

Aplicação de sistema de informação geográfica (SIG) na espacialização de elemento tóxico de origem geológica

Giselle Rodrigues de Oliveira ¹
Maria da Glória Alves ¹
Frederico Terra de Almeida ²

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF/CCT/LECIV
Avenida Alberto Lamego, 2000 – Parque Califórnia
Campos dos Goytacazes – RJ, CEP: 28013600, Brasil
giselle_oliver@yahoo.com.br
mgloria@uenf.br

² Fundação Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Avenida Alexandre Ferronato, 1.200 – Reserva 35 – Distrito Industrial
Sinop – MT, CEP: 78.550-000, Brasil
fredterr@gmail.com

Abstract. The population of the coast of the city of São Francisco de Itabapoana, North of the State of Rio de Janeiro, is not supplied by water of potable surface, then, the wells predominate domiciliary. The region is the producing greater of sugar cane-of-sugar and pineapple of the state, activities these that use great amounts of pesticides and chemical fertilization. The proper geology of the place and the tropical climate make possible the decomposition of the rocks (weathering) making with that many chemical elements are available and finish contaminating water bodies are the superficial or underground they. The work had as objective to espacializar the contamination for Aluminum of the underground water and to analyze its concentration in the wells. The high concentrations of Al can be explained by the low values of pH, therefore they increase the solubility of aluminum.

Palavras-chave: underground waters, aluminum concentration, geology, águas subterrâneas, concentração de alumínio, geologia.

1.Introdução

O presente estudo é parte do resultado de um trabalho que uniu os esforços de duas universidades públicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF e Universidade Federal Fluminense – UFF, e do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), com o objetivo de gerar uma série de informações que forneceria o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos subterrâneos da região litorânea de São Francisco de Itabapoana, além de subsidiar a proposição de medidas mitigadoras para a preservação destes e da população local.

A população do litoral do município de São Francisco de Itabapoana, Norte do Estado do Rio de Janeiro, não dispõe de recursos hídricos superficiais próximos para abastecimento da mesma, sendo estas, dependente da captação de águas subterrâneas. Os moradores de cidades como Barra de Itabapoana e Guaxindiba são abastecidos por poços artesianos; já nas vilas e nas áreas rurais predominam os poços domiciliares. Porém, a intensa atividade agrícola e a constituição geológica da região podem ocasionar concentrações fora dos padrões para metais pesados, pesticidas e outros, promovendo impacto na saúde da população local. Além dessas atividades, nas praias da região está uma das maiores jazidas de areias monazíticas do Brasil, explorada pela empresa Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Que acabam aumentando de forma considerável as concentrações de rádio (Ra) que é um elemento radioativo.

A própria geologia do local e o clima tropical possibilitam a decomposição das rochas (intemperismo) fazendo com que muitos elementos químicos fiquem disponíveis e acabam contaminando os corpos d'águas sejam eles superficiais ou subterrâneos.

Neste trabalho, será voltado para o metal alumínio (Al) em função de que na análise laboratorial foi observado que sua concentração estava muito acima da recomendável pelo Ministério da Saúde (MS).

O uso da água, nas suas mais diversas formas, depende tanto da quantidade quanto da qualidade do recurso. No entanto, o aspecto qualidade, em geral, tende a ser negligenciado na prática. Isto ocorre devido, muitas vezes, ao fato do usuário, que necessita da água, desconsiderar a análise deste importante fator. Todavia esta situação tem mudado com o tempo, ou seja, o estado da qualidade da água vem sendo foco de preocupação dos órgãos competentes, sendo por isso alvo de monitoramento e análises.

No monitoramento ambiental, as técnicas de Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sistema de Posicionamento (GPS) tornam-se imprescindíveis à espacialização do problema.

Os produtos cartográficos gerados da aplicação destas técnicas permitem a visualização da situação atual do ambiente, podendo também contribuir para a predição de problemas futuros. Essa correlação está vinculada à simulação de cenários, metodologia amplamente empregada hoje em dia para monitoramento da qualidade da água.

