



BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

WADSON MILITÃO DA PAIXÃO

DETERIORAÇÃO DO CONCRETO ARMADO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conceição do Coité

2021

WADSON MILITÃO DA PAIXÃO

DETERIORAÇÃO DO CONCRETO ARMADO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Civil da Faculdade Da Região Sisaleira (FARESI) unidade de Conceição do Coité para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: João Vitor Figueiredo de Matos.

Conceição do Coité-BA

2021

**Ficha Catalográfica elaborada por:
Joselia Grácia de Cerqueira Souza – CRB-Ba. 1837**

P142d Paixão, Wadson Militão da
Deterioração do concreto armado: uma revisão
bibliográfica../ Wadson Militão da Paixão. - Conceição
do Coité (Ba.), FARESI, 2021.

p. 16 p.: il.

Referências : 15-16

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de
Engenharia Civil da Faculdade Da Região Sisaleira (FARESI)
unidade de Conceição do Coité para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Profº (ª) João Vitor Figueiredo de Matos.

1. Construção Civil. 2. Concreto armado. 3. Deterioração. I.
Título.

CDD : 620.137

DETERIORAÇÃO DO CONCRETO ARMADO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Wadson Militão da Paixão¹

João Vitor Figueiredo de Matos²

RESUMO

No decorrer dos anos, cada vez mais, está existindo estruturas de concreto armado com patologias por rápidos e agressivos processos de deterioração, um fato que acaba gerando incerteza quanto à sua segurança e estabilidade. E muitas vezes, essa situação acontece pelo desconhecimento dos processos e mecanismos de degradação, assim como pela ausência de ensaios. O presente trabalho faz uma análise dos mecanismos de deterioração do concreto armado, através das suas causas de natureza física, química e mecânica, como forma de tentar diminuir esses processos de deterioração. A pesquisa realizada envolveu uma revisão bibliográfica sobre a durabilidade do concreto e as causas de sua deterioração. Concluindo que, a deterioração é influenciada por fatores externos e internos por conta de ações físicas, químicas ou mecânicas e podem se apresentar como fissuras, afastamentos e desagregações. Sendo necessário a intervenção de um profissional para investigação e recuperação da estruturadanificada.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto armado. Construção Civil. Deterioração.

ABSTRACT

Over the years, more and more, there are reinforced concrete structures with pathologies due to rapid and aggressive deterioration processes, a fact that ends up generating uncertainty regarding their safety and stability. Moreover, many times, this situation happens due to the lack of knowledge about degradation processes and mechanisms, as well as the absence of tests. The present work makes an analysis of the deterioration mechanisms of reinforced concrete, through its causes of physical, chemical and mechanical nature, as a way to try to reduce these deterioration processes. The research carried out involved a bibliographic review on the durability of the concrete and the causes of its deterioration. In conclusion, the deterioration is influenced by external and internal factors due to physical, chemical or mechanical actions and can present themselves as cracks, absences and breakdowns. Needing the intervention of a professional to investigate and recover the damaged structure.

KEYWORDS: Civil Construction. Deterioration. Reinforced concrete.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve uma grande expansão no setor da construção civil, fator que emergiu a necessidade da utilização de estruturas resistentes como o concreto armado, entretanto, observa-se diversas obras apresentando deterioração precoce de suas estruturas, necessitando assim de reparos em curtos espaços de tempo. Além disso, nota-se uma lacuna

¹ Discente do curso de Engenharia Civil.

² Orientador.

científica no que tange a produção de trabalhos voltados a discutir estratégias de melhorar a qualidade do concreto armado para prevenção de degradação precoce (BAUER, 2002). Durante muito tempo, o uso do concreto armado foi considerado de maior durabilidade para obras estruturais, no entanto, nos últimos anos observam-se diversos problemas relacionados à deterioração do concreto em edifícios comerciais, residenciais, em pontes, viadutos, túneis, obras hidráulicas, dentre outras (SANTOS, 2012).

A durabilidade do concreto armado depende de cuidados inerentes à construção civil que abrangem a projeção da obra, a preparação do concreto, sua execução, correta utilização e técnica adequada de recuperação. Assim, para maior durabilidade do concreto armado é importante o estudo do traço, a dosagem e manuseio adequado para prevenção contra agentes agressivos e garantia da sua vida útil (SANTOS, 2014).

