



**VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA “MINA PALMERÁ” (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO**

**VERIFICATION OF CONTAMINANTS IN WATER FROM THE "PALMERÁ MINE" (CATURAMA-BA)  
FROM THE GRANITE MINING PROCESS**

**VERIFICACIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA DE LA "MINA PALMERÁ" (CATURAMA-BA)  
PROVENIENTES DEL PROCESO MINERO DE GRANITO**

Diele Silva Macedo<sup>1</sup>, Emanuel Carlos Rodrigues<sup>2</sup>

e483924

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i8.3924>

PUBLICADO: 08/2023

**RESUMO**

A água é essencial para a vida no planeta, mas as ações humanas estão tornando-a escassa e imprópria para o consumo humano e sobrevivência animal. Essas ações antrópicas na maioria dos casos são resultantes das atividades agrícolas, industriais e de mineração. Essas ações podem contaminar não só o solo, mas também os lençóis freáticos com substâncias tóxicas, que se forem consumidas diariamente podem causar riscos à saúde e até provocar a morte. Nesse sentido, verificou-se a necessidade de realizar análises da água subterrânea da Mina Palmerá (município de Caturama-BA), pelo fato de ocorrer atividade de mineração de granito nessa região, e também por essa mina ser a única fonte de água local. Foram analisados alguns parâmetros físico-químicos, como a presença de íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e chumbo ( $\text{Pb}^{2+}$ ), benzeno, sólidos totais (ST) e sólidos totais dissolvidos (STD), comparando com o Valor Máximo Permitido (V.M.P) pela legislação de águas subterrâneas e para o consumo humano. Os resultados obtidos permitiram observar que não houve a detecção dos íons chumbo ( $\text{Pb}^{2+}$ ). A concentração média de íons nitrato foi de 2,36  $\text{mg.L}^{-1}$ . O teor médio de sólidos totais dissolvidos foi de 395,47  $\text{mg.L}^{-1}$  e de sólidos totais foi de 462,07  $\text{mg.L}^{-1}$ . A análise do benzeno resultou em uma concentração média muito superior ao máximo permitido por lei; a justificativa para esses valores é a presença de matéria orgânica dissolvida que apresenta absorvância característica em 254 nm, assim como o benzeno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Matéria Orgânica. Chumbo. Nitrato.

**ABSTRACT**

*Water is essential for life on the planet, but human actions are making it scarce and unfit for human consumption and animal survival. These anthropic actions in most cases are the result of agricultural, industrial and mining activities. These can contaminate not only the soil, but also the groundwater with toxic substances which if consumed daily can pose health risks and even cause death. In this sense, there was the need to carry out analyzes of the groundwater of the Palmerá Mine (municipality of Caturama-BA) due to the fact that granite mining activity is taking place in that region and also because this mine is the only local source of water. Some physical-chemical parameters were analyzed, such as the presence of nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) and lead ( $\text{Pb}^{2+}$ ) ions, benzene, total solids (TS) and total dissolved solids (TDS) comparing with the Maximum Permissible Value (MPV) by groundwater legislation and for the human consumption. The results obtained showed that there was no detection of lead ions ( $\text{Pb}^{2+}$ ). The average concentration of nitrate ions was 2,36  $\text{mg.L}^{-1}$ . The average content of total solid solids was 395,47  $\text{mg.L}^{-1}$  and total solids was 462,07  $\text{mg.L}^{-1}$ . The analysis of benzene resulted in an average concentration much higher than the maximum allowed by law; the justification for these values is the presence of dissolved organic matter that has a characteristic absorbance at 254 nm, as well as benzene.*

**KEYWORDS:** Organic Matter. Lead. Nitrate.

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Barretos, Barretos, SP.

<sup>2</sup> Docente do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Barretos, Barretos, SP.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA "MINA PALMERÁ" (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

### RESUMEN

*El agua es esencial para la vida en el planeta, pero las acciones humanas la están haciendo escasa e inapropiada para el consumo humano y la supervivencia animal. Estas acciones antrópicas, en la mayoría de los casos, son el resultado de actividades agrícolas, industriales y mineras. Estos pueden contaminar no solo el suelo, sino también las aguas subterráneas con sustancias tóxicas, que si se consumen a diario pueden representar riesgos para la salud e incluso causar la muerte. En ese sentido, surgió la necesidad de realizar análisis de las aguas subterráneas de la Mina Palmerá (municipio de Caturama-BA), debido a que en esa región se desarrolla actividad minera de granito, y también porque esta mina es la única fuente de agua local. Se analizaron algunos parámetros físico-químicos como la presencia de iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y plomo ( $\text{Pb}^{2+}$ ), benceno, sólidos totales (ST) y sólidos totales disueltos (STD), comparándolos con el Valor Máximo Permisible (VMP) por legislación sobre aguas subterráneas y para el consumo humano. Los resultados obtenidos mostraron que no hubo detección de iones de plomo. La concentración promedio de iones nitrato fue de  $2.36 \text{ mg.L}^{-1}$ . El contenido promedio de sólidos totales fue de  $395.47 \text{ mg.L}^{-1}$  y de sólidos totales de  $462.07 \text{ mg.L}^{-1}$ . El análisis del benceno resultó en una concentración promedio muy superior a la máxima permitida por la ley; la justificación de estos valores es la presencia de materia orgánica disuelta que tiene una absorbancia característica a  $254 \text{ nm}$ , así como benceno.*

**PALABRAS CLAVE:** *Materia Orgánica. Plomo. Nitrato.*

### INTRODUÇÃO

As águas subterráneas são aquelas que ocorrem no subsolo. São de extrema importância, pois fornecem água potável. Estas são classificadas pela legislação brasileira em: classe especial (presentes em unidades de conservação); classe 1, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas; classe 2, sem influência de atividades antrópicas, mas que podem exigir tratamento adequado; classe 3, aquela com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas; classe 4, com maior alteração de sua qualidade e classe 5, águas que não têm requisitos de qualidade para uso (Brasil, 2008; Branco, 2023).