2. Objetivos

Utilizar SIG para obter a espacialização e visualização da contaminação por Alumínio da água subterrânea e analisar a sua concentração nos poços da localidade de Buena, Município de São Francisco de Itabapoana.

3. Área de Estudo

3.1 Localização

A área de estudo situa-se próximo à localidade de Buena, no município de São Francisco de Itabapoana. Este pertence à Região Norte Fluminense e faz divisa com os municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra (**Figura 1**). Ele está no limite do Estado do Rio de Janeiro com o Espírito Santo, abrangendo os depósitos terciários da Formação Barreiras e Quaternários (litorâneos, fluviais e paludais). A cobertura da área é feita pelas cartas topográficas Barra Seca e Itabapoana, na escala 1:450.000 (IBGE) e a principal via de acesso é a rodovia federal BR-101. O acesso a Buena se dá através da Rodovia RJ-224, que liga a cidade de Travessão a São Francisco de Itabapoana.

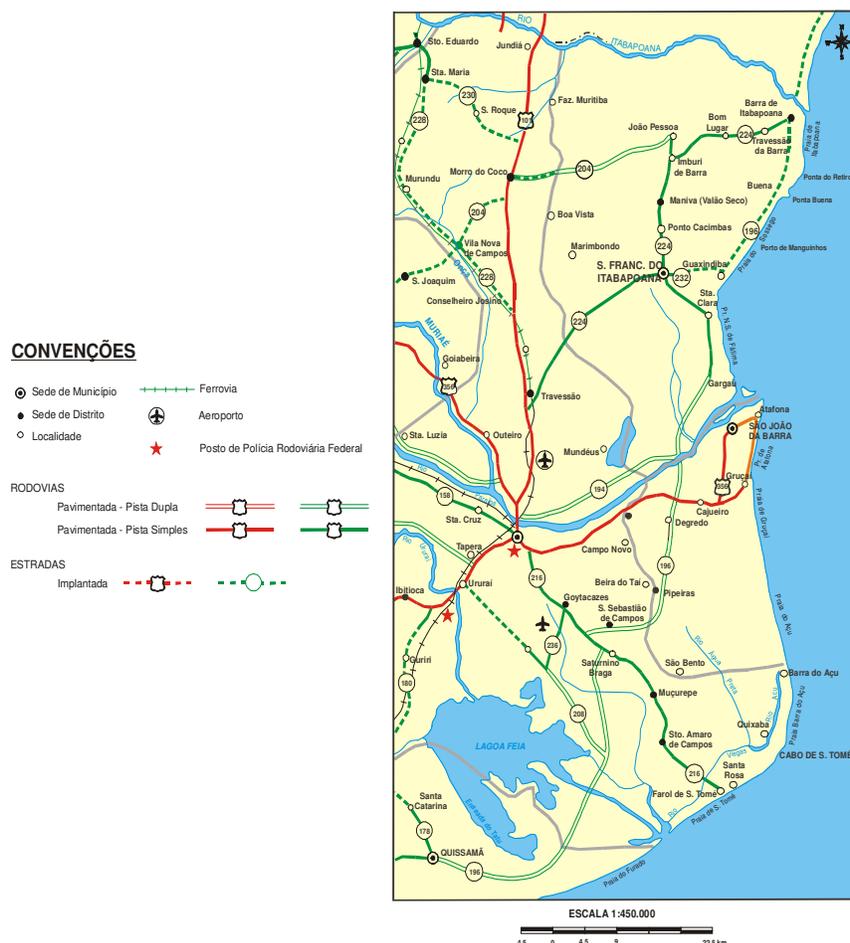


Figura1: Mapa de Localização e Acessos. Fonte: DNER (1999 – versão preliminar, modificado).

3.2. Geologia

3.2.1. Pré-Cambriano

REIS et al. (1982) reconheceram, dentro do Domínio Pré-Cambriano da área estudada neste projeto, rochas da Unidade Bela Joana e rochas da Unidade São Fidélis.

