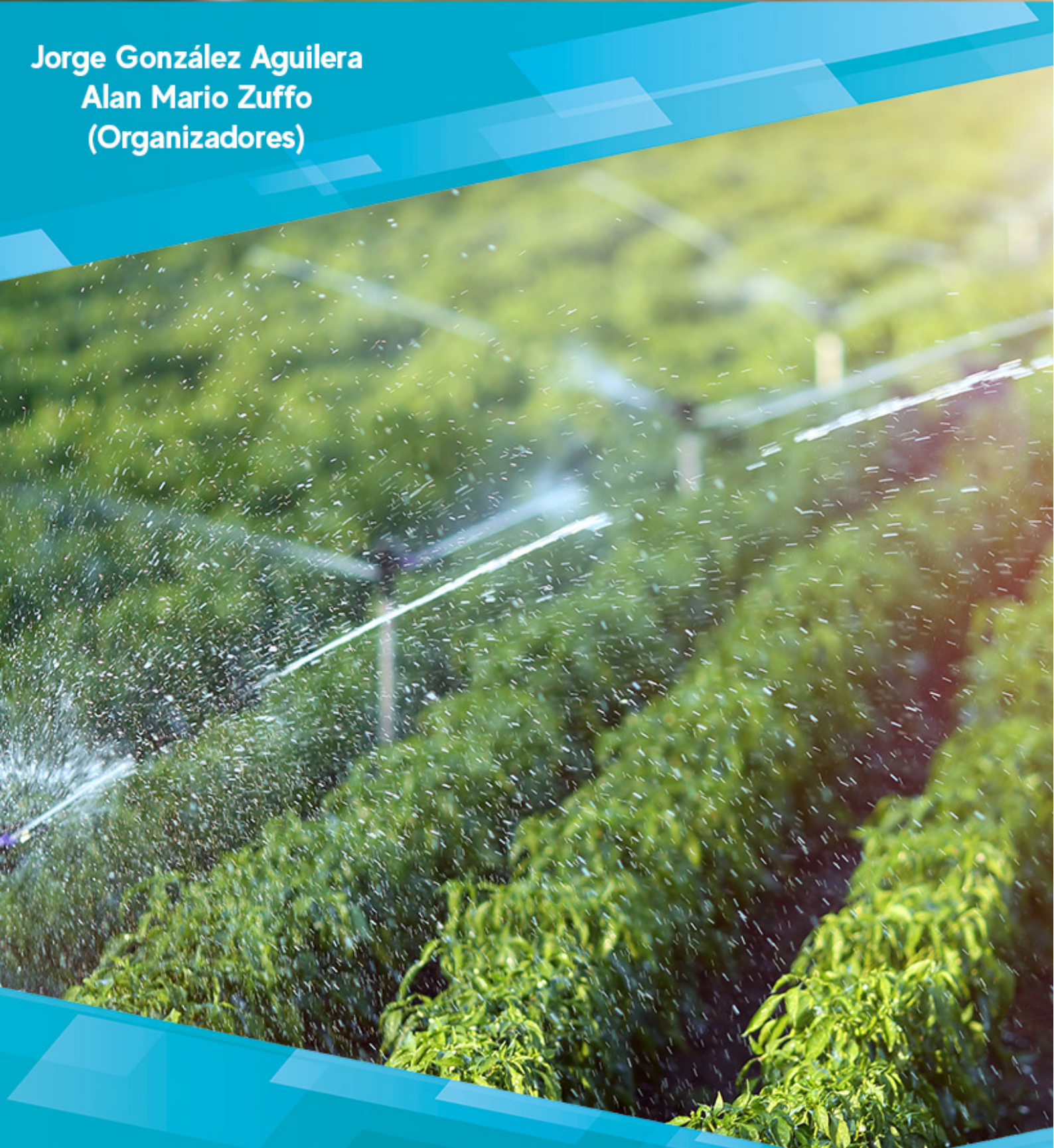


**Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)**



**Ciências Exatas e da  
Terra e a Dimensão  
Adquirida através da  
Evolução Tecnológica 2**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Jorge González Aguilera**

