

**Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)**

# **Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica 4**



**Jorge González Aguilera**

**Alan Mario Zuffo**

(Organizadores)

# Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 4)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-475-7 DOI 10.22533/at.ed.757191107  1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario  CDD 509.81
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica vol. 4*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 22 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA DE CÉLULAS DE CARCINOMA DE CÂNCER CANINO APÓS IRRADIAÇÃO COM EQUIPAMENTO DE COBALTO	
Paula de Sanctis Brunno Felipe Ramos Caetano Luis Maurício Montoya Flórez Valéria Barbosa de Souza Luís Fernando Barbisan Marco Antônio Rodrigues Fernandes Ramon Kaneno Rogério Antônio de Oliveira Willian Fernando Zambuzzi Noeme Sousa Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
AVALIAÇÃO COMPUTACIONAL DE INTERAÇÕES ENTRE AS PROTEÍNAS M E M2-1 DO VÍRUS SINCICIAL RESPIRATÓRIO HUMANO (HRSV) E RIBAVIRINA	
Ernesto Tavares Neto Leandro Cristante de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ENCAPSULAMENTO DE NANOPARTÍCULAS FERROMAGNÉTICAS EM MATRIZ EPOXÍDICA PARA O TRATAMENTO DE HEPATOCARCINOMA	
Bruno de Vasconcellos Averaldo Hangai Alexandre Zirpoli Simões	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
ESTUDO QUÍMICO DO EXTRATO CLOROFÓRMICO DAS FOLHAS DA <i>Annona muricata</i> L.	
Maria Luiza da Silva Pereira Karoline Pereira Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
MÉTODO SIMPLIFICADO PARA CALCULAR A ROTAÇÃO DO SOL	
Matheus Leal Castanheira Dietmar Willian Foryta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
MONITORAMENTO AMBIENTAL DOS FOCOS DE QUEIMADAS NO ESTADO DE ALAGOAS PARA OS ANOS DE 2015 E 2016	
Esdras de Lima Andrade Whendel Cezar Silva de Couto Daniel Nivaldo da Conceição Alex Nazário Silva Oliveira Elizangela Lima de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911076</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>64</b>
MONITORAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PÓS-IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS E AÇÕES CORRELATAS DO ÓRGÃO AMBIENTAL FISCALIZADOR	
Poliana Arruda Fajardo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911077</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>74</b>
OSCILADOR HARMÔNICO: MODELO PARA A DESCRIÇÃO DE SISTEMAS FÍSICOS EM EQUILÍBRIO ESTÁVEL SOFRENDO PEQUENAS OSCILAÇÕES	
Pedro Henrique Ferreira de Oliveira João Philipe Macedo Braga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911078</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>86</b>
PALAVRAS CRUZADAS: UMA FERRAMENTA LÚDICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA E DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA	
Osmar Luís Nascimento Gotardi Andréa Martini Ribeiro Fernanda Marchiori Grave Letícia Cristiane Malakowski Heck Mario Victor Vilas Boas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7571911079</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>102</b>
QUANTIFICAÇÃO DE P-FENILENODIAMINA (PPD) EM FORMULAÇÃO DE CORANTE PERMANENTE DE CABELO	
Maria Letícia Mendes Soares Thamiris Costa dos Santos Carolina Venturini Uliana Mariele Mucio Pedroso Hideko Yamanaka	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110710</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>111</b>
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DIRETO DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	
Mariana Basolli Borsatto Beatriz Garcia Silva Paulo César Lodi Rogério Custódio Azevedo Souza Bruna Rafaela Malaghini Caio Henrique Buranello dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110711</b>	

