



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.

Helenton Carlos da Silva

## 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>

## O USO DE GEOTECNOLOGIAS EM PERÍCIAS AMBIENTAIS: VANTAGENS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS

Data de aceite: 11/12/2019

### **Giovanna Feitosa de Lima**

DNIT, SRE – PB, João Pessoa - Paraíba

### **Ellen Kathia Tavares Batista**

DNIT, SRE – PB, João Pessoa - Paraíba

### **Edson Alves de Jesus**

UFPB, CEAR, João Pessoa - Paraíba

### **Nayara Michele Silva de Lima**

UNIFAVIP, Caruaru - Pernambuco

### **Barbara Alves Lima**

UNIFAVIP, Caruaru - Pernambuco

**RESUMO:** O avanço tecnológico tem impactado diretamente várias áreas do conhecimento, fornecendo ferramentas e embasando teorias. No caso específico de perícias ambientais, o uso de mecanismos de georreferenciamento, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), GPS, GNSS e suas ferramentas de processamentos, como RapidEye, AutodeskMap, SPRING, Google Earth entre outros softwares de processamento de dados, podem contribuir de maneira significativa para o acompanhamento do desenvolvimento de parâmetros ambientais, por exemplo desmatamento, reflorestamento, delimitação de áreas de preservação e mesmo supressão vegetal. Diante de uma peça pericial bem argumentada e consubstanciada, a

decisão do magistrado acontecerá de maneira objetiva e ficará assegurado elevado nível de segurança às decisões judiciais, eliminando os questionamentos e efetivando a aceitação da prova pelas partes. O acesso de especialistas, da comunidade e dos governantes às ferramentas de monitoramento por imagem, por exemplo, pode ser o ponto crucial entre lidar com o dano ambiental e evita-lo. O objetivo deste trabalho é apresentar as tecnologias existentes aplicáveis aos trâmites periciais e demonstrar sua eficiência e economicidade. Através de pesquisa bibliográfica em artigos e livros, além de normativos, pôde-se verificar que os relatos de utilização das muitas técnicas e ferramentas de georreferenciamento e elaboração de produtos é eficiente e produtivo, sendo marcado pelo avanço tecnológico e ganhos ambientais. Além disso, já é possível afirmar com precisão, que com o uso de tais ferramentas, se é capaz não só de punir pela ocorrência do dano, mas monitorar as alterações ambientais e prevenir sua degradação, sendo uma importante ferramenta na luta pela preservação ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologias. Perícia Ambiental. Avanços Tecnológicos.

THE USE OF GEOTECHNOLOGIES IN ENVIRONMENTAL SKILLS: ADVANTAGES AND TECHNOLOGICAL ADVANCES

**ABSTRACT:** Technological advancement has directly impacted various areas of knowledge, providing tools and grounding theories. In the specific case of environmental expertise, the use of georeferencing mechanisms such as Geographic Information Systems (GIS), GPS, GNSS and their processing tools such as RapidEye, AutodeskMap, SPRING, Google Earth and other data processing software, They can contribute significantly to the monitoring of the development of environmental parameters, such as deforestation, reforestation, delimitation of preservation areas and even vegetation suppression. Faced with a well argued and substantiated expert piece, the magistrate's decision will take place objectively and will ensure a high level of security to court decisions, eliminating the questions and making the acceptance of evidence by the parties. Access by experts, the community, and policy makers to image monitoring tools, for example, can be the crucial point between dealing with environmental damage and avoiding it. The aim of this paper is to present the existing technologies applicable to the expert procedures and to demonstrate their efficiency and economy. Through bibliographic research in articles and books, as well as normative, it was verified that the reports of use of the many techniques and tools of georeferencing and elaboration of products is efficient and productive, being marked by technological advance and environmental gains. Moreover, it is already possible to state with precision that with the use of such tools one can not only punish for the occurrence of damage, but monitor environmental changes and prevent their degradation, being an important tool in the fight for environmental preservation.