**Alan Mario Zuffo**

(Organizadores)

**Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão  
Adquirida através da Evolução Tecnológica  
2**

**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 2 [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. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-473-3 DOI 10.22533/at.ed.733191107  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. 2*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 28 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>
A GESTÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO: ANÁLISE DO POTENCIAL DE USO	
Margarida Regueira da Costa Alexandre Luiz Souza Borba Fernanda Soares de Miranda Torres	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7331911071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>7</b>
APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO EM AÇUDES DO SEMIÁRIDO NORDESTINO, CEARÁ/BRASIL	
José Batista Siqueira Sanmy Silveira Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7331911072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>18</b>
AQUÍFERO DUNAS-POTENGI: DISPONIBILIDADE E POTENCIALIDADE DAS ÁGUAS EM NATAL – RN	
Melquisedec Medeiros Moreira Newton Moreira de Souza Miguel Dragomir Zanic Cuellar Kátia Alves Arraes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7331911073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>27</b>
AS ÁGUAS DO AQUÍFERO ALUVIONAR JAGUARIBE E SUA RELAÇÃO COM O USO/OCUPAÇÃO DO SOLO: ÁREA PILOTO DE SÃO JOÃO DO JAGUARIBE – CEARÁ	
Antônio Flávio Costa Pinheiro Itabaraci Nazareno Cavalcante Alexsandro dos Santos Garcês Rafael Mota de Oliveira Emanuel Arruda Pinho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7331911074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
CULTURA DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA DA ÁREA QUÍMICA	
Milson dos Santos Barbosa Débora da Silva Vilar Aline Resende Dória Isabelle Maria Gonzaga Duarte Dara Silva Santos Lays Ismerim Oliveira Géssica Oliveira Santiago Santos Luiz Fernando Romanholo Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7331911075</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 53**

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE FORMALDEÍDO EM COSMÉTICOS

Helder Lopes Vasconcelos  
Andressa Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.7331911076**

**CAPÍTULO 7 ..... 63**

DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE DAS CONCENTRAÇÕES DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA DO RIO QUARAÍ, NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Mayara Torres Mendonça  
Clamarion Maier  
Edenir Luís Grimm  
Gustavo Henrique Merten  
Jainara Fresinghelli Netto  
Ricardo Boscaini  
Miriam Fernanda Rodrigues  
Thais Palumbo Silva  
Franciele de Bastos  
Raí Ferreira Batista  
Suélen Matiasso Fachi

**DOI 10.22533/at.ed.7331911077**

**CAPÍTULO 8 ..... 76**

DETERMINAÇÃO DE PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DE POÇOS DE CAPTAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS AQUÍFEROS DO ESTADO DE SÃO PAULO

César de Oliveira Ferreira Silva  
Manuel Enrique Gamero Guandique

**DOI 10.22533/at.ed.7331911078**

**CAPÍTULO 9 ..... 84**

DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR CALIBRATION OF METEOROLOGICAL SENSORS. CASE STUDY: CALIBRATION OF A TIPPING-BUCKET RAIN GAUGE AND DATA-LOGGER SET

Márcio Antônio Aparecido Santana  
Patrícia Lúcia de Oliveira Guimarães  
Luca Giovanni Lanza

**DOI 10.22533/at.ed.7331911079**

**CAPÍTULO 10 ..... 93**

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE E SAÚDE AMBIENTAL DO MERCADO DO PEIXE, SÃO LUÍS - MARANHÃO

Marcelo Vieira Sodré Barbosa  
Ana Carolina Lopes Ozorio  
Itapotiará Vilas Bôas

**DOI 10.22533/at.ed.73319110710**

**CAPÍTULO 11 ..... 100**

ESTUDO DA SÍNTESE SEM SOLVENTE DE ZEÓLITAS UTILIZANDO DIFERENTES LÍQUIDOS IÔNICOS COMO AGENTES DIRECIONADORES DE ESTRUTURA