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>121</b>
SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO PARA O DESENVOLVIMENTO SEGURO DE BIOPROCESSOS	
Milson dos Santos Barbosa Lays Carvalho De Almeida Isabelle Maria Duarte Gonzaga Aline Resende Dória Luma Mirely Souza Brandão Isabela Nascimento Souza Débora da Silva Vilar Juliana Lisboa Santana Priscilla Sayonara de Sousa Brandão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110712</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>129</b>
SÍNTESE DOS NÍVEIS INTERPRETANTES DAS ESTAÇÕES DO ANO APRESENTADOS POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS	
Daniel Trevisan Sanzovo Carlos Eduardo Laburú	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110713</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>140</b>
SISTEMA DE CONTROLE EMPREGANDO TECNOLOGIA RFID	
Felipe de Carvalho Forti Alexandre César Rodrigues da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110714</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>150</b>
TÉCNICAS DE MEDIÇÃO BASEADAS NA FUNÇÃO DE RESPOSTA EM FREQUÊNCIA PARA DETECÇÃO DE DANO BASEADA NA IMPEDÂNCIA ELETROMECAÂNICA	
Guilherme Silva Bergamim Caio Henrique Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110715</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>164</b>
TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS À MINERAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO SERIDÓ POTIGUAR	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110716</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>180</b>
UM ESTUDO SOBRE ANÉIS LOCAIS	
Brendol Alves Oliveira Gomes Eliris Cristina Rizzioli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110717</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>192</b>
UMA VISÃO GERAL DE FRAMEWORKS PHP POPULARES PARA PROGRAMAÇÃO WEB	
Lilian N A Lazzarin Leandro do Nascimento dos Anjos João Florentino da Silva Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110718</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>202</b>
UM PANORAMA DA QUALIDADE DA INTERNET BANDA LARGA NA REGIÃO DO MATO GRANDE	
Igor Augusto De Carvalho Alves	
Hellen Adélia Oliveira Da Cruz	
Maria De Lourdes Assunção Soares Dantas Fonseca	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110719</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>216</b>
USO DE SUPPORT VECTOR MACHINE EM AMBIENTE SUBTERRÂNEO: APLICAÇÃO EM POÇO DE MONITORAMENTO PARA REGRESSÃO DE DADOS DE NÍVEL DE ÁGUA	
Thiago Boeno Patricio Luiz	
Guilherme de Freitas Gaiardo	
José Luiz Silvério da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110720</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>229</b>
UTILIZAÇÃO DA DIFRAÇÃO DE RAIOS X NA CARACTERIZAÇÃO DO HIDRÓXIDO DUPLO LAMELAR (HDL) MG/AL E SEU EFEITO MEMÓRIA	
Victor De Aguiar Pedott	
Elton Luis Hillesheim	
Iemedelais Bordin	
Rogério Marcos Dallago	
Marcelo Luís Mignoni	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110721</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>237</b>
UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES NUMÉRICAS PARA ESTUDO DE ONDAS OCEÂNICAS	
Matheus José de Deus	
Mateus das Neves Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75719110722</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>242</b>

## MONITORAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PÓS- IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS E AÇÕES CORRELATAS DO ÓRGÃO AMBIENTAL FISCALIZADOR

**Poliana Arruda Fajardo**

Universidade Federal de São Carlos, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Urbana  
São Carlos-SP

**RESUMO:** As ETEs podem gerar impactos ambientais negativos significativos e por isso devem ser submetidas ao licenciamento ambiental com Avaliação de Impacto Ambiental - AIA, da qual uma etapa fundamental é o monitoramento pós-implantação dos empreendimentos. Entretanto, pesquisas tem demonstrado que essa etapa tem sido negligenciada e os estudos de impacto ambiental considerados como entraves burocráticos, com importância somente até a obtenção da Licença de Operação - LO, sendo de fundamental importância as ações dos empreendedores e dos órgãos ambientais fiscalizadores quanto ao monitoramento de impactos ambientais. Assim, o objetivo deste trabalho é abordar aspectos do monitoramento ambiental pós-implantação de uma ETE do estado de São Paulo, com base em seu estudo de impacto ambiental, o Relatório Ambiental Preliminar-RAP, bem como as ações correlatas do órgão ambiental fiscalizador, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Como metodologia, foram realizados levantamento bibliográfico, documental e fotográfico; uma visita técnica

à ETE; e entrevistas com os gerentes da ETE e da agência regional da CETESB. Entre os resultados obtidos, destacam-se: o desconhecimento do RAP pela equipe da estação; a ausência de monitoramento de impactos ambientais com base no RAP; a apresentação à CETESB somente de dados do tratamento dos esgotos e de qualidade das águas do corpo receptor; e a constatação de impactos ambientais não previstos no RAP. Considera-se que os resultados obtidos podem subsidiar a utilização e aprimoramento de estudos de impacto ambiental e contribuir para ações mais efetivas de agências ambientais quanto ao monitoramento pós-implantação de ETEs.

**PALAVRAS-CHAVE:** AIA. Monitoramento Ambiental. Impactos ambientais. Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários. Órgão ambiental fiscalizador.