**KEYWORDS:** Geotechnologies. Environmental expertise. Technological advancements.

## 1 | INTRODUÇÃO

Muitas são as leis que norteiam a proteção ambiental no Brasil e todas parecem ser consonantes e apresentam escala evolutiva bem definida.

A proteção ambiental emergiu timidamente no Brasil na década de 1970, após a participação do país na Conferência de Estocolmo de 1972, com a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente no então Ministério do Interior, embrião do futuro Ministério do Meio Ambiente.

Tancredi *et al.* (2012) afirmam que a Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992) tem como um de seus tópicos principais a ampla observância pelos Estados do princípio da precaução, de modo a proteger o meio ambiente de acordo com suas capacidades. Além disso, alinhou como o “dever de todos os Estados de propiciar acesso efetivo a mecanismos judiciais e administrativos, inclusive para a compensação e a reparação de danos ambientais”.

Nesse âmbito, de acordo com Almeida, Oliveira e Panno (2003), a perícia judicial surge como a atividade que apura as circunstâncias relativas a fatos sobre os quais o magistrado não é capaz de emitir opinião técnica, com vistas ao esclarecimento da verdade. É então um instrumento do sistema judiciário para fazer cumprir as leis

e proteger o meio ambiente, sobretudo. E o perito é o técnico que representa os interesses do judiciário, devendo o produto de seu trabalho estar livre de qualquer contaminação ética ou moral, garantindo os princípios estabelecidos por lei.

No caso específico das perícias ambientais, o uso de mecanismos de georreferenciamento, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e softwares como o AutoCad® e o QGIS®, podem contribuir de maneira significativa para o acompanhamento do desenvolvimento de parâmetros ambientais, seja desmatamento, reflorestamento, delimitação de áreas de preservação e mesmo supressão vegetal em obras lineares, como a implantação de rodovias ou ferrovias.

O uso de mapas do tipo shapefile desenvolvidos e disponibilizados gratuitamente pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, por exemplo, combinados com coordenadas obtidas em campo com o auxílio de equipamento de GPS – Sistema Global de Posicionamento, referenciados na mesma base de dados, que no Brasil é o SIRGAS 2000, pode oferecer recursos vastos de análises ao perito ambiental, na elaboração da prova pericial.

Otimizar os custos de um processo judicial deve ser uma meta constante, sem interferir, é claro, na qualidade das informações coletadas e apresentadas pelo perito. Dessa forma, investir no uso de geotecnologias pode ser a etapa evolutiva natural após as delimitações estabelecidas pelo Novo Código de Processo Civil - CPC 2015, agregando valor ao processo judicial e garantindo assertividade ainda maior no embasamento de decisões do magistrado.

Assim, o objetivo deste trabalho foi demonstrar como as geotecnologias podem ser aplicadas ao desenvolvimento de perícias consistentes, através de pesquisa bibliográfica em periódicos e livros, buscando estudos de casos sobre a aplicação desses métodos de obtenção de dados.

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho estruturou-se através da escolha de artigos, livros e normativos ambientais, com pesquisa na plataforma Google Acadêmico e acervos pessoais, além de sites. Os materiais selecionados estabelecem relação com o tema aqui proposto. A seleção dos títulos foi realizada procurando responder ao objetivo principal deste trabalho, elucidando o uso de geotecnologias e suas ferramentas de processamento de dados à serviço da Perícia e Auditoria Ambiental, orientado pelas palavras-chaves, de modo que foi possível elencar casos de uso destas geotecnologias com expressivos ganhos em qualidade e confiabilidade de dados. A seleção dos materiais estudados constituiu, então, uma fase preliminar da pesquisa. Não foram excluídos quaisquer trabalhos selecionados previamente.

Foram consultados 28 títulos além do levantamento da legislação específica

aplicada ao uso de geotecnologias em perícias ambientais e gestão ambiental. As obras foram publicadas entre os anos de 2001 e 2016.

