



Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

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:** Geraldo Alves

**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  
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 di 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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
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 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  
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. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A642 A aplicação do conhecimento científico na engenharia civil [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-905-9

DOI 10.22533/at.ed.059201301

1. Construção civil – Aspectos econômicos – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 338.4769

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 19 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da engenharia civil, com aplicações do conhecimento da área em tecnologias inovadoras e em análise de características de materiais existentes ou novos, desenvolvido através do conhecimento científico.

Neste contexto, destaca-se que o mercado tem absorvido com afinco a demanda de inovação tecnológica surgida com o desenvolvimento do conhecimento científico na Engenharia Civil.

O conhecimento científico é muito importante na vida do ser humano e da sociedade, em especial na vida acadêmica, pois auxilia na compreensão de como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Com ele é possível provar diversas coisas, tendo em vista que busca a verdade através da comprovação.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de grande relevância e importância para o desenvolvimento da sociedade e do ser humano em si, pois com ele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando a evolução na construção do saber em uma área do conhecimento. Na engenharia civil é evidente a importância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e difusão deste conhecimento.

O engenheiro civil é o profissional capacitado para resolver problemas, tendo uma visão ampla e conhecendo todos os detalhes e processos por trás de uma estrutura complexa e, além disso, é capaz de apresentar soluções práticas, pautadas no conhecimento técnico e científico.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados à aplicação do conhecimento científico na engenharia civil, compreendendo as questões do desenvolvimento de novos materiais e novas tecnologias, algumas baseadas na gestão dos resíduos, assunto de grande relevância atual. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
APRENDIZADOS NO ENSINO DE BIM EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DE INTERIOR	
Leandro Tomaz Knopp Pedro Gomes Ferreira Bruno Barzellay Ferreira da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
AUTOMAÇÃO DE VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADES EM LICENCIAMENTOS DE PROJETOS EM BIM: UMA PROPOSTA PARA A GESTÃO PÚBLICA	
Denise Aurora Neves Flores Eduardo Marques Arantes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>31</b>
UM ESTUDO AUTOETNOGRÁFICO SOBRE A MONITORIA DA DISCIPLINA DE NOÇÕES DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFESSPA	
Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira Eduarda Guimarães Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
GESTÃO DO CONHECIMENTO EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO NA COLÔMBIA: CASOS E TENDÊNCIAS	
Hernando I Vargas Arturo C. Isaza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
NOVAS TECNOLOGIAS NO GERENCIAMENTO DE FACILIDADES? - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Marcus Vinicius Rosário da Silva Marcelo Jasmim Meiriño Gilson Brito Alves Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
CASA POPULAR EFICIENTE: ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O PERÍODO DE INVERNO	
Rayner Maurício e Silva Machado Marcos Alberto Oss Vaghetti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013016</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>61</b>
AUTOMAÇÃO DE ÁRVORES SOLARES DE ALTA EFICIÊNCIA	
Hélvio Henrique Rodrigues Rogério Luis Spagnolo da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013017</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>72</b>
ESTUDO DE CASO DE PAINEL SALVEOLARES SUJEITOS AO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO DE VIBRAÇÕES EXCESSIVAS	
Iago Vanderlei Dias Piva	
Gustavo de Miranda Saleme Gidrão	
Danilo Pereira Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>79</b>
MINIGERADOR EÓLICO: INTRODUÇÃO AO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Roberta Costa Ribeiro da Silva	
Daiane Caroline Wagner	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>86</b>
REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA	
Tháisa Mayane Tabosa da Silva	
Eduardo Cabral da Silva	
José Henrique Reis de Carvalho Tabosa	
Wilma de Oliveira Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>98</b>
SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DE CONCRETO POROSO	
Ana Beatriz De Oliveira Silva	
Jonatha Roberto Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>102</b>
O USO DE GEOTECNOLOGIAS EM PERÍCIAS AMBIENTAIS: VANTAGENS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS	
Giovanna Feitosa de Lima	
Ellen Kathia Tavares Batista	
Edson Alves de Jesus	
Nayara Michele Silva de Lima	
Barbara Alves Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>114</b>
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE FIBRA DE POLIPROPILENO NA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO EM RELAÇÃO À RESISTÊNCIA À RETRAÇÃO POR SECAGEM	
Jonatha Roberto Pereira	
Mariana Cristina Buratto Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130113</b>	



