



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 Tháisa 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>

## AVALIAÇÃO DA DRENAGEM SUPERFICIAL DA RODOVIA ESTADUAL MA-315 QUE INTERLIGA O MUNICÍPIO DE BARREIRINHAS A PAULINO NEVES

Data de aceite: 11/12/2019

### Jorcelan Pereira da Rocha

Instituto de graduação e pós-graduação – IPOG  
Barreirinhas - Maranhão

### Cláudio Sousa Ataíde

Instituto de graduação e pós-graduação – IPOG  
Barreirinhas - Maranhão

### Larysse Lohana Leal Nunes

Instituto de graduação e pós-graduação – IPOG  
São Luís - Maranhão

### Leonardo Telles de Souza Pessoa Filho

Instituto de graduação e pós-graduação – IPOG  
São Luís - Maranhão

### Fernando Vasconcelos Borba

Universidade Federal do Pará – UFPA  
Belém – Pará

**RESUMO:** As águas superficiais prejudicam as obras rodoviárias não apenas no período de construção, mas também, contribui para a danificação do corpo estradal após sua implantação. Porquanto o contato direto com as águas pode ocasionar, no período de operação de uma via, assoreamento de bueiros, o desmoronamento e erosão de taludes, quedas de pontes, patologias no pavimento e, conseqüentemente, a diminuição de sua capacidade estrutural. Assim, apesar da drenagem superficial rodoviária ser responsável

diretamente pela captação, condução e desague das águas que precipitam sobre o pavimento e áreas adjacentes, observa-se que é pequena a importância dada para este tema tão relevante no que diz respeito à durabilidade de rodovias no território brasileiro. Dessa maneira, entende-se que os projetos de drenagem rodoviária devem ser elaborados por técnicos capacitados que reconheçam a importância de sua aplicação no que diz respeito aos diversos elementos que formam este sistema tão eficaz, uma vez que evita o surgimento de patologias que diminuem a vida útil das estradas municipais, estaduais e federais. Por isso, o presente artigo apresenta uma avaliação simples e direta sobre a drenagem superficial da rodovia estadual MA-315 que interliga o município de Barreirinhas a Paulino Neves, com finalidade destacar as características apresentadas para trecho com extensão 38 km.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem superficial. Rodovias. Sistema de drenagem.

### EVALUATION OF MA-315 STATE ROAD SURFACE DRAINAGE CONNECTING THE CITY OF BARREIRINHAS TO PAULINO NEVES

**ABSTRACT:** Surface water harms road works not only during the construction period, but also contributes to the damage of the road

body after its implementation. Because direct contact with water can cause manhole siltation during the operation of a road, the collapse and erosion of slopes, bridge falls, pavement pathologies and, consequently, the reduction of its structural capacity. Thus, although the road surface drainage is directly responsible for the abstraction, conduction and drainage of waters that precipitate over the pavement and adjacent areas, it is observed that the importance given to this issue is so small regarding the durability of highways in the region. Brazilian territory. Thus, it is understood that road drainage projects should be prepared by trained technicians who recognize the importance of their application regarding the various elements that make this system so effective, since it avoids the emergence of pathologies that reduce life of municipal, state and federal roads. Therefore, this article presents a simple and direct assessment of the surface drainage of the MA-315 state highway that connects the municipality of Barreirinhas to Paulino Neves, with the purpose of highlighting the characteristics presented for a stretch of 38 km.

**KEYWORDS:** Surface drainage. Highways. Drainage system.

## 1 | INTRODUÇÃO

Para Balbo (2007), o pavimento é uma estrutura composta por camadas sobrepostas, essas camadas são formadas por diferentes materiais compactados sobre um terreno de fundação, constituindo assim, um elemento finito apropriado para atender a demanda do tráfego considerando os aspectos estruturais e operacionais, de modo durável e com o menor custo possível, prevendo as distintas intervenções para serviços de manutenção preventiva, corretiva e de restauração, que serão de caráter obrigatório para que o pavimento consiga chegar à vida útil para o qual foi projetado.

