



AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE NITRATO NOS POÇOS TUBULARES DA ESTAÇÃO ENGENHEIRO FRANCISCO TÁVORA EM ALAGOINHAS BAHIA

Adriano Almeida da Silva

Formado em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano- Campus Catu.

Pós-Graduando em Gestão Ambiental em Municípios pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Medianeira.

Endereço: Rua J, nº 70, Residencial Jardim Imperial- Bairro Alagoinhas Velha - Alagoinhas - Bahia – CEP: 48.000-000 – Brasil – Tel: +55 (75) 99860-8199 - e-mail: adrianoasilva610@hotmail.com.

RESUMO

Na avaliação do nitrato nos poços da Estação Engenheiro Francisco Távora no município de Alagoinhas-Bahia foram verificadas concentrações anômalas em quatro dos 11 poços em funcionamento. Levando em consideração que é a principal estação de abastecimento da cidade e que o nitrato representa um risco para a saúde da população, o estudo propõe medidas mitigadoras para minimizar, a curto e longo prazo, os índices do íon na água distribuída e nos poços tubulares de captação. Este estudo também possibilitou verificar que a água fornecida aos usuários se encontra dentro dos padrões de potabilidade, apresentando concentração inferior a 10 mg/L, conforme preconiza a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. A referida estação se localiza na zona urbana do município, em que nas últimas décadas, a quantidade de moradores nas mediações cresceu, e por não ter rede coletora de esgotos, utilizaram fossas sépticas para o destino dos seus excrementos, estes por conter compostos nitrogenados, sofrem oxidação oriunda do ciclo biogeoquímico do nitrogênio, formando também o íon nitrato, que percola no solo e causa contaminação da água subterrânea.

Palavras-chave: Nitrato, Água subterrânea, Percolação.



INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

Na atual conjuntura dos recursos hídricos, problemas de qualidade e disponibilidade de água estão cada vez mais evidentes. No que se refere à qualidade da água, parâmetros físico-químicos e microbiológicos são utilizados para classificar os diferentes corpos d'água. Contudo, um fator que interfere diretamente na qualidade da água são as ocorrências de contaminação, provocadas por indústrias, cultivos agrícolas, efluentes não tratados e lixões, que alteram significativamente os padrões da água, seja ela atribuída a mananciais superficiais ou subterrâneos. Tais contaminações dependem das especificidades de cada localidade, bem como da preservação ambiental, aplicação de políticas públicas, entre outras.

Trazendo essa discussão para o cenário das águas subterrâneas, seus possíveis contaminantes apresentam peculiaridades específicas, sendo a ação antrópica uma importante via para que ocorram alterações nas características. Dentre esses, destaca-se o íon nitrato, representado pelo NO_3^- . O nitrato pode ser encontrado naturalmente nas águas subterrâneas, no entanto, altas concentrações são um indicativo de ação do homem. (VARNIER, 2002).

Um dos fatores condicionantes de contaminação de poços está vinculado a fossas sépticas ou fossas negras, pelo fato do nitrato ser um íon altamente solúvel, com grande poder de mobilidade no solo, possibilitando que seja percolado, desta forma afetando o lençol freático, causando elevação do índice iônico na água para consumo humano (VARNIER, 2010). A Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011 preconiza que o Valor Máximo Permitido (VMP), analisado como NO_3^- -N, deve ser de até 10 mg/L (BRASIL, 2011).

No município de Alagoinhas, Bahia, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) é uma Autarquia Municipal que gere o abastecimento de água, tanto na sede quanto na zona rural. A Estação Engenheiro Francisco Távora é a maior estação de abastecimento, a qual corresponde a aproximadamente 59% da água distribuída (ALAGOINHAS, 2018). Atualmente nesta estação acontece à captação de água em 11 poços tubulares que variam entre 44 e 170 metros de profundidade, todos dentro da área da estação conforme a Figura 1, a qual mostra o poço 22.

