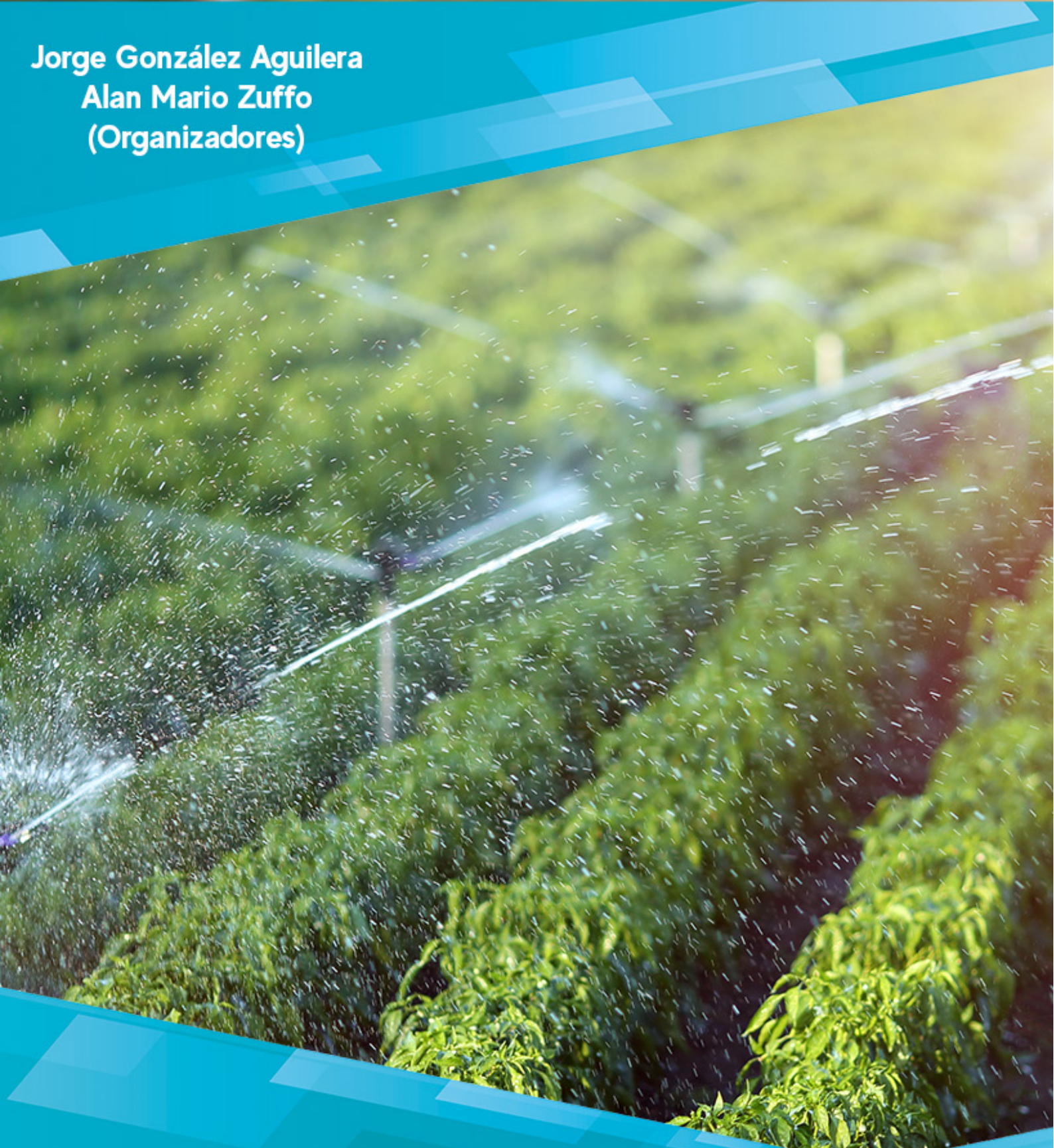


**Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)**



**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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a 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.^a Dr.^a 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

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

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

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.7331911071	
CAPÍTULO 2	7
APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO EM AÇUDES DO SEMIÁRIDO NORDESTINO, CEARÁ/BRASIL	
José Batista Siqueira Sanmy Silveira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.7331911072	
CAPÍTULO 3	18
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	
DOI 10.22533/at.ed.7331911073	
CAPÍTULO 4	27
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	
DOI 10.22533/at.ed.7331911074	
CAPÍTULO 5	42
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	
DOI 10.22533/at.ed.7331911075	

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 Itapotiarã 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

