

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 4**



Helenton Carlos da Silva

(Organizador)

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

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: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 4 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-668-3 DOI 10.22533/at.ed.683192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 48 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. A importância dos estudos

dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
QUALIDADE DA ÁGUA E PERCEPÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO	
Karina Ribeiro da Silva Maria Hortência Rodrigues Lima Thiago Herbert Santos Oliveira Wendel de Melo Massaranduba Weslei Almeida Santos Antenor de Oliveira Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.6831927091	
CAPÍTULO 2	10
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE CULTIVARES DE CAMARÃO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO	
Gustavo Andrade Araujo Oliveira Igor Santos Silva José Augusto Oliveira Junior Cristiane da Cunha Nascimento Marcos Vinicius Teles Gomes Carlos Alexandre Borges Garcia Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.6831927092	
CAPÍTULO 3	18
ESTIMATIVA DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DA ÁGUA NO SOLO, PEDRINHAS-SE	
Thassio Monteiro Menezes da Silva Frankilin Santos Modesto Camila Conceição dos Santos Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.6831927093	
CAPÍTULO 4	24
SALINIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO CARIRA: UMA AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA USANDO RAZÕES IÔNICAS	
Eveline Leal da Silva Adnivia Santos Costa Monteiro Lucas Cruz Fonseca Lúcia Calumby Barreto Macedo José do Patrocínio Hora Alves	
DOI 10.22533/at.ed.6831927094	
CAPÍTULO 5	31
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO AMORTECIMENTO DE ONDAS EM RESERVATÓRIO DE BARRAGENS	
Adriana Silveira Vieira Germano de Oliveira Mattosinho Geraldo de Freitas Maciel,	
DOI 10.22533/at.ed.6831927095	

CAPÍTULO 6	40
AVALIAÇÃO DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS EM PERNAMBUCO	
Edmilton Queiroz de Sousa Júnior	
Eronildo Luiz da Silva Filho	
José Almir Cirilo	
Luciano Barbosa Lira	
Thaise Suanne Guimarães Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.6831927096	
CAPÍTULO 7	49
PANORAMA DE RISCOS DAS BARRAGENS NO ESTADO DE SERGIPE, NORDESTE DO BRASIL	
Jean Henrique Menezes Nascimento	
Pedro Henrique Carvalho de Azevedo	
Allana Karla Costa Alves	
Lucivaldo de Jesus Teixeira	
Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6831927097	
CAPÍTULO 8	58
OS REFLEXOS DA ATUAL CRISE HÍDRICA NA COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA – CAGEPA: AÇÕES PARA REDUÇÃO DE PERDAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE CAMPINA GRANDE	
Ronaldo Amâncio Meneses	
José Augusto de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6831927098	
CAPÍTULO 9	68
MONITORAMENTO DE SECAS NO NORDESTE DO BRASIL	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.6831927099	
CAPÍTULO 10	77
SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE DIÂMETROS EM ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	
Andréa Monteiro Machado	
Leonardo Pereira Lapa	
Paulo Eduardo Silva Martins	
Nayára Bezerra Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.68319270910	
CAPÍTULO 11	84
DEFINIÇÕES E CONCEITOS RELATIVOS À LMEO E À DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTES COM FUNÇÃO HÍDRICA À LUZ DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
Sandra Regina Afonso	
Márcio Antônio Sousa da Rocha Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.68319270911	

CAPÍTULO 12	94
DINÂMICA DA UMIDADE E SALINIDADE EM VALE ALUVIAL NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO	
Liliane da Cruz Pinheiro Abelardo Antônio Assunção Montenegro Adriana Guedes Magalhães Thayná Alice Brito Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.68319270912	
CAPÍTULO 13	104
URBANIZAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE PAISAGENS HÍDRICAS EM JUIZ DE FORA/ MG – 1883/1893	
Pedro José de Oliveira Machado Flávio Augusto Sousa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.68319270913	
CAPÍTULO 14	116
(IN)SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTESANAL DE ÁGUA DOCE NO BAIXO SÃO FRANCISCO EM SERGIPE/ALAGOAS/BRASIL	
Sergio Silva de Araujo Gregório Guirado Faccioli Antenor de Oliveira Aguiar Netto	
DOI 10.22533/at.ed.68319270914	
CAPÍTULO 15	133
IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DO COMPORTAMENTO DA CLOROFILA-A EM UM SISTEMA ESTUARINO LAGUNAR A PARTIR DE IMAGENS MODIS	
Regina Camara Lins Jean-Michel Martinez David M. L. da Motta Marques José Almir Cirilo Carlos Ruberto Fragoso Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.68319270915	
CAPÍTULO 16	146
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO SUBMETIDO A USOS AGRÍCOLAS DISTINTOS	
Wallace Melo dos Santos Wendel de Melo Massaranduba Dayanara Mendonça Santos Thiago Herbert Santos Oliveira Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas Marcus Aurélio Soares Cruz Maria Isidória Silva Gonzaga	
DOI 10.22533/at.ed.68319270916	