As atividades antrópicas ocasionam contaminação do ar, do solo e das águas, incluindo as subterráneas, com impacto direto na sociedade. A mineração se enquadra como uma dessas atividades, sendo seus principais poluentes o óleo diesel e seus constituintes, principalmente o benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) e alguns compostos presentes nos explosivos como íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e o metal chumbo (Silva, 2007).

O nitrato causa danos à saúde humana, principalmente para as crianças recém-nascidas, pois nessas pode acarretar sérios problemas como o aumento da metahemoglobina no sangue, provocando a diminuição do transporte de oxigênio no organismo. Além disso, os animais que ingerirem água contaminada por nitrato podem sofrer envenenamento originado por bactérias que transformam nitrato em nitrito no trato digestivo. Ainda convém ressaltar que esse poluente pode causar a eutrofização dos mananciais (Zublena; Cook, 2002).

A água subterrânea também pode sofrer contaminação pela permeabilidade de diesel através do solo (Nascimento, 2011), e sua ingestão pode causar riscos à saúde humana, atacando diferentes órgãos e sistemas do corpo (Chilcott, 2006; Kulkamp, 2003; National Library Of Medicine, 2019; Stokstad, 2004).

Cabe destacar que os constituintes mais tóxicos presentes no óleo diesel, são os conhecidos como BTEX, que são o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno e os xilenos; uma vez que eles são os



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA "MINA PALMERÁ" (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

compostos mais solúveis em água (Stokstad, 2004). Além dos danos à saúde humana o benzeno e o etilbenzeno podem apresentar toxicidade aos animais (BRASIL, 2012; Cohen; Nugegoda; Gagnon, 2001; Cohen; Gagnon; Nugegoda, 2005; Gagnon; Holdway, 1999; OLSEN et al., 2007; Vignier; Vandermeulen; Fraser, 1992). Ainda convém ressaltar os possíveis problemas ambientais decorrentes da contaminação pelo óleo diesel, que se absorvido pelas plantas, dificulta o seu crescimento (Bona et al., 2011).

Outros resíduos que podem ser oriundos das atividades de mineração são os metais pesados; estes são bioacumulativos, ou seja, a sua concentração no organismo aumenta à medida que passam de ser vivo para ser vivo na cadeia alimentar, depositando-se em órgãos, afetando diversas funções orgânicas. Ao atingir os lençóis freáticos, tornam-se potenciais fontes de contaminação, comprometendo a integridade dos mesmos. O chumbo é um dos contaminantes ambientais mais comuns, sendo reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um dos elementos químicos mais perigosos para a saúde humana. Esse elemento químico afeta quase todos os órgãos e sistemas do corpo humano, causando danos crônicos, hematológicos e neurológicos (Athayde Junior et al., 2009; Barbosa et al., 2014; Guagnini et al., 2018; Oliveira, 2003; Moreira et al., 2002; Reidle; Gunter, 2003; Vanz; Mirlean; Baisch, 2003; World Health Organization, 1989). O quadro 1 apresenta os principais efeitos dos contaminantes estudados no projeto para a saúde humana.

**Quadro 1.** Principais efeitos dos contaminantes na saúde humana

Contaminantes	Riscos à saúde
Íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )	Diminuição do transporte de oxigênio no organismo Aumento da metahemoglobina no sangue Eutrofização dos mananciais Formação de compostos potencialmente carcinogênico como, nitrosaminas e nitrosamidas
Íons chumbo ( $\text{Pb}^{2+}$ )	Toxicidade para o sistema nervoso, problemas renais Danos crônicos, hematológicos e neurológicos Toxicidade no trato gastrointestinal e fígado Problema de concentração ou na memória Desordens nos nervos, irritabilidade Dor muscular e nas articulações Aumento da pressão arterial Acúmulos do metal nos ossos
Óleo diesel	Prejudica o funcionamento de quase todos os órgãos Provoca o câncer, em específico a leucemia Prejudica a também as células progenitoras

(Fonte: ALABURDA; NISHIHARA, 1998; CHILCOTT, 2006; KULKAMP, 2003; STOKSTAD, 2004; NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, 2019; VANZ; MIRLEAN; BAISCH, 2003; ZUBLENA; COOK, 2002).

