

**Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)**



EDUCAÇÃO, MEIO AMBIENTE E TERRITÓRIO 3

Atena
Editora
Ano 2019

Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)

Educação, Meio Ambiente e Território 3

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)

E24	Educação, meio ambiente e território 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de Moura. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Educação, Meio Ambiente e Território; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-144-2 DOI 10.22533/at.ed.442192102 1. Divisões territoriais e administrativas 2. Educação ambiental. 3. Meio ambiente – Preservação. 4. Geologia. I. Machado, Felipe Santana. II. Moura, Aloysio Souza de. CDD 320.60981
-----	--

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

Território é um dos termos mais utilizados pela Geografia, pois está intimamente relacionado aos sistemas de formação e transformação do espaço geográfico. Esta definição pode variar segundo a corrente de pensamento, e ou da abordagem que se realiza, mas a concepção mais comumente acolhida, o relaciona ao espaço delimitado a partir de uma associação de poder, seja político, religioso entre outros.

Na atualidade, o termo território é contemplado, nas mais diversas pesquisas e abordagens, como um espaço demarcado pelo uso de fronteiras – desnecessariamente visíveis – e que se fixa a partir de uma expressão e imposição de poder, contudo, desigualmente das concepções anteriores, o território pode se mostrar em múltiplas escalas, não possuindo necessariamente uma natureza política, mais também climáticas, vegetacionais e edáficas. A obra “Educação, Meio ambiente e Território” apresenta uma série de livros de publicação da Atena Editora. Em seu terceiro volume, com 27 capítulos, enfatizamos estudos sobre território, com destaque aos estudos de solos e geotécnicos, a influência de estudos erosivos para manutenção de aspectos geológicos e geográficos, e uma série de estudos de viabilidade hídrica, tanto superficiais quanto subterrâneos.

Acreditamos ser extremamente oportuno apresentar um primeiro capítulo que aborde uma temática tão atual (Jan 2019), uma vez que o Brasil tem sofrido com inúmeros desastres ambientais por parte de mineradoras localizadas no estado de Minas Gerais que não tem a destinação correta para seus rejeitos. O desastre de Mariana em novembro de 2015 e mais recentemente o desastre de Brumadinho são considerados os maiores desastres desta categoria do Brasil, pois além das perdas humanas, afetou inúmeras cidades ao longo das bacias hidrográficas do Rio Doce e Vale do São Francisco, os deixou sem água potável, dizimou grande parte da biodiversidade, e gerou um grande impacto nos estados nos quais perpassaram com influências visíveis inclusive no oceano Atlântico.

E por fim, finalizamos esse volume apresentando informações sobre danos físicos ao ambiente, mitigação de impactos ambientais, bem como técnicas de sensoriamento remoto e análises multitemporais sobre áreas de cultivo e florestais. Dessa forma, conseguimos elencar uma grande gama de aspectos relacionados ao território que não foram antes mencionadas em trabalhos científicos de forma a construir uma base de exemplos/metodologias que podem ser seguidos(as) e utilizadas como base para tomada de decisão dentro das diferentes esferas governamentais e científicas.

Esperamos que esta obra possa contribuir com o conhecimento sobre o território e com artífices ambientais para a sua preservação. Mesmo cientes da existência dos problemas mencionados nos diferentes capítulos, as informações normalmente são veiculadas de formas mais populares em detrimento de informações científicas. Isso interfere na opinião pública que ignora ou esquece problemas tão graves e que terão consequências ao longo de dezenas ou até centenas de anos. Acredita-se que

a informação presente nesse volume três possa estimular boas práticas que poderão ser disseminadas para evitar maiores problemas de ordem territorial e ecológica.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
VILA DE ITAPINA E OS LAÇOS COMO RIO DOCE: REGISTROS DE MEMÓRIA APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO (SAMARCO/VALE/BHP)	
Bianca Pavan Piccoli Maria Cristina Dadalto Patrícia Pavesi Sônia Missagia Matos Leonardo Nunes Aranha Douglas dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4421921021	
CAPÍTULO 2	18
ASPECTOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM ITAÍBA NO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite Rafaella Teixeira Miranda Maiara de Araújo Porto Túlio Martins de Lima Natália Milhomem Balieiro	
DOI 10.22533/at.ed.4421921022	
CAPÍTULO 3	35
ANÁLISE DO SOLO LOCALIZADO NA REPRESA DO RIO TAPAJOS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA	
Derek Leão Monteiro Eliana Costa Seabra Jamilly Rocha de Araújo Wesley Leão Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.4421921023	
CAPÍTULO 4	41
ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO SERRA GERAL EM BOA VISTA DAS MISSÕES - RS	
Willian Fernando de Borba Gabriel D'Ávila Fernandes José Luiz Silvério da Silva Bruno Acosta Flores Mirta Teresinha Petry Lueni Gonçalves Terra	
DOI 10.22533/at.ed.4421921024	
CAPÍTULO 5	49
LEVANTAMENTO DE SOLOS DO JARDIM BOTÂNICO DE PORTO ALEGRE	
Edsleine Ribeiro Silva Luis Fernando da Silva Paulo César do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.4421921025	