CAPÍTULO 17	157
SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DAS PROPRIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE MICROCRISTAIS DE B-AG ₂ MOO ₄ PARA DEGRADAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS	
<p>Giancarlo da Silva Sousa Francisco Xavier Nobre Edgar Alves Araújo Júnior Marcel Leiner de Sá Jairo dos Santos Trindade Maria Rita de Moraes Chaves Santos José Milton Elias de Matos</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270917	
CAPÍTULO 18	169
UTILIZAÇÃO DE JUNTA TRAVADA COMO ALTERNATIVA EM SUBSTITUIÇÃO A ANCORAGENS CONVENCIONAIS NA ADUTORA DE SERRO AZUL EM PERNAMBUCO, EM PROL DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	
<p>Nyadja Menezes Rodrigues Ramos Glécio Francisco Silva</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270918	
CAPÍTULO 19	179
COMPOSIÇÃO SAZONAL DE JUVENIS DO CAMARÃO-ROSA <i>Farfantepenaeus subtilis</i> (PÉREZ-FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO	
<p>Thayanne Cristine Caetano de Carvalho Alex Ribeiro dos Reis Alvaro José Reis Ramos Antônio Sérgio Silva de Carvalho Glauber David Almeida Palheta Nuno Filipe Alves Correia de Melo</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270919	
CAPÍTULO 20	191
FOTODEGRADAÇÃO DO HERBICIDA ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO (2,4-D) A PARTIR DE NANOESTRUTURAS DE TITÂNIO MODIFICADAS COM ESTANHO	
<p>Ludyane Nascimento Costa José Milton Elias de Matos Aline Aparecida Carvalho França Marcel Leiner de Sá</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270920	
CAPÍTULO 21	202
PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO (<i>Capsicum annum</i> L.) COM ÁGUA CONDENSADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO	
<p>Elvis Pantaleão Ferreira Victorio Birchler Tonini Marcelino Krause Ianke Lillya Mattedi Adrielli Ramos Locatelli Rodrigo Junior Nandorf Pablo Becalli Pacheco</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270921	

CAPÍTULO 22	209
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE METAIS DE ÁGUAS CONTAMINADAS POR UM LIXÃO DESATIVADO EM CRUSTÁCEOS DA ESPÉCIE <i>Aegla jarai</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Vitor Rodolfo Becegato Indianara Fernanda Barcarolli Valter Antonio Becegato Darluci Picolli Flávia Corrêa Ramos Alexandre Tadeu Paulino 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270922	
CAPÍTULO 23	230
CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS E CONCENTRAÇÃO DE FERRO EM ÁREAS RURAIS COM INTENSA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC	
<ul style="list-style-type: none"> Daniely Neckel Rosini Valter Antonio Becegato Pâmela Becali Vilela Amanda Dalalibera Jordana dos Anjos Xavier 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270923	
CAPÍTULO 24	244
DESSALINIZAÇÃO MARINHA E SUAS PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA	
<ul style="list-style-type: none"> Camila Santiago Martins Bernardini Carlos de Araújo Farrapeira Neto Fernando José Araújo da Silva Ingrid Fernandes de Oliveira Alencar Raquel Jucá de Moraes Sales Luciana de Souza Toniolli Leonardo Schramm Feitosa 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270924	
SOBRE O ORGANIZADOR	254
ÍNDICE REMISSIVO	255

DINÂMICA DA UMIDADE E SALINIDADE EM VALE ALUVIAL NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Liliane da Cruz Pinheiro

Doutoranda em Engenharia Agrícola,
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife – PE.

Abelardo Antônio Assunção Montenegro

Professor Titular, Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Recife – PE.

Adriana Guedes Magalhães

Doutora em Engenharia Agrícola, Pesquisadora
Bolsista do Programa de Capacitação Institucional
do Instituto Nacional do Semiárido (INSA),
Campina Grande – PB.

Thayná Alice Brito Almeida

Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE.

RESUMO: A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo. A salinização do solo ocorre frequentemente no semiárido devido às características edafoclimáticas que se encontram no local. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o impacto da presença e ausência da cobertura da mata ciliar sobre a variabilidade espacial da umidade e condutividade elétrica na região semiárida de Pernambuco no município Parnamirim. O estudo foi realizado na Estação de Agricultura Irrigada de Parnamirim (EAIP), Campus Avançado da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado no vale

aluvial do Rio Brígida, afluente do Rio São Francisco, a jusante da Barragem do Fomento, Parnamirim-PE. Foram utilizadas técnicas estatísticas e geoestatística para avaliar o grau de dependência e a variabilidade espacial da umidade e condutividade elétrica. A umidade do solo apresenta-se mais elevada na parcela de Mc, do que na umidade em Sc. A CE apresentou menor valor na parcela de Mc. As variáveis w e CE apresentaram forte dependência espacial, a para ambas as áreas de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Geoestatística, variabilidade, condutividade elétrica.

DYNAMICS OF MOISTURE AND SALINITY IN ALLUVIAL VALLEY IN THE SEMIÁRID PERNAMBUCANO

ABSTRACT: The vegetation has an effect on soil moisture dynamics, both directly and through interaction with other soil factors. Soil salinization occurs frequently in the semiarid due to the soil- climatic characteristics found in the site. The objective of the present study was to evaluate the impact of the presence and absence of riparian forest cover on the spatial variability of moisture and electrical conductivity in the semi - arid region of Pernambuco in the municipality of Parnamirim. The study was carried out at the Parnamirim Irrigated Agriculture Station (EAIP), Advanced Campus of the Federal Rural University of Pernambuco, located in the alluvial valley of the Rio Brígida,

a tributary of the São Francisco River, downstream of the Farming Dam, Parnamirim-PE. Statistical and geostatistical techniques were used to evaluate the degree of dependence and spatial variability of moisture and electrical conductivity. Soil moisture was higher in the Mc plot, than in the Sc. The EC presented lower value in the Mc plot. The variables w and CE presented a strong spatial dependence, for both study areas. **KEYWORDS:** Geostatistical, variability, electrical conductivity.