As minas subterrâneas são muitas vezes a única fonte de água em muitos povoados brasileiros. Dessa forma é muito importante preservar essas nascentes das atividades antrópicas, tais como as da agricultura, da indústria e mineração (Piauí, 2004). O Brasil apresenta legislação pertinente para as nascentes através de resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e do



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

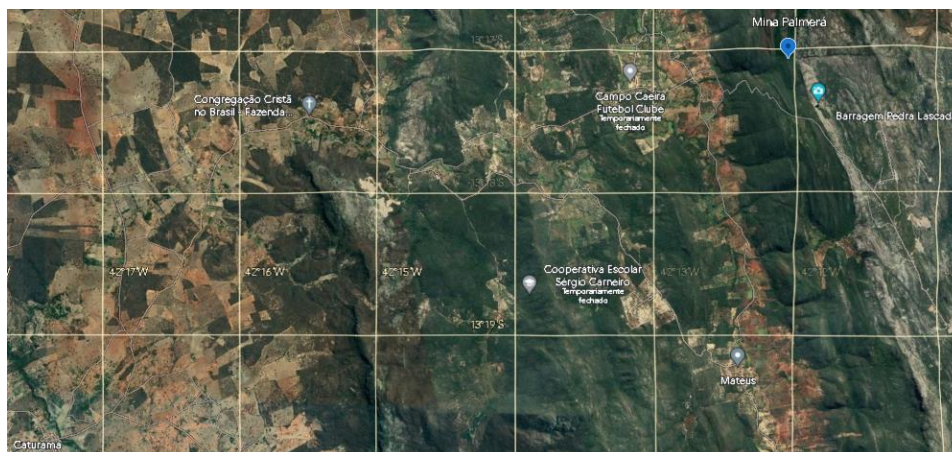
VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA “MINA PALMERÁ” (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

Ministério da Saúde (Brasil, 2008; Brasil, 2021). Essas legislações trazem diferentes parâmetros físico-químicos, orgânicos e microbiológicos que devem ser analisados frequentemente e comparados aos valores máximos permitidos por elas.

A mineração é uma atividade recorrente no Brasil e que se não for realizada de maneira adequada pode prejudicar os biomas que ela está inserida. Ela é realizada com o objetivo de se obter pedras e metais preciosos, minérios diversos e rochas para a construção civil, como é o caso da mineração do granito (Fernandes; Araujo, 2016).

A Mina Palmerá está localizada na comunidade Caeira, no município de Caturama, no estado da Bahia, Brasil. Ela representa a única fonte de água potável disponível para cerca de 50 residências. Atualmente ela está sofrendo visível influência das atividades de mineração do granito que se instalaram a pouco tempo na região, principalmente devido à construção de uma barragem de rejeitos que escoam para se unir às águas da Mina. A figura 1 apresenta a localização da mina.

Figura 1. Mina Palmerá, Caturama - Bahia – Brasil (13°17'04.8"S 42°12'02.7"W; -13.284671, -42.200754 ).



Fonte: Google Earth (2023)

Assim, o presente projeto teve como objetivo analisar a água subterrânea da referida Mina em relação a possíveis poluentes gerados por empresas mineradoras de granito, em especial os íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), íons chumbo ( $\text{Pb}^{2+}$ ), compostos provenientes do óleo diesel, em específico o benzeno, Sólidos Totais (ST) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD).

Considerando os diversos impactos que a atividade mineradora pode causar ao meio ambiente e aos seres vivos em geral, tanto pelo contato direto com seus rejeitos, quanto pela ingestão de águas poluídas, surgiu a necessidade de verificar a presença de contaminantes e consequentes interferências na qualidade de água da Mina, bem como comparar os resultados das análises com os valores estabelecidos pela legislação brasileira. Nesse sentido, foram utilizados métodos de espectrofotometria e gravimetria para a quantificação dos valores da concentração de cada parâmetro analisado (íons nitrato e chumbo, benzeno e sólidos). Essas técnicas foram escolhidas devido às condições materiais





## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA “MINA PALMERÁ” (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

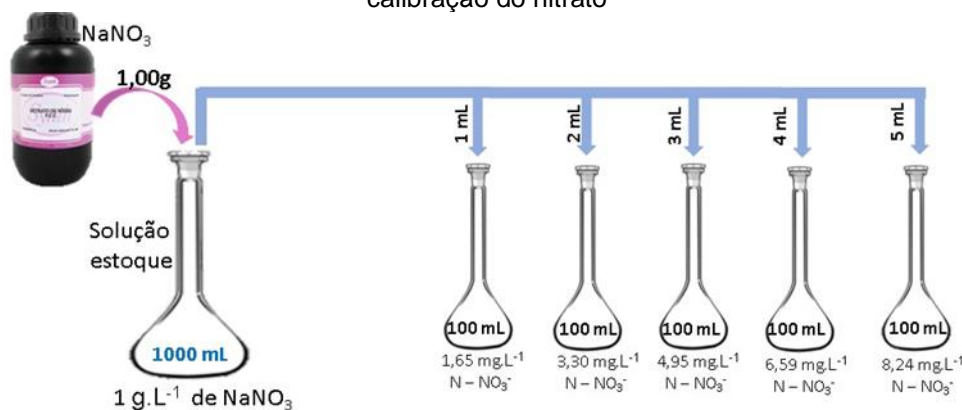
presentes nos laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Barretos (IFSP/Barretos); o que possibilitou o desenvolvimento de todo o projeto.

### MÉTODO

As amostras da água foram coletadas diretamente na Mina Palmerá, em janeiro de 2022, e os procedimentos de coleta e preservação das amostras foram baseados no protocolo da Fundação Nacional da Saúde referenciados no Manual Prático de Análise de Água (Fundação Nacional de Saúde, 2013) e na metodologia padrão de análise de água e efluentes (American Public Health Association, 2005).