CAPÍTULO 6 57

SUBSÍDIOS GEOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE IGREJINHA/RS

Saulo Borsatto
Norberto Dani
Rafael da Rocha Ribeiro
Nelson A. Lisboa

DOI 10.22533/at.ed.4421921026

CAPÍTULO 7 71

USO DO XRF EM AMOSTRAS DE SOLO DA COMUNIDADE ILHA DIANA – SANTOS, SP

Larissa Felicidade Werkhauser Demarco
Alexandre Muselli Barbosa
Marcos Jorgino Blanco
Amanda Figueredo Fonseca
Leonardo Silveira Takase
Luiza de Araújo João Sobrinho
Felipe Ian Strapasson Saldias

DOI 10.22533/at.ed.4421921027

CAPÍTULO 8 79

VERIFICAÇÃO DA ADESÃO EM SOLO GRAMPEADO OBTIDA ATRAVÉS DE ENSAIOS DE ARRANCAMENTO COMPARADOS COM MÉTODOS EMPÍRICOS

Rodrigo Rogério Cerqueira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4421921028

CAPÍTULO 9 91

PROCESSOS EROSIVOS HÍDRICOS LINEARES DOS TIPOS RAVINA E BOÇOROCA

Gerson Salviano de Almeida Filho
Geraldo Figueiredo de Carvalho Gama Júnior

DOI 10.22533/at.ed.4421921029

CAPÍTULO 10 100

COMPARED BACKGROUND AND REFERENCE VALUES IN SOURCES OF CADMIUM-ENRICHED SOILS FROM BRAZIL

Fernando Machado de Mello
Essaid Bilal
Gustavo Neves
Maria Eduarda Loureiro dos Reis Teodoro
Thiago Peixoto de Araujo

DOI 10.22533/at.ed.44219210210

CAPÍTULO 11 113

CORRELAÇÕES DE RESISTÊNCIA PARA ALGUMAS ROCHAS METAMÓRFICAS DO ESTADO DE MINAS GÉRIAS, SUDESTE DO BRASIL

Klinger Senra Rezende
Daniel Silva Jaques
Eduardo Antônio Gomes Marques

DOI 10.22533/at.ed.44219210211

CAPÍTULO 12 123

CARACTERIZAÇÃO DAS FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SEDIMENTO SUPERFICIAL DOS RIOS ARACAÍ, CARAMBEÍ E GUAÇU NA CIDADE DE SÃO ROQUE/SP

Sâmia Rafaela Maracaípe Lima
Mainara Generoso Faustino
Eddy Bruno dos Santos
Tatiane Bernardino Seixas Carvalho da Silva
Maria Aparecida Faustino Pires
Marycel Elena Barboza Cotrim

DOI 10.22533/at.ed.44219210212

CAPÍTULO 13 137

ANÁLISE DAS RELAÇÕES IÔNICAS COMO PARTE DA ANÁLISE HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS À OESTE DO RIO GUANDU - BAIXADA FLUMINENSE - RJ

Isabela Martins Itabaiana
Décio Tubbs Filho
Patrick Aloe Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.44219210213

CAPÍTULO 14 147

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AURÁ (RMB) ENTRE OS ANOS DE 2002 A 2018

Gilmar Wanzeller Siqueira
Fabio Marques Aprile
Arthur Araújo Ribeiro
Alda Lucia da Costa Camelo
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.44219210214

CAPÍTULO 15 164

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE INTRÍNSECA A CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO EM SALVADOR DO SUL – RS

Jauana Marilise do Nascimento Riegel
Gabriel D'Ávila Fernandes
Pedro Daniel da Cunha Kemerich
José Luiz Silvério da Silva