1 | INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Brasil há ainda uma carência de informação da dinâmica de água no solo sob diferentes condições de cobertura. Embora a caatinga seja o único bioma natural brasileiro com limites restritos ao território nacional, restrita atenção tem sido concedida à conservação da diversificada paisagem da Caatinga (BEZERRA *et al.*, 2013). O Semiárido pernambucano apresenta cenário frequente de seca, distribuição irregular de chuvas e pobreza rural.

A vegetação afeta significativamente a dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo (BARONI *et al.*, 2013). Montenegro e Ragab (2010) observaram que a substituição da vegetação nativa do tipo Caatinga pelo cultivo de mamona, embora proporcionando aumento na recarga dos aquíferos e nas vazões, principalmente devido à redução da interceptação e evapotranspiração, poderia trazer sérios danos ambientais.

A salinidade é um problema que afeta o rendimento agrícola, reduzindo a produtividade das culturas não tolerantes aos excessos de sais, ocorrendo nessa região de estudo devido às características edafoclimáticas, além dos manejos de irrigação inadequados e drenagem deficitária. Diversos estudos têm sido realizados para avaliar a condutividade elétrica em solos aluviais. Montenegro *et al.* (2010) avaliaram a salinidade aparente do solo e sua variabilidade utilizando dispositivo de indução eletromagnética, particularmente no eixo principal de um vale aluvial, tendo constatado uma elevada variabilidade espacial.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o impacto da presença e ausência da cobertura da mata ciliar sobre a variabilidade espacial da umidade e condutividade elétrica na região semiárida de Pernambuco no município Parnamirim.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação de Agricultura Irrigada de Parnamirim (EAIP), Campus Avançado da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado no vale aluvial do Rio Brígida, afluente do Rio São Francisco, a jusante da Barragem do Fomento, situado no município de Parnamirim, mesorregião sertão de Pernambuco

(Figura 1).

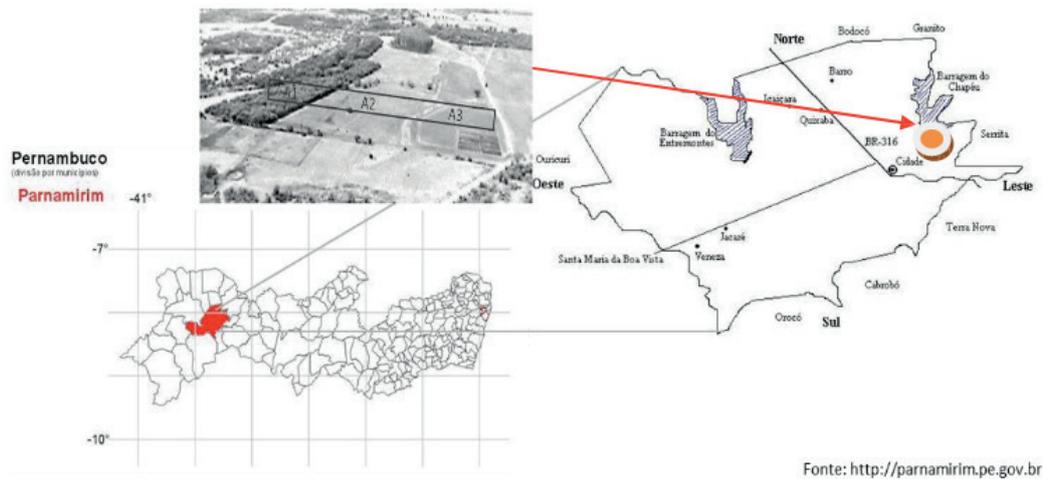


Figura 1. Mapa do Estado de Pernambuco, com a localização do município de Parnamirim, dos reservatórios de Entremontes e Chapéu, e da Unidade da UFRPE. A Moringa foi implantada na área A3.

A região possui clima tropical semiárido BShW, com precipitação pluviométrica acumulada média de 543,6 mm em 2017 (APAC, 2017), com período chuvoso iniciando em novembro, e com término em abril. A temperatura média anual é de 26,0 °C. Está inserida no bioma a Caatinga, com solo predominante Argiloso/ pedregoso, pouco fértil, e com risco de salinização.

Foram selecionadas duas áreas, uma sob cobertura de mata ciliar (Mc) e outra sem cobertura (Sc). Em cada área, foram coletadas 36 amostras de solo deformado na camada de 0,0-0,20 m. As amostragens de solo Sc e Mc foram efetuadas em um grid regular de 3x3 m entre os pontos (Figura 2).

