

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 2

Alan Mario Zuffo
(Organizador)



Alan Mario Zuffo

(Organizador)

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 2 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-250-0

DOI 10.22533/at.ed.500191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 22 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador 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 Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A INFLUÊNCIA DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR SOBRE A PRECIPITAÇÃO DO NORDESTE DO BRASIL	
Luanny Gabriele Cunha Ferreira Alexandre Kemenes	
DOI 10.22533/at.ed.5001911041	
CAPÍTULO 2	9
ADSORÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS UTILIZANDO A CASCA DA CASTANHA DO PARÁ	
Jordana Georjin Letícia de Fátima Cabral de Miranda Paola Rosiane Teixeira Hernandes Daniel Allasia Guilherme Luiz Dotto	
DOI 10.22533/at.ed.5001911042	
CAPÍTULO 3	16
AGRICULTURA: UMA ALTERNATIVA PARA O USO DO LODO GERADO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE IBEROSTAR NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR-BA	
Iolanda de Almeida Bispo Sheila dos Santos Almeida Selma Souza Alves	
DOI 10.22533/at.ed.5001911043	
CAPÍTULO 4	32
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DOS MANGUEZAIS NA CAPITAL SERGIPANA	
Fabrícia Vieira Vanessa Guirra Almeida Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.5001911044	
CAPÍTULO 5	38
ANÁLISE DO DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO EM TERRENOS BALDIOS NO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS - BA	
Crislane Santos Nascimento Amanda Pereira Bispo Rêgo Crisliane Aparecida Pereira dos Santos David Brito Santos Junior Hebert França Oliveira Leidiane de Jesus Santana Renato Santos da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5001911045	
CAPÍTULO 6	45
ANÁLISE DO SANEAMENTO BÁSICO NO CONJUNTO COHAB EM ICOARACI NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA	
Lucas Cortinhas Cardoso Ferreira Helenice Quadros de Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.5001911046	

CAPÍTULO 7	53
ANÁLISE E MAPEAMENTO DE REGIÕES DE DESPEJO DE EFLUENTES NO RIO POXIM POR MÉTODOS DE GEOPROCESSAMENTO NA CAPITAL SERGIPANA	
José Alves Bezerra Neto Nicole Príncipe Carneiro da Silva Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.5001911047	
CAPÍTULO 8	61
APA DA FAZENDINHA: CONSCIENTIZAÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS LOCAIS POR PARTE DOS MORADORES ENTRE OS ANOS DE 2013 A 2015	
Pedro Ribeiro da Silva Neto Tatiana Santos Saraiva Bruno Alves Lima Porto	
DOI 10.22533/at.ed.5001911048	
CAPÍTULO 9	66
ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM AQUÍFEROS DO AGRESTE SERGIPANO: ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DAS POTENCIALIDADES HÍDROGEOLÓGICAS POR TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO	
Nicole Príncipe Carneiro da Silva Ana Karolyne Fontes Andrade Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.5001911049	
CAPÍTULO 10	75
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO DE <i>Euphorbia tirucalli</i> Linneau NA PRODUÇÃO DO BIODIESEL DE SOJA	
William Frederick Schwanz Kiefer Yvanna Carla de Souza Salgado José Osmar Castagnolli Junior Maria Elena Payret Arrua Sandra Regina Masetto Antunes	
DOI 10.22533/at.ed.50019110410	
CAPÍTULO 11	91
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA ELETRODIÁLISE NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DO SETOR DE GEMAS	
Maria de Lourdes Martins Magalhães Simone Stülp Eduardo Miranda Ethur Verônica Radaelli Machado	
DOI 10.22533/at.ed.50019110411	
CAPÍTULO 12	102
AVALIAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA E COMPOSTOS NITROGENADOS EM <i>WETLANDS</i> COMO ALTERNATIVA NO PÓS-TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO	
Isadora Godoy Brandão Beatriz Santos Machado Juliane Gonçalves da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.50019110412	

CAPÍTULO 13 112

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO FOTOCATALÍTICA DE $HgCl_2$, EM FASE AQUOSA, POR ZNO E TiO_2 COMERCIAIS ATIVADOS POR RADIAÇÃO ARTIFICIAL OU SOLAR

