



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO
(ORGANIZADORES)**

**AMPLIAÇÃO E
APROFUNDAMENTO
DE CONHECIMENTOS NAS
ÁREAS DAS ENGENHARIAS**



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO
(ORGANIZADORES)**

**AMPLIAÇÃO E
APROFUNDAMENTO
DE CONHECIMENTOS NAS
ÁREAS DAS ENGENHARIAS**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A526 Ampliação e aprofundamento de conhecimentos nas áreas das engenharias [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-74-4

DOI 10.22533/at.ed.744200804

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.

CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Em “Ampliação e Aprofundamento de Conhecimentos nas Áreas das Engenharias” vocês encontrarão dezenove capítulos que demonstram que as fronteiras nas engenharias continuam sendo ampliadas.

A engenharia aeroespacial brasileira vem realizando muitos estudos para a melhoria nos processos de construção de satélites e temos nesta obra quatro capítulos demonstrando isso.

Na engenharia elétrica e na computação temos quatro capítulos demonstrando empenho no aprofundamento de pesquisas envolvendo temas atuais.

A engenharia de materiais e a engenharia química trazem quatro capítulos com pesquisas na produção de novos materiais e produção de medicamentos.

Pesquisas na engenharia de produção temos três capítulos que demonstram o empenho na análise de qualidade da produção industrial.

Os demais capítulos apresentam boas pesquisas em engenharia civil, engenharia mecânica e engenharia agrícola.

Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio

Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA PRONTIDÃO DA ORGANIZAÇÃO DE AIT DE SATÉLITES ARTIFICIAIS PARA O ATENDIMENTO DE REQUISITOS DE SEUS STAKEHOLDERS	
Isomar Lima da Silva Andreia Fátima Sorice Genaro José Wagner da Silva Elaine de Souza Ferreira de Paula Bruno da Silva Muro	
DOI 10.22533/at.ed.7442008041	
CAPÍTULO 2	13
EMPREGO DOS PARÂMETROS DE LAMINAÇÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE PAINÉIS REFORÇADOS EM COMPÓSITOS SUBMETIDOS A CARGAS COMPRESSIVAS	
Hélio de Assis Pegado Laura Tameirão Sampaio Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.7442008042	
CAPÍTULO 3	30
AN OVERVIEW OF THE BFO - BASIC FORMAL ONTOLOGY - AND ITS APPLICABILITY FOR SATELLITE SYSTEMS	
Adolfo Americano Brandão Geilson Loureiro	
DOI 10.22533/at.ed.7442008043	
CAPÍTULO 4	39
COLETA DE REQUISITOS DO SUBSISTEMA BAZOOKA CANSAT UTILIZADO NO SEGUNDO CUBEDESIGN	
Daniel Alessander Nono Anderson Luis Barbosa Bruno Carneiro Junqueira André Ferreira Teixeira Aline Castilho Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.7442008044	
CAPÍTULO 5	47
CENTRAIS HIDROcinÉTICAS COMO MEIO PARA A REESTRUTURAÇÃO DEMOCRÁTICA DO SETOR ELÉTRICO	
Luiza Fortes Miranda Geraldo Lucio Tiago Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7442008045	
CAPÍTULO 6	60
DE KAOS PARA SYSML NA MODELAGEM DE SISTEMAS EMBARCADOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA	
Timóteo Gomes da Silva Fernanda Maria Ribeiro de Alencar Aêda Monalizza Cunha de Sousa Brito	
DOI 10.22533/at.ed.7442008046	

