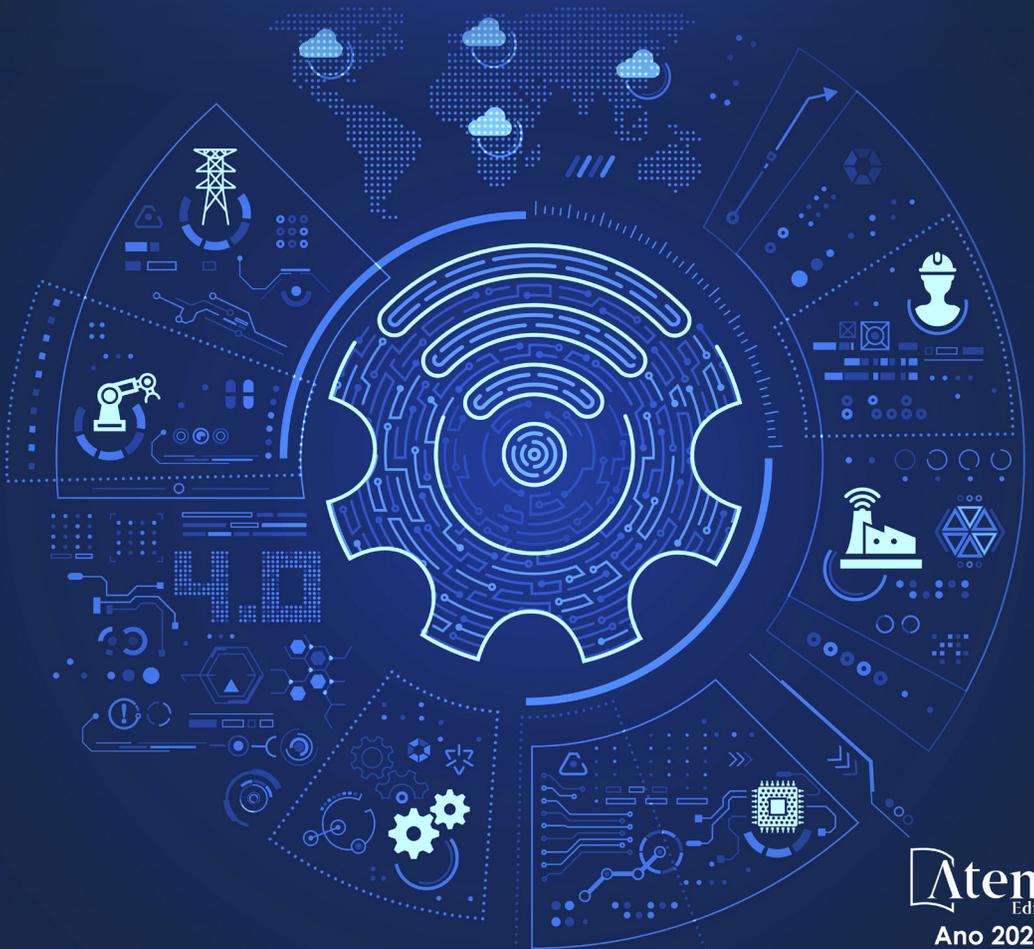


Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

ENGENHARIA- RIAS: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3



Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

ENGENHARIA- RIAS: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^o Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^o Dr^a Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^a Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^o Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^o Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof^o Dr^a Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof^o Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^a Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Engenharias: pesquisa, desenvolvimento e inovação 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Amanda Fernandes Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
E57	Engenharias: pesquisa, desenvolvimento e inovação 2 / Organizadora Amanda Fernandes Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0935-9 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.359231801 1. Engenharia. I. Silva, Amanda Fernandes Pereira da (Organizadora). II. Título. CDD 620
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Sabendo que a Atena Editora faz parte do grupo de instituições que incentivam a difusão de inovação científica, a mais nova coleção “Engenharias: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3” engloba pesquisa científica, aplicada, desenvolvimento experimental e inovação tecnológica. Um dos grandes desafios enfrentados atualmente nos mais diversos ramos do conhecimento, é o do saber multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas.

Atualmente, é necessário que os profissionais saibam discernir e transitar conceitos e práticas levando em consideração o viés humano e técnico. Diante desse contexto, este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber. Os mais diversos temas estão relacionados às áreas de engenharia, como civil, materiais, mecânica, química, dentre outras, dando um viés onde se faz necessária a melhoria contínua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Esta obra se mostra como fundamental, de abordagem objetiva, para todos os âmbitos acadêmicos e pesquisadores que busquem alavancar em conhecimento. Aos autores, agradeço pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura.

