

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 3**



Atena
Editora
Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

**Gestão de Recursos Hídricos e
Sustentabilidade**
3

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 3 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-667-6 DOI 10.22533/at.ed.676192709 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 50 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
ADEQUAÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS PARA A CIDADE DE CARUARU-PE BASEADA NA MÉDIA DE PRECIPITAÇÕES CHUVOSAS	
José Floro de Arruda Neto Armando Dias Duarte Íalysson da Silva Medeiros Gustavo José de Araújo Aguiar Gilson Lima da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6761927091	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHO DE AR CONDICIONADO VISANDO O SEU REAPROVEITAMENTO	
Ideana Machado de Carvalho Ideane Machado Teixeira de Sousa André Luiz da Silva Santiago Elisabeth Laura Alves de Lima Valderice Pereira Alves Baydum	
DOI 10.22533/at.ed.6761927092	
CAPÍTULO 3	17
ESTUDO DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES NO ESTADO DO PIAUÍ	
Mariana Fontenele Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927093	
CAPÍTULO 4	24
PROJETO DE SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA CINZA DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS	
Daniel Kiyomasa Nakadomari Deividi Lucas Paviani Osmar Amaro Rosado William Freitas Petrangelo Camila Brandão Nogueira Borges Camila Fernanda de Paula Oliveira Paulo Sergio Germano Carvalho Daniel Lyra Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.6761927094	
CAPÍTULO 5	34
QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA DESPERDIÇADO NOS BEBEDOUROS DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS ARACAJU	
Rafaella Santos Coutinho Zacarias Caetano Vieira Carina Siqueira de Souza Carlos Gomes da Silva Júnior Daniel Luiz Santos Any Caroliny Dantas Santos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927095	

CAPÍTULO 6	39
DEMANDA ESPECÍFICA DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: VERIFICAÇÃO DE SUPERESTIMAÇÃO DE VALORES UTILIZADOS NO MEIO TÉCNICO PARA DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - ESTUDO DE CASO	
<p>Marcelo Coelho Lanza Maria da Glória Braz</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927096	
CAPÍTULO 7	51
ANÁLISE ENTRE VAZÃO DE PROJETO E VAZÃO DE OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	
<p>Angelis Carvalho Menezes Michelli Ferreira de Oliveira Luciana Coêlho Mendonça</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927097	
CAPÍTULO 8	61
ANÁLISE DAS SOBREPRESSÕES E SUBPRESSÕES NA ADUTORA DO POXIM, PROPONDO DISPOSITIVOS ALTERNATIVOS DE MANUTENÇÃO DO GOLPE DE ARIETE	
<p>Abraão Martins do Nascimento Keila Giordany Sousa Santana Paulo Eduardo Silva Martins Nayara Bezerra Carvalho</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927098	
CAPÍTULO 9	68
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN E ÁGUAS ALTERNATIVAS DE ALMINO AFONSO-RN EM SEUS MÚLTIPLOS USOS	
<p>Clélio Rodrigo Paiva Rafael Larissa Janyele Cunha Miranda Rokátia Lorrany Nogueira Marinho Renata de Oliveira Marinho Antonio Ferreira Neto Mônica Monalisa Souza Valdevino Lígia Raquel Rodrigues Santos</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927099	
CAPÍTULO 10	77
ÁREAS PRESERVADAS E QUALIDADE DA ÁGUA: A INFLUÊNCIA DA REMONTA NO RIBEIRÃO DAS ROSAS – JUIZ DE FORA/MG	
<p>Geisa Dias Gaio Pedro José de Oliveira Machado</p>	
DOI 10.22533/at.ed.67619270910	
CAPÍTULO 11	89
CONTRIBUIÇÃO DA GEOFÍSICA PARA A HIDROGEOLOGIA DA APA GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS	
<p>Giancarlo Lastoria</p>	

Guilherme Henrique Cavazzana
Andresa Oliva
Sandra Garcia Gabas
Chang Hung Kiang

DOI 10.22533/at.ed.67619270911

CAPÍTULO 12 96

ESPACIALIZAÇÃO POR INTERPOLADOR KERNEL DA POTENCIALIDADE DE
ARMAZENAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO LESTE DO ESTADO
DE SERGIPE

Kisley Santos Oliveira
Thais Luiza dos Santos
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.67619270912

CAPÍTULO 13 107

INUNDAÇÕES E USOS DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA,
RESENDE/RJ

Angel Loo
Pedro José de Oliveira Machado

DOI 10.22533/at.ed.67619270913

CAPÍTULO 14 120

ANÁLISE HIDROMORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIACHO DO SERTÃO NA
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO TRAIPIU – AL

Luana Kívia Lima de Paiva
Lucas Araújo Rodrigues da Silva
Thiago Alberto da Silva Pereira

DOI 10.22533/at.ed.67619270914

CAPÍTULO 15 127

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO
METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ

Ana Beatriz Nunes Oliveira
Diego Arrais Rolim Andrade de Alencar
Edson Paulino de Alcântara
Thamires Figueira da Penha Lima Gonçalves
Sávio de Brito Fontenele

DOI 10.22533/at.ed.67619270915

CAPÍTULO 16 139

APLICAÇÃO DA FLUORESCÊNCIA MOLECULAR E REDE NEURAL DE KOHONEN
PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA
PRESENTE NOS RIOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SERGIPE E
SÃO FRANCISCO

Adnivia Santos Costa Monteiro
Erik Sartori Jeunon Gontijo
Igor Santos Silva
Carlos Alexandre Borges Garcia
José do Patrocínio Hora Alves