Assim, para que uma rodovia possa atingir sua vida útil, o DNIT (2006) cita que é necessária à execução das obras de drenagem com a finalidade protegê-la das águas que estão diretamente relacionadas com a segurança do tráfego e condição da estrutura do pavimento. Sendo necessário que o sistema consiga a retirada das águas que: permaneçam nos subleitos sob a forma de lençóis freáticos e artesianos; infiltrem através do revestimento e das diversas camadas do pavimento; precipitem sobre a estrutura do pavimento ou áreas próximas; entrem em contato com a via por meio dos talvegues naturais. Resumidamente, a drenagem de uma rodovia deve extinguir a água que, sob qualquer forma, consiga chegar até a estrutura do pavimento, captando-a e transportando-a para áreas em que menos comprometa a segurança dos usuários e durabilidade da via. Com isso, em questões de segurança viária, o pavimento em condições climáticas não favoráveis perde algumas de suas características mais importantes, ocorrendo à diminuição do seu desempenho de forma rápida e contínua (ZOFKA, 2018).

Já em relação à manutenção do corpo estradal, o DNIT (2006) enumera alguns dos principais problemas causados pela falta/ineficiência do sistema de drenagem de uma via, que são: a destruição de aterros, diminuição da capacidade de suporte da camada final de terraplenagem, erosões de taludes de corte e aterro, desmoronamento de taludes. Com isso, o DNIT (2005) destaca que o mau funcionamento do sistema de drenagem está ligado diretamente com o crescimento de vegetação ou material arrastado nas entradas e saídas das obras de drenagem; destroços e lixos em sarjetas, valetas e saídas d'água; rompimento de meios-fios, banquetas, sarjetas e descidas d'água; entupimento de drenos subsuperficiais e profundos; bueiros entupidos, desalinhados ou com vazão deficiente; formação de trincas, selagem ou de outros atributos que comprovem deformações nos bueiros; bocas de bueiros, assoreadas e com posicionamento inadequado, alas danificadas, ausência de bacias de dissipação; solapamento e ruptura das decidas d'água, etc.

Tamãna a importância da drenagem de uma via, que CONSÓRCIO DYNATEST ENGEMAP cita o grau de trincamento da camada de rolamento tem influência direta nos custos de correções de manutenção e possibilita identificar a ocasião em que a taxa de degradação de um pavimento irá ocorrer de forma mais significativa em função da infiltração de água. Respectivamente, Sousa (2015) acrescenta que a utilização de materiais adequados e uma boa execução dos serviços podem contribuir para a inexistência de patologias nos pavimentos, entretanto, a problemática é maior quando ocorre a ineficiência ou insuficiência de drenagem rodoviária. Sendo importantíssimo, que o técnico responsável pelo projeto saiba da importância da drenagem na garantia do equilíbrio da via a ser executada, determinando de forma coerente, técnica e econômica, o correto dimensionamento dos elementos de drenagem que futuramente serão implantadas (DNIT, 2006).

Com isso, Oliveira (2018) adverte que, na graduação, são poucos os estudos relacionados à drenagem rodoviária e, ainda, todos os relacionados com este setor têm que ter conhecimento sobre este sistema de uma forma ampla, pois é indispensável não somente com o objetivo de obter o controle das águas pluviais, mas também para apoiar a preservação dos recursos naturais presentes nas áreas de sua implantação.

Por fim, o presente trabalho busca mostrar de forma simples e direta a condição do sistema de drenagem em um segmento da Rodovia MA-315, cuja extensão é de 38 km, interligando as cidades de Barreirinhas a Paulino Neves no estado do Maranhão. Para isso, foi executada uma análise dos principais elementos que compõe a drenagem rodoviária do local, tendo como referência bibliográfica principal, o Manual de Drenagem de Rodovias do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT.

## 2 | DRENAGEM SUPERFICIAL

Como mostra a Figura 1, o sistema de drenagem é primordial para que a rodovia consiga atingir a vida útil para qual foi projetada, sem sofrer grandes problemas ocasionados pela água. Assim, a drenagem adequada possibilita uma maior durabilidade para estrutura da via, isto é, menor degradação no decorrer do tempo (DNIT, 2005).