Amanda Fernandes Pereira da Silva

CAPÍTULO 1 1**A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE DENTRO DOS PROCESSOS EMPRESARIAIS**

Milena dos Santos Silva

Luis Jorge Souza dos Anjos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318011>**CAPÍTULO 2 5****ANÁLISE COMPARATIVA DAS NORMAS NBR 6118/2014, NBR 7188/2013 E AASHTO LRFD 2012, BASEADA NA TEORIA DA CONFIABILIDADE – ESTUDO DE CASO DE UMA VIGA I DA PONTE SOBRE CÓRREGO SÃO DOMINGOS NA RODOVIA ESTADUAL ES-010, TRECHO ITAÚNAS - ES-421**

Rodrigo José Costa Nóbrega

Emmanoel Guasti Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318012>**CAPÍTULO 330****ANÁLISE DA DEFLEXÃO DE VIGAS E EIXOS POR EDO E SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO**

Cristian Comin

Adabiel Oleone da Silva

Jocelaine Cargnelutti

Vanderlei Galina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318013>**CAPÍTULO 439****APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO DO MELHOR TRATAMENTO PARA A BORRA OLEOSA GERADA NA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA**

Wanderbeg Correia de Araujo

Haron Calegari Fanticelli

Jose Oduque Nascimento de Jesus

Artur Saturnino Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318014>**CAPÍTULO 557****ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED IN DIFFERENT AREAS OF ROBOTICS**

Márcio Mendonça

Rodrigo Henrique Cunha Palácios

João P. S. Bertocini

Ivan R. Chrun

Wagner Fontes Godoy

José Augusto Fabri

Francisco de Assis Scannavino Junior

Lucas Botoni de Souza

Emanuel Ignacio Garcia

Marta Rúbia Pereira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318015>

CAPÍTULO 677

AVALIAÇÃO DA PROBABILIDADE DE FALHA DE PÓRTICO PLANO DE AÇO SUJEITO A CARREGAMENTO GRAVITACIONAL E COM FLEXÃO EM TORNO DO EIXO DE MENOR INÉRCIA

Danilo Luiz Santana Mapa
Marcilio Sousa da Rocha Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318016>

CAPÍTULO 786

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ESPAÇO FÍSICO EM ACADEMIAS DE GINÁSTICA E MUSCULAÇÃO NA CIDADE DO RECIFE/PE

Emanoel Silva de Amorim
Kássia Benevides Martins Gomes
Girilândia de Moraes Sampaio
Paula dos Santos Cunha Boumann
Diogo Cavalcanti Oliveira
José Allef Ferreira Dantas
Ana Maria Batista Farias
Hugo Leonardo França Silva
Thiago Araújo de Menezes
Arthur Henrique Neves Baptista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318017>

CAPÍTULO 897

COMPARAÇÃO DO FATOR DE SEGURANÇA UTILIZANDO ENVOLTÓRIAS DE RUPTURA LINEAR E CURVA. CASO DE ESTUDO MEDELLÍN – COLÔMBIA

Eduardo Montoya Botero
George Fernandes Azevedo
Hernán Eduardo Martinez Carvajal
Edwin Fabian Garcia Aristizabal
Newton Moreira de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318018>

CAPÍTULO 9 107

EFEITO DA ADIÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRAS DE COCO A GESSO DE FUNDIÇÃO

Karina Paula Barbosa de Andrade Lima
Deborah Grasielly Cipriano da Silva
Ana Luíza Xavier Cunha
Kyriale Vasconcelos Morant Cavalcanti
Felipe Bezerra de Lima
Jackson José dos Santos
Eyshila Paloma Costa de Brito
Lucas Ítalo Santos Gomes
Francisco das Chagas da Costa Filho

Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo
 José Dantas Neto
 Romildo Morant de Holanda
 Yêda Vieira Póvoas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318019>

CAPÍTULO 10.....121

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E NA ESTRUTURA DO AÇO TENAX 300IM

Carlos Triveño Rios
 Giselle Primo Samogin
 Debora Christina Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180110>

CAPÍTULO 11 132

EFEITO DO ULTRASSOM NA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM CHÁS: UMA REVISÃO

Camila Araújo Costa Lira
 Kamila de Lima Barbosa
 Tereza Raquel Pereira Tavares
 Anayza Teles Ferreira
 Antonia Ingrid da Silva Monteiro
 Maria Rayane Matos de Sousa Procópio
 Marcelo Henrique Raulino Soares Nunes
 Amanda Caúla Fontenele
 Izabel Cristina de Almeida Silva
 Francisca Andressa Rabelo da Silva França
 Andreson Charles de Freitas Silva
 José Diogo da Rocha Viana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180111>