**ABSTRACT:** Wastewater Treatment Plants - WWTPs can generate significant negative environmental impacts and must be submitted to Environmental Licensing process with Environmental Impact Assessment - EIA, of which a fundamental step is the post-project monitoring. However, have identified that this stage has been neglected and the environmental impact studies have been considered as bureaucratic obstacles, whose importance ends

in the granting of the Operation License - OL, being of fundamental importance the actions of the entrepreneurs and environmental agencies, regarding the monitoring of environmental impacts. Thus, the objective of this paper is to address aspects of environmental post-project monitoring of a WWTP in São Paulo state, based on its environmental impact study, the Preliminary Environmental Report - PER, as well as the actions of the environmental agency, the of São Paulo State Environmental Company-CETESB. As a methodology, a bibliographic and documentary survey was carried out and a technical visit was made to the WWTP, as well as getting photographic material, and interviews were also held with the WWTP and environmental agency managers. Among the results obtained, the most noteworthy are: the lack of knowledge of the WWTP PER the station's staff; the absence of post-project monitoring based on PER; the presentation to CETESB of only data on the wastewater treatment and on the quality of the river; and the verification of environmental impacts not foreseen in the PER. It is considered that the results can subsidize the use and improvement of environmental impact studies and contribute to more effective actions of environmental agencies regarding the post- project monitoring of WWTPs.

**KEYWORDS:** EIA. Environmental monitoring. Environmental impacts. Wastewater Treatment Plants. Environmental agency.

## 1 | INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários estão entre os empreendimentos que devem ser submetidos ao licenciamento ambiental com Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil, devido ao seu potencial de gerar impactos ambientais negativos significativos.

Uma etapa fundamental da AIA é o monitoramento pós-implantação dos empreendimentos, pois reforça a importância e confere sentido à existência de seu principal instrumento, o Estudo de Impacto Ambiental. Afinal, não há sentido em se realizar um estudo para previsão de impactos ambientais se esse não for utilizado posteriormente na gestão ambiental de empreendimentos como as ETEs.

Além disso, há a possibilidade de que impactos ambientais negativos não previstos nos estudos de impacto ambiental ocorram, o que exige ações adequadas de mitigação dos empreendimentos, para as quais as atividades de monitoramento ambiental são, portanto, fundamentais.

No entanto, pesquisas em vários países, inclusive no Brasil, têm identificado que a etapa de monitoramento ambiental pós-implantação de empreendimentos de diversos ramos de atividade tem sido negligenciada e os estudos de impacto ambiental considerados como entraves burocráticos, cuja importância termina na concessão da Licença de Operação-LO. Entre esses trabalhos, podem-se citar: Glasson e Salvador (2000), Dias (2001), Munno (2005), Nadeem e Hameed (2008), Santos (2011), Pölonen, Hokkanen e Jalava (2011), Panigrahi e Amirapu (2012) e GWIMBI e NHAMO (2016).

A pesquisa de Dias (2001), por exemplo, teve como foco atividades de mineração

do estado de SP, com a análise também da atuação dos órgãos competentes na fase de acompanhamento para garantir a correta implementação de projetos e programas de gerenciamento ambiental. A autora constatou: falhas na implementação dos projetos, devido a deficiências na fiscalização dos órgãos competentes para o cumprimento das exigências estabelecidas nos estudos de impacto ambiental; a existência de problemas com a consideração de medidas mitigadoras por parte dos empreendedores; e a condução de programas de monitoramento somente para atender a exigências formais e para a elaboração de relatórios - tidos pelos empreendedores como burocráticos e ineficientes - que seriam submetidos aos órgãos ambientais .

Pesquisa semelhante foi efetuada por Munno (2005). A autora realizou um estudo do processo de AIA no estado de São Paulo, com ênfase na fase de monitoramento pós-implantação dos empreendimentos. Avaliou a frequência com que o monitoramento era realizado; os métodos utilizados, sua eficiência e pontos fracos; e as dificuldades de operacionalização do sistema.

Apesquisa constatou que o monitoramento pós-implantação dos empreendimentos não era realizado na maioria dos casos analisados e que o processo apresentava falhas como: falta de comprometimento dos empreendedores com a qualidade ambiental e a sustentabilidade; falta de estrutura dos órgãos ambientais; e a burocratização e a conseqüente lentidão do processo. Munno (2005) ressalta que a insuficiência de monitoramento pode levar o processo de AIA ao descrédito e a ser considerado apenas mais um entrave burocrático no Brasil.