Os íons nitrato foram determinados seguindo metodologia padrão do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American Public Health Association, 2005). Para a construção da curva de calibração do íon nitrato foi preparada solução estoque de  $1 \text{ g.L}^{-1}$  de nitrato de sódio ( $\text{NaNO}_3$ ); sendo que dessa solução foram realizadas diluições em balões volumétricos de 100 mL obtendo soluções com concentrações de 1,65; 3,30; 4,95; 6,59 e 8,24  $\text{mg.L}^{-1}$ ; como ilustra o esquema da figura 2. A leitura de absorbância foi realizada em comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 220 nm e a referência da análise (“branco”) foi a água deionizada.

**Figura 2.** Esquema do preparo das soluções e diluições utilizadas na construção da curva de calibração do nitrato

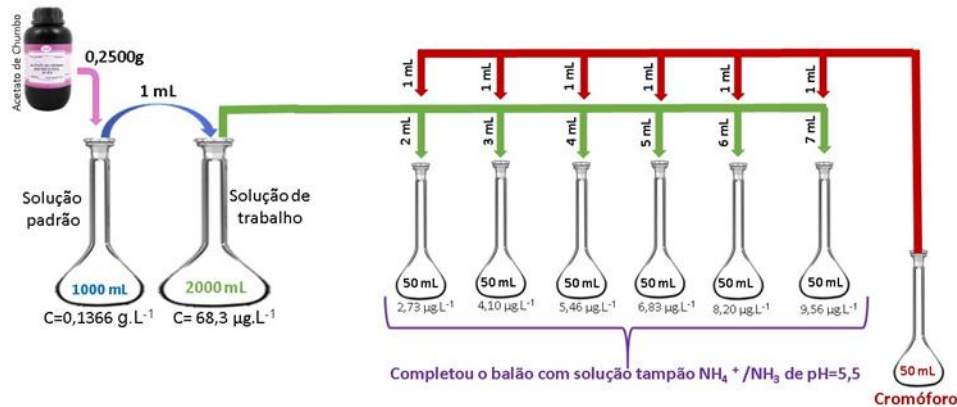


Fonte: própria autora (2023)

Os íons chumbo II ( $\text{Pb}^{2+}$ ) foram determinados seguindo método adaptado de Ayres e Jhonson (1960). Para preparar a solução estoque de  $\text{Pb}^{2+}$ , pesou-se 0,2500g de acetato de chumbo ( $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ), obtendo a concentração de  $0,1366 \text{ g.L}^{-1}$ ; sendo que dessa solução foi realizada diluição para se obter uma solução de trabalho menos concentrada, com concentração de  $68,3 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ , da qual foram feitas as devidas diluições para conseguir as soluções da curva de calibração com concentrações de 2,73; 4,10; 5,46; 6,83; 8,20; 9,56  $\text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ , na presença de solução tampão de  $\text{pH}=5,5$  e de 1 mL do cromóforo concentrado ( $0,3003\text{g}$  de difenilcarbazona, dissolvidos em  $49\text{mL}$  de propanona e  $1\text{mL}$  de ácido acético, obtendo concentração de  $0,02500 \text{ mol.L}^{-1}$ ). A figura 3 apresenta o esquema de preparação das soluções para a construção da curva de calibração. A solução de referência da análise

(“branco”) foi preparada com a dissolução 1 mL do cromóforo em tampão pH=5,5 em meio de água deionizada em balão volumétrico de 50 mL. A leitura das absorvâncias foram feitas em comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 525 nm.

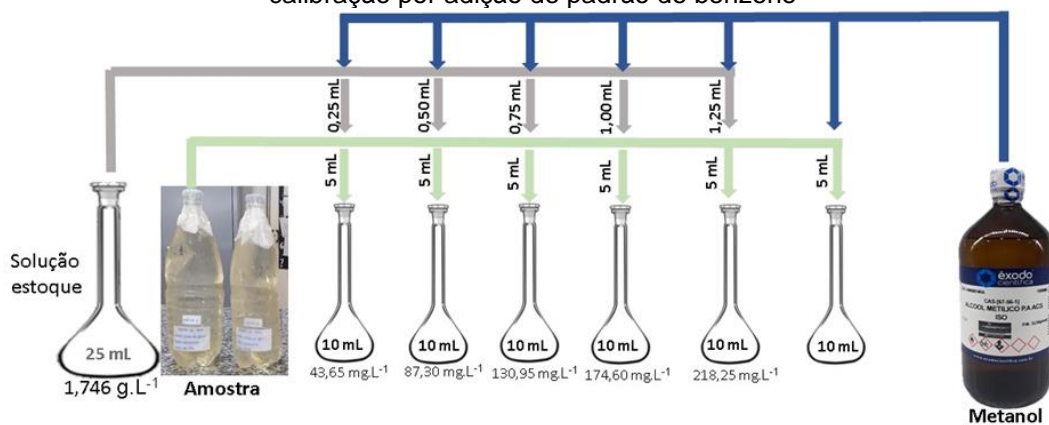
**Figura 3.** Esquema do preparo das soluções e diluições utilizadas na construção da curva de calibração do chumbo II ( $Pb^{2+}$ )



Fonte: própria autora (2023)

A análise do benzeno foi realizada pelo método da adição de padrão na amostra. Inicialmente preparou-se uma solução estoque adicionando 50  $\mu$ L de benzeno em balão de 25 mL utilizando como solvente metanol, obtendo concentração de 1,746  $g.L^{-1}$ . Depois em balões volumétricos de 10 mL adicionou 5 mL da amostra da água e transferiu alíquotas de 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 mL da solução estoque, e completou com metanol para adquirir concentrações de 43,65; 87,30; 130,95; 174,60 e 218,25  $mg.L^{-1}$  de benzeno em leitura de absorvância de comprimento de 254 nm, tal como exemplifica o esquema da figura 4.