Figura 1: Poço 22 da Estação Sobocó





O Plano Municipal de Saneamento Ambiental (PMSA), elaborado pelo poder público com a participação popular no ano de 2001, criado pela Lei Municipal nº 1460/01 como exigência da política de saneamento, foi considerado um marco municipal e de grande relevância para a Bahia e para federação. Com a elaboração deste plano foi desenvolvido estudos no abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos para obtenção de um diagnóstico geral do saneamento do município. Com o PMSA foi possível verificar que as águas analisadas de alguns dos poços da Estação Engº Francisco Távora (poços 8, 11 e 22) se encontravam com concentrações elevadas de nitrato (11,18 mg/L, 11,36 mg/L e 12,54 mg/L, respectivamente), provavelmente contaminados por fossas. (ALAGOINHAS, 2004)

No tocante, devido às condições sanitárias apresentadas no estudo do PMSA, no campo da hidrogeologia nas mediações da Estação, as fossas foram citadas como condição influenciadora da presença de nitrato nos poços, onde os residentes, por não terem coleta de esgotos, utilizavam este sistema como tratamento do esgoto gerado. (ALAGOINHAS, 2004)

O Plano Diretor do município aprovado pela Lei nº 12 de 27 de dezembro de 2004, o qual relata no seu Art. 2º acerca do Uso e Ocupação do Solo por propriedade imobiliária urbana que devem ser compatíveis, entre outras coisas, com “a preservação e conservação dos elementos naturais e construídos considerados de relevância” (ALAGOINHAS, 2004), onde necessita de atenção pelo poder público em normatizar, mapear e fiscalizar as áreas de preservação. Os poços de captação de água são de relevância para o município por utilizar o recurso hídrico para abastecimento público.

Diante desse contexto, o referido trabalho tem como objetivo avaliar quantitativamente a concentração de nitrato dos poços da Estação Francisco Távora, a fim de comparar com os resultados explicitados no plano de saneamento. Adicionalmente, com base nas informações obtidas, sugerir medidas mitigadoras para promover condições de melhorias da qualidade da água, visto que este contaminante pode gerar danos ambientais e na saúde humana.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Alagoinhas tem em sua extensão o Aquífero São Sebastião, que por sua vez é situado entre os municípios de Dias D’ávila e Alagoinhas, na Bahia. Devido as boas condições de qualidade e quantidade da água subterrânea, nos últimos anos, o município sofreu mudanças importantes no cenário industrial, onde indústrias de bebidas se instalaram na cidade alavancando a economia local, por aumentar os índices de empregos formais diretos e indiretos (NASCIMENTO *et al*, 2006).

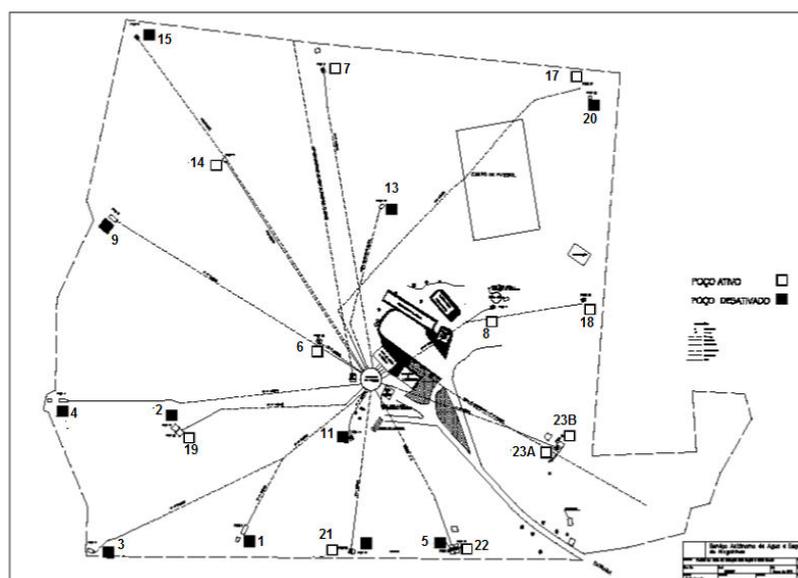


Os sistemas de água que abastecem a cidade são de responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto, dos quais se destacam a Estação Engenheiro Francisco Távora (Estação Sobocó) e a Estação Cavada. A Estação Sobocó é considerada a maior estação de abastecimento da cidade, correspondendo aproximadamente 59,8% do volume hídrico fornecido aos consumidores (SAAE, 2018), obtido de poços tubulares do lençol freático, este representado por pacotes de arenitos, localizados dentro da própria estação (NASCIMENTO *et al*, 2006).