Iemedelais Bordin  
Victor de Aguiar Pedott  
Elton Luis Hillesheim  
Rogério Marcos Dallago  
Marcelo Luís Mignoni

**DOI 10.22533/at.ed.73319110711**

**CAPÍTULO 12 ..... 109**

GEOPROCESSAMENTO PARA DELIMITAÇÃO DE APPS E ESTUDO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL NAS MARGENS DO BEIJA-FLOR, MUNICÍPIO DE MAZAGÃO-AP

Kerlency Maria Farias Santos  
Rudney Lobato Furtado  
Mariano Araújo Bernadino Rocha  
Olavo Bilac Quaresma de Oliveira Filho

**DOI 10.22533/at.ed.73319110712**

**CAPÍTULO 13 ..... 124**

GEOQUÍMICA E QUALIDADE DE ÁGUAS NATURAIS DE NASCENTES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, SÃO PAULO

Rafael Bassetto Ferreira  
Wanilson Luiz Silva

**DOI 10.22533/at.ed.73319110713**

**CAPÍTULO 14 ..... 138**

IMPACTOS POTENCIAIS DOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS NÃO-SEGURAS NO USO DA ÁGUA NA BACIA DO PARAÓPEBA, MINAS GERAIS

Luciana Eler França  
Fernando Figueiredo Goulart  
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

**DOI 10.22533/at.ed.73319110714**

**CAPÍTULO 15 ..... 153**

MODELAGEM DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE SOLO REFORÇADO NO SISTEMA TERRAMESH

Taila Ester dos Santos de Souza  
Carlos Alberto Simões Pires Wayhs  
Alan Donassollo

**DOI 10.22533/at.ed.73319110715**

**CAPÍTULO 16 ..... 167**

POTENCIALIDADES DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO VERDE GRANDE E SUAS RELAÇÕES COM OS DOMÍNIOS CLIMÁTICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Estefânia Fernandes dos Santos  
Leila Nunes Menegasse Velasquez

**DOI 10.22533/at.ed.73319110716**



**CAPÍTULO 17 ..... 182**

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO OESTE DE SANTA CATARINA, BRASIL

Janete Facco  
Fabio Luiz Carasek  
Sival Francisco de Oliveira Junior  
Luiz Fernando Scheibe  
Manuela Gazzoni dos Passos  
Mariana Muniz Blank

**DOI 10.22533/at.ed.73319110717**

**CAPÍTULO 18 ..... 197**

RAIZ DO CAPIM VETIVER: UMA FONTE ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

Felipe Coelho Vieira  
Alan Rodrigues Teixeira Machado  
Marcelo Segala Xavier  
Jussara Vitória Reis

**DOI 10.22533/at.ed.73319110718**

**CAPÍTULO 19 ..... 210**

RELAÇÃO EXISTENTE ENTRE AS CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS DE UMA REGIÃO DO CERRADO MARANHENSE E OS IMPACTOS AMBIENTAIS OCORRENTES NO LOCAL

Karla Bianca Novaes Ribeiro  
Kely Silva dos Santos  
Karine Silva Araujo  
Mayanna de Kássia Silva Rodrigues  
James Werllen de Jesus Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.73319110719**

**CAPÍTULO 20 ..... 219**

RELEVO COMO FATOR INTENSIFICADOR DAS ONDAS DE CALOR EM ALAGOAS

Dálete Maria Lima de Sousa  
Anne Karolyne Pereira da Silva  
Rafael Wendell Barros Forte da Silva  
João Vitor Benevides de Castro  
Francisco de Assis Franco Vieira  
David Harley de Oliveira Saraiva