A Unidade Bela Joana compreende um domínio de rochas com hiperstênio exibindo localmente características plutônicas. Essas rochas são maciças, granulação grosseira a média e coloração variando de cinza-esverdeada clara (composição granítica) a cinza-esverdeada escura (composição tonalítica). Como minerais primários tem-se plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio, granada, quartzo e K-feldspato.

A Unidade São Fidélis caracteriza-se por migmatitos constituídos predominantemente de (kfeldspato), granada, (silimanita), biotita, quartzo e plagioclásio-andesina, com foliação marcante e granulometria de média a grosseira. Aparece como “ilhas” no meio da Formação Barreiras.

Foi realizado um mapeamento geológico da área estudada juntamente com os pontos de variação de pH. Conforme a **Figura 2**.

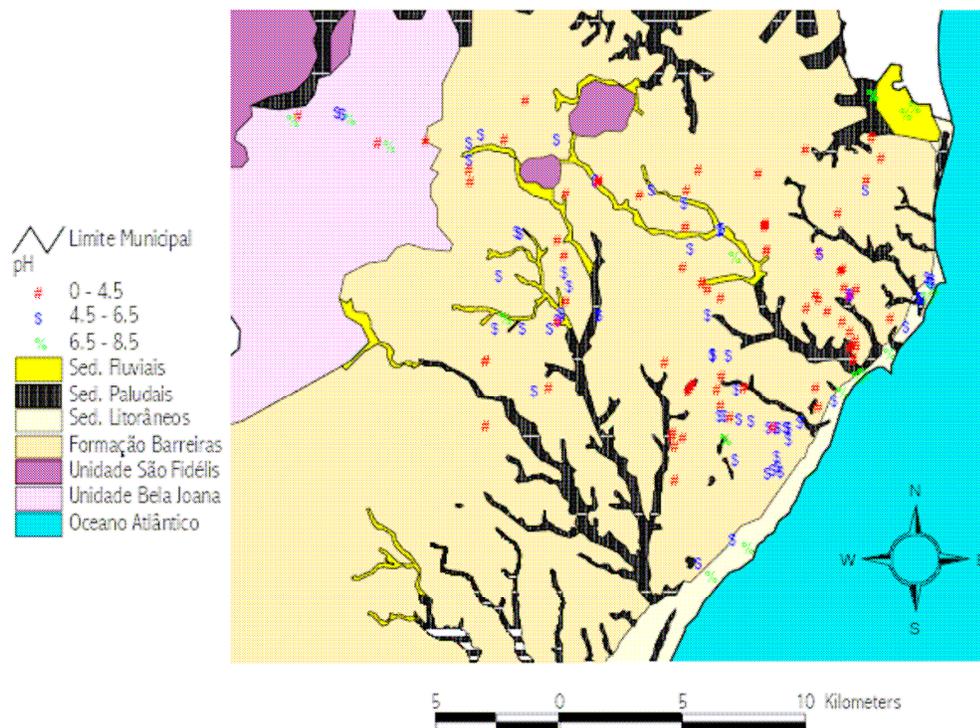


Figura 2: Mapa Geológico com Dados de pH de Campo na Região Estudada Escala 1:450.000. Fonte: Reis et al. (1982) modificado com Mapa Geológico da INB.

3.2.2 Depósitos Terciários - Formação Barreiras

Os sedimentos da Formação Barreiras segundo (REIS *et al.*, 1982) ocorrem alongados em uma faixa diagonal de direção NE-SW, interpondo-se entre o domínio das rochas Pré-Cambrianas e os Sedimentos Quaternários. Apresenta as melhores e maiores exposições desde a margem norte do rio Paraíba do Sul, próximo à Cidade de Campos, até os limites com o estado do Espírito Santo.