Ana Letícia Silva Coelho
Giane Gonçalves Lenzi
Luiz Mário de Matos Jorge
Onélia Aparecida Andreo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.50019110413

CAPÍTULO 14 119

AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA AVENIDA LITORÂNEA, SÃO LUÍS/MA

Karla Bianca Novaes Ribeiro
Karine Silva Araujo
James Werllen de Jesus Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.50019110414

CAPÍTULO 15 127

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA USINA DE ASFALTO LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE RECIFE-PE

Júlio César Pinheiro Santos

DOI 10.22533/at.ed.50019110415

CAPÍTULO 16 134

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: UM ESTUDO DE CASO NO AÇUDE GRAVATÁ, MUNICÍPIO DE SERRINHA-BA

Gilberto Ferreira da Silva Neto
Maria Auxiliadora Freitas dos Santos
Jackeline Lisboa Araújo Santos
Marcio Ricardo Oliveira dos Santos
Istefany Oliveira de Santana Lima

DOI 10.22533/at.ed.50019110416

CAPÍTULO 17 142

AVALIAÇÃO DO PADRÃO COMERCIAL DA GÉRBERA ESSANDRE SOB APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO

Pedro Henrique Máximo de Souza Carvalho
João Vitor Máximo de Souza Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.50019110417

CAPÍTULO 18 148

BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES EM ZONAS RURAIS

Heitor Soares Machado
Saulo Paulino Salgado
Luiz Gomes Ferreira Junior
Andréia Boechat Delatorre
Bárbara Diniz Lima
Antônio Delfino de Jesus Junior
Wellington Pacheco David

DOI 10.22533/at.ed.50019110418

CAPÍTULO 19	163
BALNEABILIDADE DA PRAIA DE ONDINA_ UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO E A RELAÇÃO COM O SANEAMENTO BÁSICO	
Luciano da Silva Alves	
Laís Lage dos Santos	
Catiana da Silva Alves	
Ivo Cruz Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.50019110419	
CAPÍTULO 20	172
BARREIRAS DE PROTEÇÃO EM SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – UMA EXPERIÊNCIA NA DIRETORIA DE OPERAÇÃO DO INTERIOR DA EMBASA	
João Marcelo Gonçalves Coelho	
Itaiara Sá Marques	
Ricardo de Macedo Lula Silva	
Alex Oliveira Cruz	
Márcio Santana Rocha de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.50019110420	
CAPÍTULO 21	182
BIODEGRADABILIDADE ANAERÓBIA DE EFLUENTES DA AGROINDÚSTRIA ACEROLEIRA	
Nayara Evelyn Guedes Montefusco	
Andreza Carla Lopes André	
Patrícia da Silva Barbosa	
Ruanna Souza Matos	
Miriam Cleide Cavalcante de Amorim	
DOI 10.22533/at.ed.50019110421	
CAPÍTULO 22	194
BIOENSAIOS DE TOXICIDADE AGUDA COM SEMENTES DE <i>Lactuca sativa</i> UTILIZANDO O SULFATO FERROSO	
Geórgia Peixoto Bechara Mothé	
Camila de Miranda Pereira Corrêa	
Glacielen Ribeiro de Souza	
Jader José dos Santos	
Ruann Carlos Marques Rodrigues da Silva	
Aline Chaves Intorne	
DOI 10.22533/at.ed.50019110422	
SOBRE O ORGANIZADOR	200

ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM AQUÍFEROS DO AGRESTE SERGIPANO: ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DAS POTENCIALIDADES HÍDROGEOLÓGICAS POR TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Nicole Príncipe Carneiro da Silva