Os trabalhos consultados identificaram aspectos ambientais diversos como contaminação do solo, poluição das águas, emissões atmosféricas, etc e demonstram o uso de métodos como sensoriamento remoto, imagens aéreas e processamento de imagens, além de gestão de bancos de dados georrelacionais.

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para Vieira (2010) pode-se dizer que a função essencial da perícia é estabelecer nexos de causalidade, estabelecendo a existência de ligações entre uma determinada atividade-causa e os resultados verificados como consequências.

Por outro lado, Rocha e Simioni (2005, *apud* Vieira, 2010) observam que a relação entre os conhecimentos jurídicos e técnicos ambientais funciona como dois sistemas independentes que interagem e convergem em determinados pontos, entretanto, cada um apresenta sua linguagem própria, seus princípios e diretrizes. Desta forma, a peça técnica, ou perícia ambiental, é apenas um elemento do processo judicial.

Tancredi *et al.* (2012) demonstra que o desenvolvimento e aplicação de ferramentas adequadas à perícia ambiental tem sido alvo de inúmeros estudos e pesquisas, com destaque para a aplicação das geotecnologias, num estágio avançado de desenvolvimento, permitindo grande acessibilidade de recursos tecnológicos a custos relativamente baixos.

Pacheco (2008) ressalta que estando presente a prova do ato lesivo e a notoriedade do prejuízo causado, poderá o causador ser punido na forma cabível, dispensando as perícias intermináveis, morosas e onerosas.

Assim, diante de uma peça pericial bem argumentada e consubstanciada, a decisão do magistrado acontecerá de maneira objetiva. É possível ainda afirmar que as ferramentas utilizadas, desde que validadas tecnicamente, garantirão elevado nível de segurança às decisões judiciais, eliminando os questionamentos e efetivando a aceitação da prova pelas partes.

#### 3.1 Perícia ambiental

Em seus estudos, Boeira *et al.* (2016) verificaram que é possível aliar geotecnologias aos levantamentos de campo e conseguiram comprovar que após uma cheia, a área alagada pelo Rio Madeira, apesar de superada a máxima cheia prevista, não invadia propriedades particulares, limitando-se à área já desapropriada para implantação da Usina Hidrelétrica Santo Antônio, em Porto Velho - RO.

Ainda segundo Boeira *et al.* (2016), apesar de comprovar que não houve dano

à propriedade particular, um levantamento completo da propriedade em questão utilizando como ferramentas fotos de satélite, *shapefiles* e levantamento topográfico planialtimétrico georreferenciado, associados ao uso regular de um Sistema de Informação Geográfica e softwares de processamentos de dados, demonstrou que o processo prévio de desapropriação resultou em remanescente de módulo fiscal com área inferior ao permitido em Instruções Especiais (IE) expedidas pelo INCRA, sugerindo ao juiz a indenização do imóvel remanescente.

Outrossim, Jensen e Epiphanyo (2011) ressaltam que os dados obtidos por meio de sensoriamento remoto (SR) podem ser gerados por meio de veículos aéreos não tripulados (VANT's), espectrorradiômetros (sensores terrestres) e orbitais (imagens de alta resolução espacial) que possuem instrumentos de sensores ópticos, como câmeras fotográficas aéreas e imageadores multiespectrais e hiperespectrais para obtenção de dados, sendo possível, por exemplo, realizar a análise da composição de um solo em área de difícil acesso através de imagens.

Essa técnica é corroborada por Oliveira *et al.* (2007) ao afirmar que as geotecnologias podem ser utilizadas para apoiar o mapeamento digital de solos por meio de dados obtidos a partir do comportamento espectral decorrente das propriedades físicas, químicas, mineralógicas e biológicas que caracterizam os diferentes tipos de solos, possibilitando levantamento de dados para estudos e perícias. Botteon (2016) completa afirmando que a avaliação do solo por imagens espectrais permite a quantificação de alguns de seus atributos, constituindo um método mais rápido e pouco oneroso, além de gerar menos impactos ao meio ambiente, quando comparado a métodos tradicionais, que podem gerar efluentes tóxicos durante as análises físico-químicas de amostras.