<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>120</b>
ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE POLIAMIDA E POLIETILENO PARA UTILIZAÇÃO EM PAREDES DE CONCRETO	
Alexandre Rodriguez Murari	
Alysson Gethe Gonçalves de Oliveira	
Daiane Cristina Silva Fernandes	
Hagar da Silva	
Victor José dos Santos Baldan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>127</b>
UTILIZAÇÃO DE CHAMOTE COMO ADITIVO EM MASSAS DE CERÂMICA VERMELHA PARA A PRODUÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO	
Celiane Mendes da Silva	
Talvanes Lins e Silva Junior	
Erika Paiva Tenório de Holanda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>138</b>
AValiação DA DRENAGEM SUPERFICIAL DA RODOVIA ESTADUAL MA-315 QUE INTERLIGA O MUNICÍPIO DE BARREIRINHAS A PAULINO NEVES	
Jorcelan Pereira da Rocha	
Cláudio Sousa Ataíde	
Larysse Lohana Leal Nunes	
Leonardo Telles de Souza Pessoa Filho	
Fernando Vasconcelos Borba	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>151</b>
ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO MÉTODO PCI: ESTUDO DE CASO DE DOIS TRECHOS DA PE-112	
Thays Cordeiro dos Santos	
Maria Victória Leal de Almeida Nascimento	
Daysa Palloma da Silva	
Thaísa Mayane Tabosa da Silva	
Rodrigo Araújo	
José Henrique Reis de Carvalho Tabosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>163</b>
ESTUDO GRANULOMÉTRICO DA AMOSTRA DE SOLOS COLETADOS EM TERESINA-PI	
André Filipe Conceição Silva	
Álvaro Escórcio Dias	
Antônio Carlos Silva de Araújo	
Antonio Vinicius Bastos Teixeira	
Carlos Eduardo Rodrigues Leite	
Lívia Racquel de Macêdo Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130118</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>169</b>
AVALIAÇÃO NÃO LINEAR DOS ESFORÇOS INTERNOS EM CONÓIDES CILÍNDRICOS Danielly Luz Araujo de Moraes DOI 10.22533/at.ed.05920130119	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>183</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>184</b>

## ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO MÉTODO PCI: ESTUDO DE CASO DE DOIS TRECHOS DA PE-112

Data de aceite: 11/12/2019

Data de Submissão: 04/11/2019

### **Thays Cordeiro dos Santos**

Centro Universitário do Vale do Ipojuca –  
UNIFAVIPIWyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/6652591257273952>

### **Maria Victória Leal de Almeida Nascimento**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Centro Universitário do Vale do Ipojuca –  
UNIFAVIPIWyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/2104309750203808>

### **Daysa Palloma da Silva**

Centro Universitário do Vale do Ipojuca –  
UNIFAVIPIWyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/0638702580149106>

### **Tháisa Mayane Tabosa da Silva**

Centro Universitário do Vale do Ipojuca –  
UNIFAVIPIWyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/4462436266156856>

### **Rodrigo Araújo**

Centro Universitário do Vale do Ipojuca –  
UNIFAVIPIWyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/2156174390712460>

### **José Henrique Reis de Carvalho Tabosa**

Centro Universitário do Vale do Ipojuca –  
UNIFAVIPIWyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/2364917570366841>

**RESUMO:** O pavimento flexível tem a funcionalidade de proporcionar o transporte de forma que garanta condições de tráfego segura, confortável e econômica. Porém, ele não é projetado para ter uma duração eternas e assim, possuindo um período de vida útil e sofrendo deteriorações com o decorrer do tempo, devido ao tráfego e os fatores climáticos. Sendo necessário que haja um gerenciamento do mesmo, podendo ser realizado o método de manutenção adequado de acordo com as análises de condição do pavimento. O presente trabalho utiliza o método PCI - *Paviment Conditions Index*, para analisar e classificar a condição do pavimento e comparar a degradação dos dois trechos da PE-112, trecho entre Camocim de São Félix e São Joaquim do Monte e o trecho entre São Joaquim do Monte e o trevo do Formigueiro, devido a necessidade emergencial de métodos de conservação do pavimento todos os anos. Ao analisar os resultados percebe-se que os dois trechos se apresentam com subtrechos de condições entre regulares e muito ruim, apresentando muitas panelas, fissuras, remendos e desgaste.

O Trecho 1 apresentou 60% das seções analisadas com a classificação regular e já o Trecho 2 se mostrou mais degradado, com 50% das suas seções de análise com classificação como muito ruim, obtendo coerência no motivo de maior desgaste do pavimento desse trecho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação de pavimento flexível. Defeitos de pavimentos. Caracterização de pavimento.

## FLEXIBLE PAVEMENT ANALYSIS BY PCI METHOD: CASE STUDY OF TWO SECTIONS OF PE-112

**ABSTRACT:** The flexible pavement has the functionality of providing transport in a way that ensures safe, comfortable and economical traffic conditions. However, it is not designed to last forever and thus has a lifetime and suffers deterioration over time due to traffic and weather factors. It is necessary that there is a management of it, and can be performed the appropriate maintenance method according to the analysis of condition of the pavement. The present study uses the PCI - Paviment Conditions Index method, to analyze and classify the pavement condition and compare the degradation of the two stretches of PE-112, between Camocim de São Félix and São Joaquim do Monte and the stretch between São Joaquim do Monte and Formigueiro, due to the emergency need for pavement conservation methods every year. Analyzing the results, it can be seen that the two stretches are presented with subtrechos of conditions between regular and very bad, with many pans, cracks, patches and wear. Section 1 presented 60% of the analyzed sections with the regular classification and Section 2 was more degraded, with 50% of its analysis sections classified as very bad, obtaining consistency in the reason for greater wear of the pavement of this section.