**DOI 10.22533/at.ed.73319110720**

**CAPÍTULO 21 ..... 233**

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE MILHO ( ZEA MAYS L.) EXPOSTAS A ÁCIDO HÚMICO

Monique Ellen Farias Barcelos  
Leonardo Barros Dobbss  
Amanda Azevedo Bertolazi  
Alessandro Coutinho Ramos  
Ian Drumond Duarte  
Lívia Dorsch Rocha  
Leonardo Valandro Zanetti  
Sílvia Tamie Matsumoto

**DOI 10.22533/at.ed.73319110721**

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>247</b>
SUPORTES HÍBRIDOS DE SÍLICA-MONOSSACARÍDEOS: MATERIAIS POTENCIAIS PARA IMOBILIZAÇÃO DE PEROXIDASE RAP - TOYOBO	
Ivan Martins Barreto	
Maria Antônia Carvalho Lima Jesus	
Djalma Menezes De Oliveira	
Ronaldo Costa Santos	
Alini Tinoco Fricks	
Heiddy Márquez Alvarez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73319110722</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>256</b>
USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO PUNHAÍ, LITORAL NORTE DA BAHIA	
Ricardo Acácio de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73319110723</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>263</b>
ADMINISTRAÇÃO: FERRAMENTA DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	
Esmeraldo Bezerra de Melo Junior	
Claudio Jorge Gomes da Rocha Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73319110724</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>275</b>
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DOS PRODUTORES DE BANANA DOS MUNICÍPIOS DE PRESIDENTE FIGUEIREDO E RIO PRETO DA EVA, AMAZONAS E PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CULTURA	
Maricleide Maia Said	
Luiz Antonio de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73319110725</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>287</b>
AGROECOLOGIA E RE(EXISTÊNCIAS): CONTRIBUIÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA COMO PASSO PARA GARANTIA DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL EM UM ACAMPAMENTO NO SERTÃO PARAIBANO	
Luymara Pereira Bezerra de Almeida	
Helena Cristina Moura Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73319110726</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>299</b>
LEVANTAMENTO DE MOSCAS BRANCAS ( <i>Bemisia tabaci</i> ) NA CULTURA SOJA, EM UM MUNICÍPIO DO NOROESTE DO RS: ANO I	
Isaura Luiza Donati Linck	
Antônio Luis Santi	
Ezequiel Zibetti Fornari	
Luis Felipe Rossetto Gerlach	
Fernanda Marcolan de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73319110727</b>	

**CAPÍTULO 28 ..... 305**

QUANTIFICAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS E CLASSIFICAÇÃO DE SUA ATIVIDADE ENZIMÁTICA  
PROTEOLÍTICA E LIPOLÍTICA EM LEITE CRUCAPTADO EM LATICÍNIOS NO MUNICÍPIO DE  
PIUMHI-MG

Maria Clara de Freitas Guimarães Santos

Eudoro da Costa Lima Neto

Talitha Oliveira de Rezende

Leonardo Borges Acurcio

**DOI 10.22533/at.ed.73319110728**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 317**

## A GESTÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO: ANÁLISE DO POTENCIAL DE USO

### **Margarida Regueira da Costa**

Engenheira Civil, Dra. – Pesquisadora em  
Geociências do SGB/CPRM  
Recife /Pernambuco

### **Alexandre Luiz Souza Borba**

Geólogo, M.Sc. – Pesquisador em Geociências do  
SGB/CPRM  
Recife /Pernambuco

### **Fernanda Soares de Miranda Torres**

Geóloga, M.Sc.– Pesquisadora em Geociências  
do SGB/CPRM  
Recife /Pernambuco

**RESUMO:** O Brasil, apesar de ter uma situação hídrica privilegiada, apresenta problemas relacionados à disponibilidade hídrica, sendo afetado tanto pela escassez quanto pela abundância. A Região Nordeste apresenta como característica possuir grande parte do seu território coincidindo em área de clima semiárido, com uma precipitação anual média na casa dos 900 mm, chegando próxima a 400 mm, em algumas regiões. A presente pesquisa tem por objetivo avaliar o potencial de uso das águas subterrâneas nas bacias do Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. Para uma avaliação em relação às fontes hídricas e a qualidade da água obtida nos mananciais subterrâneos, foram selecionados e analisados Relatórios Técnicos do Serviço Geológico do