Diante desses problemas, surge o questionamento: Quais os mecanismos de deterioração do concreto armado relacionados às causas de natureza física, química e mecânica?

Através de uma organização dos profissionais fazendo uma programação rigorosa de inspeção e manutenção preventiva nas construções em concreto armado, infere-se que é possível traçar estratégias de melhoria na qualidade do concreto, reduzindo a degradação no que tange as causas de natureza física, química e mecânica, e consequentemente reduzir os gastos orçamentários com serviços de manutenção e reparos.

Dessa forma, o tema foi escolhido devido a importância dos profissionais conhecerem quais as causas de deterioração do concreto armado e quais as estratégias que devem ser adotadas pelo setor da construção civil para melhorar a qualidade do concreto, das obras, podendo evitar diversos problemas com o surgimento de patologias, possibilitando também discussões entre discentes, docentes, engenheiros civis e construtores de como estão ocorrendo as etapas de projeção da obra, da manipulação do concreto armado, dos materiais utilizados, da execução das obras e dos serviços de manutenção para retardar o processo de deterioração dos empreendimentos. Além de sanar uma lacuna científica com estudos voltados a essa área específica da construção civil.

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo analisar os mecanismos de deterioração do concreto armado relacionados às causas de natureza física, química e mecânica, identificando suas principais causas, indicando também mecanismos para melhorar a qualidade do concreto armado e diminuir sua deterioração ao longo do tempo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCRETO ARMADO

As construções da antiguidade eram feitas com materiais simples, como pedra natural, madeira e ferro, e ainda assim eram bastante resistentes, tanto que muitas daquelas construções antigas persistem até os dias de hoje, como os castelos e pontes. Um material considerado bom para ser usado na construção de uma edificação é aquele que apresenta boas características de resistência e uma durabilidade alta. A pedra natural apesar de revelar excelente resistência à compressão e ser durável, ela é um material relativamente frágil possuindo baixa resistência à tração (BASTOS, 2019).

Segundo Coêlho (2008), o concreto começou a ser usado nas edificações a cerca de um século, e seu uso efetivo no campo de projetos apenas a meio século, e sem grandes progressos no campo da engenharia. Conhecendo que o concreto resiste bem aos esforços de compressão, porém mal aos esforços de tração, surgiu a necessidade de estudos para combater essa falha, e conseguiram a melhora através do uso de outro material, o aço, nascendo assim o

“concreto armado” que resiste também aos esforços de tração.

Nos dias atuais, o concreto armado se tornou sem dúvida, um dos materiais de construção mais utilizado no mundo. Aliado com o aço, o concreto possui grandes qualidades como: boa resistência à tração e compressão, baixo custo, durabilidade, ótima resistência ao fogo e a água, o que irá permitir a fabricação de elementos com variadas formas e volumes, com grande rapidez e facilidade, para todos os tipos de obra (COUTO, 2013).

De acordo com Isaia, o concreto armado pode ser considerada como uma das descobertas mais necessárias da humanidade para a construção civil. E os materiais cimentícios são avaliados como materiais mais importantes de todas as épocas da civilização humana, porque eles possibilitaram suprir as necessidades de edificações e obras de infraestruturas. Sua descoberta no fim do século XIX e seu incentivo uso no século XX, que o transformaram no material mais consumido pelo homem depois da água, revolucionaram a arte de projetar e construir estruturas cuja evolução sempre esteve associada ao desenvolvimento da civilização ao longo da humanidade e sua qualidade de vida. (ISAIA, 2005, p.1).

Nesse sentido, o uso do concreto se tornou indispensável para o cotidiano da construção civil, suprimindo as necessidades de segurança, fortificação, durabilidade, e respondendo de forma satisfatória as necessidades exigidas.