DOI 10.22533/at.ed.44219210215

CAPÍTULO 16 171

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS DE CONSUMO POTÁVEL NA CIDADE DE BELÉM-PA

Milene Pereira Mendes
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

DOI 10.22533/at.ed.44219210216

CAPÍTULO 17 180

DETERMINAÇÃO DA CURVA CHAVE PARA UM TRECHO DO RIO DA PRATA-RS

Franciele Priori
Sara Regina Sperotto
Taison Anderson Bortolin

DOI 10.22533/at.ed.44219210217

CAPÍTULO 18 187

EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, SÃO PAULO, BRASIL

Gerson Salviano de Almeida Filho
Zeno Hellmeister Júnior

DOI 10.22533/at.ed.44219210218

CAPÍTULO 19 198

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL SOBRE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI ANTAS

Tuane de Oliveira Dutra
Pedro Antonio Roehe Reginato
Vinícius Menezes Borges
Marcos Imério Leão
Gustavo Barbosa Athayde

DOI 10.22533/at.ed.44219210219

CAPÍTULO 20 208

COMPARISON OF TWO TECHNOLOGIES APPLIED IN A MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT: PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS AND CYTOGENOTOXICITY EVALUATION

Thaís Dalzochio
Fernando Hamerski
Nicole Giovanna Gross
Günther Gehlen

DOI 10.22533/at.ed.44219210220

CAPÍTULO 21 216

DANOS AO MEIO FÍSICO NA URBANIZAÇÃO DE SANTARÉM-PA: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SANTARENZINHO

Eduardo Francisco da Silva
Arthur Iven Tavares Fonseca
Anderson Conceição Mendes
Fábio Góis da Mota

DOI 10.22533/at.ed.44219210221

CAPÍTULO 22 225

PREVISÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE CORTE E ATERRO

Christiane Ribeiro Müller
Flávia Cauduro

DOI 10.22533/at.ed.44219210222

CAPÍTULO 23 231

ESTUDOS GEOTÉCNICOS COMO SUBSÍDIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E PROPOSIÇÃO DE TRILHAS INTERPRETATIVAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrick Aloe Teixeira
José Miguel Peters Garcia
Isabela Martins Itabaiana

DOI 10.22533/at.ed.44219210223

CAPÍTULO 24 242

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM LAVOURAS, ANÁLISE PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARI/RS

Bruno Zucuni Prina

Patrícia Ziani

Romario Trentin

DOI 10.22533/at.ed.44219210224

CAPÍTULO 25 252

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO DESMATAMENTO POR NDVI DO MUNICÍPIO DE RONDON DO PARÁ NOS ANOS DE 2007 E 2017

Juliana Fonseca Cardoso

Isabela Loiane Carvalho Teixeira

José Cicero Pereira Júnior

Taissa Nery Ferreira

Denison Lima Correa

DOI 10.22533/at.ed.44219210225

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 259

ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO SERRA GERAL EM BOA VISTA DAS MISSÕES - RS

Willian Fernando de Borba

Centro de Ensino Superior Riograndense
Sarandi - Rio Grande do Sul

Gabriel D'Ávila Fernandes

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - Rio Grande do Sul

José Luiz Silvério da Silva

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - Rio Grande do Sul

Bruno Acosta Flores

Universidade Federal do Pampa
Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul

Mirta Teresinha Petry

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - Rio Grande do Sul

Lueni Gonçalves Terra

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - Rio Grande do Sul

RESUMO: A expansão das atividades antrópicas tanto em zona urbana, quanto rural, e a consequente utilização desenfreada das reservas de água e a gestão inadequada dos recursos hídricos subterrâneos podem acarretar sérios problemas ambientais tanto pontualmente, quanto de forma difusa os recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos. Os aquíferos apresentam distintas propriedades naturais que podem afetar a qualidade e

a transmissibilidade de suas águas. Com isso, surgem ferramentas que visam auxiliar no processo de gerenciamento desses recursos, destacando-se as metodologias de determinação da vulnerabilidade do aquífero. A partir disso, objetivou-se, neste estudo, determinar a vulnerabilidade natural do aquífero a contaminação, utilizando o método GOD, no município de Boa Vista das Missões – Rio Grande do Sul. Os resultados mostram que as classes de vulnerabilidade variaram de insignificante a baixa, o que é evidenciado pelas formações geológicas presentes na área, com a presença de rochas basálticas da Formação Serra Geral. Com isso, o aquífero na área de estudo, apresenta-se na forma confinada, o que indica uma maior proteção do mesmo em relação a entrada de contaminantes oriundos da superfície.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea. Aquífero. Sistema GOD.

