

**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 O 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

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

Isabela Martins Itabaiana

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Geociências
Seropédica – Rio de Janeiro

Décio Tubbs Filho

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Geociências
Seropédica – Rio de Janeiro

Patrick Aloe Teixeira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Geociências
Seropédica – Rio de Janeiro

RESUMO: A área de estudo abrange os Municípios de Seropédica e Itaguaí, na Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro, aonde o uso de água subterrânea na região é muito importante no abastecimento público e privado, frente ao precário saneamento básico. Além disso, o recurso hídrico dispõe de boa qualidade, usado para consumo humano, e é de fácil obtenção, por se tratar de aquífero raso e de caráter livre. Os parâmetros físico-químicos, potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE), foram analisados juntamente com os principais íons presentes na água. As relações iônicas rMg/rCa , rNa/rCl , rCl/rBr , rCl/rNO_3 , $rCl/rHCO_3$ foram empregadas nas análises hidroquímicas com o propósito de compreender a origem dos componentes

principais e possíveis contaminações existentes no aquífero Piranema.

PALAVRAS-CHAVE: Água Subterrânea, Relações iônicas, Aquífero Piranema.

ABSTRACT: The area of study covers the Municipalities of Seropédica and Itaguaí, in the Baixada Fluminense, Rio de Janeiro State. The use of groundwater in the region is very important to supply both public and private demand, which suffer with precarious sanitation conditions. In addition, the aquifer has good quality, usable for human consumption, and it is a resource easy to obtain, once it is a shallow free aquifer. The physico-chemical parameters, hydrogenionic potential (pH) and electrical conductivity (EC) were analyzed along the main ions present in the water. The ionic ratios rMg/rCa , rNa/rCl , rCl/rBr , rCl/rNO_3 , $rCl/rHCO_3$ were used in the hydrochemical analyzes in order to understand the origin of the main components and possible contaminations in the aquifer in question.

KEYWORDS: Groundwater, Ionic Ratios, Piranema Aquifer.

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta parte do estudo obtido no trabalho “Inventário Hidrogeológico

da água subterrâneas à oeste do Rio Guandu, Baixada Fluminense – RJ”, baseado nas informações disponibilizadas por pesquisas anteriores.

O objetivo principal fundamenta-se na sistematização das informações de captações de água subterrânea, a partir de levantamentos realizados, e através do agrupamento de dados, realizar uma análise hidroquímica com abordagem nas relações entre os íons dissolvidos na água, denominadas razões iônicas.

O estudo das razões iônicas se faz importante, uma vez que, estas razões podem indicar o relacionamento com o litotipo do qual a água se origina, indicar a ação de fenômenos modificadores ou indicar uma característica específica da água considerada.

2 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

2.1 LOCALIZAÇÃO

O presente trabalho reúne informações de amostras coletadas nos municípios de Itaguaí e Seropédica - mesorregião metropolitana do Rio de Janeiro, incluindo a UFRRJ e a Embrapa-Agrobiologia. O acesso aos locais citados é feito por meio das rodovias BR-116 (Presidente Dutra) que liga o município do Rio de Janeiro ao município de Seropédica, BR 465 (antiga Rio-São Paulo), RJ-099 (reta de Pirarema) e também pela BR-111, onde a área de estudo estende-se pelas coordenadas 22°50'09.23”S, 43°48'22.55”O; 22°53'28.66”S, 43°41'59.43”O; 22°48'29.32”S, 43°35'06”O; 22°42'46.76”S, 43°41'16.44”O, de acordo com o polígono da figura 1.