**Figura 4.** Esquema do preparo das soluções e diluições utilizadas na construção da curva de calibração por adição de padrão de benzeno



Fonte: própria autora (2023)

A análise dos resíduos sólidos foi feita de acordo com o método gravimétrico indicado pela NBR 10664, que consiste na medida da massa de cápsulas (previamente limpas, secas e calcinadas a



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA "MINA PALMERÁ" (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

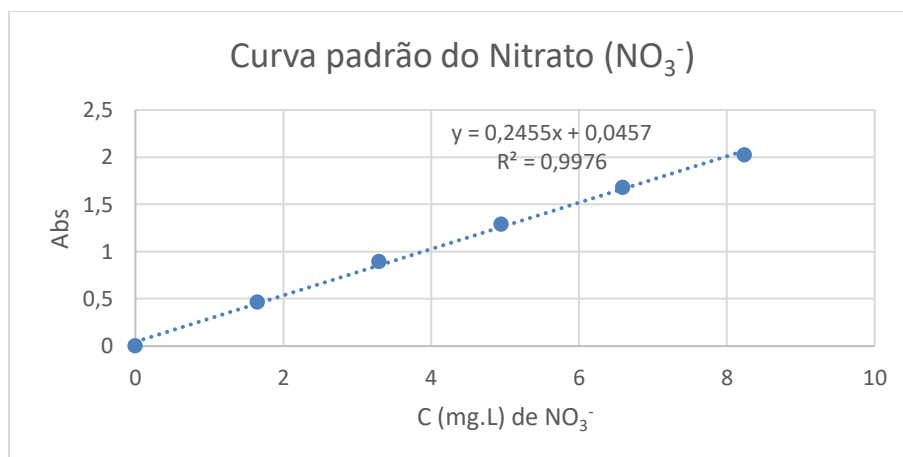
600°C) e amostras; com a evaporação da umidade da amostra em estufa, com posterior pesagem do conjunto da cápsula mais a amostra, finalizando com os cálculos pertinentes (Associação Brasileira De Normas Técnicas, 1989). Para a análise de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) foi realizado o mesmo procedimento, com a diferença de que a amostra foi filtrada previamente em papel quantitativo antes da pesagem e secagem.

Em um segundo momento, em agosto de 2022, foi realizada nova coleta de amostra e análises complementares em um laboratório privado, parceiro do IFSP/Barretos. Nessas análises foram utilizadas metodologias padrão de análise de água e efluentes (American Public Health Association, 2005).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

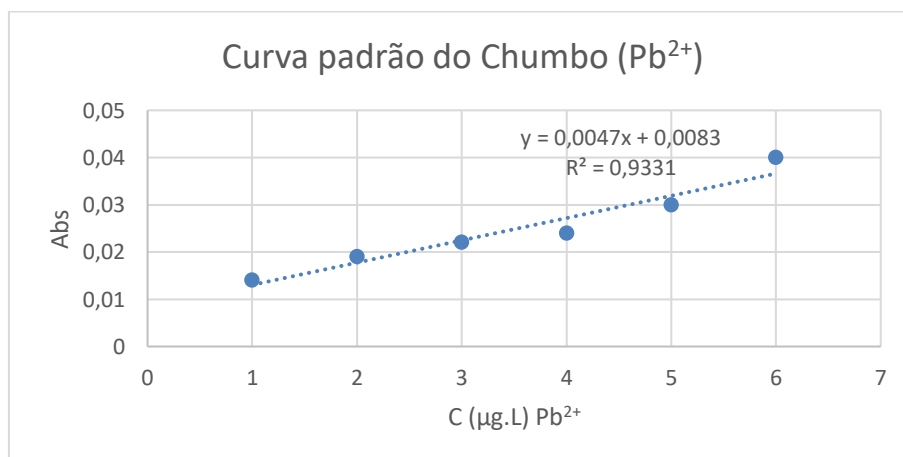
As curvas de calibração das soluções padrão de nitrato (Nitrato de sódio -  $\text{NaNO}_3$ ) e chumbo (acetato de chumbo II-  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ) são apresentadas nas figuras 5 e 6, respectivamente.

**Figura 5.** Curva de calibração do nitrato (Abs x C)



Fonte: própria autora (2023)

**Figura 6.** Curva de calibração do Chumbo (Abs x C)



Fonte: própria autora (2023)



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA "MINA PALMERÁ" (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

A partir dessas curvas foram obtidas as equações que as descrevem, sendo possível calcular a concentração das amostras contendo nitrato ou chumbo II.