CAPÍTULO 7	68
INTERNET OF THINGS NA ENGENHARIA BIOMÉDICA	
Tatiana Pereira Filgueiras	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7442008047	
CAPÍTULO 8	77
AVALIAÇÃO DE TOPOLOGIAS DE FONTES DE CORRENTE EM BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA	
David William Cordeiro Marcondes	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7442008048	
CAPÍTULO 9	97
OBTENÇÃO DE BIODIESEL POR MEIO DA TRANSESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA UTILIZANDO CATALISADOR DE KOH/Al ₂ O ₃ EM DIFERENTES COMPOSIÇÕES	
Laís Wanderley Simões	
Normanda Lino de Freitas	
Joelda Dantas	
Elvia Leal	
Julyanne Rodrigues de Medeiros Pontes	
Pollyana Caetano Ribeiro Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.7442008049	
CAPÍTULO 10	113
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE FILMES HÍBRIDOS PRODUZIDOS POR AMIDO DE MILHO E QUITOSANA	
Francielle Cristine Pereira Gonçalves	
Kilton Renan Alves Pereira	
Rodrigo Dias Assis Saldanha	
Simone Cristina Freitas de Carvalho	
Vitor Rodrigo de Melo e Melo	
Kristy Emanuel Silva Fontes	
Richelly Nayhene de Lima	
Magda Jordana Fernandes	
Elano Costa Silva	
Thaynon Brendon Pinto Noronha	
Liliane Ferreira Araújo de Almada	
Paulo Henrique Araújo Peixôto	
DOI 10.22533/at.ed.74420080410	
CAPÍTULO 11	125
SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF SODIUM DODECYL SULFATE (DDS) MODIFIED LAYERED DOUBLE HYDROXIDE (HDL) AS MATRIX FOR DRUG RELEASE	
Amanda Damasceno Leão	
Mônica Felts de La Rocca	
José Lamartine Soares Sobrinho	
DOI 10.22533/at.ed.74420080411	
CAPÍTULO 12	134
THIN PLATE SPLINE INTERPOLATION METHOD APPLICATION TO PREDICT THE SUNFLOWER OIL INCORPORATION IN POLY (ACRYLIC ACID)-STARCH FILMS	
Talita Goulart da Silva	
Débora Baptista Pereira	
Vinícius Guedes Gobbi	

Layla Ferraz Aquino
Thassio Brandão Cubiça
Matheus Santos Cunha
Tiago dos Santos Mendonça
Sandra Cristina Dantas
Roberta Helena Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.74420080412

CAPÍTULO 13 152

GESTÃO ESTRATÉGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NA EMPRESA DE MANUTENÇÃO JL AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Francely Cativo Bentes
David Barbosa de Alencar
Marden Eufrasio dos santos

DOI 10.22533/at.ed.74420080413

CAPÍTULO 14 162

OTIMIZAÇÃO DOS INSPETORES ELETRÔNICOS NA PRODUÇÃO DE TAMPAS METÁLICAS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

Elisabete Albuquerque de Souza
David Barbosa de Alencar
Marden Eufrasio dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.74420080414

CAPÍTULO 15 174

CONTROLE DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO DE SEIS E OITO FUROS DAS OLARIAS DO AMAPÁ

Daniel Santos Barbosa
Adler Gabriel Alves Pereira
Orivaldo de Azevedo Souza Junior
Ruan Fabrício Gonçalves Moraes
Paulo Victor Prazeres Sacramento

DOI 10.22533/at.ed.74420080415

CAPÍTULO 16 190

REAPROVEITAMENTO DE TOPSOIL COMO MEDIDA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves
Fabiano Battemarco da Silva Martins
Ronaldo Machado Correia

DOI 10.22533/at.ed.74420080416

CAPÍTULO 17 199

AVALIAÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS: COMPARAÇÃO ENTRE A NBR 9452/2019 E O MÉTODO ESLOVENO

Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti

DOI 10.22533/at.ed.74420080417

CAPÍTULO 18 208

DIMENSIONAMENTO DA POTÊNCIA MÍNIMA EXIGIDA DO ACIONAMENTO PRINCIPAL DE TRANSPORTADORES DE CORREIA

José Joelson de Melo Santiago
Carlos Cássio de Alcântara
Daniel Nicolau Lima Alves

Jackson de Brito Simões

DOI 10.22533/at.ed.74420080418

CAPÍTULO 19 220

CONSTRUÇÃO, INSTRUMENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE UM TÚNEL DE VENTO DIDÁTICO DE CIRCUITO FECHADO

Lucas Ramos e Silva

Guilherme de Souza Papini

Rafael Alves Boutros

Romero Moreira Silva

Wender Gonçalves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.74420080419