Imedelais 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

CAPÍTULO 22	247
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	
DOI 10.22533/at.ed.73319110722	
CAPÍTULO 23	256
USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO PUNHAÍ, LITORAL NORTE DA BAHIA	
Ricardo Acácio de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.73319110723	
CAPÍTULO 24	263
ADMINISTRAÇÃO: FERRAMENTA DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	
Esmeraldo Bezerra de Melo Junior	
Claudio Jorge Gomes da Rocha Junior	
DOI 10.22533/at.ed.73319110724	
CAPÍTULO 25	275
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	
DOI 10.22533/at.ed.73319110725	
CAPÍTULO 26	287
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	
DOI 10.22533/at.ed.73319110726	
CAPÍTULO 27	299
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	
DOI 10.22533/at.ed.73319110727	

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

APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO EM AÇUDES DO SEMIÁRIDO NORDESTINO, CEARÁ/BRASIL

José Batista Siqueira

Departamento de Geologia (DGEOL-UFS), Prédio Multidepartamental I, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil
oju296@gmail.com

Sanmy Silveira Lima

Programa de Pós-Graduação em Geociências - UFPE, Brasil

RESUMO: No estado do Ceará há diversos açudes utilizados para mitigar os impactos das secas para as populações. Entretanto as águas desses açudes estão sendo afetadas por diferentes processos de salinização, afetando sua qualidade e conseqüente uso. Este trabalho refere-se ao estudo dos açudes Trici e Favelas, sub-bacia do Alto Jaguaribe/CE, localizada a Sudeste do Município de Tauá, visando estabelecer um diagnóstico do processo de salinização. Portanto para estabelecer um diagnóstico da causa ou causas da salinização nas bacias hidrográficas dos açudes Favelas e Trici no estado do Ceará, foram geradas informações para as duas bacias. Dentre elas destacam-se as amostragens de águas, nas quais foram abordadas as variáveis temperatura da água (TH_2O), condutividade elétrica (CE $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH (concentração hidrogeniônica do meio), potencial de oxidação e redução (ORP), sólidos totais dissolvidos (TDS). Para analisar os dos

obtidos foram aplicadas estatística univariada e as técnicas estatísticas multivariadas da análise de componentes principais (PCA) e análise discriminante, com auxílio do software *PAST 3*. Considerando os resultados estatísticos e da análise estatística multivariada das variáveis TH_2O , CE $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH, ORP e TDS, tanto no na bacia do açude Favelas como do Trici, verifica-se que elas apresentam comportamentos diferentes. Portanto justificando, a influência dos diferentes processos de salinização que estão ocorrendo nas duas bacias.

PALAVRAS-CHAVE: Processo de salinização, estatística multivariada, semiárido.

APPLICATION OF MULTIVARIATE STATISTICS IN THE DIAGNOSIS OF SALINIZATION PROCESS IN DAMS OF NORTHEAST SEMIARID, CEARÁ/BRASIL

ABSTRACT: In Ceará state of there are several dams used to mitigate the impacts of droughts to the populations. However the waters of these dams are being affected by different salinization processes, affecting their quality and consequent use. This work refers to the Favelas and Trici basins, a sub-basin of the Alto Jaguaribe/CE, located southeast of the Municipality of Tauá. In order to establish a diagnosis of the cause or causes of salinization in the watersheds of the

Favelas and Trici reservoirs in the Ceará state, a set of information was generated for the two basins. Among them, water samples were analyzed, in which the variables water temperature (TH_2O), electrical conductivity ($\text{CE } \mu\text{S} / \text{cm}$), pH (hydrogen ion concentration of medium), oxidation and reduction potential (ORP), total dissolved solids (TDS). Statistical analysis univariate and multivariate of principal component analysis and discriminante, using the *PAST3* software were used to analyze the results obtained. The statistical results and the multivariate statistical analysis of the variables TH_2O , $\text{CE } \mu\text{S} / \text{cm}$, pH, ORP and TDS, both in Favelas and Trici, it is verified that they have different behaviors. Therefore justifying the influence of the different processes of salinization that are occurring in the two basins.

KEYWORDS: Salinization process, multivariate statistics, semiarid.

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho refere-se ao estudo das bacias hidrográficas dos açudes Trici e Favelas, sub-bacia do Alto Jaguaribe-CE, localizada a Sudeste do Município de Tauá, visando estabelecer um diagnóstico do processo de salinização nos dois açudes.

A motivação para este estudo deveu-se ao fato de que além da perda de água por evaporação, os açudes dessa sub-bacia estão enfrentando diferentes processos de salinização, e a água do açude Favelas apresenta índices de salinização bem elevados em comparação a outros açudes pertencentes a outras bacias hidrográficas próximas, que estariam dentro de um contexto geológico regional similar.