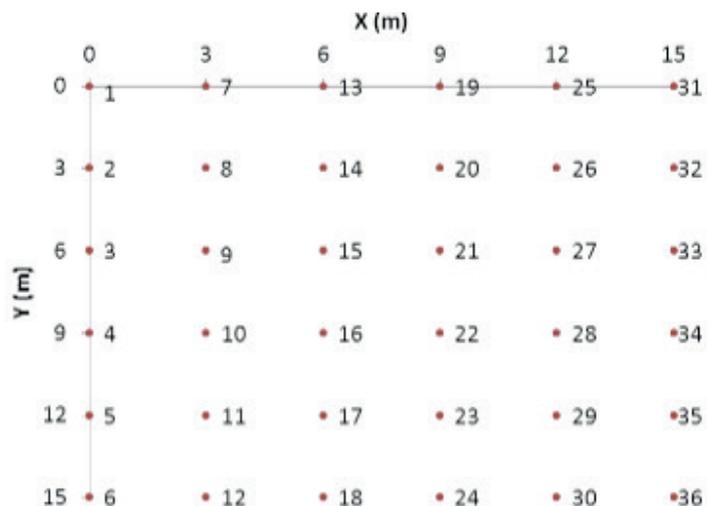


Figura 2. Esquema de amostragem para as áreas de Mata Ciliar (Mc) e Sem cobertura (Sc)

As análises de solo foram realizadas segundo a Embrapa (2011). A densidade do solo (DS) foi determinada pela relação entre o peso do solo secado em estufa e o

volume do anel usado no amostrador de Uhland. A umidade gravimétrica (w) foi obtida pela relação entre a massa de água existente no solo e a massa seca (EMBRAPA, 2011).

Determinou-se a granulometria através do método do densímetro de Boyoucos e a determinação da condutividade elétrica (CE) foi realizada através do método da pasta saturada, conforme Richards (1954) e EMBRAPA (2011).

A variável w e CE foram analisadas por meio de estatística descritiva, obtendo-se os valores da média, mediana, coeficiente de variação, valores de mínimo e máximo, assimetria, curtose e desvio padrão utilizando-se o software Statistica (STATSOFT, 2004). A dispersão e a distribuição das variáveis foram analisadas através de teste de normalidade de Kolmogorov Smirnov (KS), ao nível de 5% de probabilidade.

O grau de variação ou dispersão dos dados foi estimado pelo coeficiente de variação (CV), e classificado conforme descrito em Warrick e Nielsen (1980), que classificam como baixa variabilidade o $CV < 12\%$; média para o intervalo 12-60% e alta variabilidade quando $CV > 60\%$.

A dependência espacial da variável w foi avaliada por meio de ajuste de semivariograma (VIEIRA, 2000), com base na pressuposição de estacionaridade da hipótese intrínseca, estimada por:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

em que $N(h)$ é o número de pares dos valores medidos $Z(x_i)$, $Z(x_i+h)$, separados por um vetor h .

Após a verificação de possíveis tendências espaciais nos dados, as semivariâncias experimentais foram estimadas utilizando-se o programa Geoeas (ENGLUND; SPARKS, 1991) e GS+ para gerar os semivariogramas e para a escolha do melhor modelo ajustado, entre os modelos exponencial, gaussiano e esférico.

A análise do GDE (Grau de Dependência Espacial) foi realizada segundo Cambardella et al. (1994), que preconiza a proporção em porcentagem do efeito pepita (C_0) em relação ao patamar (C_0+C_1) e apresenta: (a) dependência forte $< 25\%$; (b) dependência moderada entre 25 e 75% e (c) dependência fraca $> 75\%$.

Os mapas de isolinhas foram gerados com o software Surfer 7.0 (Golden Software, 1999), apresentando a distribuição espacial da umidade e porosidade nas respectivas áreas de estudo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo das áreas é classificado como de textura Argilo siltoso (Tabela 1), conforme o triângulo americano de classificação textural utilizado pelo United States Department of Agriculture, após adaptações feitas pelo Centro Nacional de Pesquisas

de Solos (CNPS) - Embrapa e a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (LEMOS & SANTOS, 1996). A densidade do solo em Santos *et al.* (2012) encontrava-se entre as medidas observadas na área de estudo.

	Solo Descoberto 0,0-0,20m	Mata Ciliar 0,0-0,20m
Areia	155,93	289,96
Argila	268,73	239,15
Silte	575,33	471,29
DS	1,51	1,59

Tabela 1. Caracterização física um vale aluvial do Município de Parnamirim-PE. Argila, Areia e Silte, em g/kg; Densidade do solo (DS), em g/cm³.

A análise com as estatísticas descritivas da umidade (w) e condutividade elétrica (CE) solo nas condições mata ciliar (Mc) e sem cobertura (Sc) é apresentada na Tabela 2. Os valores da média e mediana, para todas as variáveis, são discrepantes, indicando distribuições não simétricas, que se caracterizou por apresentar uma grande quantidade de valores baixos, e alguns valores altos proporcionando a diferença entre a média e a mediana. Já a w da mata ciliar apresenta assimetria próximo à zero. Com base na classificação proposta por Warrick e Nielsen (1980), os parâmetros estatísticos apresentaram variabilidade média.

	Sc		Mc	
	W (%)	CE (dS/m)	W (%)	CE (dS/m)
Média	4,85	3,04	5,34	2,18
Mediana	4,00	2,81	5,79	2,21
Assimetria	1,31	1,00	0,22	0,77
Mínimo	1,36	0,89	0,13	0,48
Máximo	11,61	7,24	12,58	5,48
Desvpad	2,68	1,50	3,08	1,23
KS (5%)	0,23	0,23	0,23	0,23
CV	55,21	49,27	57,71	56,70

Tabela 2. Estatística descritiva de aluvião no Município de Parnamirim-PE.

*CV=Coeficiente de Variação, KS=Kolmogorov Smirnov, Desvpad=Desvio padrão, W=Umidade, CE=Condutividade Elétrica.