DOI 10.22533/at.ed.67619270916

CAPÍTULO 17	150
MÉTODO GEOELÉTRICO - POTENCIAL INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO DA GESTÃO DO SOLO E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS: ESTUDOS DE CASO, ALAGOINHAS, BAHIA	
Rogério de Jesus Porciúncula Olivar Antônio Lima de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.67619270917	
CAPÍTULO 18	162
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DE CASO EM ABATEDOURO DE BOVINOS	
Isabel Cristina Lopes Dias Antonio Carlos Leal de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270918	
CAPÍTULO 19	173
A OCORRÊNCIA NATURAL DE NÍQUEL E CROMO (III) EM ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS COMPLEXOS ULTRABÁSICOS E ALCALINOS, O EXEMPLO DE JACUPIRANGA	
Augusto Nobre Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.67619270919	
CAPÍTULO 20	182
OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A GEOTECNOLOGIA	
Marcela Almeida Alves Marcos Rodrigues Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270920	
CAPÍTULO 21	197
AVALIAÇÃO DO AQUÍFERO LIVRE DA ZONA NORTE DO MUNICÍPIO DE ARACAJU-SERGIPE ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE METAIS E BTEX	
Carlos Alexandre Borges Garcia Nathália Krissi Novaes Oliveira Helenice Leite Garcia Ranyere Lucena de Souza Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270921	
CAPÍTULO 22	207
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SEGUNDO PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS DO DISTRITO DE MARACAJÁ EM NOVO REPARTIMENTO-PA	
Agnes da Silva Araújo Lucas Nunes Franco Davi Edson Sales e Souza Raisa Rodrigues Neves Vanessa Conceição dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.67619270922	

CAPÍTULO 23	217
INFLUÊNCIA DE CEMITÉRIO EM PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	
Fernando Ernesto Ucker Maria Clara Veloso Soares Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270923	
CAPÍTULO 24	229
O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONTEXTO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO: CASO DE ESTUDO EM UM MUNICÍPIO RIBEIRINHO E EM UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO PIAUÍ	
Bruna Peres Battemarco Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira Osvaldo Moura Rezende Ana Caroline Pitzer Jacob Matheus Martins De Sousa Luiza Batista De França Ribeiro Paulo Canedo de Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.67619270924	
CAPÍTULO 25	243
ANÁLISE QUANTITATIVA DA VEGETAÇÃO CILIAR DO CÓRREGO BOA ESPERANÇA E DO RIO MUQUI DO NORTE - TRECHO URBANO DO MUNICÍPIO DE MUQUI (ES)	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Vinicius Rocha Leite Gabriel Adão Zechini da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.67619270925	
CAPÍTULO 26	255
AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UMA BACIA CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE	
Valdeci Antônio de Oliveira Daniela Maimoni de Figueiredo Simoni Maria Loverde Oliveira Ibraim Fantin-Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.67619270926	
SOBRE O ORGANIZADOR	275
ÍNDICE REMISSIVO	276

ESPACIALIZAÇÃO POR INTERPOLADOR KERNEL DA POTENCIALIDADE DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO LESTE DO ESTADO DE SERGIPE

Kisley Santos Oliveira

Departamento de Engenharia Ambiental, UFS
Aracaju – Sergipe

Thais Luiza dos Santos

Departamento de Engenharia Ambiental, UFS
Aracaju – Sergipe

Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

Programa de Pós-Graduação em Geociência e
Análise de Bacias e Departamento de Engenharia
Ambiental, UFS
Aracaju – Sergipe

RESUMO: O Estado de Sergipe, com relação às águas subterrâneas, pode ser dividido em duas grandes províncias hidrogeológicas: granular e fissural. Na Província Granular, a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos estão cada vez mais comprometidas, devido à intensa e irregular exploração nos aquíferos do Grupo Barreiras e Coberturas Quaternárias. Faz-se necessário, portanto, o conhecimento da capacidade de armazenamento desses aquíferos. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi espacializar a potencialidade e inferir a ocorrência de aquífero misto (granular e fissural) na Região Leste Sergipana. Os procedimentos técnicos empregados foram a extração e análise das lineações de drenagem e relevo e a espacialização da densidade das lineações pelo interpolador Kernel. Os

resultados obtidos foram três classes de densidade de lineações que representam a potencialidade do armazenamento das águas subterrâneas. Concluiu-se que as maiores concentrações da densidade de lineações localizam-se à montante nos arenitos do Grupo Barreiras, destacando as bacias hidrográficas dos rios Vaza Barris, Sergipe e Japarutuba. Estas áreas podem apresentar comportamento hidrogeológico controlado simultaneamente por porosidades granular e fissural, decorrentes da gênese sedimentar e atividade neotectônica.

PALAVRAS-CHAVE: Lineações, Neotectônica, Aquífero Misto.

SPACING BY KERNEL INTERPOLATOR OF THE POTENTIALITY OF UNDERGROUND WATER STORAGE IN THE EAST REGION OF THE STATE OF SERGIPE

ABSTRACT: The State of Sergipe, with respect to groundwater, can be divided into two major hydrogeological provinces: granular and fissural. In the Granular Province, the quality and availability of water resources are increasingly compromised, due to the intense and irregular exploitation in the aquifers of the Barreiras Group and Quaternary Coverage. It is therefore necessary to know the storage capacity of these aquifers. Thus, the objective of the work was to spatialize the potentiality and infer the occurrence of mixed aquifer (granular and fissural) in the Eastern Region of Sergipana.