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

Ana Karolyne Fontes Andrade

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental, Aracaju – Sergipe

RESUMO: Os aquíferos são reservatórios de água de subterrânea resultantes das etapas do ciclo hidrológico, em que parte do volume precipitado infiltra, percola e preenche os poros ou interstícios granulares das rochas sedimentares e/ou fraturas e falhas das rochas ígneas e metamórficas. Embora a quantidade de chuvas no agreste sergipano seja equivalente à do litoral, seus níveis de evaporação são consideravelmente mais altos. Desta forma, o objetivo do trabalho constitui-se na análise quali-quantitativa das bacias hidrográficas inseridas nos terrenos cristalinos do agreste do estado de Sergipe, onde há probabilidade de ocorrer aquíferos fraturados. Foram extraídas lineações de drenagem e relevo a partir de

dados sensoriados remotamente no *software* de geoprocessamento SPRING. Como produtos, foram gerados mapas temáticos no QGIS e, pelo método estimador Kernel, foi possível determinar a espacialização da potencialidade dos aquíferos fraturados do agreste sergipano. Concluiu-se que as bacias hidrográficas dos rios Japarutuba, Sergipe e Vaza Barris apresentaram as maiores potencialidades hidrogeológicas do que as dos rios Piauí, Real e São Francisco.

PALAVRAS-CHAVE: Lineações geológicas. Geoprocessamento. Aquíferos fraturados.

ABSTRACT: The aquifers are underground water reservoirs resulting from the stages of the hydrological cycle, where part of the precipitated volume infiltrates, percolates and fills the pores or granular interstices of sedimentary rocks and / or fractures and faults of igneous and metamorphic rocks. Although the amount of rainfall in the sergipan agreste is equivalent to that of the coast, its levels of evaporation are considerably higher. In this way, the objective of the work is the qualitative-quantitative analysis of the hydrographic basins inserted in the crystalline terrains of the state of Sergipe, where fractured aquifers are likely to occur. Drainage and relief lineages were extracted from remotely sensed data in the SPRING geoprocessing software. As products, thematic maps were generated in the QGIS and,

by the kernel estimator method, it was possible to determine the spatialisation of the potentiality of the fractured aquifers of the sergipano agreste. It was concluded that the hydrographic basins of the rivers Japarutuba, Sergipe and Vaza Barris presented the greatest hydrogeological potentialities than those of the Piauí, Real and São Francisco rivers.

KEYWORDS: Geological lines. Geoprocessing. Fractured aquifers.

1 | INTRODUÇÃO

A seca no nordeste brasileiro representa um problema antigo e é a causa de grandes transtornos sociais como a fome, a migração forçada e a desagregação familiar, sendo um grande desafio há décadas. O estado de Sergipe situa-se no Polígono das Secas, que se caracteriza pela escassez hídrica resultante da má distribuição anual das precipitações, intensificando as buscas por águas subterrâneas para suprir as necessidades básicas humanas, dessedentação e atividades agropastoris. Segundo a EMBRAPA (2009), a água subterrânea no estado de Sergipe representa uma reserva hídrica de grande potencial e em crescente exploração. A estimativa preliminar das reservas renováveis de águas subterrâneas em Sergipe resultou em um valor de 1.223 m³/ano, equivalente a 38,77 m³/s, sendo composto por 0,37 m³/s representado pelas rochas ígneas, 4,37 m³/s pelas rochas metamórficas e 34,03 m³/s pelas rochas sedimentares e sedimentos. O valor total das reservas renováveis encontrado está no limiar inferior do intervalo de 34,8 a 107,0 m³/s, limites determinados pelo *The Study on Water Resources Development in the State of Sergipe* (JICA, 2000). Os aquíferos fraturados representam 17% das reservas renováveis. Devido ao fato de suas localizações na região agreste sergipano, cuja precipitação é baixa, devem ser gerenciados, visando evitar ou minimizar a sua contaminação (BRITO et al., 2012).

A água subterrânea é atualmente a reserva hídrica mais valiosa do planeta, diante dos impactos ambientais característicos dos mananciais superficiais, que limitam os seus usos múltiplos. No entanto, a importância desse recurso requer uma preocupação com a gestão da sua exploração, principalmente no que se refere às vazões exploradas e à qualidade das águas utilizadas no estado de Sergipe (EMBRAPA, 2009). Fato preocupante é a captação de água subterrânea de forma inadequada nas rochas cristalinas, principalmente no semiárido e agreste sergipano (BOMFIM et al., 2002). Esses autores também fazem uma reflexão crítica dos investimentos dos governos Federal e Estadual na execução de uma enorme quantidade de poços tubulares, perfurados como medidas emergenciais desde o início do século passado, e que se encontram desativados e abandonados, denotando o desperdício de recursos financeiros públicos (ROCHA; LESSA, 2010).