Os trabalhos de campo tiveram como objetivo proceder à coleta de amostras de água além de outros dados, porém aqui serão enfocados os dados referentes às águas. Em virtude das águas do açude Trici apresentam índices de salinização compatíveis com os permitidos à ingestão humana, e por pertencer a uma bacia hidrográfica próxima a bacia hidrográfica do açude Favelas com alta salinização, cerca de 40 quilômetros, procedeu-se este estudo comparativo das duas bacias visando entender qual a razão da salinização diferenciada nos dois açudes.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Visando estabelecer o diagnóstico da causa ou causas da salinização nas bacias hidrográficas dos açudes Trici e Favelas no estado do Ceará, foi gerado um conjunto de informações para as duas bacias (Figuras 1 e 2). Dentre elas destacam-se os dados de amostragens de águas, nas quais foram abordadas as variáveis temperatura da água (TH_2O), condutividade elétrica ($\text{CE } \mu\text{S}/\text{cm}$), pH (concentração hidrogeniônica do meio), potencial de oxidação e redução (ORP) e sólidos totais dissolvidos (TDS).

Vários estudos mostram uma boa aplicação das técnicas de análise multivariada para o tratamento e interpretação de dados (NITTERS et al., 1995; LANDIM, 2011; CHIERICE & LANDIM, 2014) dentre outros.

Neste trabalho foi utilizada estatística univariada para estabelecer os momentos de distribuição, e as técnicas estatísticas multivariadas da análise de componentes principais (PCA) e análise discriminante, para relacionar as variáveis. Estas análises permitem classificar os valores de uma matriz de dados em estudo em grupos, e indicar quais variáveis possuem maior peso, e são mais importantes na classificação. As técnicas classificatórias multivariadas da análise de componentes principais e análise discriminante podem ser utilizadas quando se deseja explorar as similaridades entre indivíduos ou entre variáveis definindo-os em grupos, considerando simultaneamente, no primeiro caso, todas as variáveis medidas em cada indivíduo e, no segundo, todos os indivíduos nos quais foram feitas as mesmas medidas (LANDIM, 2011). Para relacionar e entender o significado das informações, o foco deste trabalho consistiu na análise multivariada aplicada aos resultados analíticos obtidos. Com ênfase na análise de componentes principais e discriminante, aplicadas aos resultados analíticos das amostras coletadas em diferentes profundidades, em dois açudes denominados de Trici (PT) e Favelas (PF) no estado do Ceará (Figuras 1 e 2). Através do geoprocessamento obteve-se a integração dos resultados analíticos, bem como os mostrados através de matrizes e gráficos. A análise multivariada foi feita com o *software PAleontological Statistics PAST 3* (HAMMER, 2017).

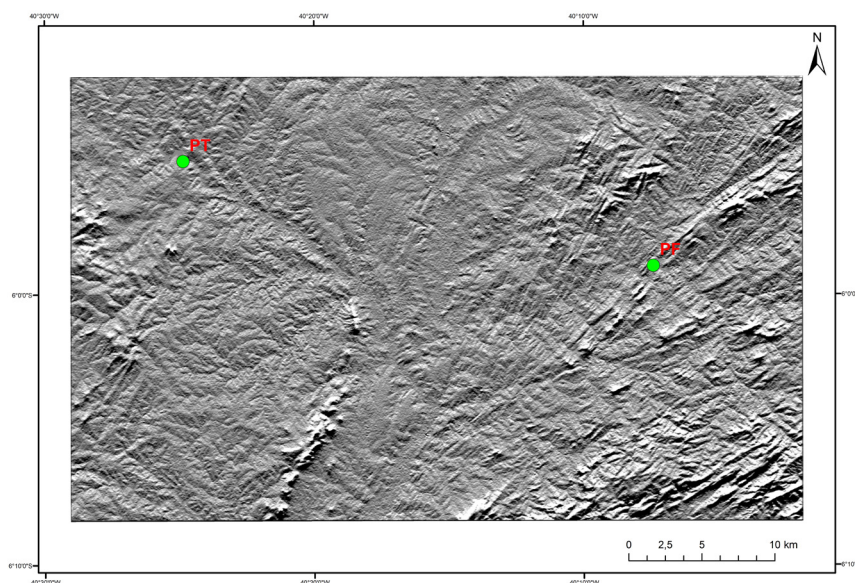


Figura 1. Imagem SRTM com a localização dos açudes Trici (PT) e Favelas (PF).