2.2 DURABILIDADE DO CONCRETO ARMADO

A durabilidade é resultado da comunicação entre a estrutura de concreto, as condições de uso e o ambiente, de manutenção e operação. Uma mesma estrutura de concreto pode chegar a ter diversos comportamentos, ou seja, diversas funções de durabilidade no tempo, de acordo com suas diferentes partes, dependendo até da forma de utilizá-la (MEDEIROS, et.al, 2011). De acordo com Helene (2014), a durabilidade do concreto de cimento Portland é identificada como sendo a capacidade do mesmo resistir a intempéries, ataques químicos, abrasão ou outros processos de deterioração. O concreto irá conservar sua forma, qualidade e capacidade de uso original quando exposto ao ambiente no qual foi projetado. O autor ainda complementa que absolutamente nenhum material permanece durável quando em contato com as forças ambientais. A pequena estrutura se modifica, transformando as suas propriedades, estabelecendo assim sua vida útil.

Segundo a ABNT NBR 6118 (2014), a durabilidade “é a capacidade da estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo profissional que fez o projeto estrutural e pelo contratante, no início das atividades de elaboração do projeto. E a estrutura deve ser construída de modo que as condições ambientais previstas conservem sua segurança, estabilidade e aptidão durante toda sua vida útil.”

A forma como se comportará as estruturas de concreto armado irá depender dos cuidados que devem ser seguidos nas fases de projeto, execução, controle de materiais e programa de manutenção. É de muita importância dar-se ênfase em fatores que determinará a durabilidade das estruturas, produzindo peças menos permeáveis, mais compactas, ter um treinamento para a mão de obra para que se aplique o produto de acordo as especificações, obedecer o tempo de cura do concreto e desenvolver maneiras para impedir os agentes agressivos presentes na atmosfera (ISAIA, 2005, p.7).

Fazer uma análise das patologias nas construções é indispensável e de muita importância para buscar a excelência dos processos construtivos e conseqüentemente

melhorar as questões de habitação e da durabilidade do concreto das edificações (LOPES, 2019). Dessa forma, é necessário tomar cuidados especiais com o concreto que foi usado em ambiente reconhecidamente severo, ter cuidado com a escolha de materiais constituintes, respeitar sempre consumo ideal de cimento e o máximo valor da razão água/cimento, de forma que seja compatível com a durabilidade do concreto. Pois caso esses passos não sejam seguidos, a utilização da estrutura pode se tornar insegura, e os gastos com sua recuperação serão maiores.

2.3 DETERIORAÇÃO DO CONCRETO E SUAS CAUSAS

Os problemas e patologias nas estruturas de concreto armado ocorrem em consequência de falhas de execução do projeto e pela falta de controle de qualidade, comprometendo muito a segurança e a durabilidade da edificação. Os problemas surgem por conta dessas falhas, as quais acontecem durante uma ou mais etapas das atividades relativas à construção civil: concepção do projeto, execução e utilização (SANTOS, 2014).

Para Santos e Magalhães (2012) existem quatro principais causas que são responsáveis pela redução da durabilidade do concreto armado, vindo a provocar sua deterioração, as quais podem ser classificadas de acordo com a sua natureza, que consistem em: causas mecânicas, causas físicas, causas químicas e causa eletroquímica.

Contudo, Andrade (2005) afirma que para toda a causa da deterioração existe um ou mais agente causal atuando, que interagem com o concreto e aço, e reduzem sua durabilidade de forma gradativa, prejudicando assim sua vida útil.

Aguiar (2006), Santos e Magalhães (2012) explicam de forma eficiente cada uma das principais causas da deterioração do concreto, sendo elas:

- Causas mecânicas: pode ser causadas por choques e impactos de veículos automotores; recalque diferencial das fundações; e acidentes imprevisíveis, como inundações, grandes tempestades, explosões e abalos sísmicos.
- Causas físicas: são aquelas resultantes da variação extrema da temperatura, da ação do vento, da água e do fogo.
- Desgaste superficial por erosão: refere-se ao desgaste por atrito em ambiente molhado.
- Desgaste superficial por cavitação: refere-se ao desgaste da superfície do concreto

causada pela implosão de bolhas de vapor de água quando a velocidade ou direção do escoamento sofre uma mudança brusca.