Brasil - SGB/CPRM. Nestes, identificou-se três tipos básicos de captações subterrâneas: poço tubular, cacimba/escavado e fonte natural, dispostos ao longo de terrenos compostos de rochas cristalinas. Em relação à análise dos dados de qualidade de água pôde-se definir que 1.613 pontos analisados possuem água doce; 2.020 pontos analisados têm água salobra; 2.512 pontos analisados possuem água salgada. Constata-se uma tendência a água salgada, esperada para a região em função das condições hidrogeológicas em que estão localizadas as captações subterrâneas. A partir dos resultados apresentados, observa-se uma falta de gestão das infraestruturas já implantadas onde ver-se que ainda há potencial para acelerar a solução dos problemas de falta de água para o abastecimento e para a agricultura familiar voltados à população rural difusa, mediante a implementação de tecnologias apropriadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas subterrâneas, semiárido, Pernambuco.

**ABSTRACT:** After noting that scarcity is a limite to the development we see that, as happened with oil in the past, the water might be cause for future clashes in at least five world regions. The Brazil, despite having a privileged situation of water availability (greater water availability on the planet), representing more than half

the water in South America and 13.8% of the world, adding to this about 2/3 of a ground water source runs beneath the countries of Mercosul, with extension superior to England, France and Spain together with problems related to water availability, which affected both by the scarcity as for abundance. While the Northern Region has abundant water, the Northeast has the characteristic of owning a large part of its territory coinciding in area of semi-arid climate with an average annual rainfall of 900 mm, reaching close to 400 mm in some regions. This research aims to evaluate the potential use of groundwater in semi-arid of Pernambuco state. The present research aims to evaluate the potential of groundwater use in the Agreste and Sertão basins of the State of Pernambuco. For an evaluation of the water sources and the water quality obtained in the underground water sources were selected and analyzed Technical Reports of the CPRM. In this, three basic types of underground abstractions were identified: tubular well, cacimba / excavated and natural source, arranged along lands composed of crystalline rocks. In relation to the analysis of water quality data it was possible to define that 1.613 analyzed points have fresh water; 2.020 analyzed points have brackish water; 2.512 analyzed points have salt water. There is a tendency to salt water, expected for the region due to the hydrogeological conditions in which the underground abstractions are located. Based on the results presented, there is a lack of management of the already established infrastructures where it can be seen that there is still potential to accelerate the solution of the problems of lack of water for the supply and for the family agriculture directed to the diffuse rural population, through the implementation of appropriate technologies.

**KEYWORDS:** Groundwater, semi-arid, Pernambuco.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Estado de Pernambuco possui sua área territorial dividida em três Regiões com características hidrológicas diferentes: a Zona da Mata, o Agreste e o Sertão.

A Zona da Mata, que pode ser subdividida em Zona da Mata Norte e Zona da Mata Sul, possui índices pluviométricos anuais que variam de 1.000 milímetros, nas regiões mais secas, a valores superiores a 2.500 milímetros em regiões localizadas próximas a faixa litorânea.

O Semi-Árido pernambucano abrange as Regiões do Agreste e Sertão.