The technical procedures used were the extraction and analysis of the drainage and relief lineations and the spatialisation of the density of the lineations through the Kernel interpolator. The results obtained were three classes of density of lineations that represent the potential of groundwater storage. It was concluded that the highest concentrations of density of the lineations are located upstream in the Barreiras Group sandstones, mainly the hydrographic basins of the Vaza Barris, Sergipe and Japaratuba rivers. These areas may have hydrogeological behavior controlled simultaneously by granular and fissural porosities, due to sedimentary genesis and neotectonic activity.

KEYWORDS: Lineations, Neotectonics, Mixed Aquifer.

1 | INTRODUÇÃO

As províncias hidrogeológicas do estado de Sergipe são constituídas principalmente por aquíferos fissural (fraturado) e granular, e subordinadamente por aquífero misto (cárstico- fissural). A província fissural é representada por rochas do embasamento cristalino e unidades geológicas da Faixa de Dobramentos Sergipana. Por outro lado, a província granular é representada por rochas areníticas do Grupo Barreiras e Coberturas Quaternárias, classificado como Sistema Aquífero Granular (Araújo, 2007). Este sistema é mais apropriado ao armazenamento de água subterrânea do que os aquíferos fissurais, decorrentes das características intrínsecas da gênese das rochas sedimentares areníticas. Por exemplo, a granulometria, e o grau de seleção e do arredondamento dos grãos minerais, que originam a porosidade e permeabilidade primárias. Estas propriedades determinam a recarga e a capacidade de armazenamento de água subterrânea do aquífero.

A deposição dos arenitos do Grupo Barreiras foi fortemente influenciada pelo tectonismo que afetou a Plataforma Sul-Americana a partir do Mioceno Médio e que marca o início da ação neotectônica no Brasil (Saadi, 2000). Matos (2013) identificou duas fases deformacionais responsáveis pela origem das falhas e fraturas neotectônicas do Grupo Barreiras no litoral sergipano e alagoano. Desta forma, é possível que os movimentos neotectônicos que atingiram os arenitos do Grupo Barreiras tenham ocasionado um comportamento misto (granular-fissural) no Sistema Aquífero Granular, facilitando a infiltração, percolação e acumulação de água subterrânea.

O estudo das lineações de relevo e drenagem aplicado em hidrogeologia possibilita a análise quali-quantitativa da probabilidade de ocorrência de água subterrânea (Nascimento et al., 2017). Estas lineações também representam zonas de fraqueza estrutural (Chiang, 1984), formando um sistema de fraturamento que facilita a infiltração de água. Neste sentido, a melhor condição do aquífero está vinculada as variáveis relacionadas principalmente aos fatores geológicos, tais como permeabilidade e porosidade da rocha, presença de falhas e fraturas, e conectividade

dos corpos arenosos (Vidal et al., 2006).

A importância desse trabalho está baseada no conhecimento da potencialidade do sistema de fraturamento neotectônico se comportarem como estruturas geológicas facilitadoras dos processos de infiltração, percolação e acumulação de água subterrânea nos aquíferos, tradicionalmente, classificados como exclusivamente granulares dos sedimentos consolidados e inconsolidados da Região Leste Sergipana. A constatação de que o comportamento do aquífero na área de estudo tenha comportamento misto, auxiliará na: (i) delimitação de locais mais apropriados para a extração de água subterrânea e (ii) gerenciamento das atividades antrópicas que podem contaminar as águas subterrâneas.

Dessa forma, o objetivo geral desse projeto de pesquisa foi identificar, por técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, os alinhamentos estruturais geológicos (sistemas de fraturas e falhas) que propiciam, juntamente com a porosidade e permeabilidade primárias, a infiltração, escoamento e armazenamento de água subterrânea nos aquíferos granulares dos terrenos cenozoicos da Região Leste Sergipana.

Para atingir o objetivo específico foram definidos os seguintes objetivos específicos: (i) Elaboração de um Banco de Dado Georreferenciado (BDG) para armazenar, manipular, atualizar e visualizar as informações espaciais e não espaciais em uma plataforma única de dados possibilitada pelo emprego de um Sistema de Informação Geográfica (SIG); (ii) Confecção, por interpretação visual e automática de produtos sensorizados remotamente, dos seguintes mapas temáticos na escala 1:100.000: mapa de alinhamento geológico, mapa de densidade de alinhamento estrutural; e, por fim, o mapa de áreas propícias ao acúmulo de águas subterrâneas decorrentes pelas estruturas primárias sedimentares e por fissuras originadas pela movimentação neotectônica.

2 | ÁREA DE ESTUDO

A Região Leste Sergipana, área de estudo desse trabalho, localiza-se entre as coordenadas 10°15'24" e 11°28'36" de latitude Sul e meridianos 36°10'18" e 37°41'32" de longitude Oeste (Figura 1).