Fica claro que os indicadores apresentados por Botteon (2016) e Oliveira *et al.* (2007) aplicam-se a identificação de áreas degradadas ou contaminadas, sendo necessária a avaliação *in situ* apenas quando já constatada a natureza do dano provocado, para avaliar o potencial de recuperação do solo, por exemplo.

Para Da Franca Fernandes, Baptista e Rodrigues (2009), as geotecnologias se tornaram as principais ferramentas para análise de dados espaciais no tocante à gestão de recursos hídricos. Um conjunto de técnicas computacionais relacionado à coleta, armazenamento e tratamento de informações georreferenciadas tornou-se a base para o fornecimento de ferramentas computacionais para que os usuários analisem evoluções espaciais e temporais de fenômenos geográficos e suas interrelações.

Já Pires *et al.* (2014) defende a necessidade de manter registros georreferenciados periódicos como relevante metodologia de acompanhamento da evolução dos aspectos ambientais aplicados à áreas de estudos definidas. O autores sugerem ainda que a análise das variáveis sobre os impactos ambientais relativas

aos meios físico, biótico e antrópico é que define a realização de um empreendimento garantindo parcialmente a sustentabilidade do ambiente.

Numa abordagem diferente, Fogiato (2006) utilizou mapas clinográficos para definição de áreas de preservação permanente, diferenciando-as e fazendo o correto enquadramento para definição do uso e ocupação do solo de forma mais apropriada, respeitando os normativos estabelecidos. Tais mapas podem ser montados para uma região específica ou mesmo ser adaptado de um levantamento altimétrico mais abrangente. Hofig e Araujo-Junior (2015) sugerem ainda o uso de técnicas de geoprocessamento como a elaboração a partir da carta de declividade originada de imagens orbitais adquiridas pela Missão Topográfica de Radar Transportado – SRTM, da NASA, com uma resolução espacial de 90 m.

Segundo Fornelos e Neves (2007), a utilização de modelos digitais de elevação gerados a partir de imagens de radar interferométrico (SRTM) na geração do fator topográfico (LS), que considera a relação entre o comprimento da encosta e sua declividade, consiste na consagração dos avanços na geração dos produtos de sensoriamento remoto, pois convencionalmente, este fator é gerado a partir de um Modelo Numérico do Terreno (MNT), obtido da digitalização da hipsometria das cartas topográficas, um processo suscetível a erros devido às sucessivas interações necessárias.

Em seus estudos, Lima (2013) comparou métodos de obtenção de dados georreferenciados, analisando as ferramentas matemáticas que compõem a estruturas das decodificações aplicadas, sugerindo que ao longo dos anos, as metodologias sofreram avanços e correções significativas oferecendo cada vez mais resultados fidedignos.

Lima (2013) explica ainda que além dos estudos de campo, são comumente realizadas análises remotas utilizando o levantamento aerofotogramétrico e a imagem ortorretificada, ambos utilizando sistema de projeção UTM e datum SIRGAS 2000. Ressalta entretanto que o uso do Georreferenciamento Expedito 2D não é mais aconselhado, devido a sua baixa qualidade posicional.

Ainda segundo Lima (2013), as análises remotas servem, por exemplo, para determinar o posicionamento de uma área alterada (edificação, desflorestamento, incêndio florestal, extração mineral, poluição, etc.) em relação a áreas protegidas e/ou de interesse da União Federal.

### **3.2 SIG e softwares de processamento**

O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informação geográfica. (CÂMARA e DAVIS, 2001).

Para Rosa (2011), as geotecnologias envolvem desde um conjunto de

tecnologias responsáveis pela coleta de imagens geográficas, como o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Posicionamento Global (Global Positioning System – GPS), o armazenamento destes dados em Bancos de Dados Geográficos, até o processamento e análise das informações com a geração de mapas digitais através de SIG.