CAPÍTULO 12.....141

OS DESAFIOS DO GESTOR DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO EM UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE

Alessandro Dias
 Maykon Aurélio Alves
 Natanael Oliveira
 Mayara dos Santos Amarante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180112>

CAPÍTULO 13.....161

POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO RESÍDUO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ

Marcela Trojahn Nunes
 Fabiele Schaefer Rodrigues
 Jocenir Boita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180113>

CAPÍTULO 14.....	169
REPLACEMENT OF CONVENTIONAL VEHICLES WITH ELECTRIC ONES ON THE MACROMETRÓPOLE PAULISTA: ENERGETIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS FOR THE HORIZON OF 2030	
Guilherme Pedroso João Marcos Pavanelli Raiana Schimer Soares Célio Bermann	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180114	
CAPÍTULO 15.....	203
UMA REFLEXÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA GEOMECÂNICA PARA A ENGENHARIA DE PETRÓLEO	
Elias Enes de Oliveira Melissa Alves Fernandes Geraldo de Souza Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180115	
CAPÍTULO 16.....	215
FISSURAÇÃO NO CONCRETO ARMADO: POSSÍVEIS CAUSAS E TÉCNICAS DE RESOLUÇÃO	
Amanda Fernandes Pereira da Silva Diego Silva Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180116	
SOBRE A ORGANIZADORA	225
ÍNDICE REMISSIVO.....	226

FISSURAÇÃO NO CONCRETO ARMADO: POSSÍVEIS CAUSAS E TÉCNICAS DE RESOLUÇÃO

Data de aceite: 02/01/2023

Amanda Fernandes Pereira da Silva

Estudante de Graduação 6º. semestre do
Curso de Engenharia Civil na Faculdade
Santo Agostinho – FSA

Diego Silva Ferreira

Orientador do trabalho. Professor do
Curso de Engenharia Civil na Faculdade
Santo Agostinho – FSA

Trabalho na XV Semana Científica da Faculdade
Santo Agostinho – SEC 2017, evento realizado
em Teresina, de 2 a 6 de outubro de 2017.

RESUMO: Como o concreto armado é um mecanismo de construção bastante utilizado no Brasil, tem-se uma quantidade significativa de estruturas que apresentam o seu desempenho sendo ameaçado e comprometido devido a aparições de patologias. Sendo o fenômeno da fissuração uma anomalia que surge de maneira mais frequente em estruturas de concreto armado, é imprescindível que haja aperfeiçoamento de estudos sobre esse tipo de patologia para que se tenha um controle eficaz desta afim de não haver danos graves a ponto de prejudicar a funcionalidade, segurança,

aparência, durabilidade e desempenho da edificação. Em virtude disso, neste trabalho estudou-se de forma criteriosa, baseando-se em literaturas, algumas das características dessas fissuras incluindo possíveis causas, suas origens e técnicas de resolução de forma a agregar informações na identificação do correto diagnóstico desta patologia com a finalidade de servir de base para pesquisas futuras. Mas para isso, primeiramente, foi feita uma revisão bibliográfica sobre as causas e origens das patologias em geral de modo a reforçar o entendimento quanto à manifestação dessas anomalias que se tornaram uma problemática no âmbito da construção civil. Chegou-se ao conhecimento que a fase mais importante do estudo é o diagnóstico que, se for equivocado, resultará em intervenções inúteis.

PALAVRAS-CHAVE: Fissuras. Patologias. Concreto armado.

1 | INTRODUÇÃO

As fissuras são aberturas que têm uma participação importante no quesito de funcionar como veículo condutor de agentes agressivos à estrutura. Estas

afetam a superfície do concreto e ocorrem no instante em que as deformações sofridas por este elemento estrutural ultrapassam as deformações críticas.

“ Em todas as construções, que tem sua estrutura executada em concreto, fissuras podem surgir depois de anos, dias ou mesmo horas. As causas destas fissuras são várias e de diagnóstico difícil. O termo fissura é utilizado para designar a ruptura ocorrida no concreto sob ações mecânicas ou físico-químicas. ” (FIGUEIREDO, 2005).