O Agreste possui uma variação espacial bem maior com relação às características hidrológicas em comparação com a Zona da Mata, por possuir regiões bastante áridas e com solos que não contribuem hidrológicamente e por possuir também regiões com características hidrológicas mais favoráveis. Os índices pluviométricos anuais podem variar de 450 milímetros, nas regiões mais secas, a valores superiores a 850 milímetros, nas regiões localizadas em áreas específicas e com altitudes elevadas. Nesta região, a evapotranspiração potencial pode variar de 1.200 milímetros a mais de 2.000 milímetros. O trimestre mais chuvoso varia, mas de uma forma geral pode ser considerado os meses de abril, maio e junho, período onde o escoamento superficial é

predominante, no que diz respeito às vazões totais afluentes aos mananciais localizados naquela região. O escoamento de base só ocorre em certas áreas privilegiadas, onde o tipo de solo propicia tal situação. Nesta região já são necessários reservatórios com capacidades de acumulação maiores.

O Sertão, que representa a maior região do Estado com relação à área física, possui características hidrológicas, de uma forma geral, ainda menos favoráveis. Esta área possui índices pluviométricos que variam de 400 a 800 milímetros, podendo em raras exceções atingir 1.000 milímetros, tendo como período mais chuvoso os meses de janeiro a abril, variando no sentido oeste-leste. O regime de escoamento é representado praticamente apenas pelo escoamento superficial advindo de grandes enxurradas, que ocorrem em um curto período de tempo. Isto torna necessária a construção de barragens de grande porte com capacidade de acumulação elevada.

Existem centenas de reservatórios, de pequeno porte, que são utilizados pela população localizada na zona rural do Estado. Esta se encontra, em sua grande maioria, distribuída de forma bastante difusa. Em muitos casos, a única forma para suprir as necessidades desta população são os pequenos barramentos, chamados de “barreiros”, que estão localizados próximos às pequenas comunidades ou o uso de tecnologias alternativas. Um fato a se considerar é que, principalmente nas regiões mais secas, os pequenos barramentos entram em colapso na maioria dos anos.

Atualmente no Estado existem cerca de 850 comunidades entre povoados e distritos, totalizando uma população, em sua grande maioria rural, da ordem de 500.000 habitantes, que sofrem pela situação de escassez da água.

Diante deste quadro, o Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM, realizou e publicou no ano de 2005, o levantamento do potencial e das disponibilidades hídricas subterrâneas nas bacias da região semiárida do Estado de Pernambuco, com o objetivo de atender as múltiplas finalidades dos municípios. Este buscou o levantamento das características gerais dos tipos de captações subterrâneas, as finalidades e tipos de usos, bem como as condições gerais da qualidade das águas, além de indicar os poços tubulares em condições de receber sistemas de bombeamento por energia solar.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Em relação à geologia do estado de Pernambuco, o Serviço Geológico do Brasil - SGB/CPRM verificou a existência de Bacias Sedimentares (10 das quais cartografadas no Estado), que por terem sofrido subsidência, depressão e preenchimento por sedimentos, que possuem como característica unidades litológicas (aquíferos), com boa capacidade para armazenar e transmitir água (sustentabilidade hídrica), podendo ser explorados através de poços tubulares e amazonas.

As Unidades de Ortognaisses Mesoproterozoicas e Granitos Neoproterozoicos, conhecidas como Rochas Cristalinas, possuem como característica hidrogeológica não apresentar grande potencialidade e os aquíferos estarem restritos às fendas ou

fissuras das rochas. Suas águas, em geral, são mais aproveitadas para o consumo animal, devido aos elevados teores de sais provenientes das dissoluções/reações químicas de alguns minerais existentes nessas rochas, que são extraídas através de poços de até 60m de profundidade e de baixa vazão (em geral abaixo de 2m<sup>3</sup>/h). As águas tornam-se em geral de aceitáveis a boa, se utilizadas estações de tratamento (com filtros específicos às características físico-químicas da água) e dessalinizadores. Estas estão presentes em aproximadamente 85% do território do Estado.

Para a avaliação em relação às fontes hídricas utilizadas nas localidades e a qualidade da água obtida nos mananciais subterrâneos, foram selecionados e analisados Relatórios Técnicos da SGB/CPRM, de municípios localizados nas regiões do Agreste e Sertão do Estado.

