e diagnósticos dos casos de patologia, identificando as causas e a origem específica do problema, é fundamental para decidir sobre a forma de recuperação e proteção contra a corrosão. Basicamente, a recuperação dos problemas patológicos consiste nas seguintes etapas:

- Limpeza rigorosa utilizando jato de areia e apicoamento do concreto solto e fissurado,
- Removendo a camada de hidróxidos e óxidos das superfícies das barras;

- Avaliação da possível diminuição da seção transversal das armaduras corroídas;
- Executar novamente o revestimento das armaduras, impedindo a entrada de umidade; do oxigênio e demais agentes agressivos, enquanto repõe a seção de concreto original.

Este novo revestimento poderá ser realizado com concreto projetado ou com a utilização de adesivos à base de epóxi; concretos e argamassas poliméricas; ou concretos e argamassas especiais.

6 INIBIDORES DE CORROSÃO

Para Monteiro (2005) os inibidores de corrosão são divididos em categoriais que variam conforme sua composição e mecanismo de ação.

Cada inibidor apresenta elementos diferentes e muitas vezes com ações também distintas. Assim, antes do uso de qualquer tipo de inibidor de corrosão é preciso conhecer suas funções e ações, tendo em vista que o uso inadequado do produto acaba acarretando prejuízos significativos (BAUER, 2008).

Os inibidores de corrosão podem ser agrupados nas seguintes classes: anódicos, catódicos e mistos, sendo a principal diferença existente entre eles o modo de funcionamento (ANDRADE, 1992).

Existem inibidores de corrosão.

- Anódicos: eles reprimem as reações químicas anódicas, impedem a ocorrência das reações de oxidação, retardando a corrosão.
- Catódicos: utilizam-se da formação de precipitados ou da absorção do oxigênio do meio ambiente, diminuem ou previnem a corrosão e aumentam a vida útil do concreto armado.
- Mistos: atuam nas reações anódicas e catódicas. Produzindo uma película fina, impermeável e uniforme atuando no processo de corrosão.
- Vegetais: são produtos biodegradáveis que não são agressivos ao meio ambiente, são naturais sendo escolhidas as frutas e cascas com alto teor de óleo, e também alimentos como capacidade antioxidante.
- Nitrito de sódio: tem várias funções, mas na indústria da construção civil ele é utilizado como anticorrosivo no aço e no ferro. O nitrito de sódio tem capacidade de inibir a corrosão. Porém para o autor (Brandão, 2002) a principal desvantagem

quanto ao uso deste inibidor é a diminuição da resistência a compressão a artgamassa.

Segundo Nóbrega e Silva (2002) referem que em relação ao uso e importância dos inibidores de corrosão: A adição de inibidores de corrosão ou a mistura de inibidores, desde que na concentração certa, diminui a corrente de corrosão. A influência nas propriedades mecânicas do concreto por parte dessas adições de inibidores, mostra-se com boa reprodutibilidade, de forma que se torna mais fácil o controle das mesmas.

Portanto, os inibidores de corrosão representam novas perspectivas de controle e prevenção das corrosões, tão comuns no decorrer do desgaste da armadura no concreto das obras de engenharia civil. Utilizar estes elementos é ter a possibilidade de uma vida útil dos materiais cada vez maior (RODRIGUES, 2001).

7 CONCLUSÃO

Portanto a corrosão das armaduras no concreto armado é um fenômeno que ocorre quando as condições de proteção proporcionadas pelo cobrimento do concreto são insuficientes. Esta insuficiência pode ser causada por ineficiência do próprio concreto ou por ação de agentes agressivos com origem em diferentes fontes, sendo sempre necessário identifica-las a fim de que se possa lograr uma proteção efetiva e duradoura. A corrosão de armaduras de concreto é o fenômeno mais frequente que qualquer outro fenômeno de degradação de concreto armado, comprometendo tanto do ponto de vista de segurança, quanto do estético, sendo sempre dispendioso o seu reparo ou recuperação. Todavia, hoje no mercado existem inibidores capazes de evitar e/ou controlar esse tipo de patologia, podendo ser anódicos, catódicos, mistos, vegetais e o nitrito de sódio, que possuem características de ações diferentes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, CARMEN. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. Carmona, Antônio e Helene, Paulo R.L. São Paulo: Editora Pini, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: procedimentos. Juscimeira, 2021. 170 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15575**. Edificações habitacionais — Desempenho. Juscimeira, 2021.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2008.