“ A fissuração nos elementos estruturais de concreto armado é causada pela baixa resistência à tração do concreto. Apesar de indesejável, o fenômeno da fissuração é natural (dentro de certos limites) no concreto armado. O controle da fissuração é importante para a segurança estrutural em serviço, condições de funcionalidade e estética (aparência), desempenho (durabilidade, impermeabilidade, etc.). Deve-se garantir, no projeto, que as fissuras que venham a ocorrer apresentem aberturas menores do que os limites estabelecidos considerados nocivos. Pequenas aberturas de fissuras, mesmo sem colocar em risco a durabilidade da estrutura, podem provocar alarme nos usuários leigos pelo efeito psicológico. Assim, a abertura máxima das fissuras, sem prejudicar a estética ou causar preocupação nos usuários depende da posição, profundidade, finalidade da estrutura, distância do observador, etc. ” (SILVA, 2003).

“ O que se espera em uma estrutura de concreto armado é que esta cumpra requisitos mínimos de segurança, funcionalidade e aspecto estético que lhe sejam exigidos em função das ações e influências ambientais que venham a atuar sobre a mesma durante sua vida útil. ” (REIS E LOPES, 2006).

Porém, devido a determinados problemas patológicos, o que se tem visto, é uma grande degradação dessas estruturas nos últimos anos.

Muitas das interações que ocorrem entre os elementos que constituem o concreto armado (cimento, areia, brita, água e aço), com os aditivos e os agentes externos, resultam em irregularidades na referida estrutura que podem comprometer a sua eficiência, provocar efeitos estéticos indesejáveis ou causar desconforto psicológico nos usuários.

É a partir destes “sintomas” que se inicia o processo de análise das respectivas causas e origem do fenômeno patológico, primordial para a correta identificação do problema. O correto é que as patologias do concreto armado sejam evitadas ou, então, tratadas de tal forma para que não ocorra perda da estrutura ou de peças estruturais.

É importante ressaltar que as normas procuram incorporar medidas intensas – critérios de durabilidade -, que se baseiam nos meios pelo qual o concreto (expansão e corrosão) e o aço (corrosão) deterioram-se. Assim, as principais medidas de prevenção estão relacionadas a esses critérios juntamente às sugestões para projeto e execução da obra.

A norma NBR 6118 (2014), no item 7.3, ainda cita outras recomendações que são importantes na busca da durabilidade de uma estrutura, no que diz respeito às formas arquitetônicas e estruturais:

- a) Disposições arquitetônicas ou construtivas que possam reduzir a durabilidade da

estrutura devem ser evitadas;

b) Deve ser previsto em projeto o acesso para inspeção e manutenção de partes da estrutura com vida útil inferior ao todo, tais como aparelhos de apoio, caixões, insertos, impermeabilizações e outros.

Nas estruturas, a vida útil está diretamente relacionada à durabilidade e ao desempenho do concreto.

“ Tradicionalmente, a durabilidade de uma estrutura de concreto tem sido considerada através de regras implícitas, de modo determinístico, por intermédio de fatores como cobertura mínimo, relação água/aglomerante máxima, limitação de abertura de fissuras, tipo de cimento, tipo de aditivo, etc. Estes valores são tomados a partir de pesquisas de laboratório ou de campo e lições oriundas da experiência prática. Os resultados que se tem obtido com este procedimento leva, em geral, a um grau satisfatório de durabilidade, mas com variações significativas (positivas ou negativas) devido à grande influência das condições reais do meio ambiente envolvente e do concreto real colocado nas peças estruturais. “ (ISAIA, 2001).

Com isso, a fase mais importante no processo de determinação de patologias que inferem na durabilidade e, conseqüentemente, na vida útil do concreto é o correto diagnóstico para, assim, agir-se de modo eficiente propiciando uma recuperação adequada ao tipo de problema apresentado. Pois, se for de maneira equivocada, resultará em intervenções impróprias, que pode dificultar possíveis estudos futuros. A utilidade do tratamento ou da solução só pode ser confirmada quando se há uma resposta aceitável e convincente da estrutura ao tratamento.

Em face ao exposto, este trabalho tem o objetivo de contribuir com sugestões úteis para se determinar o correto diagnóstico da patologia de fissura que aparece fluentemente em estruturas de concreto armado baseando-se nas suas possíveis causas e origens de tal modo a servir de embasamentos para pesquisas futuras.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Causas e origens das patologias

Para distinguir as causas que provocam o surgimento de patologias no concreto é preciso observar a forma que ocorre a manifestação que, normalmente, é tida em partes externas das estruturas. Mas, há partes externas que não são perceptíveis, como é o caso de fundações, arrimos, piscinas, dentre outros, que estão parciais ou totalmente enterradas; as faces internas das juntas de dilatação; e as do interior de galerias e reservatórios. Nesses locais citados anteriormente, o problema só é detectado se for identificado por inspeções que forem programadas e executadas especificadamente.