Com o auxílio de tecnologias de sensoriamento remoto, de SIG e posicionamento via GNSS (GPS), largo espectro de perícias pode ser realizado, diminuindo a duração dos exames de local e ampliando a compreensão de fenômenos associados, em especial, aos crimes ambientais (ALVES *et al.*, 2012).

Sobre o SIG, destaca-se:

A tecnologia SIG vai além dos softwares capazes de realizar mapeamentos de variáveis no espaço a partir de dados pré-elaborados; sua capacidade de associar ao mesmo tempo informações geográficas a um banco de dados multidisciplinar é o que o torna mais poderoso e de grande utilidade potencial (...). O SIG permite estabelecer uma ligação direta e imediata entre um conjunto de dados e sua localização no espaço; sua essência, portanto, consiste na possibilidade de se realizar operações espaciais com as informações disponíveis. (CUNHA e JACOB, 1994 *apud* BASSANEZI, 2016).

Câmara e Monteiro (2001) demonstram que para obtenção de um SIG é preciso que as diversas disciplinas que o compõem sejam capazes de traduzir em números os dados e análises de interesse. Uma vez montado o banco de dados, as fórmulas matemáticas farão a interação entre os dados, gerando a representação gráfica da análise requerida, representando cada um dos pontos de interesse selecionados.

Segundo Davis e Câmara (2001), as ferramentas gráficas que melhor se adaptam às necessidades do SIG são os sistemas CAD (Computer Aided Design). Estas ferramentas têm seu uso bastante consolidado nas áreas de engenharia, arquitetura e semelhantes, e são naturais candidatas a ambientes de produção cartográfica.

Quanto aos softwares de processamento, Rosa (2011) cita o Autodesk Map® como uma das principais ferramentas de produção de mapas em computador. Este produto apresenta as ferramentas do AutoCAD® tradicional num ambiente desenvolvido para profissionais de cartografia. Permite integrar vários tipos de dados e formatos gráficos, possibilitando também fazer análises espaciais.

Já o software Quantum GIS (QGIS) é um sistema de informação geográfica (SIG) gratuito e licenciado sob a General Public License (GNU), portanto se trata de um software livre (ARAGÃO e DA SILVA ARAÚJO, 2014).

Sobre o QGIS, Dos Santos *et al.* (2015) completa, afirmando que o projeto QGIS é o resultado do trabalho voluntário de um grupo de desenvolvedores, tradutores, autores de documentação e pessoas que ajudam no processo de lançamento de novas versões, identificando e divulgando as falhas do programa.

Neste contexto, RapidEye® é uma constelação de 5 micro-satélites que foi lançada no dia 29 de agosto de 2008. É controlada pela empresa RapidEye® AG, localizada em Brandenburg an der Havel, no estado de Brandenburgo, perto de Berlim, na Alemanha. (ARAGÃO e DA SILVA ARAÚJO, 2014).

Ainda sobre o RapidEye®, Aragão e Da Silva Araújo (2014) apontam que as imagens RapidEye® apresentam cinco bandas espectrais, que cobrem uma grande faixa do espectro. Além disso, dispõem da banda Red Edge, localizada entre o vermelho e o infravermelho próximo, e especialmente incluída para auxiliar na discriminação da vegetação e de corpos aquáticos.

Segundo Simon e Trentin (2009) entre os anos de 2004 e 2005, um software desenvolvido pela companhia Keyhole Inc., adquirido e renomeado pelo Google como Google Earth, possibilitou o acesso público a imagens de satélite que cobrem toda a superfície do planeta. Ainda segundo os autores, o programa permitia inicialmente a visualização a partir de imagens do sistema LANDSAT, de forma que apenas alguns lugares do globo, de maior importância econômico-administrativa, podiam ser visualizados por intermédio de imagens de maior resolução espacial, como as do sistema IKONOS e QUICK BIRD.