No agreste sergipano, a precipitação é um pouco abaixo da observada no litoral com valores em torno de 1.000 mm/ano, mas com a distribuição mensal semelhante.

As temperaturas também são semelhantes à média anual de 25°C, temperatura mínima média em torno de 20°C e um valor máximo médio de mais de 29°C. Porém, em comparação, a evaporação é consideravelmente mais alta (quase 2.000 mm/ano) e a umidade média é mais baixa, aproximadamente 70%. Nesta região permanece a influência dos ventos alísios, das brisas e frentes frias, acrescidos dos ventos barostróficos, resultantes da presença de maiores elevações, como as áreas serranas (SUDEN, 2014).

Através do sensoriamento remoto é possível identificar a distribuição hídrica dos aquíferos e a sua potencialidade, de forma que auxilie no processo de gestão dessas águas subterrâneas, destacando a importância de realizar o monitoramento desse recurso, uma vez que ações antrópicas e mudanças climáticas interferem diretamente na disponibilidade das águas superficiais. Utilizando dessas técnicas, também é possível identificar as características físicas das rochas e/ou solos, como a permeabilidade e a porosidade, conseqüentemente, compartimentar a potencialidade das áreas armazenarem as águas subterrâneas. Essa potencialidade é obtida pela fotointerpretação das lineações de drenagem e relevo em dados sensorizados remotamente.

Sendo assim, o objetivo do trabalho consistiu em avaliar a capacidade de armazenamento de águas subterrâneas na região agreste do estado de Sergipe por técnicas de sensoriamento remoto. Arelado a isso, foi possível determinar a espacialização da potencialidade dos aquíferos fraturados das bacias hidrográficas da região, a partir da geração de isolinhas das lineações de drenagem e relevo pelo estimador Kernel.

2 | MATERIAL E MÉTODO

Para a realização do trabalho, utilizou-se os *softwares* de geoprocessamento e arquivos de dados georreferenciados disponíveis gratuitamente para *download* na internet. Os arquivos foram manipulados através das ferramentas SPRING e QGIS para extração dos dados de lineação de drenagem e relevo para a confecção de mapas temáticos. Posteriormente, as informações retiradas foram analisadas de forma qualitativa (análise visual), quantitativa, através do cálculo de densidade de lineações e pelo método Kernel (geoestatístico).

A área de estudo (Figura 1) foi delimitada de acordo com o mapa climático da região agreste. Após a sua definição e delimitação, os procedimentos foram iniciados com a criação de um Banco de Dados Georreferenciados no *software* de geoprocessamento Sistema de Processamento de Informações Geográficas (SPRING), disponibilizado gratuitamente pelo INPE. Os arquivos do tipo *Space Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução de 90 metros, utilizados para a extração das lineações de relevo, foram disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

(EMBRAPA), em seu *site* oficial. Os arquivos digitais no formato vetorial e matricial (*raster*) do estado de Sergipe, das bacias hidrográficas e de drenagem (hidrografia), nas extensões *shapfile* e *GeoTIFF*, pertencem ao Atlas Digital de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH, 2014). Para cada arquivo de dado importado foram criadas categorias, a partir de um modelo de dados do SPRING - Temático (para os dados da SEMARH) e Imagem (para os dados da EMBRAPA).

A segunda etapa do projeto constituiu-se na fotoleitura para a extração manual das lineações de relevo e drenagem e consecutiva análise visual (fotoanálise) sobre a área de estudo. É importante ressaltar que essa etapa foi realizada detalhadamente para obter o máximo possível de lineações, visando definir a sua densidade, a qual representa as porosidades secundárias penetrativas, isto é, possuem uma continuidade em profundidade, que permitem a infiltração das águas pluviométricas, podendo formar reservatórios de águas subterrâneas (aquíferos fraturados) (ANDRADE *et al.*, 2018).