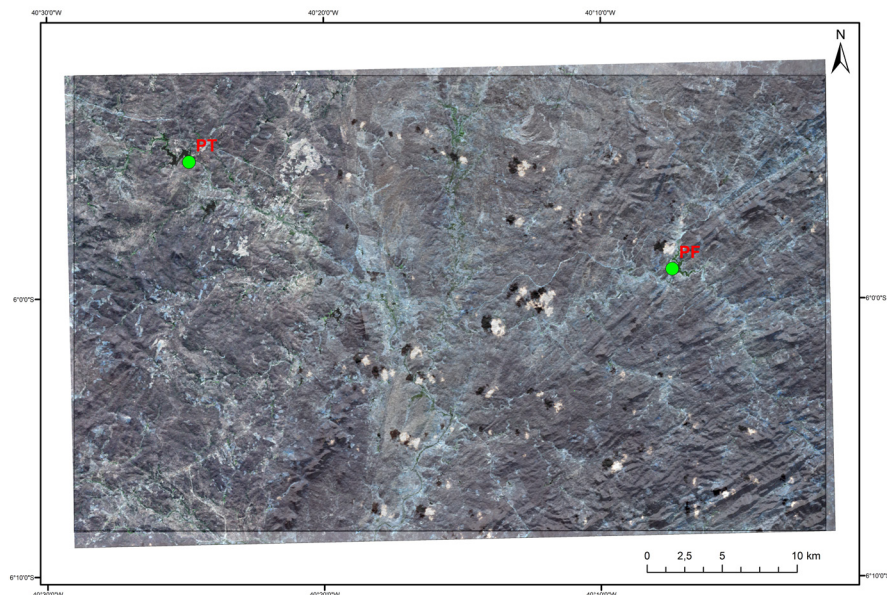


Figura 2. Imagem SRTM+Spot (543RGB) da bacia hidrográfica dos açudes Trici (PT) e Favelas (PF).

3 | GEOLOGIA

3.1 Bacia hidrográfica do açude Favelas

O contexto geológico da área faz parte do domínio do embasamento cristalino, com predominância de rochas do tipo gnaisses, migmatitos e plutônicas granulares. Os gnaisses são biotíticos e hornblêndicos granadíferos; gnaisses leucocráticos com granada, intercalações de quartzitos e xistos muscovíticos. Os migmatitos são heterogêneos (granito pórfiro e granito diorítico) de estruturas flebítica-agmática dominantes e migmatitos com estrutura dobrada e flebítica. As rochas plutônicas granulares são gabróides e dioritos.

Estruturalmente, a área é cortada por falhamentos e fraturas indiscriminadas de médio a grande porte, predominantemente transcorrentes, assumindo caráter retilíneo, com mergulhos na maioria das vezes, sub-verticais a verticais (NETO et al., 2002).

3.2 Bacia hidrográfica do açude Trici

A bacia hidrográfica do açude Trici, em termos litológicos, assemelha-se bastante com a bacia hidrográfica do açude Favelas. A diferença marcante é no aspecto estrutural, pois a bacia hidrográfica do açude Trici está bem menos afetada em relação à presença de grandes falhamentos e fraturamentos (NETO et al., 2002).

3.3 Geomorfologia

A geomorfologia da bacia hidrográfica do açude Trici/CE, sub-bacia do Alto Jaguaribe-CE, localizada à Oeste do município de Tauá, com níveis altimétricos que variam de 350 a 550 m, englobando cerca de 550km² apresenta compartimentos de

relevos, somente, de planícies fluviais e depressão sertaneja (NETO et al., 2002). Já a bacia hidrográfica do açude Favelas/CE, sub-bacia do Alto Jaguaribe-CE, localizada a Sudeste do Município de Tauá, com níveis altimétricos que variam de 500 a 700 m, englobando cerca de 680 km², apresenta compartimentos de relevos correspondentes a planícies fluviais, maciço residual e depressão sertaneja.

4 | RESULTADOS

A matriz de dados utilizada para este trabalho apresentada na Tabela 01, refere-se aos dados analíticos temperatura da água (TH₂O), condutividade elétrica (CE μ S/cm), pH (concentração hidrogeniônica do meio), potencial de oxidação e redução (ORP), sólidos totais dissolvidos (TDS), de 49 amostras de águas coletadas nos açudes Favelas (PF) e Trici (PT). E amostras coletadas em poços também nas bacias dos dois açudes (Tabela 02).

Os poços amostrados no estado do Ceará, que estão situados na bacia do açude Trici receberam a denominação (PT) e os localizados na bacia do açude Favelas receberam a denominação (PF). Figuras 01 e 02 e Tabelas 01 e 02. A seguir são mostrados os tratamentos aplicados aos dados e apresentados os resultados.

4.1 Medidas de Tendência Central

A análise simples dos momentos de distribuição para a variável condutividade elétrica (CE μ S/cm), para os poços monitorados nos anos 1999 e 2000, mostra que as médias dos valores de condutividade obtidas em poços da bacia do açude Favelas, são da ordem de 10 vezes maiores, quando comparados com as médias dos valores da bacia do açude Trici (Tabelas 02 e 03). E a salinidade verificada nos dados do açude Favelas é da ordem de 1,6 a 3,2 vezes maior que os valores observados para a mesma variável na bacia do açude Trici (Tabelas 02 e 03).