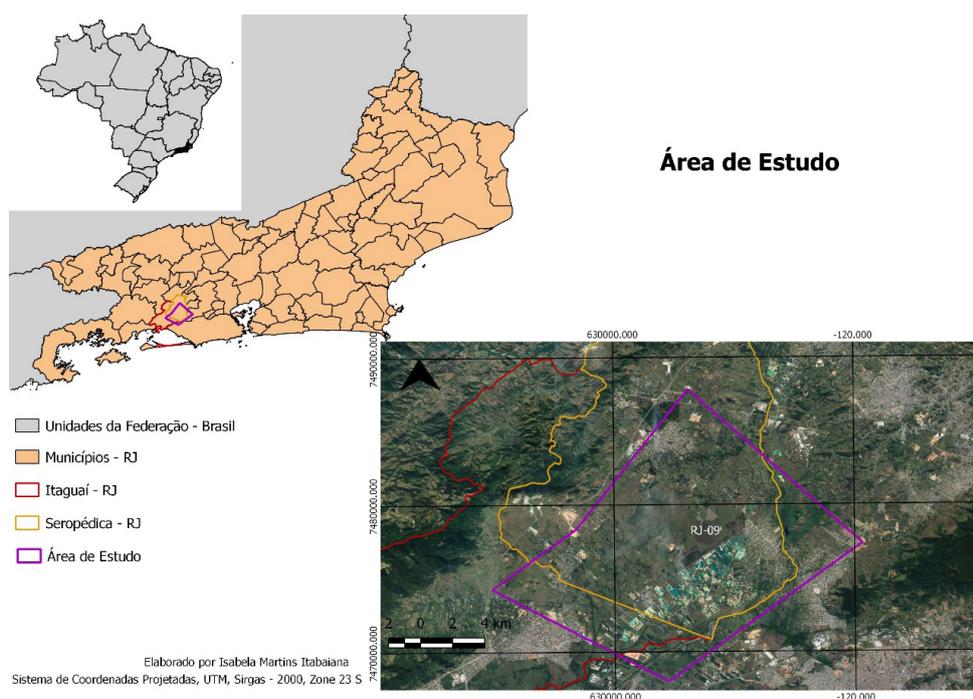


Figura 1. Limites da área de estudo abrangendo os Municípios de Seropédica e Itaguaí.

2.2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA/GEOTÉCNICA

A região está inserida na bacia de Sepetiba, na qual se destaca uma evolução tectônica segundo a direção preferencial NE-SW (DANTAS, 2000).

De acordo com Silva (2001), no município de Seropédica afloram rochas ígneas, metamórficas, sedimentares e cobertura de solo. O embasamento cristalino é composto, principalmente por hornblenda-biotita gnaiss; migmatitos e microclina-gnaiss que pode aflorar como corpos intrusivos tabulares no hornblenda-biotita gnaiss. Estas unidades estão distribuídas, de uma forma geral, paralelamente à estrutura regional principal ou disseminadas na região da baixada sul – fluminense.

Os solos, do ponto de vista geotécnico, ocorrem como solos residuais de gnaisses, situados nas partes mais elevadas e solos transportados coluvionares, nas áreas dominadas por rampas de colúvio.

2.3 HIDROGEOLOGIA

São denominados de “Aquífero Piranema” todos os aquíferos com permeabilidade intergranular formados por coluviões, depósitos fluviais, flúvio-marinhos e flúvio-lacustres (TUBBS, 1999).

Podem ser diferenciados pelo menos dois aquíferos distintos, os fraturados, relacionados às áreas de ocorrência das rochas cristalinas e o sistema intergranular, correspondente às áreas aonde ocorrem os sedimentos arenosos e areno-argilosos terciários / quaternários, representados pela Formação Piranema, que é composta por duas unidades:

i) Unidade inferior: trata-se de uma fácies arenosa de idade pleistocênica, composta basicamente por areias de média a muito grossa com cascalhos, constituído principalmente por quartzo e feldspato.

ii) Unidade superior: sobreposta à fácies arenosa, ocorre a fácies siltico argilosa holocênica, denominada de Unidade Aluvionar de cobertura. As espessuras deste pacote variam entre 10 e 25 metros e sondagens geofísicas indicam profundidades de 35 a 40 metros.

As coberturas de solo, proveniente das alterações das rochas cristalinas, podem gerar um sistema com características superficiais de aquífero poroso e gradualmente, à medida que a profundidade aumenta, revertendo para características de sistemas fraturados. Estes aquíferos rasos e livres não são individualizados, tendo sido considerados como parte do sistema aquífero fraturado, entretanto é provável que tenham continuidade lateral, mostrando que de uma maneira genérica os sistemas aquíferos estão todos intercomunicados (MONSORES *et al.*, 2003).

O nível da água subterrânea varia entre 3 e 7,5 metros, conforme a estação climática. A água subterrânea é pouco mineralizada, apresentando baixos valores de condutividade elétrica e de pH, ressaltados nas figuras 2 e 3, respectivamente.