O box plot da w exibe maior manutenção de água na parcela de Mc, com maior variabilidade dos dados de 2,0 a 7,5% ao passo que a w em Sc apresentou uma distribuição menor (Figura 3). A w da pesquisa de Medeiros *et al.* (2017), em análise em área semiárida, foi de 7% na camada 0,0-0,20 m, em período seco. Silva *et al.* (2015) modelaram a dinâmica de umidade do solo, observando que condição de cobertura natural apresentou valores de umidade levemente

superiores à condição de solo descoberto na maior parte do período. O box plot para condutividade elétrica apresenta ocorrência de menores valores na parcela de Mc, com menor variabilidade dos dados de 1,0 a 3,5%, ao passo que a CE em Sc apresentou uma distribuição com predominância de valores mais elevados.

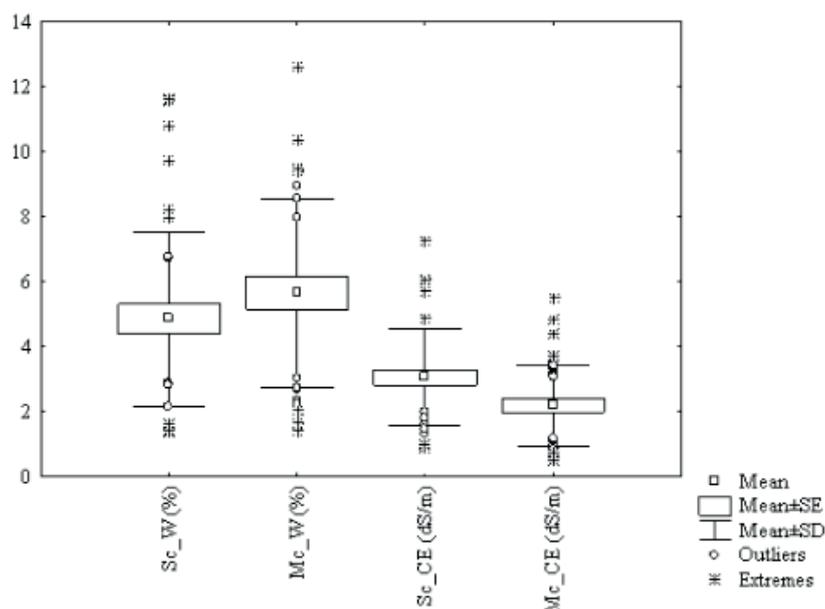


Figura 3. Umidade (%) e Condutividade elétrica (dS/m) em área de Aluvial do Município de Pesqueira sob mata ciliar (Mc) e sem cobertura (Sc).

Os semivariogramas experimentais foram construídos e ajustados aos diferentes modelos. As variáveis, os modelos ajustados e os parâmetros dos modelos são apresentados na Tabela 3. Os modelos que melhor se ajustaram aos dados da w em Mc e Sc foram exponenciais, ao passo que CE se ajustou ao modelo esférico. O modelo tipo esférico é apontado como o de melhor ajuste para os parâmetros do solo (SIQUEIRA, 2009). Rodrigues *et al* (2017) avaliaram a variabilidade espacial da umidade e da textura do solo e encontraram modelo de semivariograma exponencial para todas as variáveis analisadas como tendo o melhor ajuste. Bhunia *et al* (2018) estudaram a distribuição espacial das propriedades do solo usando técnicas geoestatísticas, e encontraram modelo teórico ótimo exponencial para a condutividade elétrica do solo.

	Sc		Mc	
	CE	W	CE	W
C0	0,1150	0,0500	0,0180	0,0540
C0+C	0,9904	7,1440	1,1530	8,2100
a	5,6	5,97	5,13	4,68
Modelo	Esférico	Exponencial	Esférico	Exponencial
GDE (%)	11,61	0,70	1,56	0,66
Parâmetros de validação cruzada				
Média	-0,27	-0,023	0,019	-0,012

DP	0,91	1,2	1,3	1,2
R ²	0,92	0,13	0,77	0,75
Var	0,99042	7,16544	1,15273	8,20715

Tabela 3. Parâmetros dos modelos de semivariograma, grau de dependência espacial (GDE), erro médio reduzido (Média) e desvio padrão do erro reduzido (DP).

C0: Efeito pepita; C1: Patamar; a: Alcance; GDE: Graude de dependência espacial; DV: Desvio padrão; R²: Ajuste do semivariograma; Var: Variância.

Os resultados da análise geoestatística mostraram que os valores das variáveis *w* e CE apresentaram forte dependência espacial, conforme descrito por Cambardella *et al.* (1994) (Tabela 3). Os semivariogramas experimentais mostraram a existência de uma estrutura de dependência espacial, a qual foi descrita por modelos esféricos e exponencial (Figuras 4), comprovado pela técnica da validação cruzada por apresentar o desvio padrão (DP) próximo a unidade e a média dos desvios próximo a zero (Tabela 3).