As variáveis temperatura da água (TH₂O), condutividade elétrica (CE μ S/cm), pH (concentração hidrogeniônica do meio), potencial de oxidação e redução (ORP), sólidos totais dissolvidos (TDS), analisadas nas águas da bacia dos açudes Favelas e Trici, também apresentam médias maiores que na bacia do açude Trici (Tabela 04). Em especial o pH mais alcalino na bacia do açude Favelas, fato este que está na janela de alta dissolução de sílica. Isso seria uma condição adversa aos silicatos, que constituem os minerais das rochas da área. Justificando assim que os minerais constituintes das rochas da região sejam atacados pelo intemperismo, essencialmente químico, dissolvidos e seus íons são carregados para as bacias dos dois açudes, contribuindo, portanto para o processo de salinização. Com destaque para a bacia do açude Favelas, que se mostra em condições ainda mais adversas devido à maior alcalinidade do meio, induzindo a um processo mais acelerado de salinização.

Na bacia do açude Favelas as variáveis condutividade elétrica (CE μ S/

cm), concentração hidrogeniônica do meio (pH), e sólidos totais dissolvidos (TDS) têm correlação positiva. Assim como o potencial de oxidação e redução (ORP) e a temperatura da água (Tabela 05).

Ao passo que na bacia do açude Trici as variáveis condutividade elétrica e concentração hidrogeniônica do meio (pH) têm correlação negativa. A correlação condutividade elétrica (CE $\mu\text{S/cm}$) e sólidos totais dissolvidos TDS também é positiva (Tabelas 06). Entretanto as variáveis condutividade elétrica (CE $\mu\text{S/cm}$) e potencial de oxidação e redução (ORP) têm correlação negativa nas duas bacias (Tabelas 05 e 06).

Considerando os valores médios das variáveis observados nas duas bacias, e as correlações em especial a correlação positiva da condutividade elétrica com o pH mais alcalino, na bacia do açude Favelas; e a correlação negativa da condutividade elétrica com concentração hidrogeniônica do meio (pH) na bacia do açude Trici, são fatores que reforçam a atuação diferenciada do intemperismo, e conseqüentes processos de salinização nas bacias dos dois açudes. Em especial para a bacia do açude Favelas, que se mostra em condições ainda mais adversas devido à maior alcalinidade do meio, que responde com um processo mais acelerado de alteração de silicatos, e liberação de elementos que contribuem para salinização.

Açudes	TH ₂ O	CE $\mu\text{S/cm}$	pH	ORP	TDS	Açudes	TH ₂ O	CE $\mu\text{S/cm}$	pH	ORP	TDS
PT01	28,17	0,297	7,60	385,00	0,19	PT06	28,1	0,319	7,45	336,00	0,20
PT01	27,83	0,299	7,50	385,00	0,19	PT06	27,9	0,322	7,36	332,00	0,21
PT01	27,63	0,301	7,36	328,00	0,19	PT06	27,8	0,323	7,34	326,00	0,21
PT02	27,61	0,301	7,32	298,00	0,19	PF01	27,7	3,566	8,36	381,00	2,28
PT02	27,49	0,271	7,90	397,00	0,17	PF01	27,7	3,567	8,36	381,00	2,28
PT02	27,48	0,271	7,85	394,00	0,17	PF01	27,7	3,567	8,35	381,00	2,28
PT03	26,57	0,267	7,74	378,00	0,17	PF01	27,7	3,567	8,34	381,00	2,28
PT03	26,51	0,267	7,78	376,00	0,17	PF01	27,6	3,566	8,31	381,00	2,28
PT03	26,47	0,267	7,80	375,00	0,17	PF01	27,6	3,568	8,30	381,00	2,28
PT03	6,44	0,267	7,81	375,00	0,17	PF02	27,6	3,571	8,38	380,00	2,29
PT03	26,32	0,266	7,69	376,00	0,17	PF02	27,6	3,573	8,36	380,00	2,29
PT03	26,18	0,267	7,68	377,00	0,17	PF02	27,6	3,573	8,35	380,00	2,29
PT03	26,11	0,267	7,57	378,00	0,17	PF02	27,4	3,579	8,34	380,00	2,29
PT03	26,09	0,268	7,52	378,00	0,17	PF02	27,4	3,574	8,34	380,00	2,29
PT03	26,06	0,268	7,45	378,00	0,17	PF02	27,4	3,575	8,32	376,00	2,29
PT04	29,47	0,269	7,90	344,00	0,17	PF03	26,7	3,642	8,34	353,00	2,33
PT04	28,19	0,270	7,71	342,00	0,17	PF03	26,8	3,642	8,42	356,00	2,33
PT05	27,89	0,279	7,80	394,00	0,18	PF04	27,7	3,566	8,36	390,00	2,29
PT05	27,50	0,281	7,71	393,00	0,18	PF04	27,7	3,566	8,36	390,00	2,28
PT05	27,29	0,284	7,63	393,00	0,18	PF04	27,7	3,569	8,35	389,00	2,28
PT05	26,96	0,286	7,53	393,00	0,18	PF04	27,7	3,571	8,34	388,00	2,28
PT05	26,90	0,286	7,51	313,00	0,18	PF04	27,7	3,569	8,33	387,00	2,28
PT05	26,96	0,286	7,53	393,00	0,18	PF05	27	3,535	8,28	390,00	2,26
PT05	26,90	0,286	7,51	313,00	0,18	PF05	27	3,537	8,33	390,00	2,26
PT06	28,33	0,317	7,50	338,00	0,20						