MORAIS (2001) fez uma descrição faciológica dos depósitos da Formação Barreiras no Estado do Rio de Janeiro, onde os depósitos de ocorrência na área de estudo compõem-se, predominantemente, por sedimentos arenosos, com níveis de cascalho, intercalados com sedimentos lamosos. Em geral, esses depósitos apresentam camadas com geometrias de lentes extensas a subtabulares. A cor desses sedimentos geralmente é branca-acinzentada, com forte mosqueamento vermelho-arroxeadado, devido à presença de óxido/hidróxido de ferro.

3.2.3 Depósitos Quaternários

Os depósitos quaternários da região estudada são distribuídos em:

3.2.3.1 Sedimentos Paludais

Constituídos por sedimentos depositados em ambiente de água doce a pouco salobra, formados pelos depósitos de lagos, possui, como litologia característica, uma argila plástica de coloração cinza-negra, com alto conteúdo de matéria orgânica. Segundo REIS et al. (1982) estes sedimentos podem ser associados a depósitos de diatomita (acumulação consolidada de organismos algais). É formado ainda pelos depósitos de pântanos ou brejos, caracterizados por turfa.

3.2.3.2 Sedimentos Litorâneos

Constituídos por areias quartzosas litorâneas, de coloração esbranquiçada, por vezes amarelada a acastanhada, apresentando um selecionamento razoável, com granulometria variando de fina a muito grossa, podendo, às vezes, ser conglomerática, arredonda a sub arredondada (REIS et al., 1982). Segundo estes autores, podem ocorrer associados a estas areias grãos de feldspato, mica e minerais pesados (Tb, Zi, Ti), principalmente na folha Itabapoana, na zona praial atual, com sua origem provavelmente relacionada aos sedimentos da Formação Barreiras (REIS et al. 1982).

3.2.3.3 Sedimentos Fluviais

Estes sedimentos segundo REIS et al. (1982) compõem-se por argilas, argilas-siltíticas e siltes, de planície de inundação, geralmente micáceos, boa compactação e apresentam cores astanho-amarelado a cinza-escuro. Ocorrem também areias quartzosas, de coloração brancoamarelada, granulometria variando de fina a grossa, às vezes conglomerática. Geralmente é mal selecionada, com grãos sub-angulares a sub-arredondados, podendo conter grãos de feldspato, mica e minerais máficos (anfíbólio e/ou piroxênio), REIS et al. (1982).

4. Metodologia

A metodologia utilizada consistiu da realização de um cadastro georreferenciado de um conjunto de poços na região de Buena e arredores, com determinação das análises físico-químicas das águas subterrâneas. Em áreas onde não havia poços, foram cadastrados outros pontos d'água, tais como córregos e lagoas, sendo apenas os originados pelo afloramento do lençol freático.

4.1 Metodologia de Campo

A partir de uma ficha de campo pré-definida e utilizando um GPS (sistema de posicionamento global) e um equipamento para determinação do pH das águas subterrâneas no campo, foi possível cadastrar cerca de 87 pontos d'água na área de estudo, que, somados a um cadastro prévio de 69 poços domésticos, totalizam o conjunto de dados.

4.2 Metodologia de Laboratório

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório LAMIN - CPRM através de um convênio firmado entre a UFF e o referido laboratório. Tais análises envolvem 37 elementos químicos, 1 parâmetros físico (pH) e o teor de matéria-orgânica.

5. Resultados e Discussão

5.1 Análise Química

Dentre os 37 elementos analisados, das 22 amostras, 19 amostras ou 55% do total apresentaram concentrações mais elevadas que os níveis aceitáveis de potabilidade segundo o Ministério da Saúde, OMS, EPA, em algumas das mais significativas legislações. São eles: Na, K, Mg, Mn, Fe, Ba, Cl, SO₄, Al, NO₃, B, Cd e Ca. Conforme a **Tabela 1** abaixo.