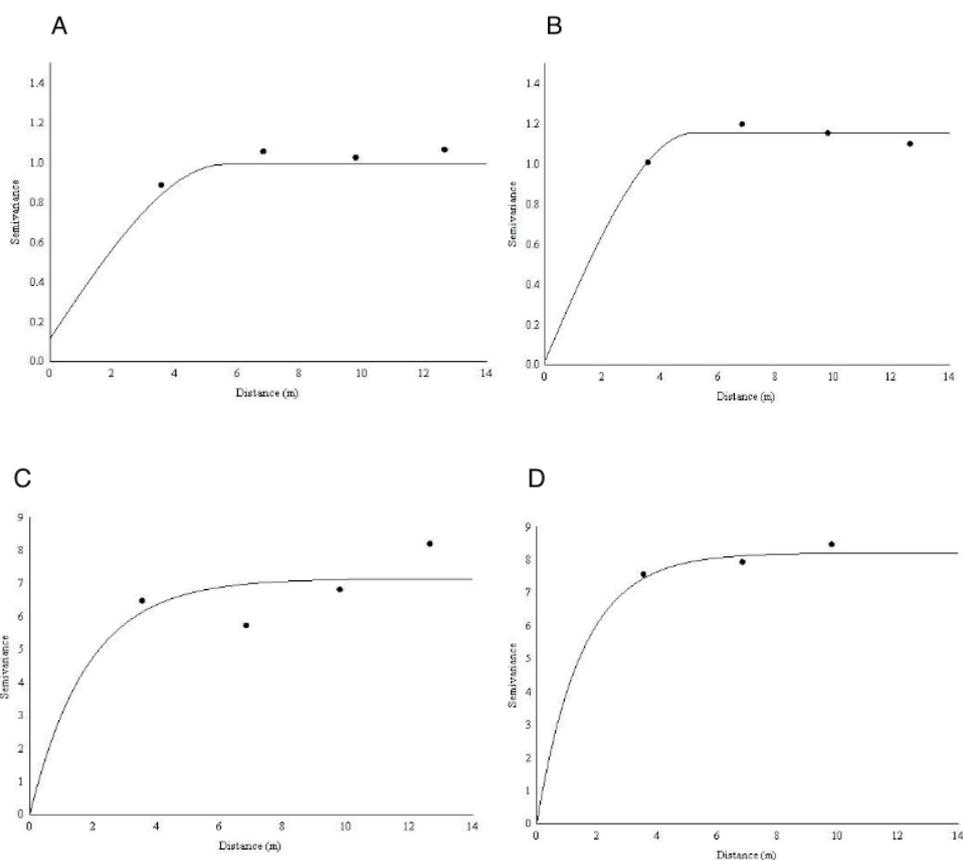


Figura 4. Semivariograma da condutividade elétrica(CE) delimitado pela respectiva média na condição Sc (A) e Mc (B). Semivariograma da umidade (*w*) delimitado pela respectiva média na condição Sc (C) e Mc (D).

Para melhor visualização da distribuição espacial dos valores da umidade e condutividade elétrica, foram gerados mapas de isolinhas, que estão apresentados na Figura 5. Os mapas foram ajustados com a mesma escala, e a tonalidade mais escura de cada mapa indica maiores valores de *w* e CE em cada área. Nota-se que

na Mc que o teor CE possui faixa com valores <1 dS/m e maior teor de umidade. Além disso, por ambas variáveis, percebe-se que na condição sem cobertura, os maiores percentuais estão abaixo dos menores percentuais da condição mata nativa, o que torna importante a cobertura do solo para manutenção da umidade e convivência com a seca (SANTOS *et al.*, 2011; BORGES *et al.*, 2014).