ABSTRACT: The currently expansion of human activities, in both urban and rural areas, and the consequent uncontrolled use of water supplies and inadequate management of groundwater resources can cause serious environmental problems both on time or in a diffuse way of the surface water resources and / or underground. The aquifers have different natural properties that can affect the quality and transferability of

its waters. With this, arise tools that are intended to assist in the management process of these resources, especially the methodologies for determining aquifer vulnerability. From this, the aim of this research, determine the natural vulnerability of the aquifer contamination, using the GOD method, in the municipality of Boa Vista das Missões - Rio Grande do Sul. The results show that the vulnerability classes varied from insignificante to low, as evidenced by the geological formations present in the area, with the presence of basaltic rocks of the Formação Serra Geral. Therewith, the aquifer in the study area shows itself in the confined form, boasts natural conditions state protection of contaminants because the hydrological and hydrogeological composition offer protection from the middle aquifer.

KEYWORDS: Groundwater. Aquifer. GOD system.

1 | INTRODUÇÃO

O consumo desenfreado dos recursos hídricos subterrâneos, aliado a contaminação dos mananciais superficiais, vem sendo tema de diversos estudos e discussões atualmente. Com isso, surgem ferramentas que visam auxiliar nos processos de tomada de decisão de órgãos gestores. Dentre essas, destaca-se os sistemas utilizados para a determinação da vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos.

Foster et al. (2006) dizem que a “expressão vulnerabilidade do aquífero à contaminação busca representar a sensibilidade de um aquífero aos efeitos adversos de uma carga contaminante a ele imposta”. Em outras palavras, a vulnerabilidade busca identificar quais as áreas que estão naturalmente, isto é o meio físico solo, rocha mais susceptíveis a contaminação dos recursos subterrâneos. Dentre as principais atividades que podem causar alterações nas propriedades intrínsecas dos aquíferos, segundo Ribeiro (2005), em zonas urbanas destacam-se os postos de combustíveis, atividades de despejo de resíduos, tratamento de efluentes industriais, cemitérios, lixões, dentre outras. Com isso, ressalta-se a importância do mapeamento da vulnerabilidade do meio.

Por outro lado, em áreas rurais onde são executados cultivos diversos, com aplicação de agroquímicos, ou ainda associados a criação de suínos, bovinos, equinos, avicultura, libera-se resíduos nas águas superficiais e/ou de infiltração para aquíferos freáticos. Esses são exemplos de contaminação de fontes pontuais difusas (FOSTER et al. 2006).

Atualmente, utilizam-se diversos métodos para a determinação da vulnerabilidade do meio, destacando-se o sistema GOD (FOSTER et al., 2006), DRASTIC (ALLER et al., 1987) além do índice de susceptibilidade dos aquíferos, proposto por Ribeiro (2005). Dentre esses, o mais utilizado no Brasil é o sistema GOD (FOSTER et al., 2006) pelo fato de utilizar apenas três parâmetros, sendo eles o **G** (Groundwater

hydraulic confinement), **O** (Overlying strata), **D** (Depth to groundwater table).

Existem diversos estudos de vulnerabilidade natural à contaminação utilizando o sistema GOD (FOSTER et al., 2006). Dentre eles, os desenvolvidos em áreas de rochas vulcânicas pela Formação Serra Geral, por Nanni et al. (2005) na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo, Silvério da Silva et al. (2013), no município de Erechim-RS, Reginatto e Alhert (2013) na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, dentre outros

A representação espacial da vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos por meio de cartogramas e mapas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é muito utilizado, visto que torna a visualização e interpretação dos resultados mais facilitada tanto em escala regional como local (ROSENBERGER, 2013). Para Martins et al. (2014), um SIG é uma ferramenta com aplicações em diferentes áreas e que pode ser utilizado para auxiliar na gestão de problemas ambientais.

Com base nisso, este estudo tem por objetivo determinar a vulnerabilidade natural à contaminação do Aquífero Serra Geral no município de Boa Vista das Missões – RS, localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS) através do sistema GOD de Foster et al (2006). Para isso, foi organizado um banco de dados e o processamento desses dados. A espacialização do produto final foi realizada com a utilização do *software* SURFER 8.