Tabela 1: Avaliação da Distribuição Estatística dos Dados de Laboratório (valores em mg/L).

| | Mínimo | Máximo | Média | Nº de Amostras fora dos Padrões | % de Amostras fora dos Padrões | Padrão MS ⁵ | Padrão OMS ⁶ | Padrão EPA ⁷ |
|-----------------|--------|--------|-------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Al | 0,1 | 5,5 | 0,71 | 19 | 86 | 0,2 | 0,2 | |
| Cd | 0,001 | 0,01 | 0,003 | 11 | 50 | 0,003 | 0,005 | |
| Cl | 42,0 | 689,7 | 198,9 | 8 | 36 | 250 | 250 | |
| Fe | 0,002 | 0,891 | 0,028 | 3 | 14 | 0,3 | 0,3 | |
| K | 0,65 | 239,5 | 7,45 | 9 | 41 | | | 12 |
| Mg | 2,91 | 43,8 | 14,5 | 7 | 32 | | | 30 |
| Na | 24,8 | 374,0 | 127,9 | 8 | 36 | 200 | 200 | |
| NO ₃ | 4,0 | 321,4 | 38,44 | 9 | 41 | 45 | | |

⁵ Portaria 1.469/00 do Ministério da Saúde

⁶ Recomendações da Organização Mundial da Saúde

⁷ Environmental Protection Agency, United States of America

Neste trabalho foi abordado o elemento Alumínio (Al) devido ao fato de 86% das amostras analisadas, 19 amostras no total, estarem acima do padrão, apresentando uma amostra com a concentração de 5,5mg/L, sendo que o valor máximo permitido pela portaria 1.469/00 do Ministério da Saúde (MS) é de 0,2mg/L.

O Alumínio quando ingerido através da água é absorvido pelo aparelho digestivo e seu excesso pode danificar o sistema nervoso central e a estrutura óssea do ser humano, por isso o excesso deste elemento tem que ser bem monitorado devido aos riscos associados à saúde da população em questão.

As altas concentrações de Al podem ser explicadas pelos baixos valores de pH, pois aumentam a solubilidade do alumínio. A presença de matéria orgânica dissolvida na fração colóide, com diâmetro menor que 0.45µm, pode aumentar a concentração de alumínio na amostra, principalmente após a acidificação da amostra.

Normalmente o Al que compõe os minerais formadores de rocha, como feldspatos, micas entre outros vão passar por processos intempéricos que vão dar origem ao chamados minerais de argila. Nos climas tropicais, a tendência de decomposição química é para a formação de hidróxidos de ferro ou de alumínio, ou ambos. A este processo dá-se o nome de laterização que se caracteriza pela intensa lixiviação. Após a lixiviação, ficam resíduos dos produtos de menores solubilidades que são o alumínio e o ferro na forma de hidróxidos.

De acordo com a literatura o pH ideal para a laterização é entre 8 e 9 (pH básico), onde é relativamente baixa a solubilidade da alumina. Sendo menor a pluviosidade, a tendência é de formar hidrosilicatos de alumínio, que são os minerais argilosos. Fazendo com que o mesmo fique retido no solo evitando desta forma seu carreamento para as águas subterrâneas. No caso da região estudada o pH é extremamente baixo fato que gerou um processo de lixiviação do alumínio para as águas subterrâneas.

5.2 Espacialização do Alumínio na área estudada

De posse da localização dos poços de monitoramento, das análises químicas e do plano de Informações com unidades geológicas foi possível espacializar a concentração do Alumínio das águas subterrâneas utilizadas pela população da região de estudo.

Conforme mostra a **Figura 3**, 19 amostras encontraram-se com teores de Alumínio acima do recomendado, colocando as águas em condição não apropriada para o uso.