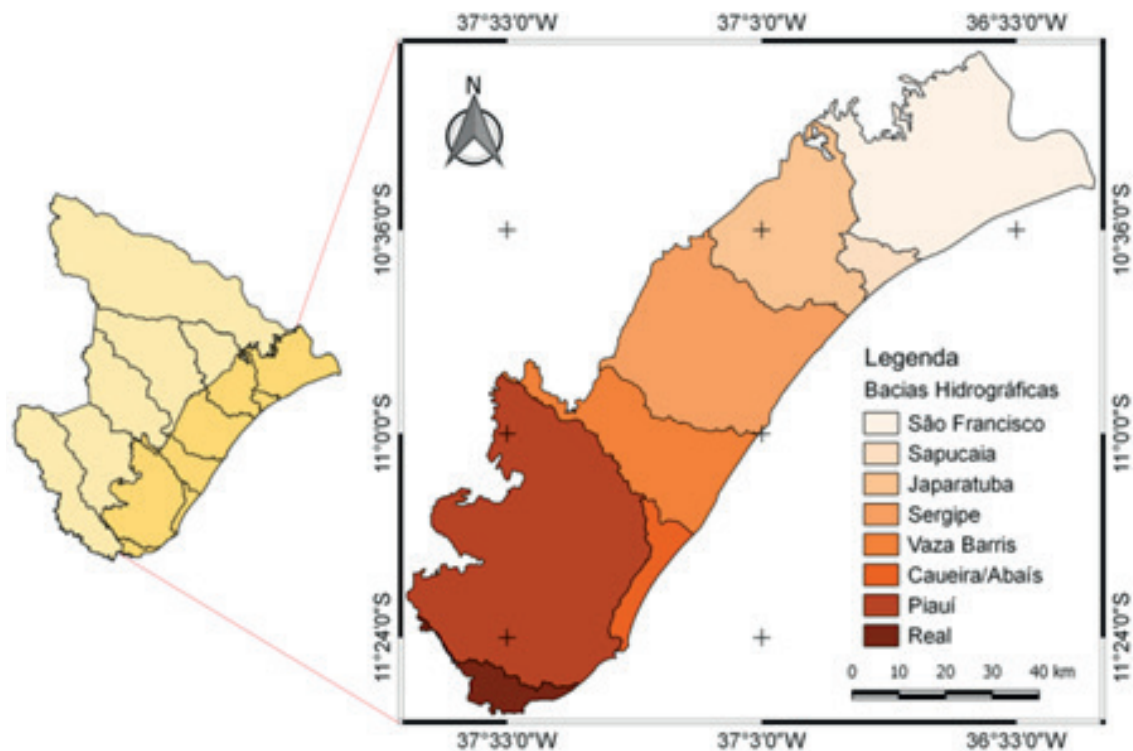


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo (Região Leste Sergipana).

Inserida na zona climática Tropical Úmido (ESTADO DE SERGIPE, 2014), é drenada pelas bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Sapucaia, Japarutuba, Sergipe, Vaza Barris, Caueira/Abais, Piauí e Real. Apresenta alta precipitação (média de 1.355 mm/ano) e alta umidade relativa (média anual de 80%). O total precipitado é dividido em inverno chuvosa de abril para julho; e verão seco de outubro para janeiro. A evaporação pode atingir valores acima de 1.000 mm/ano no verão, com temperatura média em torno de 25°C (mínima média anual em torno de 20°C e uma média máxima acima de 29°C).

A área de estudo é representada pelo Sistema Aquífero do Grupo Barreiras e Coberturas Quaternárias. Os tipos principais de solos, segundo Nunes et al (2012) são os espodossolos (podzol), gleissolos (solo de mangue) e neossolos quartzarênicos (litossolo). Os domínios geomorfológicos são representados pelos Tabuleiros Costeiros, que se apresentam de forma aplainada com topos horizontais ou sub-horizontais em níveis mais preservados e em forma de morros e colinas dissecadas quando erodidos e pela Planície Costeira formada por terraços marinhos, dunas costeiras e estuário, com ocorrências de mangues, apicuns e restingas (SUDEN, 2014). A geologia é composta pelas formações superficiais cenozóicas que ocorrem, abrangendo o Grupo Barreiras, as coberturas terciário-quaternárias e as coberturas quaternárias pleistocênicas e holocênicas (CPRM, 2001).

As coberturas pleistocênicas estão relacionadas com as oscilações do nível do mar durante o Quaternário e englobam os terraços marinhos e os depósitos costeiros quaternários. As coberturas holocênicas englobam os depósitos quaternários diferenciados em terraços marinhos, depósitos eólicos litorâneos e depósitos de

pântanos e mangues. Essas formações superficiais cenozóicas, constituídas por pacotes de rochas sedimentares que recobrem as rochas mais antigas, e são descritas na literatura científica como um sistema aquífero granular em toda a sua extensão. Possui porosidade primária e nos terrenos arenosos apresentam uma elevada permeabilidade, lhes conferindo, no geral, excelentes condições de armazenamento e fornecimento de água (ARAÚJO, 2007; SUDEN, 2014).

No entanto, a ocorrência de um comportamento misto (granular e fissural) desse aquífero pode ser possível em decorrência dos movimentos neotectônicos. Estes movimentos são facilmente visualizados e interpretados em imagens de satélite pela análise de relevo e drenagem (LIMA, 2002). As estruturas rúpteis são representadas por falhamentos normais e juntas tectônicas que apontam para um esforço principal máximo na direção NW-SE. A principal direção de lineamentos estruturais verificados por Matos (2013) indica direção preferencial N110°, ocorrendo desde o embasamento cristalino até o Grupo Barreiras, indicando que existe uma relação direta da herança estrutural mais antiga do das rochas cristalinas do embasamento na formação das estruturas neotectônicas. Os principais padrões dos sistemas de falha e fratura verificados no Grupo Barreiras ocorrem segundo pares aproximadamente ortogonais $N010^\circ \perp N110^\circ$ e $N050^\circ \perp N150^\circ$.

Após essa breve contextualização, é possível considerar o Sistema Aquífero Barreiras, como um aquífero misto, ou seja, com comportamento hidrogeológico controlado simultaneamente por porosidade intergranular e fissural, cujos reservatórios de águas subterrâneas possuem fluxos decorrente da sua litologia sedimentar e ação neotectônica.