FIGURA 1 - Elementos do sistema de drenagem superficial

Fonte: Adaptada de DNIT (2005)

Dessa forma, para o DNIT (2006), a drenagem superficial é responsável pela captação das águas que caem sobre a estrutura da rodovia e em áreas próximas, direcionando-a para o devido local de deságue, onde não comprometa sua estabilidade, contribuindo assim, para segurança dos usuários. Com isso, serão destacados nos próximos itens os principais dispositivos de drenagem superficial presente no Manual de Drenagem de Rodovias, dentre outros, temos: Valeta de proteção de corte - VPC; Valeta de proteção de aterro - VPA; Sarjeta de corte - SC; Sarjeta de aterro - SA; Descida d'água - DAD; Saída d'água; Dissipadores de energia;

Simultaneamente, Oliveira (2018) cita que a drenagem superficial necessita ser projetada ordenadamente formando vários dispositivos, isso permitirá a maior segurança na estabilidade e durabilidade de todo o corpo estradal, de tal modo como a preservação do meio ambiente, principalmente na rede hidrográfica local. Assim, CNT (2017) cita que um dos fatores mais preocupante referente ao dimensionamento de rodovias é o clima, porquanto ele é considerado um fator único para o país inteiro, apesar de apresentar atributos climáticos desiguais.

### 2.1 Valeta de proteção de corte – VPC

Como exibido na Figura 2, também conhecidos como “Valeta de Coroamento”, por se localizar na parte superior dos taludes, as valetas de proteção de corte tem

por objetivo coletar as águas de montante das encostas e áreas próximas evitando saturação do solo e o consequente desmoronamento do talude. Com isso, devem ser projetadas e executadas de modo a ficarem paralelas as cristas dos cortes (off-sets) a uma distância de no mínimo 3,0 m (DNIT, 2006).

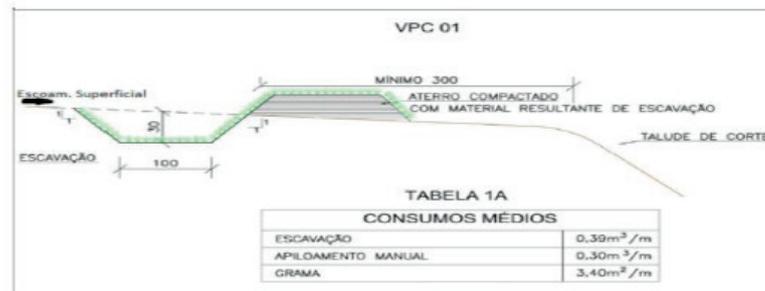


FIGURA 2 - Valeta de proteção de corte

Fonte: Adaptada de DNIT (2006)

Segundo DNIT (2006), as valetas de proteção de cortes podem ser trapezoidais, retangulares ou triangulares, sendo que o material retirado da escavação tem que ser depositado entre a valeta e a crista do corte e compactado manualmente. E ainda, o material utilizado como revestimento, dependendo do tipo do solo, e podem ser: concreto com 08 cm de espessura, alvenaria de tijolos ou pedra rejuntada com argamassa, pedra arrumada ou vegetação.

## 2.2 Valeta de proteção de aterro - VPA

Como exposto na Figura 3, tem por objetivo coletar as águas que escoam nas partes superiores dos aterros, evitando que atinjam o pé do talude de aterro e, conseqüente, um desmoronamento no decorrer do tempo. Com isso, devem ser projetadas e executadas de modo a ficarem paralelas ao pé do talude de aterro, a uma distância entre 2,0 e 3,0 m (DNIT, 2006).

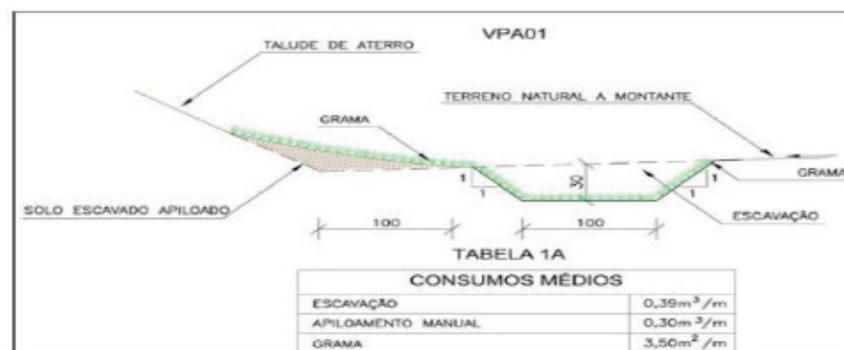


FIGURA 3 - Valeta de proteção de aterro

Fonte: Adaptada de DNIT (2006)

Segundo DNIT (2006), as valetas de proteção de aterro podem ser trapezoidais,

retangulares ou triangulares, sendo que o material retirado da escavação tem que ser depositado entre a valeta e o pé de talude de aterro e compactado manualmente. E ainda, os materiais utilizados como revestimento, dependendo do tipo do solo, podem ser: grama, pedra arrumada, pedra argamassada, concreto, solo-cimento ou até mesmo o solo compactado.