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 236

ÍNDICE REMISSIVO 237

AVALIAÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS: COMPARAÇÃO ENTRE A NBR 9452/2019 E O MÉTODO ESLOVENO

Data de aceite: 27/03/2020

Data de submissão: 13/03/2020

Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti

<http://lattes.cnpq.br/3657651449787446>

RESUMO: As pontes e viadutos são uma parte muito importante do sistema rodoviário brasileiro, sistema responsável por uma grande parcela do escoamento de cargas ao longo do país. Considerando que os recursos financeiros e materiais são finitos e que a degradação destas obras pode ter consequências graves, como o colapso das mesmas e interrupção do tráfego, ressalta-se a importância da conservação das Obras de Arte Especiais - OAE existentes. Para isso, deve-se fazer uso de um sistema de avaliação destas obras, que possa apresentar resultados confiáveis, que contenha recomendações que o inspetor possa seguir para a emissão das avaliações. Com esse fim, vários países padronizaram suas próprias regras. Os métodos mais utilizados para a avaliação das OAE são o da menor nota, como o utilizado no Brasil, e o da somatória das notas, utilizado na Eslovênia, país tradicionalmente destaque nesse campo.

A norma brasileira (NBR 9452/2019) foi atualizada em 2019, sendo, então, importante a sua comparação com métodos já tradicionais e bem estudados, como o esloveno. Portanto esse trabalho realiza a avaliação de uma obra pela comparação dos dois métodos, verificando as vantagens de cada um.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de Obras de Arte Especiais; Pontes, NBR 9452.

BRIDGE ASSESSMENT: COMPARISON BETWEEN NBR 9452/2019 AND THE SLOVENE METHOD

ABSTRACT: Bridges are a very important part of the Brazilian road system, this system is responsible for a large part of the flow of commodities throughout the country. Having in mind that financials resources are limited and that the degradation of the bridges can possibly have serious consequences, such as their collapse and traffic interruption, the importance of preserving these constructions is emphasized, using for that a reliable system for assessment the bridges. The inspector must follow the requests to issue the correct evaluation. To this end, several countries have standardized their rules. The methods that are most used to this are the lowest scores, as the

Brazilian, and the sum of the scores, used in Slovenia. The Brazilian standard (NBR 9452/2019) was actualized in 2019, so it is important to compare it with traditional and well-studied methods, such as Slovenian. Therefore, this paper brings an evaluation of those methods by comparing them and verifying the advantages of each one.

KEYWORDS: Bridge assessment; NBR 9452.

1 | INTRODUÇÃO

As Obras de Arte Especiais (OAE) são muito importantes para o transporte de pessoas e mercadorias no Brasil e em outros países. Desta maneira, a interrupção de uma estrada devido a problemas em uma ponte ou viaduto pode acarretar prejuízo financeiro para muitas pessoas e empresas, pois resulta em desvios e aumento do tempo de transporte. Além disso, o colapso de tais obras pode resultar em perdas de vidas, que não podem ser monetizadas. Sendo assim, destaca-se a importância do acompanhamento e das inspeções frequentes dessas obras, feito por profissionais devidamente capacitados e utilizando métodos padronizados.

No Brasil a norma que define como essas inspeções devem ser feitas é a NBR9452/2019, no entanto em outros países são utilizadas regras diferentes, como no caso da Eslovênia e da Áustria, países que possuem rotas importantes na União Europeia. Cada forma de avaliar uma obra tem seus pontos positivos e negativos e apresenta resultados diferentes. Assim, torna-se interessante a comparação de um método difundido e utilizado por anos, como o Esloveno, com o método brasileiro, cuja norma (NBR 9452/2019) foi atualizada em 2019, mas a maior alteração na forma de avaliação das OAE foi feita na versão de 2016 e mantida na atualização. O objetivo deste trabalho é aprofundar os conhecimentos sobre inspeção e avaliações de OAE pela comparação desses métodos e aplicação em uma obra real.

2 | METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO

Existem 2 métodos de classificação que são largamente utilizados como base para as padronizações de cada país: o método da menor nota, utilizado, por exemplo, no Brasil, (NBR9452/2019 e DNIT, 2004); e o método da somatória das notas, utilizado em alguns países europeus como Áustria e Eslovênia (COST 345, 2007).

No Brasil, a norma de inspeção de pontes NBR 9452 (ABNT, 2019), utiliza três critérios para a avaliação de uma OAE: estrutural, funcional e durabilidade. Em cada critério, a condição da OAE é classificada como excelente, boa, regular, ruim ou crítica, com notas variando, respectivamente de 5 a 1, como apresentado no Quadro 1. Cada elemento deve ser analisado e atribuído uma nota. A nota final

da ponte será a menor nota dentro de cada critérios, assim a obra fica classificada com três notas.