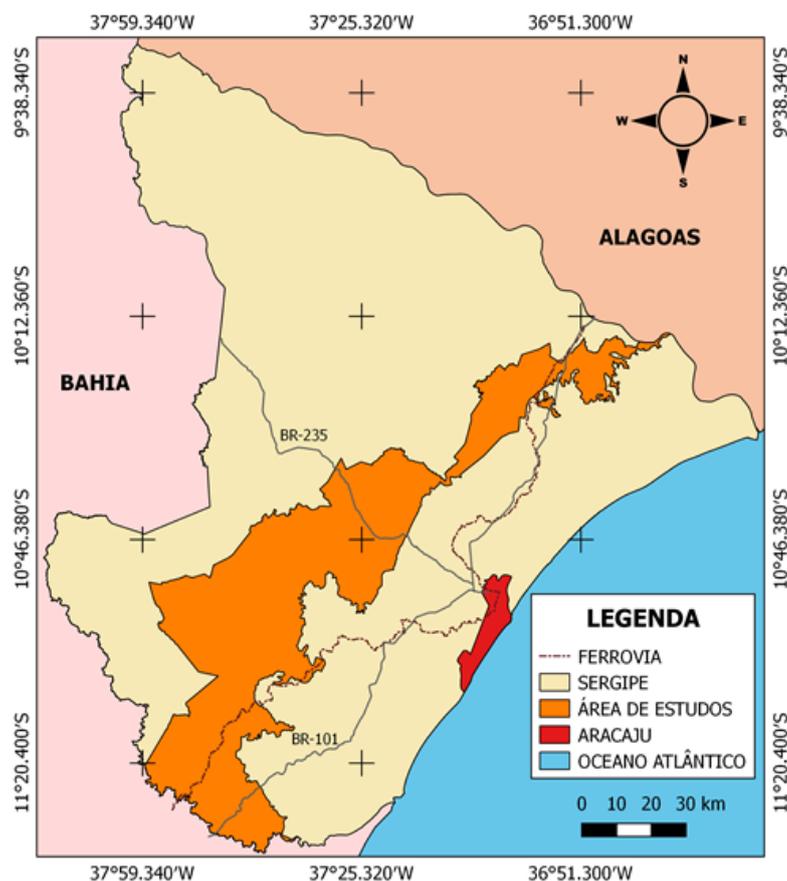


Figura 1: Mapa de Localização e acesso à área de estudo

Já com as lineações concluídas, os dados foram exportados em formato *shapfile* para uma nova pasta a fim de serem importados para o *software* de plataforma livre QGIS, onde foram confeccionados mapas temáticos que auxiliaram na análise qualitativa dessas lineações para cada bacia, e para a área como um todo.

Por último, foram realizados os procedimentos de analisar os dados através de

ferramentas do SPRING, calculando a área de cada bacia, a quantidade e a densidade de lineações de drenagem e relevo (NASCIMENTO FILHO *et al.*, 2017). A outra análise quantitativa realizada foi a aplicação do método Kernel, que permite identificar com mais precisão regiões de mesma densidade de lineações (NASCIMENTO *et al.*, 2017). A premissa básica para a aplicação dessa metodologia foi que, a partir do final do Jurássico, os processos tectônicos de magnitudes apreciáveis resultaram em falhamentos e fraturamentos de distensão (CAMPOS, 2004), originando fissuras distensivas apropriadas para a infiltração, percolação e acumulação de água subterrânea. As feições lineares retilíneas representam sistemas de fraturas verticais que se estendem por até centenas de quilômetros e representam linhas de fraqueza crustal reativadas por processos distensivos (MADRUCCI *et al.*, 2003).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lineações totais de drenagem e relevo somaram 10.502 lineações e foram distribuídas numa área de 4.204,86km², resultando numa densidade média igual 2,497 lineações por km². Pela análise visual e qualitativa das lineações de drenagem e relevo (Figura 2) foi constatado que existem áreas com grande, média e baixa intensidade de lineações de relevo e drenagem, evidenciando diferentes graus de fraturamento das rochas, determinando um ambiente geológico anisotrópico de recarga. Assim, a potencialidade de armazenamento das águas subterrâneas depende do sistema de fraturamento, ocasionado por essas lineações geológicas, que representam os caminhos de infiltração, percolação e concentração de água subterrânea. Esse sistema forma a porosidade secundária, que permite analisar as diferentes potencialidades dos aquíferos fraturados das bacias hidrográficas do agreste do estado de Sergipe. É evidente a alteração da capacidade armazenadora das rochas de uma região para outra, tornando-se assim um conjunto de reservatórios subterrâneos heterogêneos. A Bacia do Rio São Francisco é a que apresenta menor quantidade de lineações, contrastando com a Bacia do Rio Japarutuba, que possui a maior densidade de lineações. Outras áreas que apresentaram grandes densidades de lineações foram as porções leste e sudoeste das bacias dos rios Sergipe e Vaza Barris, quando comparadas às bacias dos rios Piauí e Sergipe. Assim, a distribuição espacial das lineações possibilitou a identificação de áreas com diferentes respostas de porosidade e permeabilidade secundárias, oriundas do sistema de fraturamento das rochas cristalinas, indicando a presença de regiões mais e menos propícias ao armazenamento de águas subterrâneas.