Tabela 01. Matriz de dados das amostras de águas coletadas nos açudes Trici e Favelas.

Açude Favelas	CE $\mu\text{S/cm-99}$	CE $\mu\text{S/cm-00}$	Salin%
PF01	3,009	3,566	19,00
PF02	3,012	3,571	19,00
PF03	3,037	3,642	20,00
PF04	3,037	3,566	x
PF05	3,046	3,535	16,00
Média	3,028	3,576	19,00

Tabela 02. Estatística descritiva da condutividade elétrica e salinidade. Águas coletadas em poços da bacia do açude Favelas.

Açude Trici	CE $\mu\text{S/cm-99}$	CE $\mu\text{S/cm-00}$	Salin%
PT01	0,297	0,315	6,00
PT02	0,271	0,299	10,00
PT03	0,266	0,295	10,00
PT04	0,269	0,303	13,00
PT05	0,278	0,307	10,00
PT06	0,316	0,340	8,00
Média	0,283	0,310	10,00

Tabela 03. Estatística descritiva da condutividade elétrica e salinidade. Águas coletadas em poços da bacia do açude Trici.

Açude/Variável	TH₂O	CE $\mu\text{S/cm}$	pH	ORP	TDS
PF	27,470	3,573	8,344	380,714	2,287
PT	26,541	0,284	7,609	363,857	0,182

Tabela 04. Médias por classe de amostras dos açudes Favelas (PF) e Trici (PT).

Variáveis	TH₂O	CE $\mu\text{S/cm}$	pH	ORP	TDS
TH₂O	1,000	-0,500	-0,004	0,645	-0,492
CE $\mu\text{S/cm}$	-0,500	1,000	0,537	-0,921	0,994
pH	-0,004	0,537	1,000	-0,389	0,543
ORP	0,645	-0,921	-0,389	1,000	-0,911
TDS	-0,492	0,994	0,543	-0,911	1,000

Tabela 05. Matriz de correlação das variáveis do açude Favelas.

Variáveis	TH₂O	CE $\mu\text{S/cm}$	pH	ORP	TDS
TH₂O	1,000	0,277	-0,215	-0,134	0,275
CE $\mu\text{S/cm}$	0,277	1,000	-0,728	-0,533	1,000
pH	-0,215	-0,728	1,000	0,573	-0,731
ORP	-0,134	-0,533	0,573	1,000	-0,532
TDS	0,275	1,000	-0,731	-0,532	1,000

Tabela 06. Matriz de correlação das variáveis do açude Trici.

4.2 Análise de Componentes Principais (PCA)

Aplicando a análise de componentes principais (PCA), modo *biplot* à matriz de dados, os resultados analíticos foram separados em dois grupos (Figura 03), destacando-se acima os poços amostrados na bacia do açude Favelas (PF), e abaixo o grupo de poços amostrados na bacia do açude Trici (PT). O resultado mostra que os maiores pesos para constituição do vetor 1 que corresponde a 99,37% da variabilidade, é a variável potencial de oxidação e redução (ORP). Para o vetor 2 que corresponde a 0,57% da variabilidade, é a variável condutividade elétrica (CE $\mu\text{S/cm}$) Tabelas 07 e 08. Portanto o potencial de oxiredução (ORP) e a condutividade elétrica são as variáveis mais importantes na classificação e separação de amostras dos dois açudes. Apesar da temperatura da água não ter apresentado um peso significativo na análise de componentes principais, entretanto as altas temperaturas aceleram as reações químicas. Como as temperaturas na bacia do açude Favelas são maiores que na bacia do açude Trici (Tabela 04), isso pode ser uma das causas da maior velocidade no processo de salinização na bacia do açude Favelas.

PC	Eigenvalue	% variance
1	617,217	99,365
2	351,994	0,567
3	0,415	0,067
4	0,012	0,002
5	0,009	0,001

Tabela 07. Matriz das variáveis TH₂O, CE $\mu\text{S/cm}$, pH, ORP, TDS.