Corroborando este raciocínio, Oliveira *et al.* (2009) afirma que o Google Earth é o que revoluciona, na contemporaneidade, o processo de disponibilização de produtos cartográficos de forma gratuita. Conforme o site <http://earth.google.com/faq.html> é possível visualizar em diferentes partes do globo, imagens de satélites georreferenciadas (muitas vezes de alta resolução geométrica) caracterizando informações detalhadas como: parques, hospitais, aeroportos, sistemas aquíferos, cadeias de montanhas, florestas, afloramentos, falhas e fraturas, etc.

A regularidade dos imageamentos - média de uma vez ao ano – também chamou a atenção de pesquisadores vinculados a geografia, que passaram a adotar as imagens como fonte de localização e instrumento de ensino (GONÇALVES *et al.* 2007).

Ainda sobre softwares de processamento de dados, Dos Santos *et al.* (2015) afirma que o TerraView é um aplicativo construído sobre a biblioteca de geoprocessamento TerraLib, tendo como principais objetivos: apresentar à comunidade um fácil visualizador de dados geográficos com recursos de consulta a análise destes dados e exemplificar a utilização da biblioteca TerraLib.

Dos Santos *et al.* (2015) descreve ainda o TerraView como uma ferramenta que manipula dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matriciais (grades e imagens), ambos armazenados em Sistema Gerenciador de Bancos de Dados relacionais ou georrelacionais de mercado, incluindo ACCESS, PostgreSQL, MySQL, Oracle, SQLServer e Firebird.

Em uma aplicação prática, os autores relatam que foi possível comprovar um

crime ambiental através das imagens RapidEye® armazenadas no Geo Catálogo do Ministério do Meio Ambiente, nos anos de 2011, 2012 e 2013, conforme Figura 1, corroborando mais uma vez o conceito de apoio e evolução prestados pela geotecnologias às perícias e investigações ambientais.

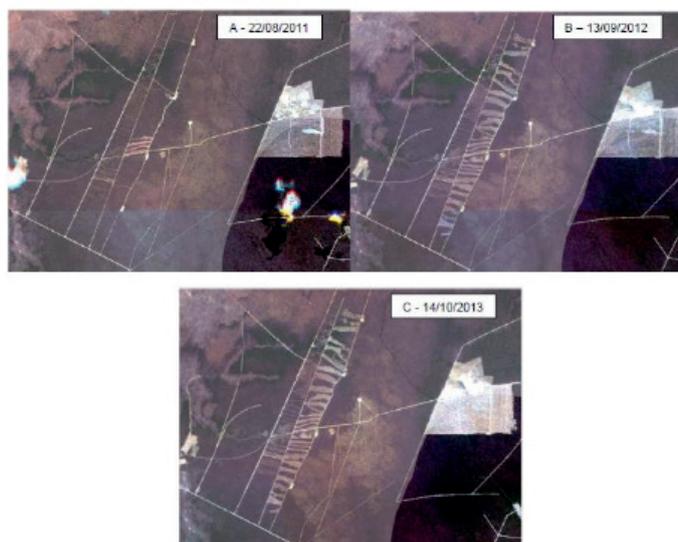


Figura 1 – Crescimento de área desmatada entre 2011 e 2013.

Fonte: Aragão e Da Silva Araújo (2014).

Segundo Dona, Da Silva e Fensterseifer (2012) para o processamento de imagens de satélite, desponta um importante aplicativo computacional brasileiro conhecido como SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), que é um SIG com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais.

Para Vendrusculo, Oliveira e Silva (2008), na última década, vem crescendo a disponibilidade de ferramentas para disseminação de dados geoespaciais, principalmente sob o paradigma do código livre ou open source. Surge uma nova classe de aplicativos denominada GEOFOSS1, a qual reúne sistemas gerenciadores de banco de dados geográficos, servidores de mapas, de catálogos e Web Service.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se nesta pesquisa grande taxa de sucesso na utilização de geotecnologias para avaliações em perícias e investigações ambientais, demonstrando também a evolução das técnicas utilizadas ao longo dos anos.