As amostras apresentam pH entre 4.3 e 7, com média 5,6. A acidificação da água pode ser explicada pela presença de argila e silte; pelo revolvimento desses sedimentos (MONSORES, 2003), e ainda pela oxidação de sulfetos, liberando radicais de sulfatos (TUBBS *et al.* 2011).

Quanto à oxidação de sulfetos, Barbosa (2005) reconhece que a presença do sulfato é condicionada ao ambiente geológico, formado por camadas, essencialmente, arenosas relacionadas aos depósitos originados sob condições redutoras, associadas a um ambiente de linhas de costa e mangues.

Tubbs *et al.* (2011) associa o aumento do teor de SO_4 na água à atividade de extração de areia na região. Em decorrência da lavra e, conseqüentemente, a exposição dos sedimentos ricos em sulfetos, ocorre a oxidação destes para sulfato, elevando o conteúdo deste na água.

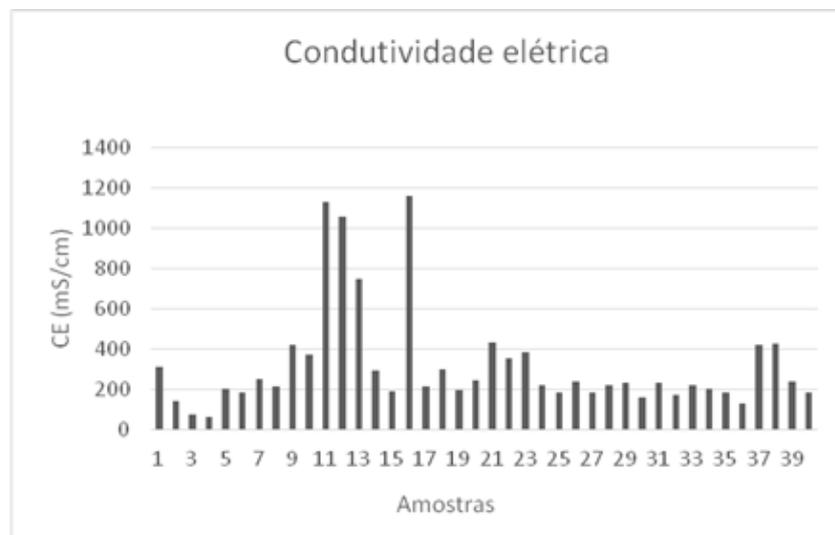


Figura 2. Variação da Condutividade Elétrica (CE). As variações podem ser explicadas pelas flutuações do nível na superfície freática, e do regime sazonal de chuvas da região. Os baixos valores obtidos indicam poucos sais dissolvidos na água.

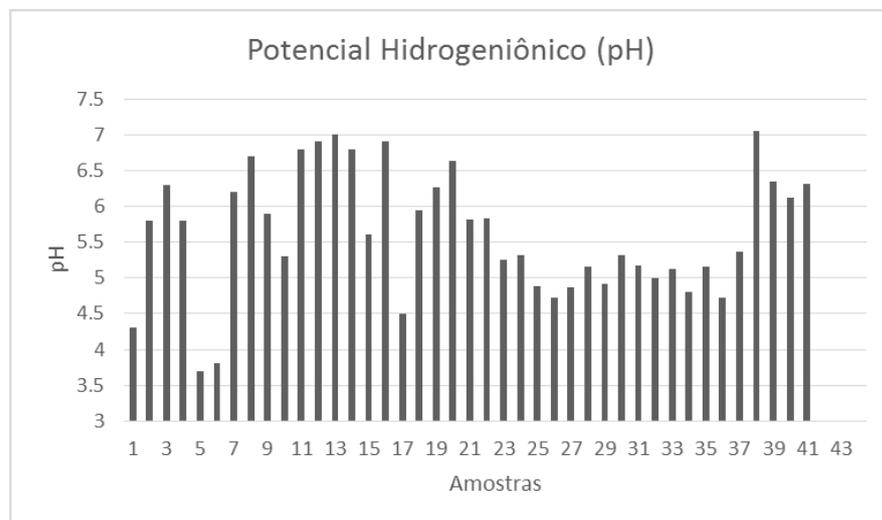


Figura 3. Valores de pH obtidos na área estudada.