- Cristalização de sais nos poros do concreto: ocorre devido ao contato das estruturas de concreto com soluções super-saturadas.
- Retração de origem térmica: ocorre devido à interação das estruturas de concreto com as condições climáticas do ambiente, o que faz com que o concreto fresco sofra granderedução do seu volume, originando tensões térmicas que geram fissuração de origem térmica.
- Dilatação térmica: ocorre devido a variação volumétrica do concreto quando submetido à variação da temperatura ambiental. Assim, o processo de contrações e expansões poderá ocorrer fissuras.
- Ação do fogo: quando a estrutura é submetida a altas temperaturas por um certo período de tempo, há uma perda significativa da resistência do concreto.
- Causas químicas: ocorrem devido às causas externas à estrutura (reação direta dos agentes externos com os constituintes da pasta de cimento) e causas internas (reações internas ao concreto, tais como a reação álcali-agregado, formação de compostos expansivos do cimento, etc.).
- Causa eletroquímica: envolve a corrosão do aço.

Nesse sentido, percebe-se que a deterioração do concreto está ligada à ação da água e a deterioração das armaduras está ligada ao processo de corrosão do aço. E falhas humanas durante a elaboração e execução do projeto, seleção da matéria prima e montagem adequada da estrutura também interferem na durabilidade da estrutura de concreto.

De acordo com Arantes (2016), o crescimento de algumas raízes de plantas, algas e líquens no concreto causados por fissuras ou áreas muito porosas, é uma forma relativamente comum de ataque, conhecido como uma causa biológica que deterioram o concreto causando tensões internas expansivas, onde muitas das vezes influenciam o transporte de outros agentes agressivos para seu interior.

O profissional de engenharia civil precisa adotar condutas para preservar a durabilidade da estrutura de concreto e garantir adequada vida útil, com manutenção regulares, utilização de material adequado e de qualidade, avaliação do terreno e tipos de estruturas que resistente, avaliação do clima local, reparos em patologias iniciais e contratação de mão-de-obra de qualidade (TRINDADE, 2015).

Faz-se necessário então que seja dada a devida importância para o conhecimento das causas da deterioração do concreto, para proceder aos reparos exigidos e também para se garantir que, depois de reparada, a estrutura não mais voltará a se deteriorar.

3 METODOLOGIA

Este artigo fundamentou-se em uma revisão bibliográfica, com uma abordagem exploratória e descritiva sobre a deterioração do concreto nas construções, a importância do concreto armado para a construção civil, pontuando sua devida aplicação nas obras, assim como as principais causas que impedem a durabilidade do concreto armado, mostrando também as estratégias que vêm sendo adotadas pelo setor da construção civil para melhorar a qualidade do concreto, das obras e conseqüentemente diminuir gastos com reparos.

Buscou-se referências bibliográficas de estudos sobre o concreto e o concreto armado, artigos e livros sobre a deterioração do concreto, utilizando pesquisas no Google Acadêmico, através das palavras-chave: concreto armado, deterioração e construção civil. Os critérios de inclusão serão estudos publicados na base de dados Google Acadêmico, nas categorias de artigos originais, estudo de caso, estudo comparativo, resenhas, editoriais, trabalho de conclusão de curso, dissertações e teses, que estiverem disponíveis na íntegra no período de 2005 a 2019.

Foi preparado um estudo na intenção de diminuir e evitar a deterioração do concreto, trazendo estratégias para os profissionais conseguirem melhorar sua durabilidade, e buscando conhecer as suas principais causas devido a sua importância a nível de conhecimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostrados no quadro a seguir, apresentam as principais respostas obtidas em 10 artigos sobre a deterioração do concreto armado, suas causas e suas conseqüências para as edificações.