O cadastramento identificou três tipos básicos de captações subterrâneas: poço tubular, cacimba/escavado e fonte natural (Figura 1), dispostos ao longo de terrenos compostos de rochas cristalinas. Outro tipo de levantamento analisado foi o das finalidades de usos das águas subterrâneas (Figura 2).

Segundo o levantamento realizado e análise dos dados contidos nos relatórios técnicos, foram selecionadas algumas observações que se seguem.

- a. Os poços tubulares apresentam características construtivas distintas, principalmente em função dos tipos de rochas e materiais de alteração em que foram perfurados. Assim sendo, quando se trata de rochas cristalinas e materiais provenientes de alteração, os poços são do tipo tubular raso onde, na grande maioria, possuem apenas pequena extensão revestida em material a base de PVC e a outra parte em “parede aberta” que pode ser chamado de misto, capazes de captar vazões que variam, em geral, de 1,0 a 2,0m<sup>3</sup>/h. Quando em rochas sedimentares, os mesmos são do tipo profundo, revestidos e aplicados filtros em PVC ao longo de sua extensão, sendo capazes de captar, em geral, vazões superiores a 10,0m<sup>3</sup>/h.
- b. Os tipos de captações na forma de cacimbas ou escavados, são em geral construídos em materiais de alteração de rochas ou em terrenos aluvionares, que de uma forma ou de outra, servem como pequenas fontes de captação e reservatórios onde, em decorrência da percolação da água (entre os componentes do material perfurado), podem apresentar vazões similares aos dos poços construídos em rochas cristalinas.
- c. As fontes naturais (tipo surgência), que podem ocorrer ao longo de determinadas fraturas ou fissuras das rochas cristalinas, apresentam, em geral, também vazões entre 1,0 e 2,0m<sup>3</sup>/h.
- d. Do total do cadastramento foram analisados 8.330 poços tubulares (92%), 513 cacimbas (6%) e escavados e 148 fontes naturais (2%), conforme apresentado na Figura 3.

Segundo o levantamento, se é possível localizar as Bacias Sedimentares da Região Semiárida do Estado e localizar os municípios inseridos nestas.

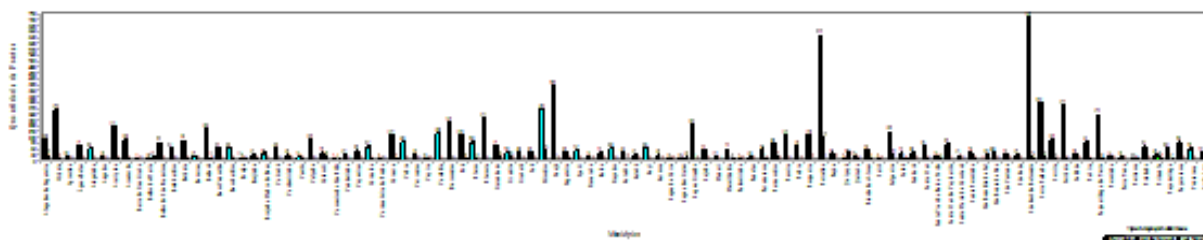


Figura 1 – Tipos de captações das águas subterrâneas.