### 2.3 Sarjeta de corte

De acordo com DNIT (2006), a sarjeta de corte tem por finalidade coletar as águas que caem sobre a estrutura da rodovia e áreas próximas, conduzindo-as longitudinalmente à rodovia até o ponto de transição entre o corte e o aterro, ocasionando a saída lateral para o terreno correspondente ou para a valeta de aterro, ou ainda, para a caixa coletora de um bueiro de greide. Ou seja, a sarjeta de corte deve ser executada à margem do acostamento, localizando-se em todos os cortes presentes na plataforma, como mostra a Figura 4 a seguir.

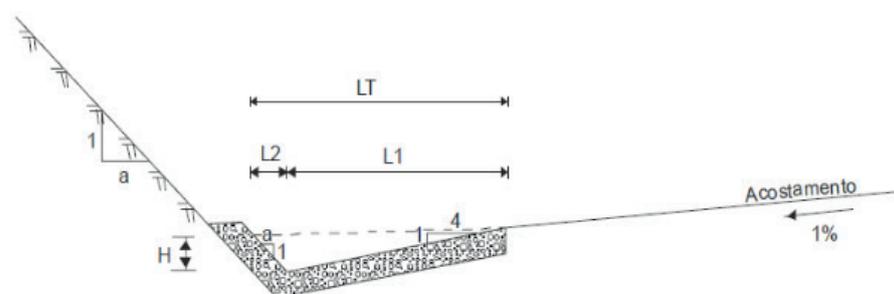


FIGURA 4 – Sarjeta triangular de corte

Fonte: DNIT (2006)

Acrescentando o DNIT (2006), cita que as sarjetas de corte podem ser triangulares, trapezoidais ou retangulares. Sendo que a de seção triangular, tem como destaque a diminuição de riscos de acidente, trapezoidal, para amplas vazões, e retangular, para solos rochosos, devido à facilidade na construção. E ainda, os materiais utilizados como revestimento, dependendo do tipo do solo, podem ser: concreto; alvenaria de tijolo; alvenaria de pedra argamassada; pedra arrumada revestida; pedra arrumada; revestimento vegetal.

### 2.4 Sarjeta de aterro

Para DNIT (2006), a sarjeta de aterro tem por finalidade coletar as águas que caem sobre a estrutura da rodovia e em áreas próximas e localiza-se paralela ao acostamento. Destaca-se que essa sarjeta está diretamente relacionada com a segurança da via, assim, devem-se ter critérios bem definidos para escolha de sua seção transversal, que podem ser podendo ser triangulares, trapezoidais,

retangulares, entre outras, segundo o tipo e categoria da via. Com isso, em interseções e trechos urbanos é aplicada a implantação de meio-fio-sarjeta combinados, Figura 5.

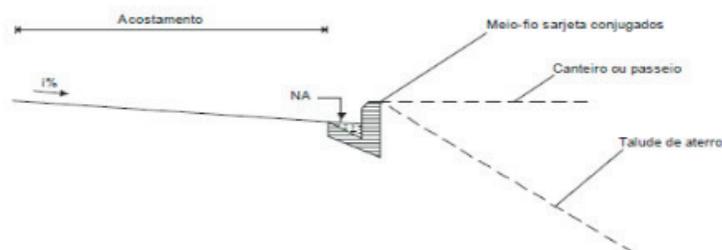


FIGURA 5 – Meio-fio sarjeta conjugado

Fonte: DNIT (2006)

Semelhante às sarjetas de corte, as sarjetas de aterro utilizam materiais diversos em seu revestimento, que dependendo do tipo do solo, podem ser: concreto de cimento; concreto betuminoso; solo betume; solo cimento; solo (DNIT, 2006).

## 2.5 Descida d'água - DAD

Conforme apresentado na Figura 6, as descidas d'água têm por finalidade levar as águas capturadas por outros dispositivos de drenagem, através de taludes de corte e aterro. Nos cortes, as descidas d'água levam as águas das valetas no momento em que chegam ao seu comprimento crítico, ou de pequenos talvegues, desaguando em uma caixa coletora ou na sarjeta de corte. Nos aterros, as descidas d'água levam as águas das sarjetas de aterro no momento em que chegam ao seu comprimento crítico, e, pontos baixos, através das saídas d'água, desaguando no terreno adjacente (DNIT, 2006).