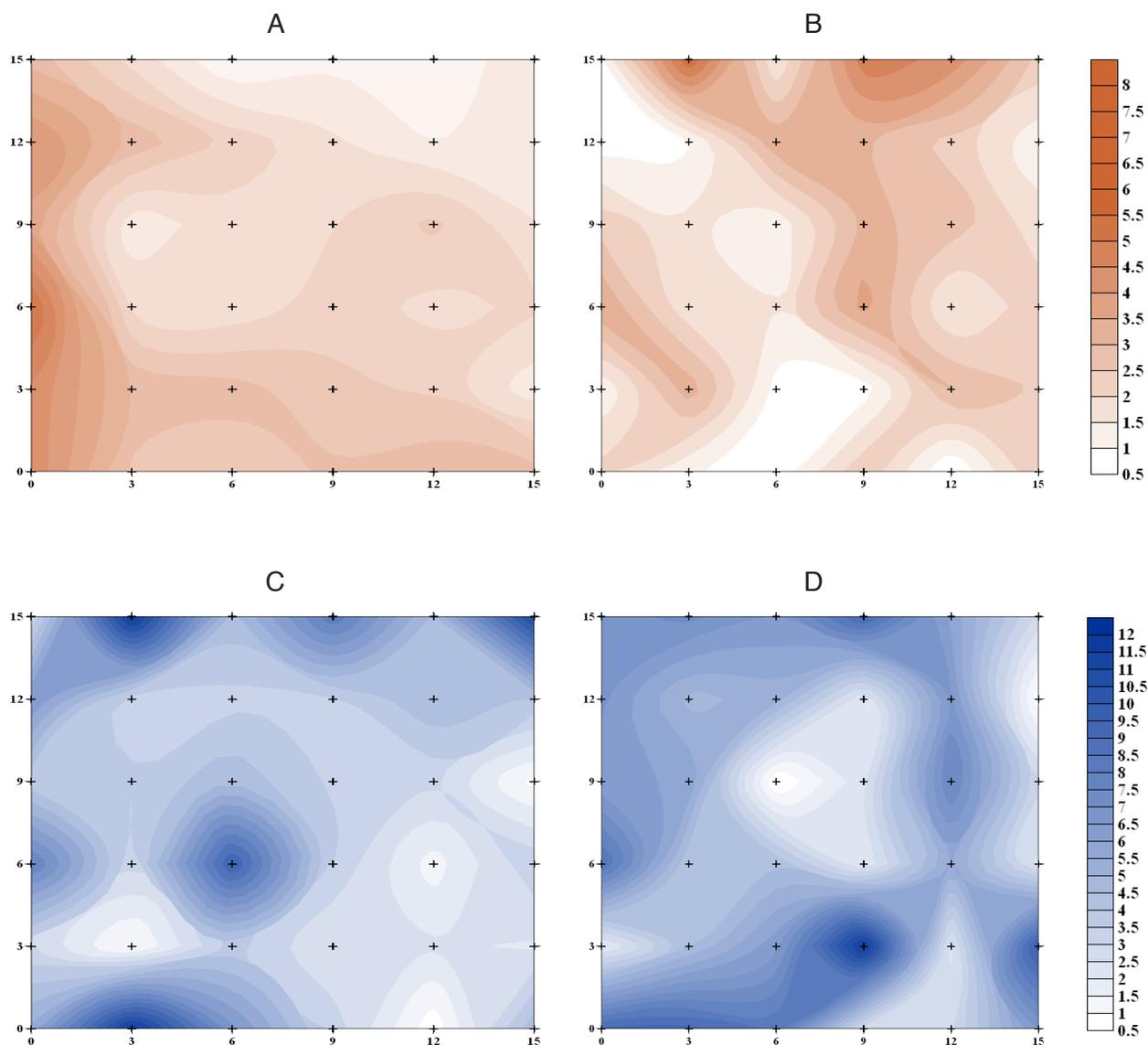


Figura 5. Mapa de isolinhas da condutividade elétrica delimitado pela respectiva média na condição Sc (A) e Mc (B). Mapa de isolinhas da umidade delimitado pela respectiva média na condição Sc (C) e Mc (D).

O mapeamento da área permite orientar um manejo agrícola adequado e de precisão nas áreas com solo sem cobertura, com aplicação racional de insumos, diminuindo assim os custos de produção e minimizando os impactos sobre o ambiente, e a importância de manter a cobertura nativa do local.

4 | CONCLUSÕES

✓ O modelo esférico e exponencial foram os que melhor representaram a depen-

dência espacial para a CE para Sc e Mc, respectivamente. Para a w, o modelo que melhor representou a dependência espacial foi o exponencial, para as duas áreas.

- ✓ As variáveis w e CE apresentaram forte dependência espacial, para ambas as áreas de estudo.
- ✓ A mata ciliar, apesar de sua evapotranspiração, promoveu a conservação de água e contribuiu para reduzir a salinidade do solo.
- ✓ A geoestatística foi uma ferramenta capaz de identificar a variabilidade e dependência espacial das variáveis estudada, sendo importante seu uso em ciências agrárias.

5 | AGRADECIMENTOS

À FINEP, FACEPE e ao CNPq, por todo apoio para o desenvolvimento da pesquisa. Especial agradecimento ao Coordenador da Unidade Eurico Lustosa, e ao técnico Edson Abrantes.

REFERÊNCIAS

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMAS. 2017. **Climatologia de Precipitação**. Recife, 2017. Boletim Pluviométrico.

BHUNIA, G. S.; SHIT, P. K.; CHATTOPADHYAY, R. 2018. **Assessment of spatial variability of soil properties using geostatistical approach of lateritic soil (West Bengal, India)**. Annals of Agrarian Science.

BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B. B. DA; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F. **Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.1, p.73-84, 2014.

BARONI, G.; ORTUANI, B.; FACCHI, A.; GANDOLFI, C. **The role of vegetation and soil properties on the spatio-temporal variability of the surface soil moisture in a maize-cropped field**. Journal of Hydrology, Elsevier, v. 489, n. 1, p. 148–159, 2013.

BORGES, T. K. D.; MONTENEGRO, A. A. D.; SANTOS, T. E. M.; SILVA, D.D.; SILVA, V.D.P.E. **Effect of conservation practices on soil moisture and maize (Zea mays L.) cropping in the semi-arid northeast of Brazil**. Revista Brasileira de C. do Solo, v. 38, n. 6, p. 1862–1873. 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, p.212, 2011.

ENGLUND, E.; SPARKS, A. **GeoEAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) Las Vegas: U. S. Environmental Protection Agency**. 1991.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer 7.0 - **user's guide**. New York: Golden Software, 619p,1999.

- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. Ed. Campinas, 83p, 1996.
- MEDEIROS, E. V.; DUDA, G. P.; SANTOS, L. A. R.; LIMA, J. R. S.; ALMEIDA-CORTÊZ, J. S.; HAMMECKER, C.; LARDY, L.; COURNA, L. **Soil organic carbon, microbial biomass and enzyme activities responses to natural regeneration in a tropical dry region in Northeast Brazil**. *Catena*, v. 151, p. 137–146, 2017.
- MONTENEGRO, A. A. A.; RAGAB, R. **Hydrological response of a Brazilian semi-arid catchment to different land use and climate change scenarios: a modelling study**. *Hydrological Processes*, v. 24, n. 19, p. 2705-2723, 2010.
- MONTENEGRO, A. A. A.; COSTA NETTO, M. L.; MONTENEGRO, S. M. G.; SILVA, E. F. F.; FONTES JÚNIOR, R. V. P. **Avaliação da salinidade de Neossolo usando-se dispositivo de indução eletromagnética..** R. Bras. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.14. n.6. p.608–617, 2010.
- RODRIGUES, R. A. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, D. P.; MAGALHÃES, A. G.; FONTES JÚNIOR, R. V. P. **Variabilidade espacial da umidade e das frações granulométricas do solo em um plantio de bananeiras irrigado no semiárido Pernambucano**. *Conex. Ciencia e Tecnologia. Fortaleza/CE*, v. 11, n. 3, p. 134 – 143, 2017.
- SANTOS, J. C. B.; SOUZA JÚNIOR, V. S. ; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R. ; ALMEIDA, M. C.; BORGES L. E. P. **Caracterização de neossolos regolíticos da região semiárida do estado de Pernambuco**. *Revista Brasileira. Ciência do solo*, 36:683-695, 2012.
- SANTOS, T.E.M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, D. D. **Soil moisture in Pernambuco semiarid using time domain reflectometry (TDR)**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* , v.15, p. 670–679, 2011.
- SILVA, J. R. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTEIRO, A. L. N.; SILVA JUNIOR, V. P. **Modelagem da dinâmica de umidade do solo em diferentes condições de cobertura no semiárido pernambucano**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 10, n. 2, p. 293-303, 2015.
- SIQUEIRA, G. M., DAFONTE, J., & PAZ GONZÁLEZ, A. **Estimación de la textura y contenido de agua en el suelo a partir de datos de conductividad eléctrica utilizando geoestadística multivariante**. *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo*, n.9, p.228-235, 2009.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of soil physical properties in the field**. In: Hillel. D. (ed.). *Application of soil physics*. New York: Academic Press. p.319-324, 1980.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento-Público 1
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético 191, 193, 199
Água superficial 10, 135
Atenuação de energia 31
Atividade enzimática 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Atributos Físicos 48, 146

B

Bacia hidrográfica 25, 26, 53, 59, 60, 61, 67, 85, 90, 116, 117, 118, 119, 124, 130, 148, 241, 242
Band GAP 157, 158, 163, 164
Barragem subterrânea 40, 41, 42, 43, 47, 48

C

Camarão Peneídeo Estuarino 179
Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17
Catalase 209, 210, 212, 215, 227, 228, 229
Categoria de risco 49, 52, 55, 56
Concentração de Fe 230
Condutividade elétrica 1, 2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 26, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 204, 205, 234, 236, 240
Condutividade hidráulica 18, 21, 44, 48, 146, 147, 149, 152, 154
Crescimento de Camarão-Rosa 179

D

Dano potencial associado 49, 52, 54, 55, 56
Dejetos de animais 230
Dessalinização 244, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253
Diagrama de gibbs 24, 27
Dimensionamento 77, 78, 79, 81, 83, 178

E

Erodibilidade 18, 22
Estação elevatória 62, 77, 78, 79, 80, 83
Estanho 191, 192, 193, 195, 199
Estatística multivariada 133
Eutrofização 133
Evaporação 24, 25, 27, 28, 29, 41, 42, 245, 247

F

Forma de batata 158
Fotocatálise 164, 191, 192, 199
Fotodegradação 158, 160, 164, 191, 194

G

Geoestatística 94
Geografia histórica 104
Gestão ambiental 31, 203, 208
Glutathione S-transferase 209, 210, 215

H

Hidrogeoquímica 24, 29

I

Índice de sustentabilidade 116, 117, 119, 121, 122, 125, 126, 129, 131
Índices de secas 68, 70
Infiltração de água no solo 18, 19, 146, 147, 149, 152, 156

M

Metais tóxicos 209, 210, 231
Modelos bio-ópticos 133

N

Nordeste do Brasil 25, 29, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 68, 69, 70, 117, 135, 188

P

Paisagens hídricas 104, 105, 106, 109
Pescados 116, 119, 121, 123, 126, 127, 128, 129
Plano de ação de emergência 49, 55
Polígono antropogênico 116, 117, 123
Potabilidade 1, 4, 8
Potencial matricial 19, 146, 148
Python 77, 78

Q

Qualidade da água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 29, 43, 45, 90, 134, 230, 234, 235, 241, 242, 243

R

Rede de arrasto não motorizado 179
Rompimento 49, 50, 54, 57, 63, 195

S

Secas 41, 59, 60, 68, 69, 70, 71, 72, 142

Semiárido 29, 40, 41, 42, 48, 51, 69, 75, 91, 93, 94, 95, 96, 103, 169, 208, 244, 245, 246, 251, 253

Software 77, 78, 79, 81, 82, 83, 97, 102, 106, 149, 150, 154, 156, 216

Sustentabilidade municipal 116, 130

Swan 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39

T

Tecnologia ambiental 48, 244

Tecnologias apropriadas 40

U

Urbanização 85, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 115, 170

V

Variabilidade 12, 13, 14, 15, 69, 75, 91, 94, 95, 97, 98, 99, 102, 103, 133, 134, 137, 138, 140, 141, 142, 155, 211

Vegetação 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 51, 86, 87, 90, 92, 93, 94, 95, 236

Velocidade de infiltração básica 18, 19, 20, 21, 22, 23, 146, 148, 152

VIB 18, 19, 20, 21, 146, 152

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-668-3