3 | MATERIAL E MÉTODO

Os materiais necessários para o desenvolvimento desse trabalho foram: os dados digitais da rede hidrográfica, as bacias hidrográficas, e o Modelo Digital de Elevação (MDE) do Estado de Sergipe, disponibilizados gratuitamente no Banco de Dados Georreferenciados do Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH, 2014); e os programas computacionais de geoprocessamento de acesso gratuito Sistema de Processamento de Informações Geo-referenciadas (SPRING) - desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE) o QGIS da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).

Existem vários métodos possíveis de se mapear as áreas favoráveis à recarga e acumulação de águas subterrâneas em aquíferos granulares. O método empregado nesse trabalho baseia nas técnicas de sensoriamento remoto e de geoestatística não-paramétrica. O procedimento metodológico realizado foi definido devido aos lineamentos geológicos distensivos definirem as regiões de infiltração das águas, além das porosidade e permeabilidade primárias geradas pelos espaços intersticiais

de sedimentos arenosos consolidados ou não consolidados. Dessa forma, quanto maior a densidade desses lineamentos geológicos, maior é a infiltração das águas e consequente recarga dos aquíferos.

A análise dos lineamentos geológicos baseou-se no método lógico e sistemático para imagens orbitais, metodologia desenvolvida por Veneziani e Anjos (1982). Esse método emprega as feições texturais de relevo e de drenagem proporcionada pelo par luz-sombra para definir as feições geológicas. A espacialização dessas feições geológicas foi realizada pela interpolação Kernel. O estimador Kernel é um interpolador que possibilita estimar o evento em toda a área, mesmo onde o processo não tenha gerado nenhuma ocorrência. As linhas dos lineamentos são transformadas em intensidades pontuais que definem curvas de isovalores ponderados pela distância em relação a um valor central. A estatística não paramétrica, por meio da função núcleo, é um interpolador em valor de intensidade para cada célula de uma grade (BARBOSA et al., 2014), em função do valor do comprimento de um alinhamento geológico (LANDIM, 2003).

O primeiro procedimento foi a interpretação visual dos dados SRTM e da rede hidrográfica no SPRING. Iniciou-se com a extração manual das lineações de relevo e drenagem (fotoleitura) e consecutiva interpretação visual e qualitativa (fotoanálise e fotointerpretação) das lineações. Terminada esta etapa, as lineações foram importadas para o QGIS para a espacialização da densidade das lineações pelo método de interpolação de Kernel. Este fornece informações sobre a intensidade da ocorrência das lineações, que foram interpretadas como sistema de fraturamento, definindo a probabilidade de armazenamento de água subterrânea.

Após esses procedimentos, o número de total de lineações e a área de estudo foram computados automaticamente. Em sequência, calculou-se a área de cada bacia hidrográfica e o total de lineações por bacia. A partir desses resultados, as densidades de lineações por bacias hidrográficas foram obtidas pela razão entre o número total de lineações de cada bacia hidrográfica e a área das bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Japaratuba, Sergipe, Vaza Barris, Piauí, Real, Sapucaia e Caueira/ Abaís.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número total de lineações extraído foi de 9.392 (Tabela 1), com 3.461 lineações de relevo e 5.931 de drenagem, distribuídas de forma heterogênea por uma área de aproximadamente 6.600 Km², que abrange toda Região Leste Sergipana. De acordo com os dados da tabela, nota-se que a maior densidade de lineações encontra-se na Bacia do rio Real, indicando uma grande potencialidade de armazenamento de água. É importante ressaltar que esta é a menor bacia hidrográfica na área de estudo se localiza na faixa litorânea. A grande intensidade de lineações é decorrente dos aclives e declives do conjunto de dunas quaternárias móveis, sem influência da neotectônica.

Bacia Hidrográfica	Área (Km ²)	Quantidade Lineações	Densidade Lineações
São Francisco	1366,8813	635	0,4646
Japaratuba	830,7921	1.662	2,0005
Sergipe	1240,6061	2.574	2,0748
Vaza Barris	678,1096	1.457	2,1486
Piauí	2060,7927	1.376	0,6677
Real	144,3281	1.492	10,3376
Sapucaia	119,0214	71	0,5965
Caueira/Abaís	162,3155	125	0,7701
Total	6602,8471	9.392	-

Tabela 1. Densidade de lineação de relevo e drenagem por bacia hidrográfica na área de estudo.

A Bacia do rio São Francisco, uma das principais bacias do nordeste, apresentou a menor densidade de lineações na área de estudo. Isto se deve ao fato de ser composta pelas Coberturas Quaternárias, formada por sedimentos inconsolidados porosos e permeáveis à jusante, e que também não foram influenciados pelo neotectonismo. Este fato também se aplica às baixas densidades das bacias dos rios Sapucaia e Caueira/Abaís.

A densidade de lineações da Bacia Hidrográfica do rio Piauí apresentou-se similar às bacias supracitadas, decorrente da sua maior área. A maior densidade de lineações está concentrada à montante da bacia no Grupo Barreiras. As bacias dos rios Japaratuba, Sergipe e Vaza Barris apresentaram densidade de lineações próximas entre si, indicando potencialidades similares ao armazenamento de água subterrânea.

Essas interpretações são ratificadas com os mapas das figuras 2 e 3. A Figura 2 representa a quantidade das lineações de relevo e drenagem em cada bacia hidrográfica na Região Leste Sergipana. Essas lineações foram interpretadas como sistema de fraturamento e como porosidades e permeabilidades secundárias nos arenitos do Grupo Barreiras.