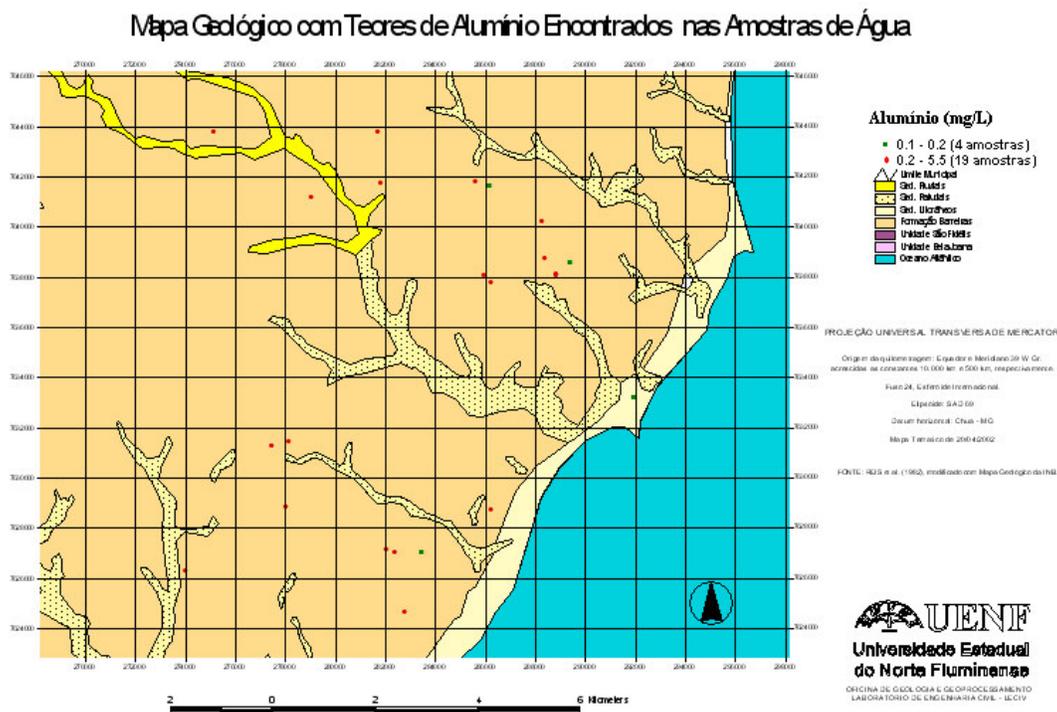


Figura 3: Mapa Geológico com Teores de Alumínio Encontrados nas Amostras de Água.

6. Conclusões

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante encontrado na natureza, depois do oxigênio e do silício, e representa 8% da crosta terrestre, na região são encontradas rochas e sedimentos compostos de minerais tais como feldspatos, micas entre outros que pelo processo de intemperismo vão liberar o elemento Al para água subterrânea devido ao pH baixo. Devem ser feitas mais investigações e análises geoquímicas.

A preocupação quanto à questão da saúde pública deve ser consideravelmente revista. Seria interessante que fossem incluídos em estudos futuros análises em época diferente para quantificar e melhor observar o problema da sazonalidade.

7. Referências

- Couto, P.A.; Gomes, A.P. & Neto, R.A. Projeto Buena I: **Pesquisa de Minerais Pesados no Litoral de Itabapoana** – RJ. CPRM, vol. 1 (texto). 1974.
- Lousano, J. S. J. **Caracterização Hidrogeológica Preliminar das Águas Subterrâneas na Região de Buena Município de São Francisco do Itabapoana/ RJ.**2004. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes. 2004.
- Morais, R.M.O. **Estudo Faciológico da Formação Barreiras na região entre Maricá e Barra de Itabapoana,** estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 113p. Dissertação (Mestrado em Geologia, Depto. Geologia - IGEO/UFRJ). 2001.
- Reis, A.P.; Castro, H.O.; Dalcomo, M.T.; Ferrari, A.L.; Melo, E.F.; Neves, L.F.L; Vaz, M.A.A.; Silva, V.P & Nassar, W.M. Geologia das folhas Morro do Coco, Barra Sêca, Itabapoana, Travessão, São João da Barra, Campo, Muçurepe, Lagoa Feia e Farol de São Tomé - RJ. In: SBG, **Anais...Congresso Brasileiro de. Geologia,** 32, Salvador, Bahia. 1: 75-85. (1982).