Nota	Danos / Insuficiência estrutural	Ação corretiva	Estabilidade	Condições da ponte
5	Não há danos nem insuficiência estrutural.	Nada a fazer.	Boa	Obra sem problemas
4	Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural	Nada a fazer; apenas serviços de manutenção	Boa	Obra sem problemas importantes
3	Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas sem comprometimento da estabilidade da obra	A recuperação da obra pode ser postergada, devendo ser observada	Boa aparentemente	Obra potencialmente problemática Recomenda-se acompanhar os problemas
2	Há danos gerando significativa insuficiência estrutural na ponte, porém sem risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) da obra deve ser feita no curto prazo.	Sofrível	Obra problemática Postergar demais a recuperação da obra pode levá-la a um estado crítico.
1	Há danos gerando grave insuficiência estrutural na ponte, havendo risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação ou substituição da obra - deve ser feita sem tardar.	Precária	Obra crítica Em alguns casos, pode configurar uma emergência.

Quadro 1 – Critérios da NBR 9452/2019

Fonte: Adaptado de ABNT (2019)

Um exemplo de avaliação utilizando a somatória das notas de cada defeito é o utilizado na Eslovênia. A avaliação da condição de uma ponte e dos seus componentes segue a Equação 1, que representa a somatória das notas de cada defeito (COST 345, 2007):

$$R = \sum V_D = \sum B_i \cdot K_{1i} \cdot K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{4i} \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

V_D - Valor de classificação para o tipo de dano.

B_i - o valor deste fator reflete o efeito potencial de um tipo particular de dano (i) sobre a segurança e / ou a durabilidade do elemento estrutural afetado. Os valores de B_i variam de 1 a 5.

K_{1i} - este fator define a importância do componente ou membro estrutural para a segurança de toda a estrutura. Por exemplo, uma trinca na calçada é menos importante do que uma trinca na viga. Os valores de K_1 são 0,3, 0,7 ou 1,0.

K_{2i} - o valor deste fator, que varia de 0,4 a 1, reflete a intensidade do dano, sendo classificada em um de quatro tipos: I –leve (0,4), II-médio (0,6), III – grave (0,8), IV - muito grave (1,0). Normalmente, o valor do fator é atribuído a um tipo particular de dano.

K_{3i} - o valor deste fator, que varia de 0,5 a 1 descreve a extensão dos danos, sendo classificada de acordo com a porcentagem dos elementos ou a área da superfície afetada como elementos individuais (0,5), vários elementos (0,8), ou sobre a maior parte da ponte (1.0).

K_{4i} - o valor desse fator reflete a urgência de um trabalho de intervenção: os valores variam entre 0 e 10 (COST 345, 2007). O valor depende do tipo de estrutura, do risco e consequências de um possível colapso da ponte ou de partes dela. Os valores utilizados são:

1 - As medidas corretivas não possuem caráter urgente, pois o dano não afeta a segurança, utilidade ou durabilidade da estrutura;

3 - Medidas corretivas devem ser realizadas num período inferior a cinco anos;

5 - Medidas corretivas devem ser realizadas imediatamente;

10 - O dano afeta seriamente a segurança da ponte, estando em risco de um colapso.

Com o valor de R, proveniente da Equação 1, classifica-se a ponte de acordo com o Quadro 2.

Classe	Descrição	R
1	Critica	>20
2	Ruim	14-22
3	Satisfatória	8-17
4	Boa	3-12
5	Muito Boa	0-5

Quadro 2 – Sistema de classificação utilizado na Eslovênia

Fonte: COST 345 (2007).

Os métodos que utilizam a menor nota dos elementos como nota final da ponte, acabam tendo uma grande influência de somente um elemento. Por outro lado,

as avaliações baseadas em um somatório de manifestações patológicas podem acarretar um somatório com um resultado muito elevado devido à existência de vários pequenos defeitos, não condizendo com o real estado da estrutura.