De forma a exemplificar, as manifestações a seguir podem indicar a existência de patologias no concreto:

- Fissuras e Trincas;
- Desagregação;
- Erosão e Desgaste;
- Disgregação (Desplacamento ou Esfoliação);
- Segregação;
- Manchas;
- Eflorescência;
- Calcinação;
- Flechas Exageradas;
- Perda de Aderência entre concretos (nas juntas de concretagem);
- Porosidade;
- Permeabilidade.

Os aspectos que influenciam na origem de uma patologia são a etapa da vida da estrutura em que surgiu e a predisposição para que agentes desencadeassem seu processo de formação. As origens das anomalias mais comuns do concreto são:

- Defeitos de projeto;
- Má qualidade dos materiais ou uso inadequado;
- Erros na execução;
- Erosão e desgaste;
- Utilização para fins diferentes dos calculados em projeto;
- Falta de manutenção no decorrer do tempo;
- Uso inadequado da estrutura.

Na Figura 01, pode-se observar que as patologias são motivadas, geralmente, por falhas no planejamento que antecede à construção. Similarmente, podem ocorrer na realização de uma ou várias tarefas durante o processo de execução da obra, ou em seguida, quando há o término da construção e entregue ao usuário.

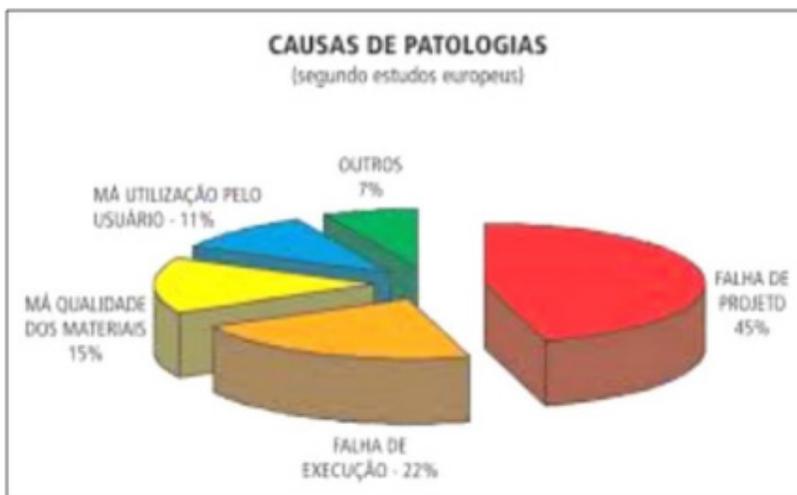


Figura 01 – Gráfico que relaciona as principais causas de patologias.

Fonte – COUTO (2007)

Há ainda as patologias motivadas por agentes externos como: ação da umidade, variação de temperatura, instabilidade do solo, ação excessiva dos ventos. Pode-se citar até situações mais graves e catastróficas como abalos sísmicos. Esses agentes causam patologias das mais simples às mais graves, e é missão do profissional de Engenharia prever e dimensionar a estrutura, de modo a evitar ao máximo o acontecimento de patologias decorrentes desses fenômenos.

3 | CARACTERÍSTICAS, POSSÍVEIS CAUSAS E ORIGENS DAS FISSURAS

Os “sintomas” mais comuns que ocorrem nas estruturas e com causas muito variadas são as fissuras. Essas causas dependem da sua posição com relação ao elemento, a abertura, a direção e seu grau de desenvoltura (com relação à direção e à abertura). E quanto a sua ocorrência inerente ao concreto armado, onde depende da dimensão na qual a seção foi calculada nos Estágios II (seção fissurada) ou III (ruptura). Ou seja, a manifestação da fissura nem sempre é, portanto, manifestação patológica, já que corresponde às aberturas e suas causas.

Baseando-se na NBR 6118 (2014), as fissuras são consideradas agressivas quando sua abertura na superfície do concreto armado ultrapassa os seguintes valores: a) 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingos de maré); b) 0,3 mm para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (urbano, marinho e industrial); c) 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso).

Na Figura 02, em pesquisa sobre as fissuras em estruturas de concreto armado, Dal Molin (1988) detectou as principais causas de fissuras, com as respectivas incidências.