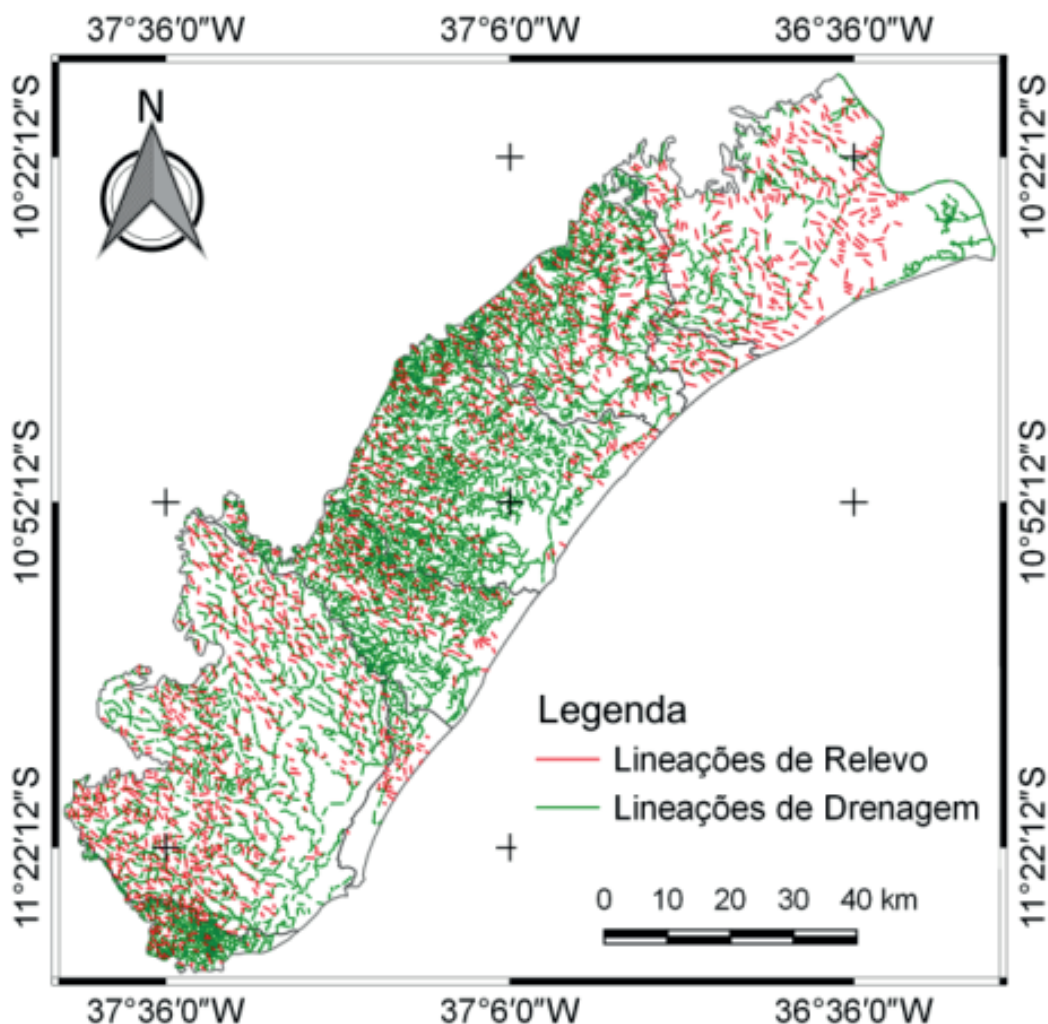


Figura 2: Mapa de lineações de relevo e drenagem da Região Leste Sergipana.

A Figura 3, espacialização da densidade de lineações, representa a concentração das lineações e, conseqüentemente, uma maior ou menor probabilidade de ocorrência de fraturas e/ou falhas facilitadoras da infiltração, escoamento e armazenamento de águas subterrâneas. Constatou-se que as maiores densidades estão localizadas na porção central da área de estudo, à montante das bacias hidrográficas dos rios Japaratuba, Sergipe e Vaza Barris. Desta forma, estas porções apresentam as maiores potencialidades de acúmulo de águas subterrâneas e são indicativas de aquífero misto. Este é formado pelas características granulares intrínsecas da gênese dos arenitos e fissural, decorrente do sistema de fraturamento originado pela neotectônica.