Caso uma obra esteja excelente, sem danos, com a exceção de um único pilar, a metodologia brasileira será capaz de fornecer uma avaliação crítica, no critério estrutural. Já o método da soma das notas pode fornecer uma avaliação boa, gerando maiores riscos. Destaca-se que a avaliação final depende dos conhecimentos do inspetor, por isso é importante que o mesmo seja qualificado para realizar tal tarefa.

3 | ESTUDO DE CASO

A obra utilizada foi a estudada do trabalho de Giovannetti (2014), sendo localizada na BR-153, no estado de Goiás. A ponte escolhida foi a Ponte sobre o Rio Lambari, observada na Figura 1, pois foi a que apresentou pior estado de conservação dentre as 8 obras estudadas no trecho com uma média diária de veículos de aproximadamente 4800 veículos dos quais 3500 veículos pesados.



Figura 1 - Ponte sobre o Rio Lambari - Vista superior

Os danos encontrados estão no Quadro 3, aos quais foram atribuídas as notas para cada coeficiente da Equação 1 e para os critérios estrutural, funcional e durabilidade.

Elemento	Dano
Encontro	Desnível
Proteção do Talude	Rachaduras
Dreno	Entupimento
Leito do rio	Erosão
Alas	Fissura

Lajes	Nicho de concretagem
	Vazamento de água através de fissura
	Umidade
	Desagregação do concreto
	Carbonatação
Longarinas	Baixo cobrimento
	Fissura
	Nicho de concretagem
	Baixo cobrimento
	Carbonatação
	Armadura exposta
	Corrosão da armadura de flexão
Corrosão dos estribos	
Transversinas no encontro	Vazamento de água através de fissura
	Carbonatação
	Baixo cobrimento
Transversinas sobre apoios	Carbonatação
	Baixo cobrimento
Transversinas no meio do vão	Carbonatação
	Baixo cobrimento
Guarda Roda	Fissuras
Pavimento	Buraco
Barreira	Quebrada
Pilares	Baixo cobrimento

Quadro 3 – Danos encontrados

A nota final do método esloveno foi 34,23, devido a somatória de todos os danos (GIOVANNETTI, 2014). Sendo que, a pior nota foi atribuída as armaduras expostas na longarina, Figura 2. No entanto o elemento que apresentou a maior somatória de notas foi a laje. O resultado apresentado classifica a obra em situação crítica, devido a soma de todos os pequenos danos.



Figura 2 - Longarina com armadura exposta, de nicho de concretagem e corrosão

Já na avaliação feita segundo a NBR 9452/2019, Anexo E, a obra foi classificada como regular (nota 3) no critério estrutural, como regular no quesito funcional (nota 3), e, por último, como ruim (nota 2) no parâmetro durabilidade.

A nota do critério estrutural foi devido aos danos a seguir:

- Rachadura presente na ala, Figura 3 - fissura (rachadura) acima dos limites da NBR 6118/2014 (ABNT, 2014) que se encontra em um elemento secundário, de acordo com a NBR 9452/2019 (ABNT, 2019);



Figura 3 - Ala a jusante do lado sul apresentando fissura

- Desnível no encontro, Figura 4 – desnível no pavimento na entrada da obra, que causa alteração nos esforços devido ao impacto de veículos;



Figura 4 – Desnível na entrada da ponte

- Fissura na longarina, Figura 5 – a longarina é considerada elemento principal, sendo assim, as fissuras dentro do limite estabelecido pela NBR 6118/2014 (ABNT, 2014) são classificadas como regulares.



Figura 5 – Fissura na longarina

- Armadura exposta com corrosão, Figura 2 – elemento principal com armadura exposta e corrosão com até 20% de perda de seção.

A nota do parâmetro funcional é resultado do desnível na entrada da ponte, Figura 4, que causa solavanco aos veículos.

O ensaio de carbonatação, Figura 6, indicou profundidade de carbonatação superior ao cobrimento da armadura na longarina, o que justifica a nota 2 atribuída ao critério durabilidade. Para a realização desse ensaio utilizou-se uma solução de fenolftaleína, que não apresentou coloração rosada, mesmo após atingir profundidade superior ao cobrimento.