3 | METODOLOGIA

As pesquisas bibliográficas e o levantamento de dados serviram como base para a realização deste trabalho. Pesquisas anteriores forneceram dados de 46 amostras, entretanto, algumas não possuem resultados para os íons estudados neste trabalho. Deve-se ressaltar que as amostragens foram feitas entre os anos de 2003 e 2016.

Analizou-se os íons: sódio (Na^{2+}), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), cloreto (Cl^-), Brometo (Br^-), sulfato (SO_4^{-2}), bicarbonato (HCO_3^-) e nitrato (NO_3^-), empregados no estudo das relações iônicas.

4 | RESULTADOS

A tabela 1 foi utilizada como base de estudo para as razões iônicas $r\text{Mg}/r\text{Ca}$, $r\text{Na}/r\text{Cl}$. Neste tópico ainda serão abordadas as relações $r\text{Cl}/r\text{NO}_3$ e $r\text{Cl}/r\text{Br}$. As razões são dadas em meq/L.

Razão iônica	Variações teóricas	Variações na região	Significado
Mg/Ca	0,25-0,33	0,12-0,14	- Água de circulação em rocha com composição granítica
	$\gg 0,9$		- Contato com água do mar ou fluxo através de rocha básica
Na/Cl	$< 0,876$	0,73-2,98	- Água do mar
	$< 0,07$		- Substituição de Na por Ca e Mg
	$< 0,07$		- Precipitação de sais de Na
	$> 0,07$		- Fluxo através de rochas cristalinas ou vulcânicas
Cl/HCO₃	0,5	0,11-8,73	- Fluxo normal para rochas cristalinas
	$> 1,3$		- Águas com salinização inicial
	$> 6,0$		- Águas com salinização adiantada

Tabela 1. Variações teóricas para as razões iônicas e valores aferidos para as águas subterrâneas à Oeste do Rio Guandu. Modificado de Tubbs (1994).

4.1 RAZÃO $r\text{Mg}/r\text{Ca}$

A razão $r\text{Mg}/r\text{Ca}$ auxilia na identificação dos processos sofridos na água subterrânea e sua evolução e detecta fenômenos de troca de bases (LILLO, 2002). Nas águas continentais, esta razão varia, frequentemente, entre 0,3 e 1,5.

De acordo com os dados observados na tabela 2, a razão apresenta valores

característicos de águas continentais. Deve-se salientar, que o íon de cálcio sobrevém de forma livre na água (BARBOSA, 2005). Neste caso, os baixos teores verificados são explicados em função da mobilidade do cátion, o mesmo para o magnésio.

Além disso, Vicente (2008) interpreta que comportamento do cálcio é devido à influência de rochas alcalinas (seja pela Serra do Mendanha ou por diques ou sedimentos oriundos destas) que são ricas em Na e que tem a capacidade de promover a substituição do Ca, lixiviando-o para fora do sistema químico dos aquíferos.

Mg	Ca	rMg/rCa	Mg	Ca	rMg/rCa
23.10	26.10	0.89	4.30	2.40	1.79
4.10	8.80	0.47	5.40	9.30	0.58
0.83	0.84	0.99	8.60	17.00	0.51
0.76	0.87	0.87	1.70	4.40	0.39
7.40	12.40	0.60	3.38	7.96	0.42
8.10	12.40	0.65	1.39	2.02	0.69
1.76	1.04	1.69	3.59	3.11	1.15
3.50	5.40	0.65	3.53	2.64	1.34
3.84	5.60	0.69	2.32	2.36	0.98
3.50	6.40	0.55	2.56	2.44	1.05
27.96	28.60	0.98	2.36	2.32	1.02
23.04	28.60	0.81	4.79	3.33	1.44
20.88	19.60	1.17	3.38	1.19	2.84
9.00	15.60	0.58	3.48	5.34	0.65
1.32	2.60	0.51	3.42	4.86	0.70
24.48	28.60	0.86	1.90	2.50	0.76
3.00	1.20	2.50	1.69	1.78	0.95
5.40	7.50	0.72	11.55	7.47	1.55
2.40	4.50	0.53	20.00	43.30	0.46
2.40	4.10	0.59	13.60	40.90	0.33
6.60	12.50	0.53			

Tabela 2. Valores da razão rMg/rCa para as águas subterrâneas à Oeste do Rio Guandu.