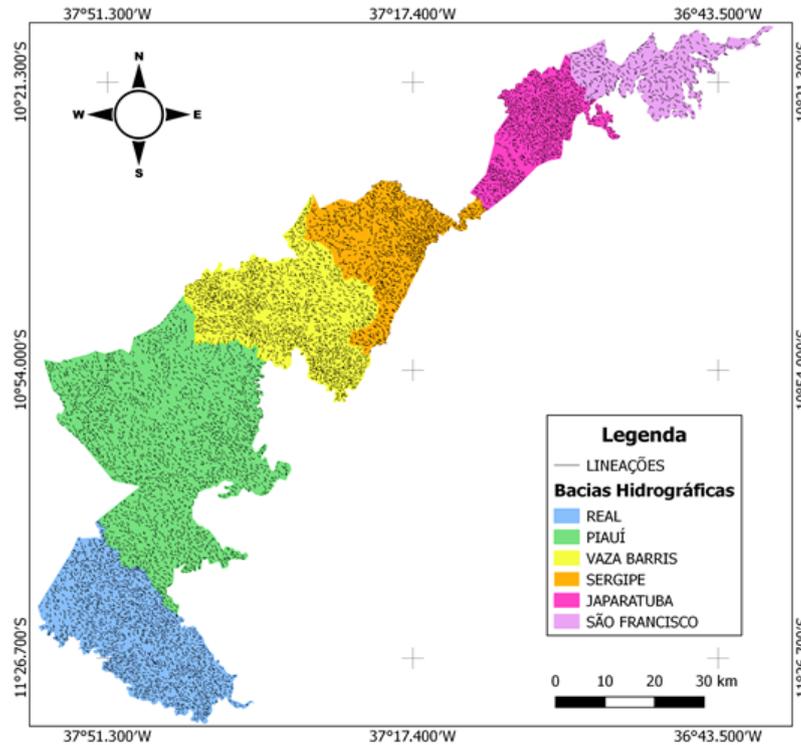


Figura 2: Mapa de lineação de relevo e drenagem das bacias hidrográficas do agreste sergipano.

Não há uma relação direta entre a quantidade de lineações e o tamanho das áreas das bacias estudadas, pois estas feições são estruturas geológicas lineares positiva (relevo) e negativa (drenagem) interpretadas através de técnicas de sensoriamento remoto. As densidades de lineações quantitativamente por bacias hidrográficas visaram obter um retrato numérico das probabilidades de infiltração e acumulação de águas subterrâneas na área de estudo (Tabela 1). A Bacia Hidrográfica do rio Japarutuba apresenta apenas 8,6% da área de estudo, no entanto, a quantidade de lineações é a segunda maior (18,15%), atrás somente da Bacia do rio Piauí, que possui 23,1% das lineações distribuídas numa área de 36,80%. Como esta bacia possui a maior área, a sua densidade de lineação é baixa, sugerindo ser menor probabilidade de armazenar água subterrânea. As bacias hidrográficas dos rios Vaza Barris e Real possuem, praticamente, a mesma extensão (18,15% e 17,82%, respectivamente) e quantidade de lineações (17,61% e 17,67%), indicando homogeneidade na capacidade de acumulação hídrica de subsuperfície, em oposição à Bacia do rio Sergipe que apresenta a mesma quantidade de lineação (17,42%), porém em uma área menor (12,14%). A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco possui a menor área (7,32%) e menor quantidade de lineações (3,49%).

Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	Quantidade de lineação	Densidade de lineação
São Francisco	307,73	637	2,070

Japaratuba	363,34	1.906	5,250
Sergipe	510,35	1.830	3,588
Vaza Barris	763,01	1.849	2,423
Piauí	1.547,03	2.424	1,567
Real	749,40	1.856	2,477
Total	4.204,86	10.502	2,497

Tabela 1: Densidade de lineações totais por bacias.

Com o interpolador de Kernel foram feitas cinco subdivisões que demonstram visualmente as maiores ou menores de capacidades de armazenamento em cada região das bacias (Figura 3). Com isso, identificaram-se mais precisamente as diferenças das potencialidades dos aquíferos fraturados. Foram geradas também isolinhas de armazenamento hidrogeológico. De acordo com os resultados obtidos, as bacias hidrográficas dos rios Japaratuba, Sergipe e Vaza Barris destacaram-se com maior densidade; as bacias dos rios Piauí e Real de forma intermediária e a Bacia do Rio São Francisco apresenta menor quantidade de lineação na área agreste do estado. É notório também, que há heterogeneidade não só entre as bacias, como também em pontos distintos da mesma bacia.

A heterogeneidade da probabilidade do armazenamento de água subterrânea entre as bacias hidrográficas é decorrente das diferentes litologias e dos processos endógenos (fraturamento e falhamento) ocorridos nessas variedades de rochas cristalinas, as quais absorveram distintamente os esforços tectônicos rúpteis distensivos. Como consequência, há estruturas hidrogeológicas distintas, com capacidades diferentes de acumular água subterrânea. Desse modo, a gestão hídrica está condicionada às características intrínsecas dos aquíferos fraturados. O sucesso das perfurações dos poços tubulares depende da avaliação mais precisa dos condicionantes geológicos desses aquíferos, como por exemplo, o espaçamento e o cruzamento do sistema de fraturamento.

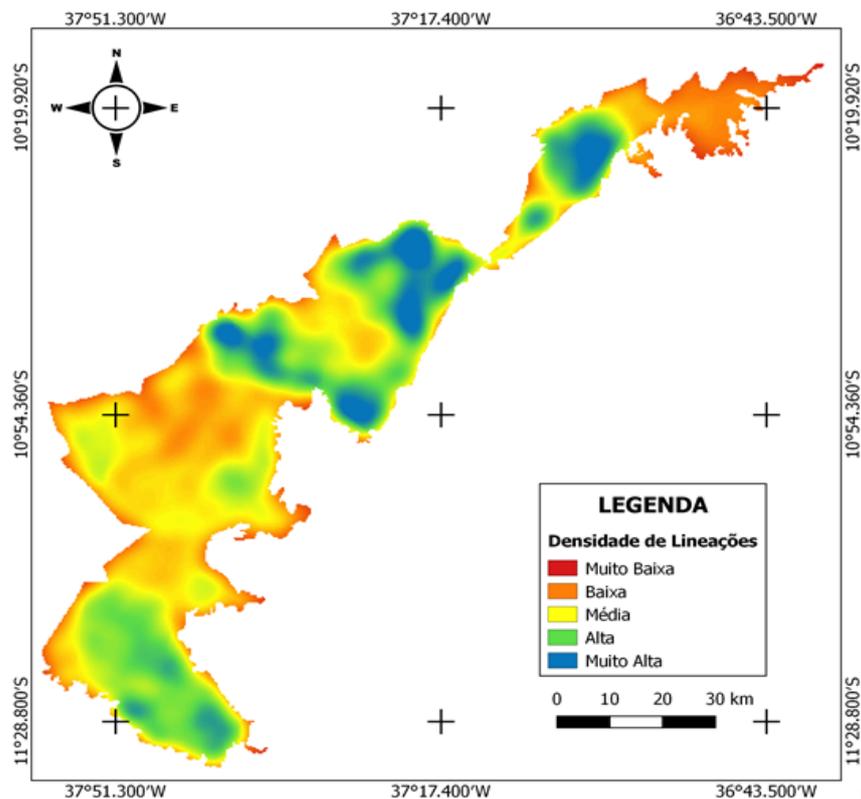


Figura 3: Mapa de densidade de lineações da área de estudo.