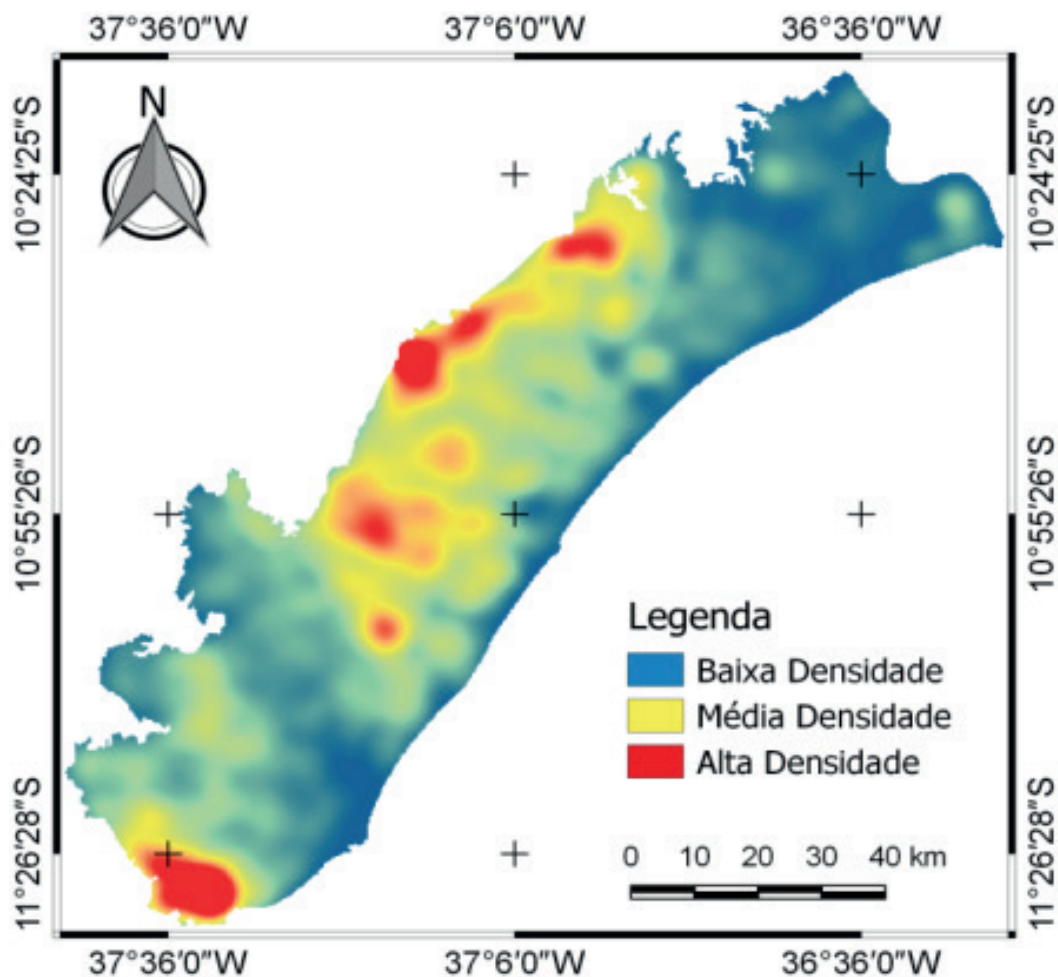


Figura 3. Mapa de densidade de lineações da Região Leste Sergipana.

A heterogeneidade das características hidrogeológicas, evidenciadas pelas distintas densidades de lineações, indica que a área de estudo foi submetida a diferentes intensidades de processos neotectônicos rúpteis. Como consequência, a área apresenta graus diferenciados de infiltração, percolação e armazenamento de águas subterrâneas. Ainda que o estudo tenha definido as áreas de maior potencialidade de armazenamento de água subterrânea, para a viável exploração deste recurso, devem-se considerar a condutividade hidráulica, profundidade do aquífero e condições de bombeamento.

5 | CONCLUSÕES

A metodologia aplicada possibilitou atingir os objetivos da pesquisa: espacializar a potencialidade de armazenamento de água subterrânea pela densidade de drenagem e relevo e inferir a existência de aquífero misto no Grupo Barreiras. As bacias hidrográficas dos rios Real, São Francisco, Caueira/Abais e Sapucaia são compostas essencialmente por aquíferos granulares. É importante ressaltar que, com exceção da bacia do rio Real, a baixa concentração da densidade de lineações está localizada à jusante na planície marinha. Por outro lado, a alta concentração da densidade de

lineações está à montante nos arenitos do Grupo Barreiras, destacando as bacias hidrográficas dos rios Vaza Barris, Sergipe e Japaratuba. Desta forma, algumas porções do Sistema Aquífero Barreiras podem ser consideradas como um aquífero misto, ou seja, com comportamento hidrogeológico controlado simultaneamente por porosidade granular e fissural, cujos reservatórios de águas subterrâneas possuem fluxos decorrentes da sua litologia sedimentar e ação neotectônica.

6 | AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Pesquisa (COPES) e Pós-Graduação e Pesquisa (POSGRAP) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) pela Bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, H.M. **Relações socioambientais na bacia costeira do rio Sergipe**. 2007. 345f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2007.
- BARBOSA, N. F. M. STOSIC, B. D.; STOSIC, T.; LOPES, P. M. O.; MOURA, G. B. A; MELO, J. S. P. Kernel smoothing dos dados de chuva no Nordeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 742-747, 2014.
- CHIANG, L.C. **Análise estrutural de lineamento em imagens de sensoriamento remoto: aplicação ao estado do Rio de Janeiro**. 1984. Tese (Doutorado em Geoprocessamento) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- CPRM. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe. Escala 1:250.000**. Texto explicativo do Mapa geológico do Estado de Sergipe. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT/CODISE, 2001. 156 p.
- ESTADO DE SERGIPE. **Panorama Energético de Sergipe**. Aracaju: SUDEN, 2014, v.1, 83p.
- LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 253p
- LIMA, C. C. U. **Caracterização sedimentológica e aspectos do Grupo Barreiras no litoral sul do estado da Bahia**. 141 f. 2002. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- MATOS, V.B.M. **Neotectônica do Grupo Barreiras no litoral dos estados de Sergipe e Alagoas**. 2013. 145f. Monografia (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- NASCIMENTO, P.S.R.; NASCIMENTO FILHO, J.C.B.; MENDONÇA, A.K.F. & WALLANÇUELLA, G.J. Geotecnologia aplicada na espacialização de aquífero fissural no Estado de Sergipe. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 7.; 2017. **Anais...** Salvador, Geonordeste, 2017, p.1-4.
- NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; VILAS-BOAS, G. S. **Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011. 31p.
- SAADI, A. **Neotectônica da área dos tabuleiros do sul da Bahia**. In: PROJETO Porto Seguro:

Santa Cruz Cabrália: programa informações para gestão territorial. Salvador: CPRM: SEAGRI-DDF, 2000. p. 40-55.

SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Aracaju: SRH, 2014. CD-ROM.

SUDEN. Subsecretaria de Estado do Desenvolvimento Energético Sustentável. **Panorama Energético de Sergipe 2014 - ano base 2012**. Aracaju: SUDEN/SE, 2014, 83p.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982, 54p.

VIDAL, A.C.; ROSTIROLLA, S.P.; KIANG, C.H. & MARTINI, M.L. Estudo da relação entre lineamentos estruturais e a exploração de água por meio da análise de favorabilidade. *Águas Subterrâneas*, v. 20, n. 2, p. 27-38, 2006.

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 de água 10, 25, 43, 61, 76, 164, 183, 184, 191, 195, 197, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 216

Abatedouro 162, 163, 164, 166, 168, 170

Água 1, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 104, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 126, 127, 128, 132, 133, 136, 139, 141, 142, 146, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 241, 245, 248, 250, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274

Água de reuso 22, 24

Águas cinzas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 50

Águas subterrâneas 96, 98, 100, 103, 104, 105, 106, 150, 151, 160, 161, 162, 166, 167, 168, 169, 171, 175, 182, 183, 184, 186, 187, 189, 195, 196, 197, 198, 202, 205, 206, 213, 218, 226, 227

Água subterrânea 92, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 152, 156, 157, 160, 162, 163, 166, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 204, 214, 217, 218, 219, 221, 222, 226, 227

Alunos 34, 35, 38, 55, 56

Aquífero misto 96, 97, 100, 103, 104, 105

B

Bacia do salgado 127, 137

Bacia hidrográfica 77, 78, 79, 81, 83, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 101, 102, 107, 108, 120, 121, 122, 126, 128, 131, 132, 137, 138, 184, 190, 205, 253, 254, 257, 258, 259, 260, 261, 267, 268, 271, 272, 273, 274

Bacia sedimentar do Araripe 127

Biorreatores com membrana submersa 24

C

Conscientização 31, 39, 43, 47, 48

Contaminação 20, 72, 86, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 161, 168, 170, 171, 183, 197, 198, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 213, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 238, 239, 256, 262, 270, 274

Critérios de potabilidade 197, 215

Cromo trivalente 173, 179, 180

D

Demanda de água 39, 49, 184, 211

Descontinuidade urbana 77, 79, 88

Desempenho 8, 47, 61

Desperdício 15, 18, 22, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 48

Diagnóstico 82, 88, 118, 205, 207, 209, 214, 215, 216, 227, 229, 230, 231, 233, 234, 241, 253, 254

E

Eletrorresistividade 89, 93, 154, 228

G

Geoprocessamento 98, 100, 105, 120, 125, 126, 182, 184, 186, 187, 196, 243, 245

Gestão sustentável 39, 47, 48, 233

H

Hidráulica 50, 59, 61, 67, 91, 104, 176, 189, 220, 232, 233, 234, 235, 236

Hidrogeologia 89, 90, 97, 182, 196, 205, 206

Hidrologia 2, 23, 88, 90, 119, 120, 126, 138, 141

I

Inundações 3, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 128, 134, 231, 232, 234, 235, 236, 238, 241

L

Lineações 96, 97, 101, 102, 103, 104, 105

Lixiviação 140, 144, 173, 175, 200, 219, 268

M

MBR 24, 25, 28, 30, 31, 32

Medição de vazão 51, 53, 55, 59

Monitoramento 5, 39, 51, 53, 56, 83, 84, 121, 122, 160, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 176, 179, 183, 199, 205, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 239, 261, 262, 273, 274

N

Necrochorume 157, 217, 218, 219, 221, 225, 226, 227, 228

Neotectônica 96, 97, 98, 100, 101, 103, 105

Níquel 173, 175, 176, 177, 179, 180, 181

P

Precipitações médias 2, 6

Q

Qualidade da água 15, 16, 20, 32, 69, 70, 75, 76, 77, 82, 160, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 224, 255, 257, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Qualidade da água subterrânea 166, 172, 217, 218

R

Residências unifamiliares 17, 18, 19, 21, 22

Reuso 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 50

Reuso de águas cinzas 17, 18, 19, 21, 22, 23, 50

Reutilização 19, 34, 42

S

SIG 98, 120, 121, 130, 137, 259, 260

Sistema aquífero bauru 89, 90

Sistema de informação geográfica 98, 127, 130

Solo 3, 52, 69, 71, 75, 83, 85, 99, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 125, 127, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 141, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 160, 168, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 197, 198, 201, 204, 205, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 227, 231, 232, 233, 236, 237, 238, 241, 248, 252, 255, 257, 258, 260, 262, 263, 267, 268, 270, 271, 273

T

Telhados verdes 1, 2, 3, 6, 7, 8

Tratamento de efluentes 51, 52, 53, 54, 59

Tubulações 61, 62, 64, 66, 73, 201, 210

U

Urbanização 2, 52, 77, 78, 87, 88, 107, 233, 234, 235, 236, 256, 271

Uso da terra 107, 110, 118, 119, 196, 261, 273

Uso racional 9, 10, 11, 16, 17, 26, 34, 40, 43, 50, 183

Usos múltiplos 18, 162, 257, 270, 271

Usuários 20, 35, 39, 41, 47, 48, 49, 70, 89, 92, 162, 207, 208, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 257

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-667-6