Ficou caracterizada a modernização dos bancos de dados como um todo, passando de físico, nos mapas e cartas diversos, ao digital georreferenciado e até em tempo real.

É cada vez mais pujante a necessidade não só de periciar o fato ocorrido, mas

acompanhar seu desenvolvimento e possibilitar a intervenção minimizando danos de maior monta. Nesse aspecto, as imagens de satélite são essenciais para através de sistemas de processamento evidenciar o surgimento de irregularidades.

Investir na utilização de SIG e ferramentas de processamento de dados mais potentes e eficientes é um dever da sociedade organizada e dos governos, procurando o equilíbrio entre o crescimento populacional – e os impactos causados em função dele – e a preservação e manutenção das boas condições do meio ambiente.

Como elemento de embasamento para decisões judiciais, laudos periciais precisam comprovar os fatos observados, registrando sua magnitude, e devem contar, para isso, com as geotecnologias como SIG, GPS, GNSS e suas ferramentas de processamentos, como RapidEye, AutodeskMap, SPRING, Google Earth entre outros.

Grandes resultados vem sendo obtidos com o emprego de geotecnologias, como os relatados por Aragão e Da Silva Araújo (2014), sobre o emprego do SIG com imagens RapidEye pelo Ministério Público Estadual no Piauí, que conseguiu constatar que a degradação ambiental de uma determinada área, embora cessada, teve grande aumento após a ordem judicial de interrupção do dano, sendo possível punir com mais severidade os criminosos.

Além disso, Bassanezi (2016) afirma ter utilizado com sucesso o processamento do Google Earth para otimizar o acompanhamento da ocupação do solo de municípios de pequeno porte no estado de São Paulo. E Dona, Da Silva e Fensterseifer (2012) afirmaram ser possível atender municípios da região central do rio Grande do Sul em suas necessidades relativas ao planejamento e desenvolvimento econômico, como base em um sistema de informações geográficas.

Por fim, fica nítida a eficiência das técnicas apresentadas e pode-se observar que o desenvolvimento de novas técnicas de baixo custo e em versões livres permite o acesso de especialistas, comunidade e governantes às informações e aos softwares de processamento.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; OLIVEIRA, Simone Gomes de; PANNO, Marcia. Perícia ambiental. In: **Perícia ambiental**. Thex, 2003.

ALVES, R. A. L.; RUSSO, D.; MAGLIANO, M. M.; BLUM, M. L. B.. Fundamentos de geoprocessamento aplicado a perícia. In: TOCCHETTO, D.. **Perícia ambiental criminal**. 2 ed. Campinas: Millennium Editora, 2012.

ARAGÃO, Faruk Moraes; DA SILVA ARAÚJO, Francisco de Assis. Sensoriamento remoto na perícia ambiental do Ministério Público do Estado do Piauí: estudo de caso. **Engineering Sciences**, v. 2, n. 1, p. 17-28, 2014.

BASSANEZI, Maria Silvia C. Beozzo. População, imigração e propriedade da terra—procedimentos de