Figura 6 – Ensaio de carbonatação em longarina

4 | CONCLUSÕES

A ponte escolhida para o estudo, localizada no estado de Goiás, foi avaliada como crítica pelo método esloveno e como ruim e regular pelo método brasileiro. Esse último, apresentou um resultado que se aproxima mais com a real situação da obra inspecionada, enquanto, o primeiro apresentou um resultado condizente com obras demasiadas degradadas.

Portanto, conclui-se que, no estudo realizado, o método que forneceu melhores resultados foi o brasileiro. No entanto, o mesmo apresenta três notas inteiras para a avaliação final da ponte, dificultando a priorização de intervenção e comparação de condições, principalmente, quando se trata de um elevado número de obras, como no caso do território brasileiro.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452**: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, RJ, 2019.

_____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

COST 345 - EUROPEAN CO-OPERATION IN THE FIELD OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH. **COST 345**: Procedures for Assessing Highway Structures: Final report, 2007. Disponível em: <http://cost345.zag.si/Reports/COST_345_WG23.pdf>. Acesso em: 03 de fev. de 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias**. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

GIOVANNETTI, A. C. V. P. **Avaliação do estado de conservação de pontes** - Estudo de caso. 2014. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

AIT 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11

Alumina 97, 98, 99, 101, 102, 103, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Áreas Degradadas 190, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198

B

Biocompatible Polymers 135

Biodegradáveis 114, 115

Biodiesel 97, 98, 99, 100, 101, 104, 110, 111, 112

C

Camada fértil do solo 190, 194

CanSat 39, 40, 43, 44, 45

Catalisadores Impregnados 98, 105, 106, 108

Cerâmica 102, 174, 175, 176, 177, 178, 188, 189

Controle de qualidade 174, 177, 178, 184, 188

D

Democracia energética 47, 51, 52

Desenvolvimento 15, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 63, 64, 67, 75, 98, 102, 111, 112, 114, 120, 122, 152, 164, 178, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 236

E

Embalagens 114, 115, 122

Engenharia baseada em conhecimento 31

Engenharia Biomédica 68, 70, 72, 74

Engenharia de Sistema 39

Espectroscopia de bioimpedância elétrica 77, 78, 81, 83, 88, 93

Estradas 190, 200

F

ferramentas da qualidade 152, 153, 156, 162

Filmes 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

Flambagem 13, 15, 18, 20, 21, 24, 27, 28

Fonte de corrente Howland 77, 89

Fonte não linear 77

G

Gestões estratégicas 152

I

Inspetores Eletrônicos 162, 163, 168, 169, 171, 172, 173

K

KAOS 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

M

Modeling 30, 32, 34, 35, 36, 37, 44, 60, 61, 64, 66, 67, 111, 135, 136, 139

N

NASTRAN 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29

O

Olaria 174, 175, 182, 183, 184, 185, 186, 187

Ontologia 30, 31

Otimização 13, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 91, 94, 162

P

PDCA 153, 154, 155, 158, 159, 162, 163, 164, 166, 173

Planejamento 55, 67, 114, 116, 117, 118, 152, 153, 155, 158, 164, 177, 178

Polymeric Films 134, 135

Processos 1, 63, 69, 102, 105, 117, 120, 157, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 173, 178, 190, 192, 193, 196, 209

Projeto 1, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 25, 61, 62, 70, 71, 74, 103, 152, 156, 177, 191, 192, 207, 208, 209, 219, 235

Prontidão 1

R

Reaproveitamento 190, 192, 194, 195, 196

Rede de Petri 60, 64

Requisitos 1, 39, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 70, 74, 75, 79, 90, 178, 179, 188, 189

Rodovias 190, 191, 194

S

Saúde 53, 68, 70, 71, 74, 75

Sistemas Complexos 31, 38, 60, 62
Sistemas de satélite 30, 31
Sistemas Embarcados 60, 61, 63, 64, 65, 67
Stakeholders 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 12, 39, 40, 41, 43, 44, 45
SysML 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

T

Tecnologia 37, 38, 47, 48, 49, 50, 56, 58, 68, 69, 74, 128, 134, 174, 175, 189, 190, 208, 236
Tecnologia hidrocínética 47, 48, 49, 56
Tissue engineering 135, 144, 145
Topsoil 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198
transição energética 47, 55, 58
Transição energética 48
Transport phenomena 134, 135

 **Atena**
Editora

2 0 2 0