**KEYWORDS:** Evaluation of flexible pavement. Pavement defects. Characterization of pavement.

### 1 | INTRODUÇÃO

As rodovias possuem um grande valor do transporte relacionado as atividades socioeconômica e deve apresentar de forma permanente um desempenho que satisfaça. Ou seja, deve ofertar ao usuário condições de tráfego segura, confortável e econômica.

De acordo com o Anuário da Confederação Nacional de Transporte - CNT (2018) a malha rodoviária pavimentada total por região e unidade de Federação vem crescendo do ano de 2001 para o ano de 2017, mas mostra também que a malha não pavimentada ainda é muito superior. Apesar da região Nordeste possuir a maior malha pavimentada, temos também, por classificação do pavimento no ano de 2017, que 48% da extensão total (Km) é classificada como regular, ruim ou péssima e para o estado de Pernambuco, 65% da extensão total (Km) é classificada com essas mesmas más categorias.

A frota de veículos continua crescendo exponencialmente, a malha rodoviária brasileira não cresce nessa mesma proporção e ainda padece de deficiências estruturais contribuindo para um índice crescente de mortes e acidentes de trânsito.

De acordo com Bernucci *et al.* (2006), pavimento é uma estrutura de várias camadas que possuem espessura finitas, construída sobre uma base destinada a resistir os esforços provenientes do tráfego de veículos e do clima. Podendo então dizer que pavimento são camadas posta uma sobre as outras, de materiais diferentes, que conseguem atender estruturalmente aos esforços de tráfego, de forma durável e econômica.

Logo, o pavimento flexível é aquele que é constituído por camadas que não trabalha à tração. Conforme Marques (2014) para esse tipo de pavimento se utiliza um número maior de camadas e distribui as cargas para uma área mais concentrada do subleito.

Segundo CNT (2017) os pavimentos flexíveis não são dimensionados e construídos para durar eternamente, mas devem ter projetos elaborados de acordo com as Normas e Procedimentos para Projeto de Pavimentação e Restauração do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER e a sua estrutura deve garantir segurança, conforto e suportar as repetições de eixos no período de 10 anos. E para isso deve existir o projeto de restauração do pavimento promovendo a reabilitação do atual pavimento utilizando os procedimentos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT.

Por melhor que seja o projeto e a execução, a obra está sujeita a falhas e para isso deve ser observado o comportamento do pavimento para poder fazer o processo de manutenção de forma adequada e no momento adequado. De acordo com Bernucci *et al.* (2006) a finalidade de determinar os defeitos da superfície do pavimento é avaliar o seu estado de conservação e então poder embasar o diagnóstico da situação funcional para auxiliar na definição de uma solução tecnicamente adequada. Além de poder indicar as melhores alternativas de restauração do pavimento.

Ou seja, defeitos são os danos na superfície dos pavimentos capazes de serem identificados visualmente e classificados segundo uma terminologia normatizada (DNIT 005/2003 - TER, 2003).

Assim, é essencial se ter métodos de avaliação de pavimentos, à medida que surge a necessidade de saber qual a condição do pavimento em um determinado momento, para verificar se este ainda possui vida útil restante ou se será necessária alguma intervenção. Logo, é preciso que esse trecho seja avaliado, periodicamente, para que se tenha propriedade de como estão os aspectos estruturais, de desempenho, serventia etc. (BERNUCCI *et al.*, 2006).

De acordo com o DNIT (2011) a gerência de pavimentos é constituída na atualidade pela ferramenta de administração que tem por objetivo a determinação

da melhor forma da aplicação dos recursos públicos disponíveis, para conseguir responder as necessidades dos usuários dentro da melhor relação de Custo x Benefício.

Para a PAVESYS (2013) a gerência de pavimento de forma ampla, é formada por todas as atividades envolvidas no planejamento, no projeto, na construção, na manutenção e na avaliação dos pavimentos. Onde, o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) é um conjunto de métodos que tem a finalidade de encontrar soluções estratégicas para construir, avaliar e manter o sistema pavimento de forma adequada e que dure o seu período de vida em condições de funcionalidade ideal.

Portanto, conforme Fontenele *et al.* (2010) para que seja realizado a conservação e melhoramento dos sistemas viários, há necessidade de que haja controle de forma contínua sobre a situação atual das vias, onde os trechos devem ser objeto de vistorias permanentes, respeitando três etapas: localização do defeito; determinação da causa e execução do reparo. Ou seja, realizando serviços de avaliação da situação da estrada, reconhecendo os seus defeitos de rolamento, sinalização e drenagem para poder então serem aplicadas as medidas necessárias para restaurar o trecho analisado.