Pela equação (1), é possível calcular a concentração de nitrato na amostra.

$$C = \frac{Abs - 0,0457}{0,2455} \quad (1)$$

Em que:

Abs = absorvância da amostra em 220nm;

C = concentração em mg.L<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

A concentração média de nitrato na amostra de água da mina foi de 2,36 mg.L<sup>-1</sup>, valor inferior ao limite estabelecido pela legislação (10 mg.L<sup>-1</sup>) (Brasil, 2008; Brasil, 2021).

Aplicando a equação (2), é possível calcular a concentração de íons Pb<sup>2+</sup> na amostra da água.

$$C = \frac{Abs - 0,0083}{0,0047} \quad (2)$$

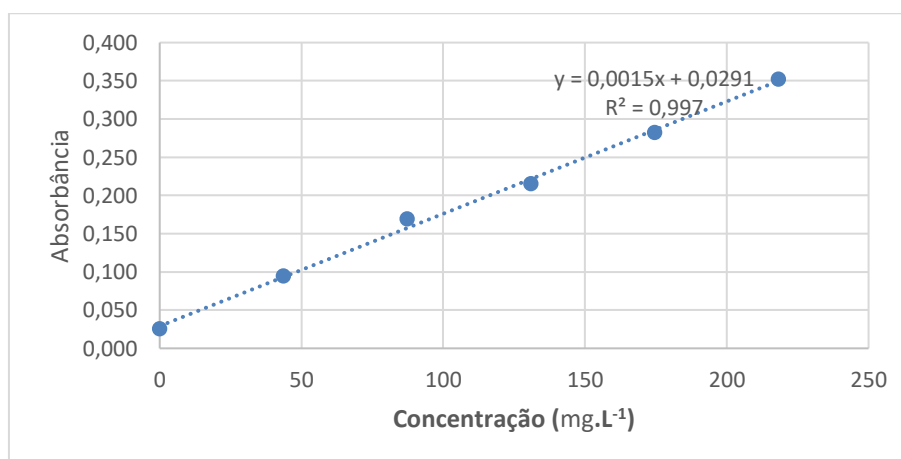
Em que:

Abs = absorvância da amostra em 525 nm;

C = concentração dos íons chumbo II em mg.L<sup>-1</sup>.

Para a análise do chumbo II a análise espectrofotométrica (UV/Vis) não foi capaz de detectar e/ou quantificar esses íons. Importante ressaltar que o Valor Máximo Permitido (VMP) de íons Pb<sup>2+</sup> em águas subterrâneas e de consumo humano é de 0,01 mg.L<sup>-1</sup>. No entanto, isso não significa a ausência dos íons Pb<sup>2+</sup> nas amostras, mas a necessidade de utilizar outras técnicas com limites de detecção e quantificação inferiores ao da espectrofotometria para analisar as amostras. A figura 7 apresenta a curva da análise de benzeno por adição de padrão à amostra.

**Figura 7.** Curva de adição de padrão (benzeno) à amostra



Fonte: própria autora (2023)

Com essa curva de adição de padrão do benzeno à amostra foi possível obter a equação (3), que foi utilizada para encontrar a concentração do benzeno.

$$Abs = 0,0015 * C + 0,0291 \quad (3)$$

A análise do benzeno apresentou concentração de 19,40 mg.L<sup>-1</sup>; um valor superior ao permitido por lei que é de 5 µg L<sup>-1</sup> (Brasil, 2008; Brasil, 2021). No entanto não se pode afirmar que a água está





## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA "MINA PALMERÁ" (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

contaminada com benzeno, pois, é necessário realizar, por exemplo, análises cromatográficas para se verificar a concentração relativa apenas do benzeno, já que o resultado pode estar sofrendo a influência da matéria orgânica que também absorve luz UV em 254nm (Shi *et al.*, 2021; Lopardo, Fernandes, Azevedo, 2008).

Mesmo que o valor de Sólidos Totais Dissolvidos encontrado ( $395,47 \text{ mg.L}^{-1}$ ) tenha sido menor que o máximo permitido pela legislação brasileira, que é de  $500 \text{ mg.L}^{-1}$ , nota-se que é um valor elevado de sólidos em água para o consumo humano (BRASIL, 2021). A análise de sólidos totais resultou em  $462,07 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Assim, cabe destacar que os resultados observados nas análises para os íons chumbo (não detectados) e para os parâmetros de íons nitrato e sólidos, permitiram verificar que a água da Mina Palmerá se apresenta dentro dos limites permitidos pela legislação brasileira de água de minas subterrâneas e de potabilidade. Um outro ponto importante foi de que o valor médio obtido na análise do benzeno pode não condizer com a presença única e exclusiva do mesmo na água, em função da matéria orgânica dissolvida estar presente na amostra e provavelmente ter sido quantificada como sendo benzeno, uma vez que a mesma também absorve luz UV em 254 nm como o benzeno. Nesse aspecto, sugerimos a realização de novas análises utilizando técnicas com maiores limites de detecção e quantificação.