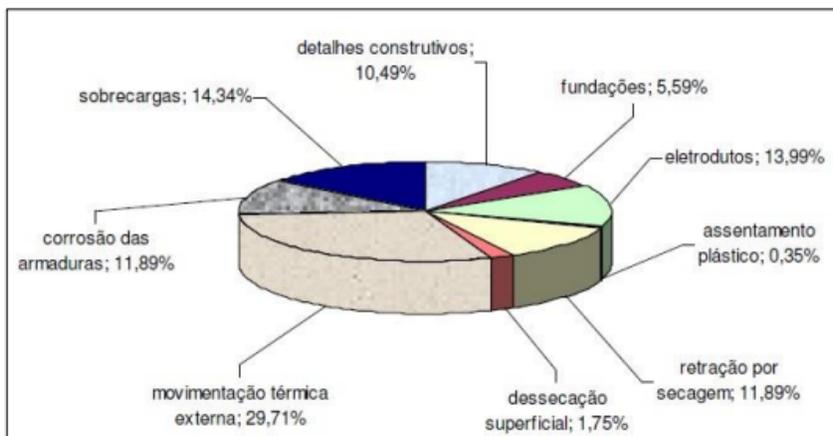


Figura 02 – Tipos e incidência de fissuras em concreto armado.

Fonte – DAL MOLIN (1988)

O conceito de fissura com relação à “trinca” e “rachadura” diferenciam-se entre si em alguns aspectos. Por exemplo, as trincas possuem dimensões diferentes (possuem aberturas maiores que 0,5 mm) das fissuras, mas assemelham-se no que diz respeito ao tratamento. Enquanto as rachaduras são diferenciadas das demais devido a uma abertura bem mais profunda e acentuada com dimensão superior a 1 mm e a partir de 1,5 mm são denominadas de fendas. Á título de demonstração, tem-se a Figura 03 com exemplos de fissura, trinca e rachadura.

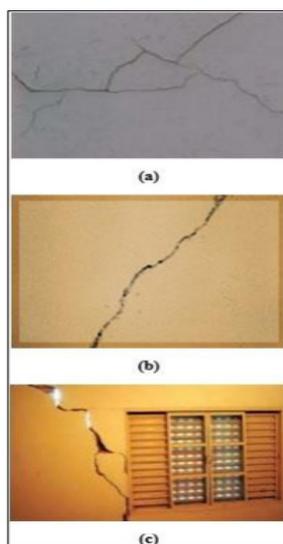


Figura 03 – a) fissura, b) trinca, c) rachadura.

Fonte – FÓRUM DA CONSTRUÇÃO (2015)

3.1 Fissuras Ativas ou Inativas

É com a especificação do tratamento é possível analisar se a fissura é ativa (viva ou instável) – que apresenta variação de abertura –, ou se é inativa (morta ou estável) – que não apresenta variação de abertura.

Para verificar essa análise, ver Figura 04.

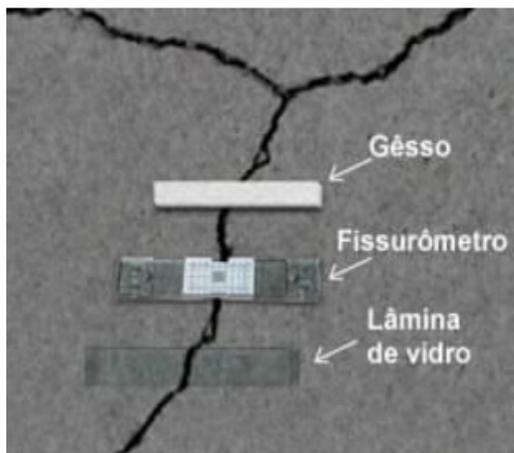


Figura 04 – Utensílios utilizados para a checagem da fissuração.

Fonte – PIANCASTELLI (1997)

Conforme a Figura 04, observa-se que com a utilização de plaquetas de vidro ou gesso pode-se fazer uma análise de checagem na abertura, contudo se romper caso a fissura venha a variar. Mas também por meio da medição de forma direta dessa variação com o uso do fissurômetro. Para dar um tratamento eficaz à fissura é importante identificar o agente causador que pode ser: atuante, onde a fissura possui instabilidade e não atuante, na qual possui estabilidade.

Assim, é possível determinar algumas possíveis causas de fissuras conforme ver-se na Tabela 01.

MATERIAL	CAUSA	“SINTOMA”
NO CONCRETO FRESCO	Assentamento plástico; Dessecação superficial; Vibrações; Retração hidráulica; Variações térmicas.	FISSURAS
NO CONCRETO ENDURECIDO	Esforços solicitantes excessivos, principalmente flexão e cisalhamento; Concentração de tensões; Recalques de fundação; Corrosão de armaduras; Retração hidráulica.	FISSURAS

Tabela 01 – Algumas causas de fissuras.