4.2 RAZÃO $rCl/rHCO_3$

Barbosa (2005) comenta que os sais dissolvidos na água chuva continental são, principalmente, sulfato de cálcio ou bicarbonato de cálcio, devido a interação da pedosfera com os gases atmosféricos. No que diz respeito ao íon HCO_3 , as baixas concentrações estariam relacionadas ao pH ácido e teriam contribuído na diminuição dos valores encontrados para esta razão.

De acordo com a interpretação desta relação, a partir dos valores apresentados na tabela 3, pode-se concluir que as águas na área estudada têm caráter continental e sofrem influência de outros sais através da recarga do aquífero pela água da chuva, e conseqüentemente, a interação das águas atmosféricas com o solo. Além disso,

os valores mais elevados, em função do cloreto, indicam salinização destas águas através de intrusão marinha pretérita neste aquífero.

Cl	HCO ₃	rCl/rHCO ₃	Cl	HCO ₃	rCl/rHCO ₃
24.00	7.70	3.12	7.90	20.00	0.40
23.10	10.70	2.16	39.86	40.00	1.00
8.61	77.00	0.11	52.30	8.46	6.18
291.10	15.25	19.09	32.20	12.23	2.63
269.80	21.96	12.29	53.06	6.26	8.48
156.20	208.62	0.75	59.76	10.16	5.88
49.70	183.00	0.27	30.72	8.36	3.67
14.20	151.28	0.94	39.60	14.33	2.76
305.30	18.91	16.14	31.90	11.66	2.74
21.30	203.13	0.10	40.76	8.03	5.08
31.60	5.49	5.76	34.20	14.00	2.44
27.40	28.30	0.97	35.73	10.10	3.54
32.60	29.50	1.11	28.20	14.66	1.92
64.00	20.00	3.20	74.50	7.06	10.55

Tabela 3. Valores da razão rCl/rHCO₃ para as águas subterrâneas à Oeste do Rio Guandu.

4.3 RAZÃO rNa/rCl

A interação Na-Cl indica dissolução de halita ou mistura com água do mar (SANTOS, 2008). A fonte principal de Cl⁻ é o NaCl, onde o Na⁺ está associado aos silicatos ou à troca iônica.

A tabela 4 apresenta valores que admitem a entrada do sódio através da dissolução dos minerais feldspáticos, que constituem as rochas de caráter granítico do substrato rochoso regional.

Tubbs (2011) reforça em seu trabalho que a atividade de extração de areia, desencadeia mudanças na química das águas da região, visto que, a atividade modifica o nível do lençol freático e do mesmo modo os valores de carga hidráulica na região, modificando a forma como os íons se movimentam no aquífero.

Na	Cl	rNa/rCl	Na	Cl	rNa/rCl
23.10	26.10	1.08	20.70	41.10	0.50
39.60	115.00	0.38	106.00	64.00	1.66
17.60	24.00	0.73	19.00	7.90	2.41
17.40	23.10	0.75	29.40	52.96	0.56
37.10	35.60	1.04	31.06	39.86	0.80
37.70	34.60	1.09	35.13	52.30	0.67
16.58	8.61	1.93	24.66	32.20	0.77
4.78	52.89	77.05	43.33	53.06	0.82

124.20	291.10	0.43	36.06	59.76	0.60
124.20	269.80	0.46	22.36	30.72	0.72
87.40	156.20	0.56	28.40	39.60	0.72
22.77	49.70	0.46	23.00	31.90	0.72
21.26	14.20	1.50	26.00	40.76	0.64
125.58	305.30	0.41	27.83	34.20	0.81
17.71	21.30	0.83	30.00	35.73	0.08
18.20	31.60	0.58	18.00	28.20	0.64
15.60	27.40	0.57	55.50	74.50	0.74
17.30	32.60	0.53	74.40	39.80	1.87
23.60	37.90	0.62	63.10	51.00	1.24
25.00	43.20	0.59			

Tabela 4. Valores da razão rNa/rCl para as águas subterrâneas à Oeste do Rio Guandu.