Já Santos (2011) realizou um estudo cujo foco foi a agência ambiental fiscalizadora da Bahia. Foram analisados os desafios e as barreiras encontrados pelo órgão ambiental em aplicar uma metodologia de avaliação da efetividade da etapa de acompanhamento da AIA.

A autora constatou: a ausência sistemática do acompanhamento ambiental de empreendimentos submetidos à AIA no estado, incluindo-se aqui as atividades de monitoramento pós-implantação; a conseqüente indisponibilidade de elementos para confrontar com os dados apresentados pelos empreendedores; e a baixa capacidade operacional, ausência de estrutura e recursos adequados do órgão ambiental fiscalizador.

A pesquisa de Santos (2011) constatou também que havia àquela época uma análise pontual dos relatórios de automonitoramento dos empreendedores, cuja ocorrência se dava geralmente apenas na renovação da Licença de Operação - LO -, e atribuiu este fato ao elevado número de empreendimentos a serem fiscalizados, à extensão territorial do estado e ao quadro efetivo reduzido da instituição, que limitam as ações de fiscalização.

Sob essa perspectiva assumem grande importância as ações dos empreendedores quanto ao monitoramento de impactos ambientais, bem como as ações dos órgãos ambientais fiscalizadores, responsáveis pelo acompanhamento desse monitoramento. Assim, o objetivo deste trabalho é abordar aspectos do monitoramento

ambiental pós-implantação de uma ETE do interior do estado de São Paulo, com base em seu estudo de impacto ambiental, o Relatório Ambiental Preliminar-RAP, bem como as ações correlatas do órgão ambiental fiscalizador, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, para o acompanhamento do monitoramento pós-instalação dessa estação. Para preservar sua identidade, como foi inclusive solicitado por sua gerência, a estação será referida neste trabalho somente como “ETE”.

## 2 | METODOLOGIA

Para a concretização deste trabalho, foram efetuados levantamentos bibliográfico e documental e uma visita técnica à ETE para o conhecimento e registro de observações do processo de tratamento. Durante a visita, realizou-se o levantamento de materiais fotográficos como auxílio à coleta, interpretação e análise dos dados e uma entrevista com o gerente da ETE. A gerência da agência regional da CETESB, responsável por ações de fiscalização na estação, também foi entrevistada.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ETE objeto de estudo deste trabalho é administrada por uma autarquia municipal e atende a uma população de cerca de 600 mil habitantes. O tratamento de esgoto sanitário realizado nessa estação apresenta as seguintes etapas: tratamento preliminar (gradeamentos grosseiro e fino, desarenação), com estação elevatória de esgoto bruto; tratamento primário (digestão anaeróbia por reatores de manta de lodo e fluxo ascendente - UASB); tratamento secundário (sistema de lodos ativados); desinfecção do efluente final com cloro; pós-aeração do efluente tratado por meio de um sistema de aeração. O lodo proveniente dos reatores UASB é desidratado por meio de centrifugação e o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) produzido por suas reações anaeróbias é direcionado para queimadores do tipo flare.

Para o processo de licenciamento com AIA da ETE foi elaborado um RAP, conforme o disposto em Resolução da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - SMA N° 49/2014 (SÃO PAULO, 2014), no qual consideraram-se as seguintes fases do ciclo de vida da estação: planejamento; implantação; operação e desativação. Os impactos referentes à desativação da estação não foram analisados no estudo, devido ao horizonte de funcionamento da ETE, que deverá ser estendido com a ampliação do sistema e/ou incorporação de novas tecnologias (FIPAI, 2002). Os impactos ambientais foram classificados por meio de *checklists*.

Entre os resultados obtidos com as entrevistas realizadas na ETE quanto ao RAP, destacam-se: o desconhecimento do RAP da ETE pela gerência e restante da equipe da estação; a consideração pela gerência de que o RAP é um “documento do passado”, cuja importância resume-se à obtenção da LO; a ausência do monitoramento de impactos ambientais com base no RAP; a apresentação à CETESB somente de

dados do tratamento do esgoto sanitário e da qualidade das águas do corpo receptor; a constatação de impactos ambientais não previstos no RAP; a contradição entre a administração da ETE e a CETESB quanto às exigências relativas ao monitoramento ambiental e às visitas realizadas pela agência na estação; e a insuficiência de vontade política para a implementação de projetos de melhoria e resolução de problemas.