4 | CONCLUSÕES

As técnicas de sensoriamento remoto e o interpolador Kernel foram adequadas para avaliar quali e quantitativamente a capacidade de infiltração, percolação e acumulação de águas subterrâneas em rochas cristalinas do agreste sergipano. A heterogeneidade da densidade de lineações de relevo e drenagem entre as bacias hidrográficas indicaram diferentes potencialidades de armazenamento de águas subterrâneas nos aquíferos fraturados. Destacam-se principalmente as bacias dos rios Japarutuba e Sergipe, posteriormente, Vaza Barris e Real; e com menor probabilidade de contenção hídrica, as bacias dos rios São Francisco e Piauí. A análise da densidade de lineações de drenagem e relevo aplicada em hidrogeologia proporciona a probabilidade de ocorrência de água subterrânea em ambientes geológicos cristalinos, como é o caso da área de estudo. Nesse contexto, a delimitação de áreas propícias à recarga e acumulação de águas subterrâneas no agreste sergipano é primordial para direcionar os recursos financeiros públicos e privados de forma adequada.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. K. F.; SILVA, N. P. C.; NASCIMENTO, P. S. R.; Espacialização da Potencialidade de Armazenamento de Água Subterrânea no Agreste do Estado de Sergipe. In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 11, 2018. **Anais...** Sergipe: SEMARH. (No Prelo)

BRITO, F. B.; VASCO, A. N.; PEREIRA, A. P.; MELLO JR.; A. V. NOGUEIRA, L. C. Herbicidas no alto do rio Poxim, Sergipe e os riscos de contaminação dos recursos hídricos. **Revista Ciência**

Agronômica, v.49, n.2, p.390-398, 2012.

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G.; BENVENUTI, S. M. P. **Projeto Cadastro da Infraestrutura Hídrica do Nordeste: diagnóstico do município de Carira**. Aracaju: CPRM, 2002, 14p.

CAMPOS, H. C. N. S. **Águas subterrâneas na Bacia do Paraná**. Curitiba: Geosul, 2004.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Atlas de qualidade da água subterrânea no estado de Sergipe com fins de irrigação**. 2009. Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2009/atlas_qualidade_agua_subterranea_irrigacao.pdf. Acesso em: 14/01/2018.

JICA. Japan International Cooperation Agency. **The study on water resources development in the state of Sergipe in the Federative Republic of Brazil Main Report**. Tóquio: JICA, 2000, 406p.

MADRUCCI, V.; ARAÚJO, C. C.; TAIOLI, F. Sensoriamento remoto, aerogeofísica e geoprocessamento aplicados ao estudo de aquífero fraturado em terreno cristalino, leste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, 2003. p.43-52.

NASCIMENTO, P. S. R.; NASCIMENTO FILHO, J. C. B.; MENDONÇA, A. K. F.; WALLANCUELLA, G. J. **Análise da capacidade de armazenamento de águas subterrâneas em aquíferos fissurais por técnicas de sensoriamento remoto**. In: SEABRA, G. (Org.) Educação ambiental: a sustentabilidade dos ambientes rurais e urbanos. 1 ed. Ituiutaba: Barlavento, 2017, p. 723-734.

NASCIMENTO FILHO, J. C. B.; WALLANCUELLA, G. J.; MENDONÇA, A. K. F.; NASCIMENTO, P. S. R. **Geotecnologia aplicada na espacialização da potencialidade hidrogeológica no semiárido sergipano**. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 2017. Anais... Salvador: Geonordeste, 2017.

ROCHA, J. C. S.; LESSA, P. Avaliação preliminar das reservas reguladoras subterrâneas no Estado de Sergipe. In: Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe, 3, 2010. **Anais...** Sergipe: SEMARH. 2010.

SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Aracaju: SRH, 2014. (DVD).

SUDEN. Subsecretaria de Estado do Desenvolvimento Energético Sustentável do Estado de Sergipe. **Panorama Energético de Sergipe**. 2014, 132p.

SOBRE O ORGANIZADOR

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 978-85-7247-250-0