2 | METODOLOGIA

2.1 Localização da área de estudo

O município de Boa Vista das Missões, emancipado no ano de 1992, está localizado na região noroeste do RS, próximo à divisa com o estado de Santa Catarina. A área de estudo apresenta uma população de 2.114 habitantes, distribuída em uma área de 195,4 km² (IBGE, 2010). Pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea – U 100 (SEMA, 2004). A Figura 1 apresenta a localização do município estudado.

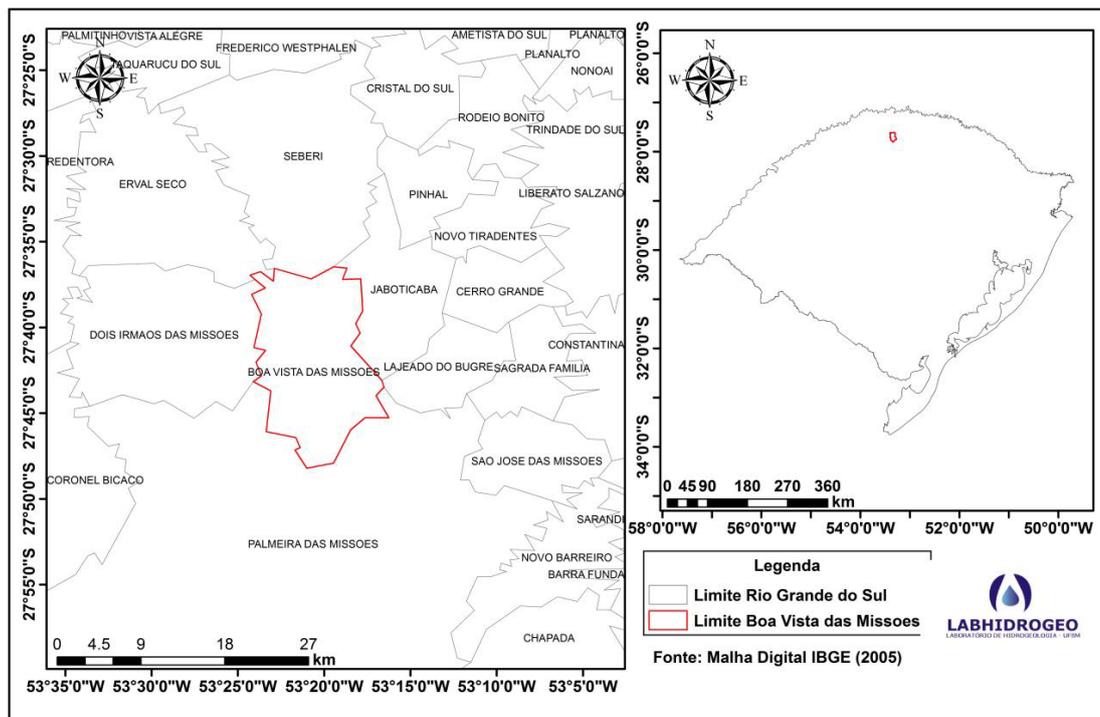


Figura 1 - Localização do município de Boa Vista das Missões - RS.

Fonte: Adaptado de IBGE (2005).

2.2 Caracterização geológica e hidrogeológica

Na área de estudo, está presente a Formação Serra Geral, Fácies Paranapanema. Segundo a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM (2007) essa formação constitui-se por derrames basálticos granulares finos, melanocráticos, contendo horizontes vesiculares, espessos preenchidos com quartzo (ametista), zeolitas, carbonatos, seladonita, cobre nativo e barita. A espessura da camada de solos/manto de intemperismo, de acordo com informações dos perfis litológicos de poços tubulares no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas SIAGAS/CPRM (2015) varia entre 70 e 208 metros.

No que se refere a Hidrogeologia, no município está presente o Sistema Serra Geral I. Machado e Freitas (2005) descrevem que esse sistema se constitui principalmente de litologias basálticas, amigdalóides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado. Além do mais, apresentam alta a média possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidades com fraturas.

2.3 Obtenção dos dados

As informações utilizadas para esta pesquisa foram obtidas no *site* do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), mantido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Com isso, foram selecionados doze poços tubulares, pois possuíam as informações necessárias à aplicação do sistema GOD (FOSTER

et al., 2006). A partir disso, foi efetivado um banco de dados com suas respectivas Coordenadas UTM, Cota e Nível estático.