A gerência da ETE não conhecia o RAP e não havia uma cópia do documento na estação ou em outros locais do serviço autônomo responsável por sua administração. O estudo não é utilizado, portanto, para nenhuma função e não há sua socialização com o restante da equipe, que também não o conhece, conseqüentemente. A gerência apontou que a alta quantidade de atividades cotidianas na ETE impossibilita a busca por “documentos do passado, como o RAP”, embora tenha considerado uma falha a inexistência de um arquivo com documentos correlatos, como o RAP.

O RAP da ETE não é utilizado como auxílio à solução e/ou minimização de problemas operacionais; o documento utilizado para esta finalidade é a LO, considerada suficiente para esse objetivo por se basear no RAP. A gerência considera que o RAP é um documento elaborado somente para a implantação da ETE, sendo importante apenas para a obtenção da LO, não para o gerenciamento da estação.

O RAP também não é utilizado para o monitoramento de impactos ambientais previstos com a operação da estação e não há nenhum plano ou programa específico para isso. A gerência reforçou que a equipe da estação segue unicamente as exigências da LO, atendendo ao Programa de Atendimento a Emergências - PAE, ao Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR e às exigências dos Termos de Compromisso de Recuperação Ambiental - TCRAs, constantes na licença.

Cotidianamente, o monitoramento ambiental realizado na ETE refere-se exclusivamente ao tratamento do esgoto sanitário, com a verificação do atendimento aos padrões de lançamento de efluentes e de qualidade do corpo receptor, conforme exigido pelo Decreto Estadual Nº 8468/76 (SÃO PAULO, 1976) e Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/ (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011, respectivamente).

Em relação ao tratamento, são monitorados, portanto, essencialmente os parâmetros físicos, químicos e biológicos do esgoto sanitário, como: vazão, demanda bioquímica de oxigênio - DBO, demanda química de oxigênio - DQO, oxigênio dissolvido - OD, sólidos, pH, total Kjeldahl - NTK, fósforo, coliformes fecais, entre outros. Para o monitoramento do corpo receptor, são realizadas coletas de amostras à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado, uma ou duas vezes por semana. São monitorados parâmetros como: OD, amônia, cor, turbidez e autodepuração do rio. Não há biomonitoramento do rio, nem parcerias com universidades ou outras instituições para sua realização.

Os impactos ambientais previstos no RAP da ETE foram classificados quanto a (FIPAI, 2002): Qualificação (negativo ou positivo), Reversibilidade (reversível ou irreversível), Probabilidade de Ocorrência (baixa, média ou alta), Intensidade (baixa, média ou alta).

Diante desses critérios, foram previstos para as fases de planejamento, implantação e operação da ETE 17 impactos ambientais - sete para a fase de operação (Quadro 1).

No entanto, embora a coleta de dados desta pesquisa tenha constatado que alguns dos impactos demonstrados no Quadro 1 ocorreram efetivamente, outros, não previstos, ocorreram ou foram identificados como passíveis de ocorrência (Quadro 2).

IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS (RAP)	
OPERAÇÃO	Emanação de odores
	Disposição dos resíduos gerados na ETE
	Qualidade dos corpos d'água da região
	Qualidade de vida da população na bacia hidrográfica
	Geração de empregos permanentes
	Poluição das águas do corpo receptor devido à falha na EEE
	Risco de contaminação do lençol pelo percolado do aterro

Quadro 1- Impactos ambientais identificados no RAP para a fase de operação da ETE.

Fonte: Autora (2018). Modificado de FIPAI (2002). Em verde: impactos previstos pelo RAP da ETE que ocorreram. Em laranja: impactos previstos pelo RAP da ETE que não ocorreram. EEE - Estação Elevatória de Esgoto bruto.

IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS (IDAS A CAMPO)	
OPERAÇÃO	Doenças causadas pela presença de patógenos
	Esgotamento de recursos naturais não renováveis (utilização de energia elétrica)
	Conservação de recursos naturais não renováveis (utilização da água de reuso)
	Poluição do ar, contribuição para o aquecimento global e risco de explosão (emissão de gás metano-CH <sub>4</sub> )
	Eutrofização nos decantadores
	Risco de explosão pela utilização de gás cloro (Cl <sub>2</sub> )

Quadro 2 - Impactos ambientais não previstos da fase de operação da ETE que ocorreram ou podem ocorrer.