AUTOR/ TÍTULO ANO	Objetivo geral	Metodologia	Principais conclusões
<p>LOPES, Lincoln.</p> <p>Patologias em construções que utilizam concreto armado e técnicas de reparo e manutenção.</p> <p>(2019)</p>	<p>Analisar as Manifestações patológicas presenciadas no concreto armado, suas causas, formas de prevenção e recuperação.</p>	<p>Pesquisa bibliográfica.</p>	<p>As resoluções das patologias em concreto armado somente serão eficazes se realizado por profissionais qualificados e capacitados para tal.</p>
<p>MARTINS, Natalia. Et. al.</p> <p>Priorização na Resolução de Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado: Método GUT.</p> <p>(2017)</p>	<p>Relacionar as anomalias do concreto armado à sua prioridade de resolução pelo método GUT (gravidade, urgência e tendência). .</p>	<p>Pesquisa descritiva e estudo de caso.</p>	<p>A ferramenta GUT pode e deve ser aplicada para facilitar o planejamento das atividades de manutenção em edificações de concreto armado.</p>

<p>ARANTES, Leandro.</p> <p>Deterioração em estruturas de concreto armado: dimensionamento de elementos estruturais (lajes e vigas) em estação de tratamento de esgoto.</p> <p>(2016)</p>	<p>Identificar o principal agente agressor da estrutura em concreto armado de uma Estação de Tratamento de Esgoto deteriorada, e propor soluções.</p>	<p>Estudo de caso.</p>	<p>Conclui-se que o mais importante nesse tipo de estrutura, ou seja, o fator determinante no dimensionamento dos elementos estruturais são as condições em serviço e não o estado limite último do concreto.</p>
<p>TRINDADE, Diego.</p> <p>Patologias em estruturas de concreto armado.</p>	<p>Analisar as patologias, diagnosticar as causas, e fornecer soluções.</p>	<p>Estudo de caso.</p>	<p>Constatou-se uma dificuldade em executar reforços e recuperações, que dependem de uma mão de obra especializada, dos</p>
<p>(2015)</p>			<p>materiais empregados, e muitas vezes das condições climáticas.</p>
<p>SANTOS, Camila.</p> <p>Patologias de estruturas de concreto armado.</p> <p>(2014)</p>	<p>Analisar as principais manifestações patológicas encontradas nas estruturas de concreto armado.</p>	<p>Pesquisa bibliográfica.</p>	<p>Comprovou-se que muitos problemas poderiam ser evitados caso houvesse um controle mais rigoroso na elaboração dos projetos e na especificação e utilização dos materiais.</p>

<p>COUTO, José Antonio. Et. al.</p> <p>O concreto como material de construção.</p> <p>(2013)</p>	<p>Apresentar os conceitos sobre a deterioração do concreto descrevendo as suas principais causas e características.</p>	<p>Pesquisa bibliográfica.</p>	<p>Constatou-se que a vida útil do concreto depende de diversos fatores como compactação, cura e cobrimento das armaduras, dependendo, também, dos materiais utilizados e do meio no qual o concreto está inserido.</p>
<p>SANTOS, Maurício.</p> <p>Deterioração das estruturas de concreto armado.</p> <p>(2012)</p>	<p>Avaliar quais as principais causas, mecanismos e sintomas de uma estrutura de concreto degradada, sugerindo algumas medidas preventivas contra tais processos deteriorantes.</p>	<p>Revisão de literatura e estudo de caso.</p>	<p>É de vital importância conhecer as características de cada insumo do concreto antes de confeccionar o próprio concreto para poder prever a reação álcaliagregado ou mesmo a hidratação tardia dos compostos cimentícios.</p>
<p>MEDEIROS, Marcelo. Et al.</p> <p>Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto.</p> <p>(2011)</p>	<p>Analisar a durabilidade do concreto armado e protendido.</p>	<p>Pesquisa bibliográfica, descritiva.</p>	<p>A durabilidade das estruturas de concreto armado e protendido tem evoluído graças ao maior conhecimento dos mecanismos de transporte de líquidos e de gases agressivos nos meios porosos, como o concreto.</p>
<p>LAPA, José.</p> <p>Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto.</p>	<p>Estudar os fundamentos teóricos e experiências práticas sobre a manifestação</p>	<p>Pesquisa bibliográfica.</p>	<p>Para se conseguir resolver grande parte dos problemas patológicos é necessário ter um conhecimento sobre a física e a química aplicada nos materiais de construção.</p>

(2008)	de problemas patológicos nas estruturas concreto armado.	
--------	--	--

<p>AGUIAR, José.</p> <p>Avaliação dos ensaios de durabilidade do concreto armado a partir de estruturas duráveis.</p> <p>(2006)</p>	<p>Avaliar a confiabilidade e eficiência dos tradicionais ensaios utilizados na inspeção e avaliação da durabilidade dos concretos existentes em estruturas e construções.</p>	<p>Pesquisa descritiva, bibliográfica.</p>	<p>Comprovou-se que os testes de ultra-sonografia e absorção de água por capilaridade mostraram ser os mais eficientes na análise da durabilidade do concreto.</p>
---	--	--	--

Quadro 1 – Distribuição da produção científica acerca da deterioração do concreto armado. Fonte própria (2020).