Variáveis	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
TH ₂ O	-0,004	0,094	0,995	-0,023	0,980
CE $\mu\text{S/cm}$	0,022	0,826	-0,081	-0,144	-0,539
pH	0,008	0,172	0,007	0,985	0,000
ORP	1,000	-0,027	0,007	-0,003	-0,006
TDS	0,014	0,528	-0,052	-0,092	0,842

Tabela 08. Pesos.

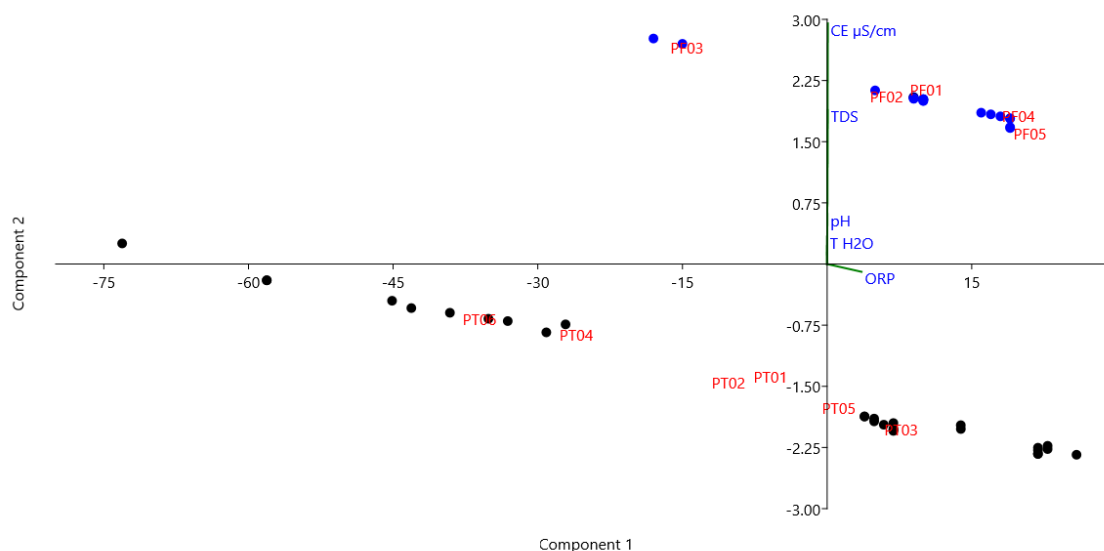


Figura 03. Análise de componentes principais, biplot.

4.3 Análise Discriminante

Aplicando a análise discriminante multigrupos a matriz de dados, os resultados analíticos dos poços amostrados foram separados em dois grupos, destacando-se a esquerda os dados referentes aos poços amostrados na bacia do açude Trici, e a direita o grupo de poços amostrados na bacia do açude Favelas (Figura 04). Isso mostra que as mesmas variáveis TH_2O , $\text{CE } \mu\text{S/cm}$, pH , ORP e TDS , estão apresentando comportamentos diferentes como foi mostrado pela estatística univariada, justificando, portanto, a influência dos diferentes processos de salinização que estão ocorrendo nas duas bacias, corroborando com as observações de que os dois açudes apresentam processos de salinização diferentes (NETO et al., 2002).

A análise discriminante aplicada aos resultados analíticos dos poços também os separou em dois grupos. Destacando-se a esquerda o grupo dos poços amostrados na bacia do açude Trici (PT), e a direita o grupo de poços amostrados na bacia do açude Favelas (PF), porém a visualização da separação entre os grupos ficou melhor que com a análise de componentes principais (PCA).