Fonte: Autora (2018). Em amarelo: impactos não previstos pelo RAP da ETE que ocorreram. Em lilás: impactos não previstos pelo RAP da ETE que não ocorreram.

Como não há um plano, programa, auditoria ou supervisão na ETE referente ao monitoramento de impactos ambientais com base no RAP, também não há nenhum documento sobre os impactos ambientais eventualmente encontrados na estação, como relatórios, por exemplo.

Segundo a gerência da ETE, a CETESB não solicita documentos relativos aos impactos ambientais encontrados, mas somente dados quanto ao monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos, em concordância com as Resoluções CONAMA N° 357/2005 e CONAMA N° 430/2011, bem como com o Decreto Estadual N° 8468/76. Durante a renovação da LO da ETE, em 2016, segundo sua gerência, todos os documentos solicitados pela CETESB referiam-se especificamente ao tratamento

do esgoto sanitário - nenhum sobre eventuais impactos ambientais.

Este fato talvez esteja relacionado à ausência no Brasil de dispositivos legais que tornem obrigatória a realização do monitoramento de impactos ambientais, como também constataram em suas pesquisas Glasson, Therivel e Chadwick (1999), Dias e Sanchez (2001), Munno (2005), Noble e Storey (2005) e Ahammed e Nixon (2006).

A Lei Estadual N° 13.542/2009 (estado de São Paulo), por exemplo, em seu Artigo 2º, estabelece que a CETESB tem a responsabilidade pelo monitoramento ambiental, mas não torna esse monitoramento obrigatório para a etapa posterior à implantação dos empreendimentos que devem ser fiscalizados pelo órgão. O foco da lei é o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, ar e solo, mas o monitoramento de impactos ambientais não é considerado, o que vai ao encontro do que se constatou neste trabalho.

Segundo a gerência da CETESB, as atividades de auditoria do órgão na ETE em relação ao monitoramento ambiental resumem-se ao período de renovação da LO e no caso da ocorrência de impactos ambientais. Em relação à frequência de visitas do órgão à ETE, no entanto, a gerência da CETESB afirmou que, “no caso de empreendimentos prioritários como o é a estação, em condição normais e sem nenhuma ocorrência específica, as visitas ocorrem ao menos três vezes ao ano, aumentando somente em casos de poluição ambiental”.

De acordo com a gerência da ETE e o funcionário que conduziu a visita técnica, todavia, a estação não recebe visitas frequentes da CETESB, nem mesmo para a verificação de aspectos relacionados ao tratamento. Ambos destacaram que as visitas ocorrem somente quando há denúncias de impactos no corpo receptor.

A gerência da estação considera que a CETESB esteja mais estruturada do que outros órgãos ambientais do país, mas que talvez seja insuficiente para dar suporte à realização do monitoramento de impactos ambientais. Apontou ainda a necessidade de inserção desse monitoramento na cultura brasileira para facilitar a realização do processo e ressaltou a ausência de recursos humanos, equipamentos, treinamentos e capacitações na estação para que esse monitoramento seja realizado.

No caso da ETE pesquisada, havia três projetos de gestão de resíduos: um para secagem do lodo e utilização em caldeira para a transformação de energia térmica em elétrica; outro para reaproveitamento do biogás, também para a produção de energia elétrica; e um terceiro para o reaproveitamento de lodo como adubo para agricultura.

Atualmente, esses projetos estão parados e um fator destacado como motivo para isso foi a falta de vontade política, embora melhorias tenham sido verificadas pela equipe da estação. Segundo a gerência da agência regional da CETESB pesquisada, a equipe da ETE é qualificada e a estação bem operada, mas há obstáculos, como uma limitação de gestão, orçamento e de vontade política, “aspectos que infelizmente ocorrem na gestão pública”. A questão, portanto, da vontade política foi citada tanto pela gerência da CETESB quanto por funcionários da ETE.

## 4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram a necessidade do contato da equipe da ETE com o RAP da estação, não somente para conhecimento dos aspectos abordados, mas também para utilizá-lo como auxílio a um monitoramento ambiental frequente de impactos ambientais e na gestão ambiental da estação.