- pesquisa. **Anais XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, ABEP, realizado em Caxambú-MG – Brasil, p. 1-16, 2016.
- BOEIRA, Anielise Santos *et al.* Uso de geoprocessamento como ferramenta para Perícia Ambiental de uma área atingida pela enchente do Rio Madeira. **Revista Farociência**, v. 1, n. 1, p. 214-219, 2016.
- BOTTEON, Victor Wilson. Aplicabilidade de ferramentas de geotecnologia para estudos e perícias ambientais. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 5, n. 1, p. 7-13, 2016.
- CÂMARA,G.; DAVIS, C. Introdução. In CÂMARA G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2001. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: 02 jan. 2018.
- CÂMARA,G.; MONTEIRO, A.M.V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In CÂMARA G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2001. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: 02 jan. 2018.
- DA FRANCA FERNANDES, Vladimir; BAPTISTA, Juliana Vasconcellos; RODRIGUES, Suelen Oliveira Alpino. Geotecnologias aplicadas à espacialização de pontos de outorgas no Estado do Rio de Janeiro. **Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade**, Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009, IPABHi, p. 41-48.
- DAVIS, C ; CÂMARA,G.; Arquitetura de sistemas de informação geográfica. In CÂMARA G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2001. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: 02 jan. 2018.
- DONA, Paulo César Baisch; DA SILVA, Rafael Franco; FENSTERSEIFER, Sandro Luciano Barreto. Determinação do desmatamento através da classificação digital de cenas do Satélite Landsat 5. **Disciplinarum Scientia Naturais e Tecnológicas**, v. 13, n. 2, p. 151-158, 2012.
- DOS SANTOS, Hélder Gramacho *et al.* Análise exploratória espacial dos preços das terras agrícolas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 3, n. 1, p. 2-11, 2015.
- FOGIATO, Sonia Mari *et al.* **Geotecnologias Aplicadas À Área Ambiental: Estudo De Caso Nas Microbacias Hidrográficas Da Sanga Da Taquara E Do Arroio Inhamandá No Município De São Pedro Do Sul-Rs**. 2006.
- FORNELOS, Leonardo Franklin; NEVES, S. M. A. S. Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométricos (SRTM) na estimativa de perdas de solo. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 1, p. 25-33, 2007.
- GONÇALVES, Amanda Rodrigues *et al.* Analisando o uso de Imagens do “Google Earth” e de mapas no ensino de geografia. **Ar@cne-Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, n. 97, 2007.
- HÖFIG, Pedro; ARAUJO-JUNIOR, Cezar Francisco. Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 195-203, 2015.
- JENSEN, John R.; EPIPHANIO, José Carlos Neves. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Parêntese, 2011.
- LIMA, César Augusto de Freitas *et al.* **Correções geométricas para a utilização de imagens em perícias criminais ambientais**. 2013.
- OLIVEIRA, M. Z. de *et al.* Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão para o município de São Leopoldo/RS. **IV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento**

**Remoto-SBSR**, v. 1, p. 1835-1842, 2009.

OLIVEIRA, U. F. U. *et al.* **Caracterização de indicadores da erosão do solo em bacias hidrográficas com o suporte de geotecnologias e modelo predictivo**. 2007.

PACHECO, Cristiano de Souza Lima. **O dano ambiental potencial**. 2008.

PIRES, Eduardo Vinícius Rocha *et al.* Geotecnologias aplicadas a qualidade ambiental dos afluentes do sistema bacia hidrográfica do rio Sucuriú que sofrem influência direta de pequenas centrais hidroelétricas (PCHs)–MS. **Anais I Simpósio Mineiro de Geografia**, Alfenas 26 a 30 de maio de 2014.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81-90, 2011.

SIMON, Adriano Luís Heck; TRENTIN, Gracieli. Elaboração de cenários recentes de uso da terra utilizando imagens do Google Earth. **Ar@cne: revista electrónica de recursos en internet sobre geografía y ciencias sociales**, 2009.

TANCREDI, Nicola Saveiro Holanda *et al.* Uso de geotecnologias em laudos periciais ambientais: estudo de caso no município de Jacundá, Pará. **Revista Geografar**, v. 7, n. 1, 2012.

VENDRUSCULO, Laurimar Gonçalves; OLIVEIRA, SR de M.; SILVA, J. Tecnologia Web para suporte ao licenciamento ambiental. **Embrapa Informática Agropecuária-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2008.

VIEIRA, Karina de Vasconcelos. **Perícia judicial ambiental: conhecimentos técnicos e jurídicos como suporte para tomada de decisão**. 2010.

## **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