Fonte – PIANCASTELLI (1997)

41 TÉCNICAS DE RESOLUÇÃO DE FISSURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

As técnicas de resolução em fissuras iniciam-se com a verificação se elas são ativas ou inativas, como visto anteriormente. As fissuras consideradas inativas são as que são causadas por retração hidráulica, recalques estabilizados e juntas de concretagem mal executadas, devido a esforços excessivos ou intervenção de reforços. Enquanto as fissuras que são consideradas ativas estão relacionadas à variação de temperatura, onde funcionam como ‘juntas naturais’.

Contudo, pode-se sintetizar que se o agente causador da fissura não mais atua no local, pode-se identificar como inativa, caso contrário, como ativa. Porém, no quesito do comportamento do reparo, qualquer fissura pode ser tratada como ativa.

A seguir serão abordadas algumas técnicas de resolução de maneira específica, dependendo da característica da fissura.

1. Reparos nas inativas – consiste na recuperação do concreto onde este se encontra sem separações (monoliticidade). É feito a aplicação de produtos que funcionam como adesivos que são capazes de promover a aderência entre os concretos de suas duas faces. Pode ser aplicado por gravidade ou por injeção sob pressão (ar comprimido), conforme o caso.
2. Reparos nas ativas (ou inativas com monoliticidade não exigida) – é feito por junta de dilatação. É sugerido que as ‘novas juntas’ devem ser vedadas com mastiques ou outros materiais elásticos de modo a impedir a penetração de materiais que impeçam sua livre movimentação (pó, areia, brita etc.) ou que sejam prejudiciais ao concreto (água, óleo, fuligens etc.)
3. Reparos especiais – refere-se aos casos onde a execução de técnicas padronizadas são ineficazes. Nesses casos, há adaptações, combinações de

técnicas ou procedimentos alternativos.

Logo, para a análise das fissuras faz-se uma classificação das mesmas segundo a sua estabilidade. Diz-se que uma fissura está estabilizada, é passiva ou morta quando a causa que a provocou foi eliminada e, por isso, a fissura não tem movimento longitudinal ou transversal. Uma fissura é ativa quando a causa que a provoca continua existindo, portanto, tem movimento.

À título de conhecimento, alguns outros procedimentos são sugeridos e que podem ser efetuados para a realização de reparos nas estruturas em concreto armado:

- Limpa-se a fissura com jato de ar e aumenta-se a espessura da mesma para, em seguida, tratá-la;
- Aplica-se material epóxi sobre a superfície como selante;
- Injeta-se resina epóxi nos orifícios na parte inferior até que o material transborde pela parte superior;
- Finalmente, fecham-se os orifícios.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi visto existem inúmeros problemas patológicos que comprometem o desempenho das estruturas, mas que a correta escolha da técnica a ser empregada em suas recuperações estruturais é que vai tratar o problema e garantir êxito no trabalho. A condição fundamental para a escolha desta técnica é a identificação e classificação das ocorrências que resulte em um diagnóstico que corrija adequadamente as anomalias observadas. Contudo, cada obra tem suas respectivas restrições e circunstâncias, de caráter construtivo e executivo, na qual não se pode padronizar um único método de diagnóstico.

Por isso, esta pesquisa teve a intenção de representar uma introdução ao tópico de patologias dando ênfase às fissuras com o estudo de algumas características, causas, origens e algumas práticas de reparação sugeridas em estruturas de concreto armado. Utilizou-se de diversas literaturas para aprofundar a análise feita afim de disseminar e atribuir conhecimento tanto de interesse acadêmico como profissional. Onde este estudo pode servir de aproximação e referência ao tema.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**, 2014.

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. **Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções**. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2007, 3, 2007, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul.** Tese de M. Sc. – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

FIGUEIREDO, E. P. **Mecanismo de Transporte de Fluidos no Concreto.** In: ISAIA, G. C. Concreto, Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.

ISAIA, G. C. **Durabilidade do concreto ou das estruturas de concreto.** WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologias do concreto.** Minas Gerais: UFMG, 1997. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0>. Acesso em: 13 de junho de 2017.

REIS, C. de O.; LOPES, A. M. J. **Considerações sobre prova de carga em estruturas de concreto.** Ouro Preto: REM, 2006.

SILVA, R.C. **Vigas de concreto armado com telas soldadas: análise teórica e experimental da resistência à força cortante e do controle da fissuração.** Tese (Doutorado), São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, Departamento de Engenharia de Estruturas, 2003, 328p.