4.4 RAZÃO rCl/rNO_3

Apesar de Barbosa (2005) apontar correlações negativas entre o Nitrato e o cloreto, indicando que estes não possuem a mesma fonte, o cloreto também pode estar relacionado à dejetos humanos, neste caso, proveniente da urina.

De acordo com Argoss (2011), a relação entre o nitrato e cloreto pode ajudar a indicar a origem do nitrato e a porcentagem de esgoto orgânico, derivado do local de saneamento, que é oxidado e lixiviado para o lençol freático. Onde a relação envolve valores entre 1:1 e 8:1 (Figura 4), o nitrato é oriundo de efluentes domésticos, mais especificamente, por fontes fecais. Os valores são apresentados na tabela 5.

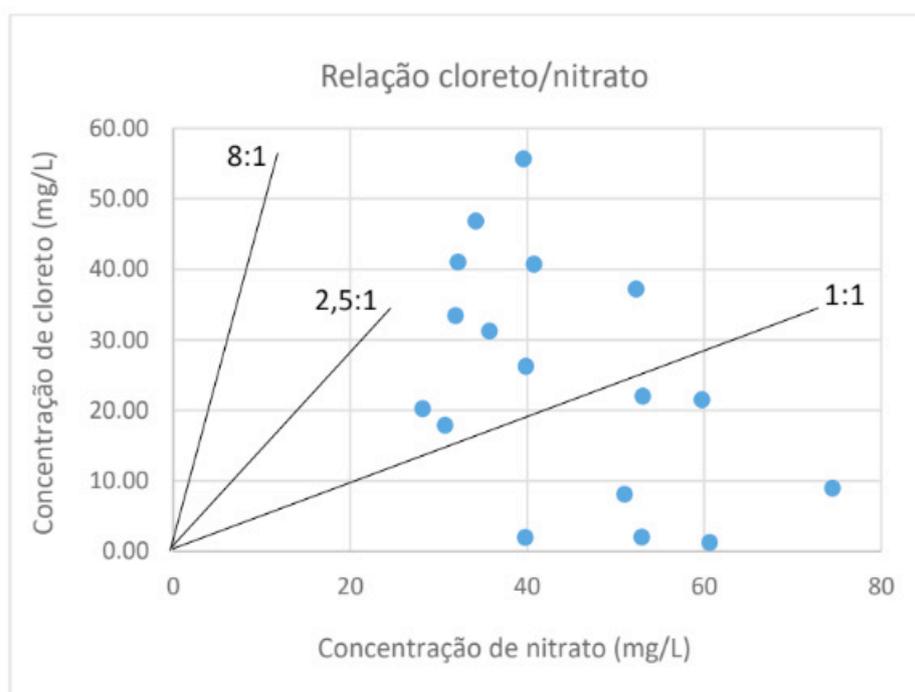


Figura 4. Relação cloreto/nitrato para as águas subterrâneas à oeste do rio Guandu. Nesta razão, a origem do nitrato tem relação com a presença de coliformes fecais (razão variando principalmente no intervalo entre 2:1, dentro do intervalo característico para fontes fecais).

Cl	NO ₃	rCl/rNO ₃	Cl	NO ₃	rCl/rNO ₃
52.96	2.06	25.71	40.76	40.73	1.00
39.86	26.26	1.52	34.20	46.86	0.73
52.30	37.23	1.40	35.73	31.26	1.14
32.20	41.06	0.78	28.20	20.26	1.39
53.06	22.03	2.41	74.50	9.00	8.28
59.76	21.53	2.78	39.80	2.00	19.90
30.72	17.90	1.72	51.00	8.10	6.29
39.60	55.66	0.71	60.61	1.30	46.62
31.90	33.43	0.95			

Tabela 5. Valores da razão rCl/rNO₃ para as águas subterrâneas à Oeste do Rio Guandu. Os valores em vermelho representam as razões contidas no intervalo referido para a origem fecal do nitrato.

4.5 RAZÃO rCl/rBr

A origem desses íons nas águas subterrâneas, principalmente doces, é comum e corresponde, majoritariamente, aos aerossóis marinhos incorporados e pela precipitação atmosférica. Nas águas marinhas, a razão de rCl/rBr é de aproximadamente 655 (r=meq/L).