Nos artigos estudados, todos os autores concordam que existem inúmeras causas que influenciam na deterioração do concreto, que podem passar por problemas na compactação, cura, composição química dos materiais, nos fenômenos da natureza, até ataques biológicos e de alguns agentes agressivos diretamente nas armaduras e no concreto.

Lopes (2019) e Santos (2012) afirmam que a deterioração do concreto acontece principalmente por falhas humanas, falhas no projeto, na execução devido á negligência, e o não conhecimento das características de cada componente do concreto antes de confeccionar o próprio concreto. Para Santos (2014), muitos problemas poderiam ser evitados, se acontecesse sempre um controle rigoroso na execução da obra e no controle dos materiais. Arantes (2016) complementa que de nada irá adiantar ter um projeto eficiente e equipamentos de última geração se a mão-de-obra envolvida na execução não tiver um treinamento eficaz e uma fiscalização rígida. Sabe-se que não é fácil fiscalizar uma obra como um todo, porém, se houver o mínimo de capacidade dos colaboradores, o nível de problemas reduz bastante.

Martins (2017) e Couto (2013) concordam com a necessidade de se utilizar novas tecnologias para garantir a correção das patologias nas estruturas de concreto, e chamam a atenção para o BIM (Building Information Modelling), que é uma ferramenta que consegue prever erros no projeto facilitando sua correção, e o método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), que é uma ferramenta que busca analisar a gravidade ou o

impacto do problema nas operações e pessoas envolvidas, identificando também sua urgência. Em contrapartida, Trindade (2015) em seus estudos comprova que, apesar de novas tecnologias surgirem para facilitar a recuperação, todas sem exceção, mostraram desvantagens e até alguns problemas que a ciência ainda terá que resolver para chegar a um resultado de fato satisfatório.

Dessa forma, a atenção aos requisitos de qualidade e durabilidade do concreto armado deve ser fiscalizado em todas as etapas do processo construtivo e principalmente nos trabalhos de reparo e reforço. Cabendo a um projetista inspecionar e determinar o nível de intervenção a ser usado na estrutura, desde um simples reparo ou conserto local, até a necessidade de demolição e reconstrução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que a problemática da pesquisa foi respondida, uma vez que, foram apontadas as principais causas de natureza física, química e mecânica que interferem diretamente na deterioração do concreto armado, trazendo sérios problemas para as edificações e seus usuários.

As patologias que surgem nas estruturas de concreto, necessitam de intervenções que visem recompor as condições de estabilidade e garantia das áreas comprometidas. Sendo de fundamental importância a exigência de mão-de-obra qualificada, assim como materiais e equipamentos de qualidade. Dessa forma, os custos para a recuperação e para a reabilitação das estruturas de concreto armado, precisam ser analisados e considerados, pois fazem parte dos aspectos de grande importância para a eficácia do processo de resolução das patologias.

Concluiu-se então que, a durabilidade inadequada do concreto armado se mostra pela deterioração que, como já dito, se origina de fatores externos e internos por conta de ações físicas, químicas ou mecânicas e que essa deterioração pode se apresentar como fissuras, afastamentos e desagregações. Muitas vezes, os sintomas são visíveis e podem ser facilmente constatados. Sendo assim, conhecer as medidas preventivas e as técnicas de recuperação e reforço das estruturas, é de suma importância e necessidade para a atuação profissional de um engenheiro civil.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 6118 – Projetos**

de estruturas de concreto. Procedimento. Rio de Janeiro, 2007. 36p.

AGUIAR, José Eduardo de. **Avaliação dos ensaios de durabilidade do concreto armado a partir de estruturas duráveis.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Construção Civil – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

ANDRADE, Tibério. Tópicos sobre Durabilidade do Concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella(Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações.** São Paulo: IBRACON, 2005. 1v. Cap.25, p.753-792.