BRANDÃO, H.G. **Um novo aço para o concreto armado**. Revista recuperar nº 47, Rio de Janeiro, Ed. Thomastec, 2002.

BERTOLINI, Luca. Materiais de construção: **Patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de Texto, 2010.

FIGUEROLA, V. **Vazios de concretagem**. São Paulo: Técne. 109, abr. de 2006. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/109/artigo287074-1.aspx>>. Acesso em: 15 outubro. 2021

FORTES, F. J. Patologia e terapêutica das construções: um panorama. **Revista da “Jornada Professor Hernani Sobral”**, Juscimeira, v. único, p. 53-60, 1994.

HELENE, P.R.L. **Corrosão das Armaduras em Concreto Armado**. In: Simpósio de Aplicação da Tecnologia do Concreto, 4., Campinas, 1981. SIMPATCON: Anais. Campinas-SP, Concrelix, 1981

HELENE, P.R.L. **Corrosão das Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo-SP, IPT, PINI, 1986.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2. ed. São Paulo: Ed. Pini, 1992. p. 10-28

HELENE, P.R.L. **Corrosão das Armaduras em Concreto Armado**. In: Simpósio de Aplicação da Tecnologia do Concreto, 4., Campinas, 1981. SIMPATCON: Anais. Campinas-SP, Concrelix, 1981

HELENE, P.R.L. **Corrosão das Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo-SP, IPT, PINI, 1986.

MIRANDA, T. R. V.; BASÍLIO, F. A. Alguns aspectos eletroquímicos da corrosão de armaduras em concretos. Informativo INT. v. 19, nº 39, pp. 21-24, maio/ago., 1987

MONTEIRO, E. B. Reabilitação de estruturas de concreto, **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**, IBRACON, Cap. 36, p.1109 – 1125, V. 2, ed. Geraldo C. Isaia, São Paulo. 2005

NAKAMURA, J. **Cobrimento de armaduras**. São Paulo: Equipe de obra. 45, dezembro de 2011. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/45/cobrimento-de-armaduras-espessura-de-camada-de-concreto-sobre-250451-1.aspx>>. Acesso em: 06 outubro. 2021.

RODRIGUES, Joaquim. Bom concreto (armado) versus corrosão, Revista recuperar nº 44, Rio de Janeiro, Ed. Thomastec, 2001.

ROGERS, T.H. Marine corrosion. London, s.ed., 1967, 293p.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. 1º Edição. Editora Pini. São Paulo, 1998. 256 p

9 REFERÊNCIAS DAS IMAGENS

HELENE, P.R.L. **Corrosão das Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo-SP, IPT, PINI, 1986.

FORTES, F. J. **Patologia e terapêutica das construções: um panorama**. Revista da “Jornada Professor Hernani Sobral”, Salvador, v. único, p. 53-60, 1994.

E-CIVIL. **Nicho de concretagem**. disponível em:<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-queenichodeconcretagem.html#:~:text=significado%20de%20nicho%20de%20concretagem,d e%20concretagem%2c%20falha%20de%20concretagem>. Acesso em: 10/10/2021

TECNOSIL. **Corrosão de armadura: o que causa e como amenizar esse dano?** Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/corrosao-de-armadura-o-que-causa-e-como-amenizar-esse-dano/>. Acesso em: 10/10/2021