Segundo Barbosa (2005), o valor encontrado na região do Aquífero Piranema estaria relacionado à aerossóis marinhos, uma vez que o brometo é encontrado em pequenas concentrações na água da chuva oceânica e desta forma, a razão Cl/Br seria menor, pois a dissolução da halita presente nos aerossóis produz soluções ricas em cloreto, mas relativamente mais empobrecidas em brometo. Comparadas com a água do mar, as razões nesta região teriam esta característica. Os valores são apresentados na tabela 6.

Apesar da contribuição do conteúdo atmosférico (aerossóis marinhos), é possível admitir a contribuição marinha, uma vez que no contexto geológico da área, não existe mineral que possa contribuir para a concentração de brometo e cloreto, restando somente minerais como a halita para fornecer as concentrações destes íons.

Cl	Br	rCl/rBr	Cl	Br	rCl/rBr
29.60	0.23	128.69	53.06	0.14	379.00
115.00	0.11	1045.45	59.76	0.12	497.66
24.00	0.08	296.30	30.72	0.10	307.20
23.10	0.08	303.94	39.60	0.08	495.00
35.60	0.18	197.77	31.90	0.06	531.66
34.60	0.18	192.22	40.76	0.09	452.88
52.96	0.10	545.97	34.20	0.09	380.00
39.86	0.11	369.07	35.73	0.11	324.81
52.30	0.12	435.83	28.20	0.07	402.85
32.20	0.11	292.72	74.50	0.16	465.62

Tabela 6. Valores da razão rCl/rBr para as águas subterrâneas à Oeste do Rio Guandu.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caráter livre somado à pouca profundidade do aquífero, são características facilitadoras da entrada dos íons pelos fatores mencionados acima, e desta forma, promovem a mudança na química das águas.

As análises realizadas neste trabalho convieram para a compreensão da origem dos íons presentes na água subterrânea da área envolvida. Além disso, a sistematização dos presentes dados poderá contribuir em estudos futuros na região.

REFERÊNCIAS

- ARGOSS (2001) - **Guidelines for assessing the risk to groundwater from on-site sanitation.** British Geological Survey Commissioned Report. v 142, 66p.
- BARBOSA, C. F. (2005) - **Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica - RJ.** Dissertação de Mestrado. IG/ UNICAMP. 93 p.
- CUSTODIO, E.; HERRERA, C. (2000) - **Utilización de la relación Cl/Br como trazador hidrogeoquímico en hidrología subterrânea.** Bol. Geol. Min. Madrid, v111, p: 49-67.
- DANTAS, M. E. (2000) - **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro.** CPRM, DRM/RJ. 60p.
- LILLO, J. (2002) – **Técnicas Hidroquímicas.** Universidad Rey Ruan Carlos. 140p.
- MONSORES, A. L. M.; NUMMER, A. R.; TUBBS FILHO, D. (2003) - **Estudos Hidrogeológicos dos Aquíferos Intergranulares a Oeste do Rio Guandu, Município de Seropédica/RJ.** São Paulo: ELETROBOLT. 177p.
- SANTOS, A. C. (2008) - **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações.** Editora CPRM, 3º Edição revisada e ampliada. 812p.
- SILVA, L. C.; DEHLER, N. M.; SANTOS, R. A. (2001) - **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro.** Brasília. Executado pela CPRM, 2ª Edição. 77p.
- TUBBS, D (1999) – **Ocorrência das águas subterrâneas – “Aquífero Piranema” – Município de Seropédica, área da Universidade Rural e arredores, Estado do Rio de Janeiro.** FAPERJ (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro). Relatório Final de Pesquisa. 123p.
- TUBBS, D.; MARQUES, E. D.; GOMES O. V.; SILVA-FILHO, E. V. (2011) - **Impacto da mineração de areia sobre a química das águas subterrâneas, Distrito Areeiro da Piranema, municípios de Itaguaí e Seropédica, Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Geociências v. 41, n.3, p: 472-485.
- VICENTE, J. F. (2008) – **Caracterização Hidrogeológica de uma área experimental no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/ RJ.** Dissertação de Mestrado. DE/ PUC-RJ. 101p.

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