Posteriormente, foi realizada nova coleta e análises complementares da água da mina, conforme apresenta a tabela 1.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA "MINA PALMERÁ" (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

**Tabela 1.** Resultados das análises complementares da água da Mina Palmerá\*

Parâmetro Analisado	Resultado	Valor Máximo Permitido (VMP) Resolução Conama 396	Valor Máximo Permitido (VMP) Portaria 888
Boro	0,01 mg.L <sup>-1</sup>	0,5 mg.L <sup>-1</sup>	-**
Calcio	2,10 mg.L <sup>-1</sup>	-**	-**
Cobre	0,24 mg.L <sup>-1</sup>	2 mg.L <sup>-1</sup>	2 mg.L <sup>-1</sup>
Enxofre	0,30 mg.L <sup>-1</sup>	Enxofre na forma de: SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = 250 mg.L <sup>-1</sup> e H <sub>2</sub> S=0,05 mg.L <sup>-1</sup>	Enxofre na forma de: SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = 250 mg.L <sup>-1</sup> e H <sub>2</sub> S=0,05 mg.L <sup>-1</sup>
Ferro	0,52 mg.L <sup>-1</sup>	0,3 mg.L <sup>-1</sup>	0,3 mg.L <sup>-1</sup> (organoléptico) e 2,4 mg.L <sup>-1</sup> (saúde)
Fosforo	1,97 mg.L <sup>-1</sup>	-**	-**
Manganês	0,01 mg.L <sup>-1</sup>	0,1 mg.L <sup>-1</sup>	0,1 mg.L <sup>-1</sup> (organoléptico) e 0,4 mg.L <sup>-1</sup> (saúde)
Potássio	0,61 mg.L <sup>-1</sup>	-**	-**
Sódio	0,11 mg.L <sup>-1</sup>	200 mg.L <sup>-1</sup>	200 mg.L <sup>-1</sup>
Zinco	0,01 mg.L <sup>-1</sup>	5 mg.L <sup>-1</sup>	5 mg.L <sup>-1</sup>
Condutividade Elétrica (CE)	0,56 mS/cm	-**	-**
pH	7,38	-**	-**

\*médias de análises realizadas em triplicata

\*\* Não se aplica

Após as novas análises realizadas, constatou-se que todas as variáveis verificadas se mantiveram dentro dos limites estabelecidos pelo Valor Máximo Permitido (VMP) preconizados pelas legislações pertinentes, a Resolução Conama 396 para água subterrânea (BRASIL, 2008) e a Portaria 888 para fins de potabilidade de água para consumo humano (Brasil, 2021).

### CONSIDERAÇÕES

Foi possível realizar as análises propostas (íons nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e chumbo (Pb<sup>2+</sup>), benzeno, Sólidos Totais (ST) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD)) da água subterrânea da Mina Palmerá (Caturama-BA). Os resultados permitiram verificar que as variáveis analisadas se encontram dentro dos limites permitidos pela legislação brasileira de águas subterrâneas e de potabilidade. É importante enfatizar que se fazem necessárias outras análises com outros parâmetros de qualidade de maneira a garantir o uso da água do manancial para fins de consumo humano. É relevante também alertar as autoridades competentes sobre a necessidade da preservação da referida mina, bem como um monitoramento frequente da qualidade de suas águas para garantir o abastecimento das comunidades



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA “MINA PALMERÁ” (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

locais no presente e no futuro.

### REFERÊNCIAS

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p.160-165, 1998.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater (Standard Methods)**. 21th ed. Washington: APHA, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10664: Águas - Determinação de resíduos (sólidos): Método gravimétrico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ATHAYDE JUNIOR, G. B. A.; NOBREGA, C. C.; GADELHA, C. L. M.; SOUZA, I. M. F.; FAGUNDES, G. S. Efeitos do antigo Lixão do Roger, João Pessoa, Brasil, na qualidade da água subterrânea local. **Ambi-Agua**, Taubaté, v.4, n.1, 2009.

AYRES, G. H.; JHONSON, F. L. Spectrophotometric determination of Rhodium with sym-diphenylcarbazon. **Analytica Chimica Acta**, n. 23, p. 446-448, 1960.

BARBOSA J. D; BOMJARDIM H. A; CAMPOS K.F; DUARTE M. D; BEZERRA J. O. S; GAVA A; SALVARANI F. M; OLIVEIRA C. M. C. Lead poisoning in cattle and chickens in the state of Pará, **Pesq. Vet. Bras.**, v. 34, n. 11, 2014.

BONA, C.; SILVA, M. Y. B.; REZENDES, I. M.; SANTOS, G. O.; SOUSA, L. A.; INCKOT, R. C. Efeito do solo contaminado com óleo diesel na estrutura da raiz e da folha de plântulas de *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, 2011.

BRANCO, P. M. **Coisas que Você Deve Saber sobre a Água**. [S. l.]: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2022. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/Coisas-que-Voce-Deve-Saber-sobre-a-Agua-1084.html>. Acesso em: 07 ago. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional De Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n. 396 de 04 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2008.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ. FISPQ n.º 8298 – Material de referência certificado de BTEX - benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (orto-, meta- e para-) em metanol. Brasília: INMETRO, 2012. Disponível em: <[www.inmetro.gov.br/metcientifica/MRC/FISPQ-8298.pdf](http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/MRC/FISPQ-8298.pdf)>. Acesso em: 22 de Nov. de 2021.

BRASIL. **Portaria MS nº 888**, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

CHILCOTT, R. P. **Compendium of Chemical Hazards: Diesel**. UK Health Protection Agency: Chemical Hazards and Poisons Division (HQ), 2006. Disponível em: <https://www.who.int/ipcs/emergencies/diesel.pdf>. Acesso 23 nov. 2021.