De acordo com Headquarters (1982) a condição do pavimento é responsável por vários fatores, incluindo integridade estrutural, capacidade estrutural, rugosidade, resistência à derrapagem/potencial de hidroplanagem e taxa de deterioração. E esses fatores podem ser avaliados através de observação e medição das patologias no pavimento. Assim, o método de análise *Paviment Conditions Index* (PCI), que foi elaborado pelos Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, é utilizado para realização de análise objetiva medindo a integridade estrutural da pavimentação e condição operacional superficial. Onde, a classificação da condição do pavimento é baseada no PCI, que indica através de número baseado em uma escala de 0 a 100.

Logo, é de suma importância que seja realizado o diagnóstico das patologias dos pavimentos flexíveis, para que possa ser determinado os defeitos e quais as suas causas, para que então seja tomada a melhor forma de manutenção (MOTA, 2017).

A manutenção compreende em um processo ordenado que venha oferecer uma circulação de veículos econômica, confortável e seguro. Podendo se dividir em 4 grupos básicos: conservação, melhoramentos, recuperação do pavimento através de sua restauração e recuperação do pavimento através de sua reabilitação (DNIT, 2006).

Com tudo, esse estudo tem como objetivo analisar os dois trechos da PE-112, trecho entre Camocim de São Félix e São Joaquim do Monte e o trecho entre São Joaquim do Monte e o trevo do Formigueiro, pelo método do PCI. Tendo em vista



que o pavimento vem sofrendo, em um período muito curto depois de realizado os processos de conservação da rodovia, problemas sérios de degradação que vem afetando a sua serventia.

A análise desse trabalho servirá de subsídio para determinar a melhor forma de recuperação da PE-112, tendo em vista que todo ano ocorre o evento turístico e religioso da Romaria do Frei Damião, e é realizado a operação tapa buraco na rodovia, devido a cidade receber milhares de visitantes. Porém, em um período menor que 6 meses o pavimento retorna a um estado precário e até mesmo pior que o ano anterior. Assim, acarretando em grande desconforto aos usuários e diminuindo significativamente a segurança.

## 2 | MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia proposta foi composta pela avaliação objetiva, através do método PCI- *Paviment Conditions Index*. Na pesquisa foi realizado o estudo de caso nos dois trechos, da rodovia do agreste central de Pernambuco, a PE-112, que é uma via de jurisdição Estadual de responsabilidade do Departamento de Rodagem de Pernambuco (DER).

O primeiro trecho é aquele que faz ligação entre a cidade de Camocim de São Félix/PE e a cidade de São Joaquim do Monte/PE, com uma extensão de 10 km, como mostra a Figura 1 (a). O segundo trecho é o que faz ligação entre a cidade de São Joaquim do Monte/PE e o trevo do Formigueiro, com uma extensão de 12 km, conforme a Figura 1(b).

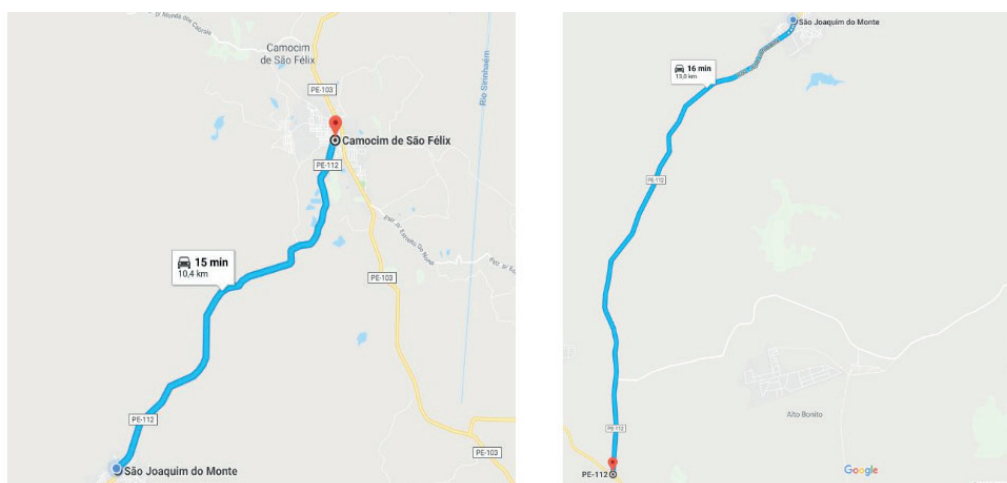


Figura 1 - Localização dos trechos da PE-112

- (a) Localização do trecho 1 em estudo      (b) Localização do trecho 2 em estudo

Fonte: Google Maps, 2018

O município de São Joaquim do Monte é localizado no estado de Pernambuco,

de uma área de 231,8 km<sup>2</sup> onde no ano de 2010 de acordo com o IBGE (2016) possuía 20.488 habitantes. Com uma densidade demográfica de 88,4 habitantes por km<sup>2</sup> e situado a 452 metros de altura, com as coordenadas geográficas: Latitude: 8° 25' 48" Sul e Longitude: 35° 48' 27" Oeste. E de acordo com IBGE de 2016 possui uma frota de 3481 veículos, sendo 13% destes veículos pesados.