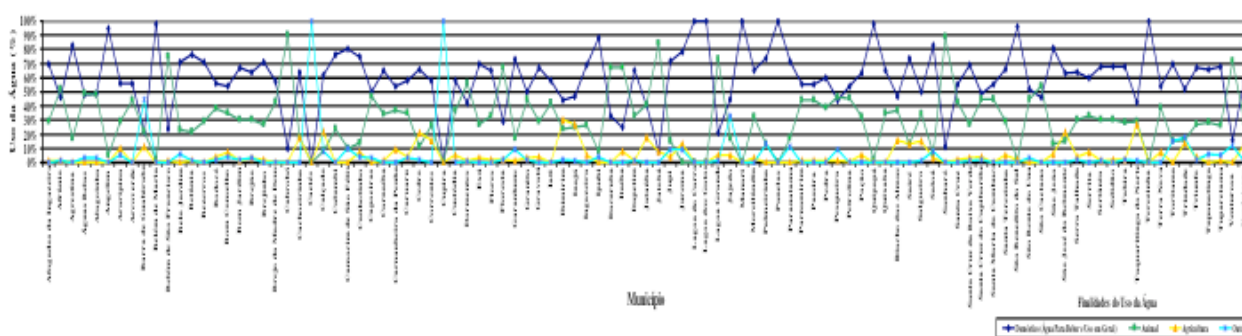


Figura 2 – Finalidades de usos das águas subterrâneas.

### Cadastramento do Tipo de Captação Subterrânea

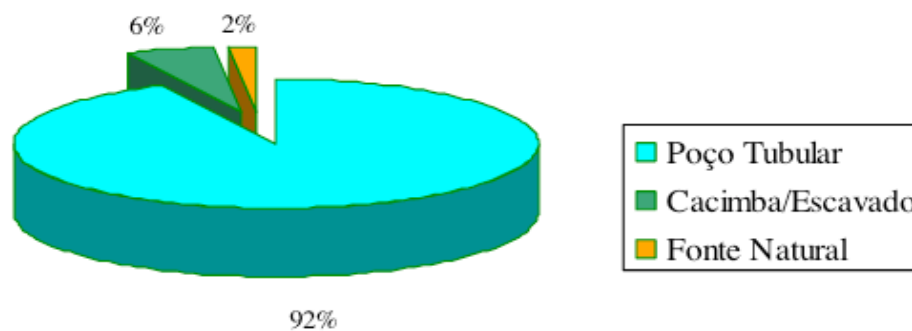


Figura 3 - Representação gráfica em percentagem do tipo de captação cadastrada nos municípios do Estado. Fonte: Adaptado (CPRM, 2005).

Para o levantamento da qualidade da água, foram realizadas, apenas análises de sólidos totais dissolvidos em capacitações selecionadas, que segundo a Portaria nº. 1.469 da FUNASA classifica a água como: Água Doce com limites de 0 a 500mg/l; Água Salobra de 500 a 1.500mg/l; e Água Salgada > 1.500mg/l.

### 3 | CONCLUSÕES

Analisando os mananciais utilizados pela concessionária local – COMPESA para o abastecimento de água dos municípios, pôde-se verificar que os mesmos não são,



em geral, abastecidos por manancial subterrâneo, o que mostra a possibilidade de outro tipo de captação de água para atender as necessidades locais. Do contexto apresentado, nota-se que 13 municípios são abastecidos parcialmente ou totalmente por águas subterrâneas, com maior destaque para o aproveitamento das manchas sedimentares. Na área do cristalino, espalhado por todo o Estado, o abastecimento procura atender a população difusa, havendo que se observar a presença de sais acima da concentração aceitável para abastecimento humano em 60% dos poços analisados.

Em relação à análise dos dados de qualidade de água pôde-se definir que:

- a. 1.613 pontos analisados possuem água doce;
- b. 2.020 pontos analisados têm água salobra;
- c. 2.512 pontos analisados possuem água salgada.

Constata-se uma tendência a água salgada, esperada para a região em função das condições hidrogeológicas em que estão localizadas as captações subterrâneas.

A partir dos resultados apresentados, constata-se uma falta de gestão das infraestruturas já implantadas onde se observa ainda que há potencial para acelerar a solução dos problemas de falta de água para o abastecimento e para a agricultura familiar voltados à população rural difusa, mediante a implementação de tecnologias apropriadas.

## REFERÊNCIAS

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Atlas digital dos recursos hídricos subterrâneos do vale do rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Fortaleza, CE, CPRM / PRODEEM, 2005, CD - ROM.

## **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 978-85-7247-473-3