ARANTES, Leandro C. **Deterioração em estruturas de concreto armado: Dimensionamento de elementos estruturais (lajes e vigas) em Estação de Tratamento de Esgoto.** Artigo. Centro Universitário do sul de Minas (UNIS-MG). Varginha, 2016. 110p. Disponível em: <http://192.100.247.84/bitstream/prefix/169/1/TCC%20II.pdf> Acesso em: 20 de out de 2020.

BASTOS, Paulo S. **Fundamentos do Concreto Armado.** Artigo. Universidade Estadual Paulista. Bauru, São Paulo, abril de 2019. 89p. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf> Acesso em 25 de setembro de 2020.

BAUER, R. J. F. *et al.* Influência dos endurecedores de superfícies sobre a resistência ao desgaste por abrasão. In: Congresso Brasileiro do Concreto–REIBRAC, 44, 2002, Belo Horizonte-MG. **Anais.** São Paulo: IBRACON, 2002.

COÊLHO, Ronaldo S. **Concreto armado na prática.** Universidade Estadual do Maranhão. SãoLuís, 2008. 340p. Disponível em: <https://www.editorauema.uema.br/wp-content/uploads/files/2018/02/livro-concreto-armado-na-pratica-ronaldo-sergio1519142039.pdf> Acesso em 25 de setembro de 2020.

COUTO, J. A. S. et al. O concreto como material de construção. **Caderno de graduação,** v. 1, n. 17, p. 49-58. Sergipe, 2013. Disponível: <https://docplayer.com.br/17314919-O-concretocomo-material-de-construcao.html>. Acesso em: 10 set., 2019.

FRANÇA, Esdras Poty de. **Tecnologia Básica do Concreto.** In: Apostila Curso Engenharia de Produção Civil. Disciplina materiais de construção. CEFET. Belo Horizonte. 2004. p. 713.

HELENE, P. A. **Nova ABNT NBR 6118 e a vida útil das estruturas de concreto.** Semináriode Patologia das Construções,2. Ed: LEME. v.1. Porto Alegre, 2007. 30p.

ISAIA, Geraldo Cechella. **O concreto da era clássica à contemporânea**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: Editora Ibracon, 2005. V1. Cap.1, p. 1-41.

LAPA, José S. **Patologias, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Artigo. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008. 56p. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/52638620/patologia-recuperacao-e-reparo-dasestruturas-de-concreto> Acesso em 28 de out de 2020.

LOPES, Lincoln S. Patologias em construções que utilizam concreto armado e técnicas de reparo e manutenção. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**. V.10, n.1. FAEMA - ISSN: 2179-4200. Julho de 2019. Disponível em: <http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article/view/804/758> Acesso em 27 de out de 2020.

MAGALHÃES, Fabio C. **Concreto de cimento Portland**. Artigo. Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul. Rio Grande, 2012. 48p. Disponível em: http://academico.riogrande.ifrs.edu.br/~fabio.magalhaes/mat_construcao_arquivos/Apostilas/concreto_especificacoes.pdf Acesso em 25 de setembro de 2020.

MARTINS, N.; PESSOA, R.; NASCIMENTO, R. (2017). Priorização na Resolução de Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado: Método GUT. CONPAR. **Revista De Engenharia E Pesquisa Aplicada**. V. 2 n. 3. Disponível em: <https://doi.org/10.25286/rep.v2i3.707> Acesso em 27 de out de 2020.

MEDEIROS, Marcelo; ANDRADE, Jairo J. **Durabilidade e vida útil das Estruturas de Concreto**. Editora: Ibracon. São Paulo, 2011. 37p.

SANTOS, M. R. G. "**Deterioração das estruturas de concreto armado – estudo de caso**".122f. 2012. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9AHGJT>. Acesso em: 10 set., 2019.

SANTOS, C. F. **Patologia de Estruturas de Concreto Armado**. 2014. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia em estruturas de concreto armado**. 2015. Trabalho De Conclusão De Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro De Tecnologia, Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, 2015.