2.4 Determinação da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação

O método GOD descrito em Foster et al. (2006), leva em consideração os parâmetros G (Grau de confinamento hidráulico da água subterrânea/aquífero), O (Ocorrência de estratos de cobertura) e D (Profundidade/distância até o lençol freático ou o teto do aquífero confinado). Sendo assim, para a determinação do índice de vulnerabilidade, seguiram-se as etapas ilustradas na Figura 2.

O índice de vulnerabilidade é obtido a partir do produto das variáveis GOD, sendo assim, tem-se a vulnerabilidade natural do aquífero a contaminação, que pode ser classificada como: insignificante (valores entre 0 e 0,1); baixa (0,1 e 0,3); média (0,3 e 0,5); alta (0,5 e 0,7) e; extrema (0,7 e 1).

O cartograma foi elaborado dentro de ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) com uso do *software Surfer 8* (GOLDEN SOFTWARE, 2002). A delimitação da área foi feita a partir de *shapefile* disponibilizado pelo IBGE (2005). Para interpolar os dados foi usado o método da Krigagem (LANDIM e STURARO, 2002), o qual, na comparação com outros interpoladores, foi o que melhor representou a realidade dos dados hidrogeológicos dos poços tubulares.

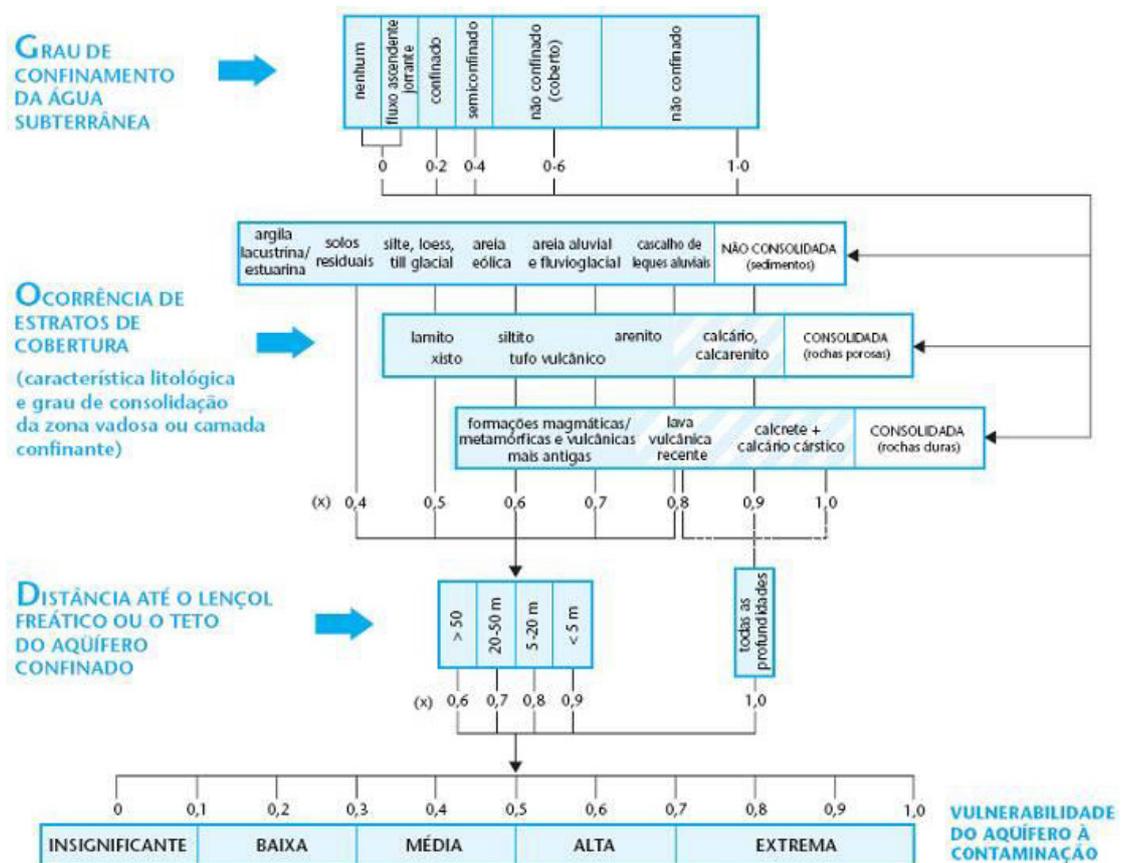


Figura 2 - Etapas necessárias para aplicação do sistema GOD (Foster et al., 2006).