COHEN, A; GAGNON, M; NUGEGODA, D. Alterations of Metabolic Enzymes in Australian Bass, *Macquaria novemaculeata*, After Exposure to 33 Petroleum Hydrocarbons. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 49, n. 2, 2005.



**RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**  
ISSN 2675-6218

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA “MINA PALMERÁ” (CATURAMA-BA)  
ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

COHEN, A; NUGEGODA, D; GAGNON, M. M. Metabolic Responses of Fish Following Exposure to Two Different Oil Spill Remediation Techniques. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 48, n. 3, 2001.

FERNANDES, F. R. C.; ARAUJO, E. R. **Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: [http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1909/1/conflitos\\_ambientais\\_cap.2%20p65.pdf](http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1909/1/conflitos_ambientais_cap.2%20p65.pdf). Acesso em: 08 ago. 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. Brasília: Funasa, 2013.

GAGNON, M. M; HOLDWAY, D. A. Metabolic Enzyme Activities in Fish Gills as Biomarkers of Exposure to Petroleum Hydrocarbons. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 44, n. 1, 1999.

GUAGNINI F. S; CORREA A. M. R; PESCADOR C. A; COLODEL E. M; PANZIERA, W.; DALTO, A.; DRIEMEIER D. Intoxicação por chumbo em bovinos mantidos em área de treinamento militar. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 46, n. 1, 2018.

KULKAMP, M.S. **Atenuação natural de hidrocarbonetos de petróleo em um aquífero contaminado com derramamento simultâneo de óleo diesel e etanol**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2003.

LOPARDO, A. T. V.; FERNANDES, C. V. S.; AZEVEDO, J. C. R. Caracterização do Carbono Orgânico para Avaliação Ambiental da Qualidade da Água — Estudo de Caso do Lago do Parque Barigüi. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 3, 2008.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C.; PIVETTA, F.; COUTADA, L. Influência da Geometria da plataforma na determinação de chumbo em Zidovudina. **Química Nova**, v. 25, 2002.

NASCIMENTO, L. A. **Remediação de solos contaminados com óleo diesel utilizando um sistema de lavagem com microemulsões**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (NLM). **Diesel Oil**. Medline plus, 2019. Disponível em: <https://medlineplus.gov/ency/article/002753.htm>. Acesso em: 23 nov. 2021.

OLIVEIRA, R. C. **Avaliação do Movimento de Cádmiu, Chumbo e Zinco em solo Tratado com Resíduo - Calcário**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Ciências do solo, Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

OLSEN, G. H; SVA, E; CARROLL, J; CAMUS, L; COEN, W; SMOLDERS, R; ØVERAAS, H; HYLLAND, K. Alterations in the energy budget of Arctic benthic species exposed to oil-related compounds. **Aquatic Toxicology**, v. 83, n. 2, 2007.

PIAUI (Estado). Secretária do Trabalho e Desenvolvimento Econômico, Tecnológico e Turismo. **Diagnóstico e Diretrizes para o Setor Mineral do estado do Piauí**. 2004. Disponível em: [http://www.cepro.pi.gov.br/download/200804/CEPRO16\\_6695f7c23c.pdf](http://www.cepro.pi.gov.br/download/200804/CEPRO16_6695f7c23c.pdf). Acesso em 08 ago. 2023.

REIDLER, N. M. V. L.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequado de pilhas e baterias usadas. **Revista Limpeza Pública**, São Paulo, v. 60, 2003.

SHI, Z.; CHOW, C. W. K.; FABRIS, R.; ZHENG, T.; LIU, J.; JIN, B. Evaluation of the impact of suspended particles on the UV absorbance at 254 nm (UV254) measurements using a submersible UV-Vis spectrophotometer. **Environ Sci Pollut Res.**, n. 28, 2021.



**RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**  
**ISSN 2675-6218**

VERIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM ÁGUA DA "MINA PALMERÁ" (CATURAMA-BA)  
 ORIUNDOS DO PROCESSO DE MINERAÇÃO DO GRANITO  
 Diele Silva Macedo, Emanuel Carlos Rodrigues

SILVA, J. P. S. Impactos Ambientais Causados pela Mineração. **Revista Espaço da Sophia**, v. 8, p. 1-13, 2007.

STOKSTAD, E. Factory study shows low levels of benzene reduce blood cell counts, **Science**, v. 306, n. 5702, 2004.

VANZ, A; MIRLEAN, N; BAISCH, P. Avaliação de poluição do ar por chumbo particulado: uma abordagem geoquímica. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 25-29, 2003.

VIGNIER, V.; VANDERMEULEN, J. H.; FRASER, A. J. Growth and Food Conversion by Atlantic Salmon Parr during 40 Days' Exposure to Crude Oil. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 122, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Environmental Health Criteria 85: Lead - Environmental Aspects**. Geneva: World Health Organization, 1989. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40020/9241542853eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 jan. 2022.

ZUBLENA, J. P.; COOK, M. G. Pollutants in groundwater: Health effects. Soil facts (North Carolina Extension Service Publication n. AG-439-14), 1997. In: RESENDE, A. V. **Agricultura e Qualidade da Água: Contaminação da Água por Nitrato**. Documentos nº 57. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002.