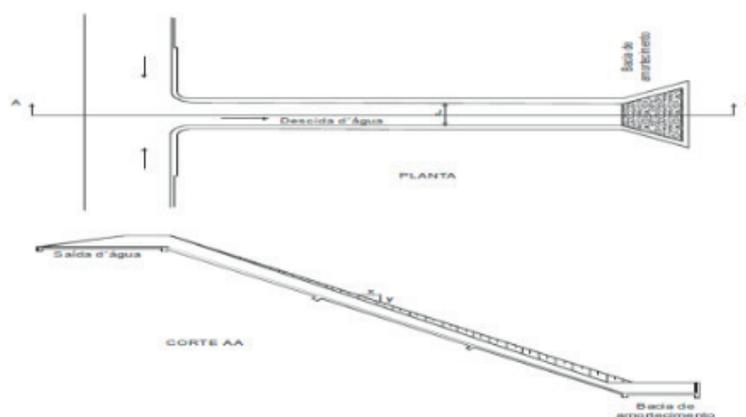


FIGURA 6 – Descida d'água tipo rápido

Fonte: DNIT (2006)

O DNIT (2006) acrescenta que as decidas d'água são executas em forma rápido ou em degraus, tal escolha depende diretamente, entre outros fatores, da velocidade limite do escoamento, o que não ocasione erosão. Assim, as decidas d'água apresentam a seção de vazão dos seguintes modelos: retangular, em calha tipo rápido ou em degraus; semicircular ou meia cana, de concreto ou metálica ; em tubos de concreto ou metálicos.

## 2.6 Saídas d'água

Também chamadas de entradas d'água, as saídas d'água são elementos de drenagem que tem por finalidade levar as águas recolhidas pelas sarjetas de aterro. Como demonstrado na Figura 7, são elementos de passagem entre as sarjetas de aterro e as descidas d'água e encontram-se na borda do corpo estradal, acoplada aos acostamentos ou em alargamentos, mais precisamente onde é chegado ao comprimento crítico da sarjeta, nos pontos baixos das curvas verticais côncavas, junto às pontes, pontilhões e viadutos e, algumas vezes, nos pontos de passagem de corte para aterro (DNIT, 2006).

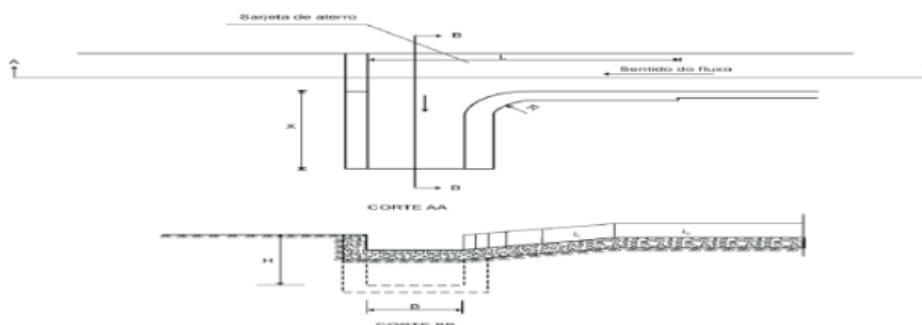


FIGURA 7 – Saída d'água de greide em rampa

Fonte: DNIT (2006)

## 2.7 Dissipadores de energia

Demonstrado na Figura 8, e como o nome sugere, os dissipadores de energia são elementos quem tem por finalidade dissipar energia do fluxo d'água, diminuindo sua velocidade, tanto no escoamento através do dispositivo de drenagem, quanto no deságue para o terreno natural. Dessa forma, os dissipadores de energia podem se classificar em localizados (bacias de amortecimento) e contínuos. Com objetivo de evitar erosões, na presença das saídas d'água, os dissipadores de energia se localizam em: pé das descidas d'água nos aterros; boca de jusante dos bueiros; saída das sarjetas de corte e nos pontos de passagem de corte-aterro (DNIT, 2006).