Fonte: Adaptado de SIAGAS (2015) e Foster et al. (2006).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra o banco de dados efetivado com as informações disponíveis no SIAGAS/CPRM. Verifica-se as notas atribuídas para as captações que continham os registros necessários para a aplicação do sistema GOD (Foster et al., 2006).

Uma observação importante refere-se aos parâmetros encontrados, a condição de confinamento (G) de todas as captações foi confinada. A condição litológica (O) também foi a mesma para todos os poços, correspondente a formações magmáticas antigas (basalto). E a distância até o lençol freático (D), o qual variou de menos de cinco metros à mais de cinquenta metros. Portanto, recebendo nota entre 0,9 até em condições mais rasas. Logo, como maior probabilidade de contaminação, enquanto, em profundidades do lençol freático 50 m, nota 0,6 como mostra a Figura 3.

Código (43000+)	Coordenadas		G	O	D	GOD	Classe
	UTM E (m)	UTM N (m)					
12335	271670	6937847	0,2	0,6	0,9	0,108	Baixa
12329	274560	6930207	0,2	0,6	0,8	0,096	Insig.
12328	272619	6934200	0,2	0,6	0,8	0,096	Insig.
12337	271580	6938449	0,2	0,6	0,8	0,096	Insig.
12327	272295	6936102	0,2	0,6	0,8	0,096	Insig.
12330	275997	6927698	0,2	0,6	0,8	0,096	Insig.
12333	269967	6923549	0,2	0,6	0,8	0,096	Insig.
12332	271349	6926992	0,2	0,6	0,8	0,096	Insig.
12336	271573	6937748	0,2	0,6	0,7	0,084	Insig.
12338	269659	6941041	0,2	0,6	0,7	0,084	Insig.
12339	271204	6938731	0,2	0,6	0,7	0,084	Insig.
12331	275209	6931646	0,2	0,6	0,6	0,072	Insig.

Tabela 1 - Informações das doze captações por poços tubulares selecionadas.

Fonte: Construído a partir de SIAGAS (2015).

A Figura 2 apresenta a sistematização dos resultados obtidos. O cartograma de vulnerabilidade natural do aquífero na área estudada, gerado a partir do programa *Surfer 8*, mostra que a vulnerabilidade predominante foi a insignificante cor (branco). Apenas um dos poços apresentou vulnerabilidade baixa cor (rosa).

Visualiza-se apenas um ponto em cor rosa, ao noroeste. Porém, mesmo com a interpolação, o ponto não apresentou grande significância, pois há, ao redor, muitas captações com vulnerabilidade insignificante.