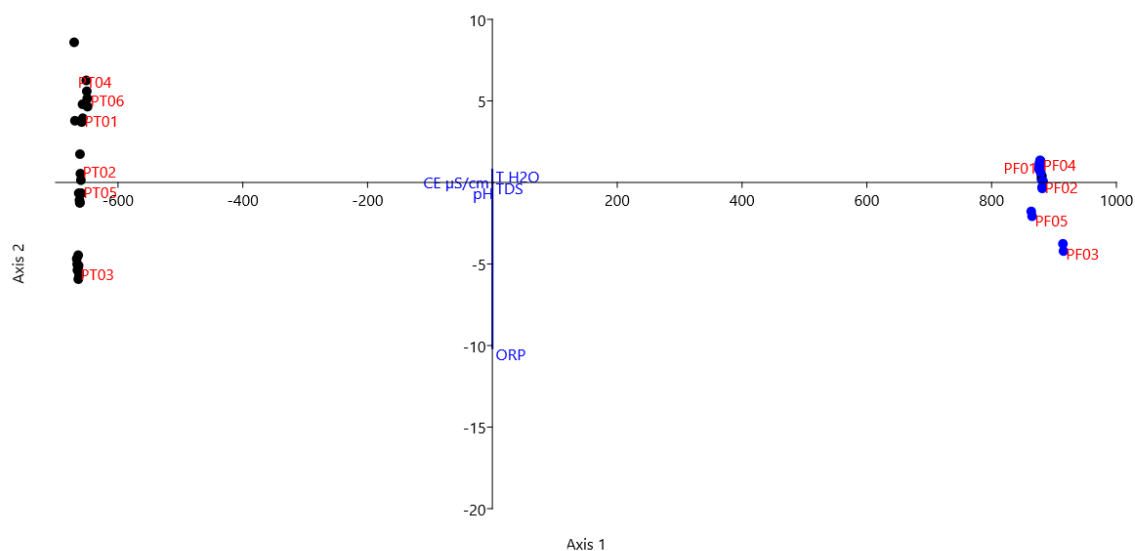


Figura 04. Análise discriminante.

Conforme a tabela 09 na matriz de recobrimentos as amostras dos poços PT01, PT03, PT04 e PT06 da bacia do açude Trici estão bem classificadas. As demais amostras dos poços PT02 e PT05, apesar de uma amostra do PT02 estar classificada como PT01 e 3 do PT05 estarem classificadas como PT02, suas classificações estão coerentes, pois são poços da mesma bacia do açude Trici. As amostras dos poços PF01, PF02, PF03 e PF05 da bacia do açude Favelas estão bem classificadas. Entretanto das 5 amostras do poço PF04 apesar de 3 estarem bem classificadas, outras 2 estão classificadas como PF01. Porém sua classificação está coerente, pois são todos poços da mesma bacia do açude Favelas (Tabela 09).

Poços	PT01	PT02	PT03	PT04	PT05	PT06	PF01	PF02	PF03	PF04	PF05	Total
PT01	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
PT02	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
PT03	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
PT04	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
PT05	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	7
PT06	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
PF01	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6
PF02	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
PF03	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
PF04	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	5
PF05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Total	4	5	9	2	4	4	8	6	2	3	2	49

Tabela 09. Matriz de recobrimentos

5 | CONCLUSÕES

A análise estatística dos dados das duas bacias indica que no açude Favelas as variáveis condutividade elétrica, TDS e pH têm correlação positiva. Já as variáveis condutividade elétrica e ORP têm correlação negativa nas duas bacias. Ao passo que na bacia do açude Trici a correlação da condutividade elétrica com o pH é negativa.

A análise dos momentos de distribuição para a variável condutividade elétrica (CE $\mu\text{S}/\text{cm}$), dos poços monitorados, mostra que as médias dos valores de condutividade obtidas na bacia do açude Favelas, são da ordem de 10 vezes maiores, quando comparados com as médias dos valores da bacia do açude Trici. E a salinidade verificada nos poços do açude Favelas é da ordem de 1,6 a 3,2 vezes maior que os valores observados na bacia do açude Trici. Isso mostra que algumas variáveis comuns às duas bacias estão apresentando comportamentos diferentes. Portanto justificando a possível influência dos diferentes processos de salinização que estão ocorrendo nos dois açudes.

Considerando também a análise estatística multivariada das variáveis TH_2O , CE $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH, ORP e TDS, tanto no açude Favelas como no Trici, verifica-se que elas apresentam comportamentos diferentes, separando-os em dois grupos. Portanto justificando, a influência dos processos de salinização diferenciados que estão ocorrendo nas duas bacias. Acrescente a isso o fato de que o açude Favelas, que foi construído há mais tempo que o açude Trici, havia sangrado uma vez, há 11 anos, porém o açude Trici sangrou duas vezes no período de oito anos, quadro este agravado pela escassez de chuvas na região nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

- CHIERICE, R. A. F., LANDIM, P.M.B. **Variabilidade espacial e temporal de precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu**. UNESP, São Paulo, Geociências, v. 33, n. 1, p.158-172. 2014.
- HAMMER, Ø. PAleontological STatistics Version 3.15. **Reference manual. Natural History Museum**. University of Oslo; 253 p. 2017.
- LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. São Paulo, oficina de textos, 208p. 2011.
- NETO, P. S., ANDRADE, F. C. M., MÖBUS, G., GOMES, L. A. M., SOUZA, N. P. R. **Estudo da salinidade das águas em pequenas bacias hidrográficas**. Secretaria dos recursos hídricos. Fundação Cearense de Meteorologia. Fortaleza, 123p. 2002.
- NITTERS, G., DAVIES, D.R., EPPING, W.J.M. **Discriminant analysis and neural nets: Valuable tools to optimize completion practices**. SPE Drilling 7 Computation, p. 127-133. 1995.

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

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

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-473-3