De acordo com os dados de projeto da PE-112 fornecidos pelos engenheiros do DER, tem-se que o trecho 1 foi construído no ano de 1986 e o trecho 2 no ano de 2001, logo tendo os trechos uma vida de 32 anos e 17 anos, respectivamente. Assim, os dois trechos tendo ultrapassando a vida útil do pavimento.

Para realização da análise objetiva nos trechos da PE-112 foi necessário realizar observações e registros em campo. Inicialmente foram feitas diversas pesquisas bibliográficas para servir como base para a determinação do método realizado na análise do pavimento.

Para a análise objetiva a coleta de dados e ocorrências dos trechos selecionados seguiram os procedimentos a seguir:

- a) Os trechos foram divididos em trechos menores de 2 km;
- b) Dividiu-se os trechos de 2 km selecionados em 10 seções homogêneas, equivalente a área de 225 m<sup>2</sup> (37,5 m x 6 m), localizadas três no início, quatro no meio e três no fim de cada trecho;
- c) Foram determinadas as planilhas de levantamento de campo, na quantidade de uma para cada seção;
- d) Percorreu-se a seção de análise e foi apontado manualmente no local apropriado na planilha o tipo de defeito, sua severidade e extensão, conforme os defeitos presentes na própria planilha.

Segundo Berbel (2016), para a realização do método PCI o trecho deve ser dividido em áreas de amostra de aproximadamente 225m<sup>2</sup>, onde devem ser determinados os tipos de defeitos, porcentagem de área afetada e a severidade de cada defeito, onde tudo isso deve ser anotado em planilha. Após o levantamento de dados, estes devem ser lançados para a planilha de cálculo e pode se obter os valores de dedução de acordo com cada tipo de defeito, sua severidade e extensão, utilizando das curvas de valores de dedução desse método, e através da soma dos valores de dedução é possível obter o Valor Total de Dedução (VTD). Obtendo o VTD, é necessário fazer a correção em função da quantidade de defeitos encontrados no trecho, obtendo o Valor de Dedução Corrigido (VDC), podendo obter o PCI.

Assim que obtido o valor do PCI no trecho considerado, o pavimento pode então ser classificado de acordo com o Quadro 1.

PCI	Condição do Pavimento
100 - 86	Excelente
85 - 71	Muito Bom
70 - 56	Bom
55 - 41	Regular
40 - 26	Ruim
25 - 11.	Muito Ruim
10 - 0	Péssimo

Quadro 1 - Escala de PCI e Classificação de Condição

Fonte: Adaptação pelo Autor de Headquarters, 1982

Obtendo todos os dados do método PCI foi possível determinar a condição do pavimento e comparar esses resultados entre os dois trechos para poder analisar quais as possíveis causas e assim servir como subsídio para tomar a(s) possível(s) medida(s) que solucionará os defeitos dos dois trechos.

### 3 | ANÁLISE E RESULTADOS DE DADOS

Nesse capítulo serão expostos todos os resultados obtidos após a coleta de dados do método de análise objetiva obtida pelo método PCI. Obtendo todos os dados levantados, os cálculos foram realizados para a determinação da classificação de degradação do pavimento.

Para o Trecho 1, que possui uma extensão de 10 km, foi realizado a divisão de 5 subtrechos de 2 km, em um total de 50 seções de análise, de nomenclatura de 1 a 50, no sentido Camocim de São Feliz à São Joaquim do Monte. Para o Trecho 2, que tinha 12 km de extensão, foi dividido em 6 subtrechos de 2 km, obtendo um total de 60 seções, de nomenclatura de 1 a 60, no sentido de São Joaquim do Monte ao trevo do Formigueiro. As seções tinham uma área de 37,5 metros de comprimento por 6 metros de largura, que é a largura total da via.

Após ser feito o levantamento do tipo de defeito, o seu quantitativo, extensão e severidade, lançou esses dados para as planilhas de cálculo, onde pode ser calculado para cada seção o percentual de cada defeito, ou seja, sua densidade. Obtido a densidade de cada defeito foi possível determinar os valores de dedução, através das curvas de dedução para cada defeito. Somando todos os valores de dedução obteve o Valor de Dedução Total (VTD), corrigindo esse valor através do gráfico de Headquarters (1982), que relaciona o VTD com a quantidade de defeitos, obteve-se o Valor de Dedução Corrigido (VDC), podendo então determinar o Índice de Condição do Pavimento (PCI) para cada seção, pela Equação 1:

$$PCI = 100 - VDC$$

(Equação 1)

Assim que obtido o valor para PCI o pavimento pode então ser classificado de acordo com o Quadro 1. Para os dois trechos obteve-se as classificações expostas no Quadro 2.