Além disso, é preciso que haja auditorias, visitas e outras ações correlatas da agência regional da CETESB na estação que não se restrinjam a períodos de renovação da LO ou ao acompanhamento de situações pontuais de poluição/contaminação ambientais. A fiscalização, o suporte e a exigência de relatórios por parte da CETESB para as atividades de monitoramento de impactos da ETE são importantes para que se constate a ocorrência ou não de impactos ambientais previstos no RAP - pois como afirma Sánchez (2013), esses são hipóteses que podem ser comprovadas somente após a implantação dos empreendimentos - e também para a constatação de impactos não previstos no estudo, como foi verificado neste trabalho.

Entretanto, há que se ressaltar que a CETESB também necessita de recursos humanos, financeiros e de treinamento para desempenhar tais atividades. Desta maneira, é importante o auxílio de instâncias governamentais, que também podem contribuir de modo mais efetivo com a gestão ambiental das estações, como no caso da continuidade dos projetos da ETE para a destinação de resíduos.

O automonitoramento, a ser previsto em estudos de impacto ambiental como o RAP, e auditado por amostragem aleatória do órgão ambiental competente, também pode auxiliar na viabilização do adequado processo de monitoramento de ETEs.

Os resultados obtidos neste trabalho podem, portanto, subsidiar a utilização, o aprimoramento e a elaboração de futuros estudos de impacto ambiental, bem como de seus respectivos planos de monitoramento, além de contribuir para ações mais efetivas de agências ambientais quanto ao monitoramento pós-implantação de ETEs.

## REFERÊNCIAS

AHAMMED, A. K. M. R.; NIXON, B. M. Environmental impact monitoring in the EIA process of South Australia. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 26, p. 426–447, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019592550500123X>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 maio. 2011. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

DIAS, E. G. C. S. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no Estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento.** 2001. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

DIAS, E.G.C.S.; SANCHEZ, L.E., 2001. Deficiências na implementação de projetos submetidos à avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo. **Revista de Direito Ambiental**, v.6, n. 23, p.163-204.

FIPAI - Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial. **Relatório Ambiental Preliminar** - Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários, São Paulo, 2002.

GLASSON, J.; SALVADOR, N. N. B. EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 20, p. 191-225, 2000.

GLASSON, J., THERIVEL, R., CHADWICK, A. **Introduction to Environmental Impact Assessment.** 2 ed. Londres: UCL Press Ltd. 1999.

GWIMBI, P.; NHAMO, G. Translating mitigation measures proposed in environmental impact statements into planning conditions: Promises and practices by multinational platinum mining firms along the Great Dyke of Zimbabwe. **Environmental Science & Policy**, v. 57 p. 10-21, 2016.

MUNNO, C. M. **Análise do monitoramento** pós estudo de impacto ambiental no Estado de São Paulo. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005.

NADEEM, O.; HAMEED, R. **Evaluation of environmental impact assessment system in Pakistan.** *Environmental Impact Assessment Review*, v. 28, p. 562–571, 2008.

NOBLE, B.; STOREY, K. Towards increasing the utility of follow-up in Canadian. **Environmental Management**, v. 25, p. 163–180, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925504000770>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

PANIGRAHI, J. K.; AMIRAPU, S. An assessment of EIA system in India. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 35, p. 23-36, 2012.

PÖLÖNEN, I.; HOKKANEN, P.; JALAVA, K. The effectiveness of the Finnish EIA system - What works, what doesn't, and what could be improved? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, p. 120-128, 2011.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013. 583 p.

SANTOS, J. O. **A etapa de acompanhamento na AIA: análise das barreiras e desafios à sua implementação no Estado da Bahia.** 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, 2011.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 8468, de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 9 setembro de 1976. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

SÃO PAULO. Lei nº 13.542, de 8 de maio de 2009. Altera a denominação da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e dá nova redação aos artigos 2º e 10 da Lei nº 118, de 29 de junho de 1973. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 9 maio de 2009.

Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13542-08.05.2009.html>>.  
Acesso em: 10 jul. 2018.

SÃO PAULO. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Resolução SMA nº 49, de 28 de maio de 2014. Dispõe sobre os procedimentos para licenciamento ambiental com avaliação de impacto ambiental, no âmbito da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 29 maio 2014. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/resolucoes-sma/resolucao-sma-49-2014/>>. Acesso em: 6 set. 2018.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Jorge González Aguilera:** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br)

**Alan Mario Zuffo:** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com)

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-475-7