FIGURA 8 – Boca de bueiro com dissipador localizado

Fonte: Oliveira (2018)

### 3 | TRANSPOSIÇÃO DE TALVEGUES ATRAVÉS DE BUEIROS

Com o objetivo de retirar a água das proximidades da estrutura do pavimento, a drenagem de transposição de talvegues faz com que as águas que surgem em uma bacia hidrográfica cortem a via sem afetar a estrutura da estrada. (DNIT, 2006). Segundo DNIT (2006), os bueiros são formados pelas bocas (soleira, muro de testa e alas) e corpo. Tendo por objetivo permitir a passagem das águas que cortam as estradas. Destaca-se que no caso do nível da entrada d'água na boca de montante estiver localizada abaixo da superfície do terreno natural, deve-se substituir a boca por uma caixa coletora.

Os bueiros são distribuídos em quatro classes citadas a seguir: Quanto à forma da seção; quanto ao número de linhas; quanto aos materiais com os quais são construídos; quanto à esconsidade (DNIT, 2006).

### 4 | LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO TRECHO ESTUDADO

Com demonstrado na Figura 9, a pesquisa foi implantada no trecho da rodovia MA-315 cuja extensão é de 38 km, interligando as cidades de Barreirinhas a Paulino Neves no estado do Maranhão. Servindo para conectar, através de outras vias, a região costeira do Maranhão, Piauí e Ceará, e apresenta as seguintes características:

- ✓ Rodovia: MA-315;
- ✓ Tipo de rodovia: Estadual;
- ✓ Inauguração: 2019;
- ✓ Extensão do trecho em estudo: 38 km;
- ✓ Tipo de pavimento: Flexível (asfáltico e blocos intertravados).

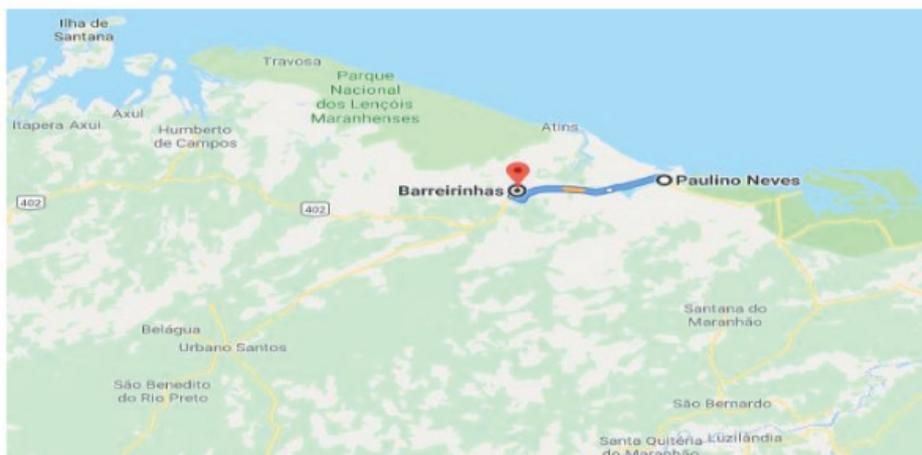


FIGURA 9 – Localização do segmento analisado

Fonte: Google maps (2019)

Com isso, este trabalho procura avaliar de forma analítica com base no Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT de 2006, os elementos de drenagem caracterizando-os de acordo com a sua situação real. Dessa forma, durante a vistoria e o levantamento fotográfico foram encontrados vários problemas em tais dispositivos, apresentados de forma nítida e o que causou diversas patologias na estrutura do pavimento e corpo estradal. Dos elementos analisados destacam-se: **Valeta de proteção de aterro - VPA; Sarjeta de aterro - SA; Descida d'água - DAD; Saída d'água; Dissipadores de energia.**

Durante o período de estudo ficou claro, como demonstrado na Figura 10, que além dos diversos defeitos encontrados nos elementos de drenagem rodoviária. Destaca-se também, mesmo não sendo o objeto do estudo, que existem problemas estruturais no dimensionamento das camadas e altura necessária de aterro. Porquanto, a estrutura foi praticamente executada sobre o terreno natural em alguns pontos, desconsiderando possíveis áreas de talwegues e de alagamentos. Causando a destruição do corpo estradal de forma rápida e contínua.



FIGURA 10 – Alagamento em trecho da MA-315

Fonte: Sidney Pereira/TV Mirante (2019)

Já a Figura 11 mostra que não existe o caimento adequado entre rodovia e saída d'água o que impossibilita a drenagem superficial. Com isso, outro elemento que não cumpre sua finalidade é a sarjeta de aterro, pois está completamente obstruída por materiais que desagregaram das camadas e faixa de rolamento. Na maioria das vezes, como demonstra a imagem, é notório a inexistência dos dissipares de energia o que causa a formação de erosão em área lindeiras à via. Assim, a simples função de escoamento está comprometida por causa da falta de critérios nos métodos executivos utilizados na implantação do segmento.