Trecho 1	PCI	Classificação	Trecho 2	PCI	Classificação
Subtrecho 1	55,5	regular	Subtrecho 1	15,5	Muito ruim
Subtrecho 2	45,1	regular	Subtrecho 2	31,8	Ruim
Subtrecho 3	33,9	ruim	Subtrecho 3	21,5	Muito ruim
Subtrecho 4	28,3	ruim	Subtrecho 4	44,9	Regular
Subtrecho 5	45,3	regular	Subtrecho 5	37,4	Ruim
			Subtrecho 6	22,9	Muito ruim

Quadro 2 - PCI e classificações dos Subtrechos

Fonte: Autor, 2019

Logo, pelo Gráfico 1, têm-se a comparação dos valores de PCI dos subtrechos dos dois trechos analisados. Onde o Trecho 2 apresentou subtrechos mais degradados que no Trecho 1.

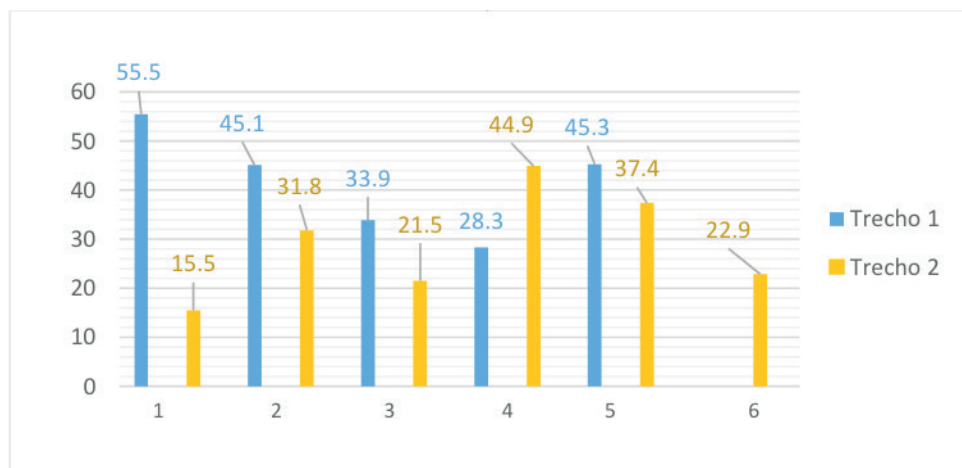


Gráfico 1 – Valores do PCI para os 2 trechos analisados

Fonte: Autor, 2019

Com base nos valores obtidos de PCI tem-se que para no Trecho 1, 60% do trecho foi classificado como regular e 40% como ruim, como mostra o Gráfico 2.

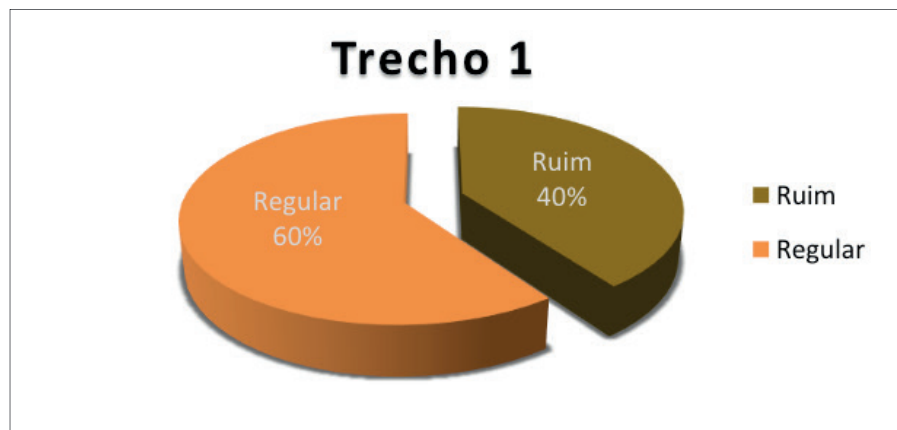


Gráfico 2 - Percentual de classificação da condição do pavimento do Trecho 1

Fonte: Autor, 2019

Já para o Trecho 2 conforme o Gráfico 3, 33,33% foi classificado como ruim, 50% como muito ruim e 16,7% como regular.

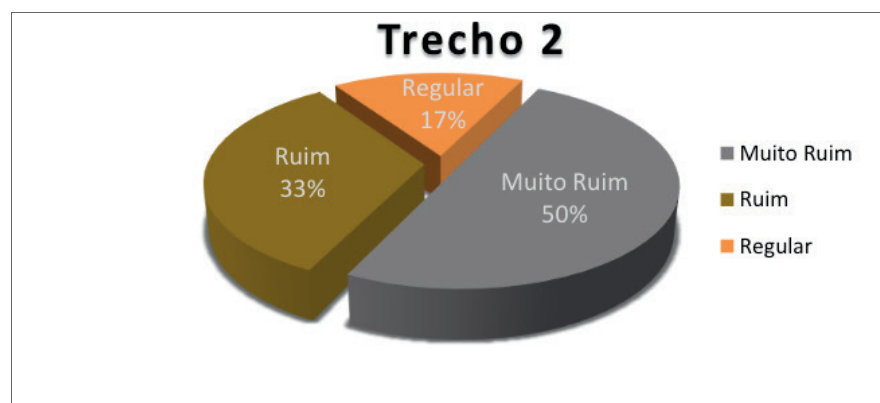


Gráfico 3 – Percentual de classificação da condição do pavimento do Trecho 2

Fonte: Autor, 2019

Nos trechos analisados foram encontrados diversos tipos de defeitos, de severidade baixa a alta, a Figura 2 demonstra uma das seções mais degradada de cada trecho analisado. A Figura 2 (a) mostra uma elevação de severidade alta e trincas tipo couro de crocodilo de severidade baixa, encontradas no Trecho 1. E a Figura 2 (b) mostra diversas painelas de severidade baixa a média, como um remendo e trincas tipo couro de crocodilo de severidade média, encontrados no Trecho 2.