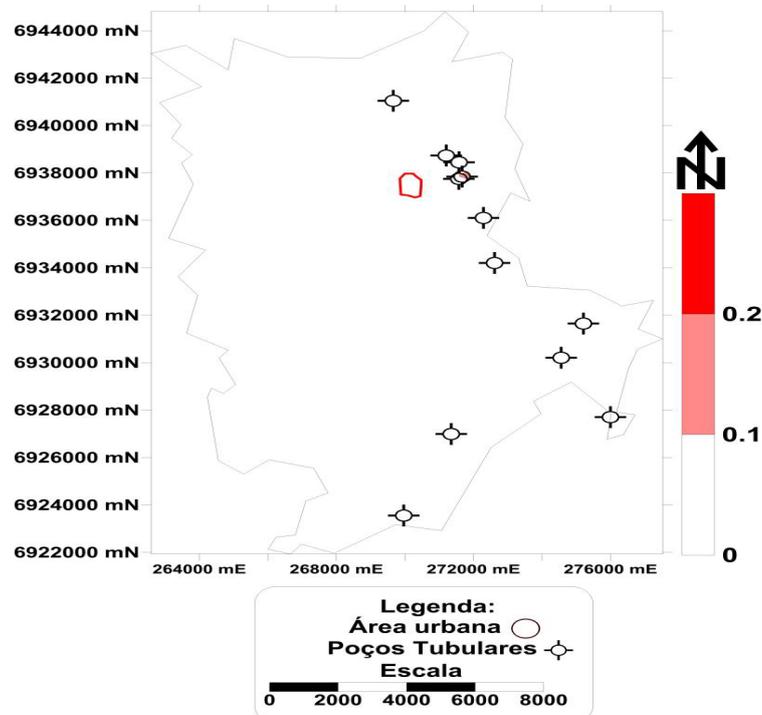


Figura 3 - Vulnerabilidade natural a contaminação em Boa Vista das Missões-RS

4 | CONCLUSÃO

A área de estudo é caracterizada, geologicamente, por rochas basálticas e seus solos e produtos de alteração. Isso confere ao meio uma maior resistência aos possíveis processos de contaminação.

O produto final do trabalho mostrou que, das doze captações avaliadas, uma apresentou vulnerabilidade baixa, as demais tiveram vulnerabilidade insignificante. O que se justifica também pela formação geológica.

As avaliações de vulnerabilidade natural ao aquífero são importantes ferramentas na definição de zoneamentos e planos que vislumbrem gerir o meio ambiente. Podem ser utilizadas pelos diversos órgãos públicos para o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras.

O sistema GOD mostrou-se uma ferramenta potente para a estimativa de vulnerabilidade das reservas subterrâneas. Ainda assim, sugere-se a aplicação de outras metodologias para a posterior comparação e avaliação da carga contaminante.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, pelo auxílio financeiro através das bolsas de pós-graduação, PPGEAmb e PPGEC da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

REFERÊNCIAS

ALLER, L.; BENNETT, T.; LEHR, J. H.; PETTY, R.J.; HACKETT G. **DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings**, NWWA/EPA, 1987.

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa Geológico do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000**. CPRM: SIAGAS, Brasília, 2007.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. Groundwater Management Advisory GW.MATE WB, Washington, 2006. 114 p.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer User's Guide Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers**. Colorado: GOLDEN SOFTWARE, 2002.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal Digital do Brasil: 2005 (escala 1:500.000)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2005/E1000/Proj_Geografica/Arc_View_shp/Regiao/Sul/>. Acesso em: 14 Nov. 2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 Mar. 2014

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. **Krigagem indicativa aplicada a elaboração de mapas probabilísticos e de risco**. Rio Claro: DGA/IGCE/UNESP, 2002. 19 p.

MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. **Projeto mapa hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul: escala 1:750.000, relatório final**. Porto Alegre, CPRM, 2005.

MARTINS, E. M.; FORTES, J. D. N.; RIBEIRO, G. P.; PEREIRA, M. F. M. Utilização de Sistema de Informação Geográfica como ferramenta para gestão do monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, RJ, v. 19, p. 43 – 49, 2014.

NANNI, A. S.; FREITAS, M. A.; TEDESCO, M. A.; BINOTTO, R. B. Vulnerabilidade natural e risco de contaminação do aquífero Serra Geral pela suinocultura na região das missões - RS. **Anais... XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, João Pessoa, 2005. João Pessoa, ABRH.

REGINATO, P. A. R.; AHLERT, S. Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, SP, v. 27, p. 32 – 46, 2013.

ROSENBERGER, M.; VARNIER, C.; IRITANI, M. A.; FERREIRA, L. M. R.; ODA, G. H.; VIOTTI, M. Vulnerabilidade natural à contaminação do Sistema Aquífero Bauru na área urbana do município de Bauru (SP). **Revista do Instituto Geológico**, Rio de Janeiro, RJ, v. 34, p. 51-67, 2013.

SEMA. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapa das Bacias Hidrográficas e Municípios do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, SEMA, 2004.

SIAGAS. SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Pesquisa geral**. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>. Acesso em: 28 ago. 2014.

SILVÉRIO DA SILVA, J. L.; DESCOVI FILHO, L. L. V.; LORENSI, R. P.; CRUZ, J. C.; ELTZ, F. L. Vulnerabilidade do Aquífero Serra Geral à contaminação no Município de Erechim - Rio Grande do Sul - Brasil. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, RS, v. 35, n.1, p. 10 - 23, 2013.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Felipe Santana Machado

Felipe é professor de biologia, especialista em morfofisiologia animal e gestão ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais. Participa do grupo de pesquisa CNPq “Diversidade, Sistemática e Biogeografia de Morcegos Neotropicais” como colaborador.

Aloysio Souza de Moura

Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-144-2