FIGURA 11 – Sarjeta de aterro, saída d'água, descida d'água

Fonte: Autor (2019)

A Figura 12 demonstra a ineficiência das decidas d'água implantada no segmento, pois apesar das grandes alturas de aterro em alguns pontos, não foram aplicados à execução dos dissipadores contínuos de energia. Em outros pontos, como evidente na Figura 13, apesar na existência do dissipador localizado, ficou evidente que as águas que escoam para fora da rodovia não têm um destino adequado, ficando empoçadas paralelamente ao corpo estradal, tornando ineficaz o sistema de drenagem como um todo.



FIGURA 12 – Descida d'água

Fonte: Autor (2019)



FIGURA 13 – Descida d'água e dissipador de energia

Fonte: Autor (2019)

Com isso, as Figuras 14 e 15 mostram, respectivamente, a degradação do

pavimento e erosões no aterro da rodovia. Isso expõe que, entre outras causas, a falta de planejamento nas obras de drenagem ocasionou diversos problemas no trecho estudado, assim como: a destruição de aterros e diminuição da capacidade de suporte da camada final de terraplenagem; erosões e desmoronamento de taludes de aterro; materiais dispostos nas entradas e saídas das obras de drenagem; destroços em sarjetas e saídas d'água; rompimento de meios-fios, sarjetas e descidas d'água; bueiros entupidos ou com vazão deficiente; bocas de bueiros, assoreadas e alas danificadas; ausência de bacias de dissipação; por fim, formação de trincas, trilha de rodas e degradação da camada de rolamento.



FIGURA 14 – Degradação do pavimento

Fonte: Autor (2019)



FIGURA 15 – Erosão no aterro da rodovia

Fonte: Autor (2019)

## 5 | CONCLUSÃO

Com a realização da inspeção in loco do presente trabalho foi possível avaliar e diagnosticar as principais características dos elementos de drenagem do trecho em análise. Apesar dos muitos dispositivos presentes no segmento de 38 km, ficou destacado neste trabalho os que foram implantados de forma inadequada e contribuem diretamente para degradação da via.

Dentre os elementos de drenagem analisados, se verificou problemas em: valeta de proteção de aterro, sarjeta de aterro, descida d'água, saída d'água, dissipadores de energia, e nos bueiros. Assim, através da análise, fica comprovado que um sistema de drenagem em mau funcionamento causa a degradação da via, tornando-a intrafegável em pouco tempo, pois, entre outras consequências, percebeu-se no segmento avaliado a deterioração das camadas do pavimento, inundação da via, apresentação de erosões no corpo estradal e alagamentos em terrenos adjacentes.

Assim, apesar do pavimento apresentar claros problemas estruturais, a pesquisa realizada confirma que problemas nos dispositivos de drenagem superficial e transposição de talvegues estão contribuindo diretamente para as patologias apresentadas no segmento em estudo.

Por fim, conclui-se que os diversos problemas da MA-315 surgiram desde sua

implantação, dentre outros, estão os defeitos apresentados no sistema de drenagem, pois é notória a permanência da água em contato direto com a rodovia por um longo período de tempo, ou seja, na maioria das vezes, sem a menor condição de escoamento o que está causando a aceleração da destruição do corpo estradal, prejudicando a dirigibilidades dos veículos e onerando os cofres públicos.

## REFERÊNCIAS

BALBO, J.T. **Pavimentação asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

CONSÓRCIO DYNATEST ENGEMAP. **Relatório técnico**: catálogo de soluções de manutenção para pavimentos flexíveis. 2015.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. **Transportes rodoviários**: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?. Confederação Nacional de Transportes. 2017.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de conservação rodoviária**. Rio de Janeiro, 2005.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de drenagem rodoviário**. Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, P.M. **Drenagem aplicada a Infraestrutura de transporte - IPOG**. Florianópolis, 2018.

SOUZA, P.M. **Proposta de implementação do sistema de gerência de pavimentos para a cidade do Rio de Janeiro**. (Monografia). Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

ZOFKA, A. **Proactive pavement asset management with climate change aspects**. Warszawa, 2018. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/356/1/012005>>. doi:10.1088/1757-899X/356/1/012005. Acesso em 07/02/2019.

## **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