Figura 2 – Seções de alto estado de degradação nos Trechos analisados

(a) Elevação e trinca tipo couro de crocodilo da seção 37 do Trecho 1 (b) Painelas da seção 2 do Trecho 2

Fonte: Autor, 2018

A metodologia sugerida estabelece que a condição do pavimento decresce com a ocorrência de defeitos que prejudiquem a trafegabilidade. Podendo concluir que o pavimento se encontra bastante degradado, acarretando em sérios problemas para a serventia, conforto e segurança dos dois trechos. Além de todos os defeitos analisados, como trincas, fissuras, panelas etc., foi também observado que os trechos não possuíam sinalização e acostamento.

Analisando em relação aos dados de projeto da PE-112 fornecidos pelos engenheiros do DER, para determinar as causas desse estado crítico do pavimento, tem-se que o Trecho 1 possui 36 anos de vida e o Trecho 2 possui 17 anos, onde a vida útil do pavimento é de 10 anos, concluindo que o tempo de vida do pavimento, para os dois trechos, já ultrapassa o determinado em projeto. E em todo esse tempo apenas no Trecho 1, no ano de 1994 foi realizado um método de reabilitação da via, e para o Trecho 2 não foi tomado nenhuma medida de reabilitação ou recapeamento, o que tornou os trechos da PE-112 tão propícios a esse alto estado de degradação.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A PE-112 é a única via que dá acesso à cidade de São Joaquim do Monte, e por ser uma cidade de porte pequeno em desenvolvimento econômico e populacional, acarreta num fluxo maior de tráfego para cidades circunvizinhas, como Caruaru que é um polo econômico e acadêmico. Sendo necessário que seja dado uma atenção



maior a condição de rolamento e serventia do pavimento.

Em vista disto, foi realizado a análise pelos métodos PCI para caracterizar os dois trechos propostos e determinar as possíveis causas. Onde foram verificados a existência de diversos defeitos, prevalecendo para os dois trechos a existências de panelas, fissuras longitudinais e transversais, desgastes e remendos, sendo de severidades baixa, média e alta. O que tornou a classificação dos subtrechos entre regular a péssimo.

O Trecho 2 se mostrou como o mais degradado, aonde seus subtrechos obtiveram valores de PCI mais baixo que no Trecho 1. Porém, apesar do Trecho 1 não ter se apresentado como o mais degradado, foi possível notar que este possui uma diversidade maior de tipos de defeitos, além de um grande número de remendos, o que já diminui a qualidade de rolamento do pavimento.

Com isso, foi observado que para a grande ocorrência dos defeitos na rodovia em um período menor que um ano se dá devido aos dois trechos já ultrapassarem a sua vida útil e a medidas de correção pontuais realizadas em tempo muito curto sem eliminar todos os defeitos existentes, possibilitando uma condição de rolamento regular para atender ao evento festivo da cidade, a Romaria do Frei Damião, porém não possibilitando um reforço estrutural ao pavimento.

Tornando necessário que o governo do estado de Pernambuco invista mais no processo de manutenção da rodovia, melhorando o gerenciamento do ciclo do pavimento com a realização de análises para determinação da melhor medida de manutenção atendendo aos critérios de qualidade, tempo e custo.

Ressaltando que, em caso de utilização desse método para decisão da medida de manutenção mais apropriada, pode ser realizado com mais seções de análise para poder ter um conhecimento melhor do total de defeitos existentes e uma melhor confiabilidade para as decisões tomadas, o que aumentaria a confiança e precisão dos resultados.

## REFERÊNCIAS

BERBEL, Mauê Foloni. **APLICAÇÃO DO MÉTODO DO PCI – PAVIMENT CONDITIONS INDEX – PARA DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO EM UM TRECHO DA AVENIDA TUPI DE PATO BRANCO-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC em Engenharia Civil) - UTFPR. Pato Branco/PR, 2016. 124p.

BERNUCCI, Liedi Bariani. et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006. 504f.

BRASIL, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **DNIT 005/2003 - TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.12p.

\_\_\_\_\_. **Manual de Gerência de pavimentos**. Rio de Janeiro, 2011. 189p.

\_\_\_\_\_. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 310p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília: CNT, 2017.