AMANDA FERNANDES PEREIRA DA SILVA - Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA), é Mestranda em Ciência e Engenharia dos Materiais pelo Programa de Pós-Graduação (PPGCM) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Atua na área de pesquisa Materiais Magnéticos, Semicondutores e Semicondutores Magnéticos Diluídos com aplicações antibacterianas sob orientação do Professor Doutor Ramón Raudel e Professora Doutora Francisca Araújo. Além disso, seus temas de interesse são: Construção Civil, Patologia das Construções, Materiais da Construção Civil, Perícia Judicial, Concreto, Análise do Comportamento de Solos, Ensino de Engenharia e Educação à Distância.

A

Acessibilidade arquitetônica 87

Aço ferramenta 121, 124, 128, 129

Análise avançada 77, 84, 85

Artificial intelligence 57, 58, 59, 60, 65, 66, 68, 73, 74, 76

Autonomous vehicle 58, 59

Avaliação pós ocupação 87

B

Borra oleosa 39, 40, 41, 42, 46, 47, 53

C

Chuvas 98

Cinza de casca de arroz 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168

CO₂ emissions 169, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 183, 185, 188, 189, 190, 191, 194, 195, 196, 197

Competitividade 2, 141, 142, 150, 198

Cristobalita 161, 165, 167

D

Desafios 38, 141, 142, 143, 146, 147, 148, 151, 156, 158, 159, 204, 205

Desenvolvimento 2, 6, 7, 20, 30, 31, 37, 39, 43, 54, 87, 88, 95, 105, 120, 141, 142, 145, 147, 148, 159, 167, 198, 205, 206, 213

E

Eixo de menor inércia 77, 79, 81, 83, 84, 85

Electric vehicle 169, 171, 179, 200, 201

Empresa 1, 2, 39, 41, 46, 47, 48, 52, 53, 109, 123, 141, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 201

Energy consumption 169, 170, 174, 181, 182, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 195

Engenharia 6, 8, 9, 12, 13, 20, 21, 22, 24, 29, 30, 31, 38, 54, 57, 85, 86, 87, 96, 106, 118, 119, 120, 121, 130, 132, 141, 142, 143, 144, 146, 157, 164, 168, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 219, 224, 225

Engenharia de Petróleo 203, 204, 205, 209, 210, 212, 213, 214

Ensino em engenharia 30

Envoltória curva 97, 98, 104

Equações diferenciais ordinárias 30

Ergonomia 87, 88, 90, 91, 93, 95, 96

Escorregamentos 97, 98, 99, 100

Extração de fitoquímicos 133

F

Fator de segurança 12, 97, 98, 99, 102, 105

Fibra natural 108, 110

Fissuras 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224

G

Geomecânica 101, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214

Gesso de fundição 107, 108, 110, 113, 115, 117

Gestão 1, 2, 3, 4, 38, 86, 119, 120, 141, 144, 146, 147, 148, 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159

I

Impacto 14, 15, 17, 49, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 141, 142, 150

Índice de confiabilidade 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 26, 27, 79, 80, 84

Interdisciplinaridade 30, 37, 38

M

Macrometrópole Paulista 169, 172, 176, 197, 199

Matriz curricular 203, 209, 210

Mecânica das rochas 203, 204, 206, 208, 209, 210, 211

Método AHP 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 53, 54

Método Monte Carlo 5, 10

Modos de falha 5, 8, 18

P

Patologias 215, 216, 217, 218, 219, 223, 224

Polifenóis 133, 134, 136, 138, 139

Pórtico de aço 77

Precision agriculture 58, 65

Probabilidade de falha 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 77, 79, 80, 83, 84

Processos empresariais 1

Q

Qualidade 1, 2, 3, 4, 86, 87, 88, 89, 93, 95, 96, 122, 133, 134, 139, 144, 146, 148, 152, 154, 161, 162, 167, 218

R

Resíduos sólidos 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 53, 54, 55, 120

Resistência dos materiais 8, 9, 30, 31, 38

Resistência mecânica 108, 116, 117

S

SiO₂ 161, 165, 166, 167

Superfície de estado limite 5, 7

T

Tecnologias para o tratamento de borra oleosa 39

Tenacidade 121, 122, 128, 130

TENAX 300IM 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129

U

Unmanned aerial vehicle 58

Urban transport 169, 170, 198

ENGENHARIA- RIAS:

Pesquisa, desenvolvimento
e inovação 3

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA- RIAS:

Pesquisa, desenvolvimento
e inovação 3



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br