\_\_\_\_\_. **ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE: Estatísticas consolidadas**. [s.l.]: CNT, 2018. Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Rodoviario/1-3-1-2-/Condi%C3%A7%C3%A3o-de-rodovias---Pesquisa-CNT-de-Rodovias>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

FONTENELE, Heliana Barbosa. et al. **Análise Da Eficácia Do Método Do Pavement Condition Index Na Caracterização De Vias Urbanas (Analysis Of The Effectiveness Of The Method Of Pavement Condition Index In The Characterization Of Urban Route)**.

CONINFRA 2010 – 4º Congresso De Infra-Estrutura De Transportes. São Paulo, 2010. 14p.

HEADQUARTERS, DEPARTMENT OF THE ARMY. **PAVEMENT MAINTENANCE MANAGEMENT**. Washington, 1982. 171p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Frota de veículos da cidade de São Joaquim do Monte/PE**. [s.l., 2016]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/sao-joaquim-do-monte/pesquisa/22/28120?tipo=grafico&indicador=28120>> Acesso em: 18 de Nov. 2018.

MARQUES, Gabriele Born. **ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL: ESTUDO DE UM TRECHO CRÍTICO NA RODOVIA ERS - 421**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC em Engenharia Civil) - UNIVATES. Lajeado, 2014.

MOTA, Gabriel Luan Paixão. **Técnicas de recuperação de patologias em pavimentos de asfalto**. Tocantins, 2017. Disponível em: <[https://www.linkedin.com/in/gabrielluan/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad\\_flagship3\\_pulse\\_read%3Bc1fQhkkQQzq1Mz2BdmO27g%3D%3D&licu=urn%3Ali%3Acontrol%3Ad\\_flagship3\\_pulse\\_read-profile\\_bottom\\_bar](https://www.linkedin.com/in/gabrielluan/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_pulse_read%3Bc1fQhkkQQzq1Mz2BdmO27g%3D%3D&licu=urn%3Ali%3Acontrol%3Ad_flagship3_pulse_read-profile_bottom_bar)> Acesso em: 13 de Outubro de 2018.

PAVESYS Engenharia de Pavimentos. Porto Alegre/RS, 2013. Disponível em: <<http://pavesys.com.br/sgpsistemas-de-gerencia-de-pavimentos/>> Acesso em: 09 de Set. 2018.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Helenton Carlos da Silva** - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agregado 99, 123, 124, 164, 165  
Ambiental 60, 86, 88, 89, 96, 101, 102, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 137, 183  
Análise não linear 169  
Argamassa 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 123, 125, 126, 133, 142  
Árvore solar 61, 62  
Autoetnográfico 31, 33  
Automação de alta eficiência 61  
Avaliação de pavimento flexível 152  
Avanços tecnológicos 102

### B

Benefícios 10, 86  
Big data 44, 45, 49, 51, 52, 53  
Bim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 24, 29, 30, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53  
Bioclimatologia 55  
Blocos de vedação 127, 129, 132, 136, 137

### C

Captação de água 98, 99, 101  
Caracterização de pavimento 152  
Cerâmica vermelha 127, 129, 130, 131, 132, 135, 136, 137  
Cidades inteligentes 13  
Concreto poroso 98, 99  
Concreto reforçado com fibras 120, 124, 126  
Construção civil 1, 5, 7, 13, 14, 30, 72, 79, 81, 84, 85, 98, 114, 120, 126, 128, 129, 164, 167, 168, 183

### D

Defeitos de pavimentos 152  
Drenagem superficial 138, 141, 148, 149

### E

Eficiência 7, 55, 56, 61, 62, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 92, 102, 111  
Energia eólica 79, 80, 81, 85  
Energia renovável 61, 80, 81  
Engenharia civil 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 31, 32, 35, 101, 119, 126, 161, 162, 163, 169, 181, 182, 183  
Ensino superior 1, 3, 5, 9, 183  
Esforços solicitantes 169, 171, 175, 179, 181

## **F**

Fibras de polipropileno 114, 115, 116, 117, 119

Fibras poliméricas 120, 126

Fissuras 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 151, 160, 161, 168

Frequência natural 72, 74, 76, 77

## **G**

Geotecnologias 102, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 113

Gestão do conhecimento 36, 49

Granulometria 163, 164, 168

## **H**

Habitação sustentável 55

## **I**

Internet das coisas 49

## **M**

Método dos elementos finitos 169

## **P**

Painéis alveolares 72, 77

Perícia ambiental 102, 105, 111, 112

## **R**

Realidade virtual e aumentada 44

Reaproveitamento de água 98

Resíduos 62, 127, 128, 131, 136, 137

Retração 114, 115, 116, 118, 119, 133, 135, 136

Reuso 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

Rodovias 104, 122, 138, 140, 141, 147, 150, 152, 162

## **S**

Sig 102, 104, 107, 108, 110, 111

Sistema de drenagem 138, 140, 141, 148, 149, 150

Solo 93, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 142, 143, 144, 163, 164, 165, 166, 167, 168

Sustentabilidade 18, 79, 81, 82, 84, 85, 98, 101, 107, 112, 183

## **V**

Verificação automatizada de conformidade 13

Vibrações excessivas 72, 75, 77