Para quantificação do nitrato foram coletadas 11 amostras de água bruta (sendo uma amostra em cada poço) e uma amostra da saída do sistema de abastecimento, entre os dias 05 e 25 de janeiro de 2018, em frascos graduados de 125 ml em plástico. Foram amostrados os poços 6, 7, 8, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 23 A e 23 B, conforme localizações na Figura 2. A amostra da água distribuída foi realizada para verificar a qualidade, quanto ao nitrato, da água fornecida para os usuários. As amostras foram encaminhadas refrigeradas em caixa térmica ao laboratório do SAAE.

As análises de nitrato foram realizadas de acordo com os métodos estabelecidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012), a qual se procedeu da seguinte forma: Tomou-se 10 mL de água destilada e colocou na cubeta (branco); Ligou o Colorímetro DR 850 da marca Hexis no programa 50, inseriu-se o branco e zerou o equipamento; Na segunda cubeta tomou-se 10 mL da amostra e adicionou-se o Reagente Nitrate Ver; Agitou-se vigorosamente por 1 minuto e deixou em repouso por 5 minutos; Inseriu-se no DR 850 e fez-se a leitura em $\text{NO}_3^- \text{-N}$, onde o resultado se deu em mg/L.

Figura 2: Localização espacial dos poços amostrados na Estação Francisco Távora





Os critérios atribuídos às coletas se deram através de pontos previamente instalados. Por este motivo apresentaram-se como de simples realização, onde foi necessário apenas a abertura do ponto e aguardar dois minutos para a amostragem de cada poço.

Quanto as fossas sépticas, estas foram identificadas e apresentadas as distâncias aproximadas dos poços de captação, como requisito de compreender as presenças do nitrato na água subterrânea, tendo como base as informações contidas no PMSA, onde as fossas foram consideradas como possíveis fontes de contaminação dos poços da Estação Sobocó.

As características e as condições de cada poço tubular da Estação Sobocó estão apresentadas conforme na Tabela 1.

Tabela 1- Informações gerais referentes aos poços da Estação Sobocó

| Poços | V. A. | N. E. | N. D. | C. A. V. |
|-------|----------|---------|---------|----------|
| 6 | 65 L/s | 10,5 m | 12,7 m | Não |
| 7 | 24 L/s | 4,0 m | 7,15 m | Sim |
| 8 | 24 L/s | 11,85 m | 14,85 m | Sim |
| 14 | 13,6 L/s | 2,5 m | 6,7 m | Não |
| 17 | 22 L/s | 5,98 m | 11,27 m | Sim |
| 18 | 31 L/s | 16,05 m | 17,06 m | Não |
| 19 | 23 L/s | 3,6 m | 9,0 m | Não |
| 21 | 26 L/s | 8,1 m | 15,0 m | Sim |
| 22 | 52 L/ s | 13,5 m | 21,3 m | Não |
| 23 A | 25 L/s | 17,5 m | 21,05 m | Não |
| 23 B | 22 L/s | 9,4 m | 38,0 m | Não |

Nota: V. A.= vazão atual; N. E.= nível estático; N. D.- nível dinâmico; C.A.V.= Capacidade de aumento de vazão.

RESULTADOS/DISCUSSÃO

Os cuidados referentes à qualidade da água devem ser constantes, visto que alguns parâmetros com índices acima do permitido, podem não gerar alterações organolépticas. O nitrato é uma substância que pode estar presente naturalmente ou pode ser gerado por indústria, águas residuais, fertilizantes, entre outros. No caso de águas subterrâneas, o NO_3^- é produto da



lixiviação no solo, onde pode atingir áreas extensas, contaminando o lençol freático pelo fato de elevar os índices acima do estabelecido. (BIGUELINI & GUMY, 2012)

Na Estação Sobocó foram observados concentrações preocupantes de nitrato em alguns poços tubulares. Pode-se constatar que houveram resultados acima do VMP conforme preconiza a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, onde o nitrato não pode corresponder a concentração superior a 10 mg/L. Conforme informado no PMSA de 2001 já haviam três poços com nitrato acima do VMP (NASCIMENTO *et al*, 2006). Os valores obtidos por este estudo estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo dos resultados de NO_3^- -N obtidos no estudo

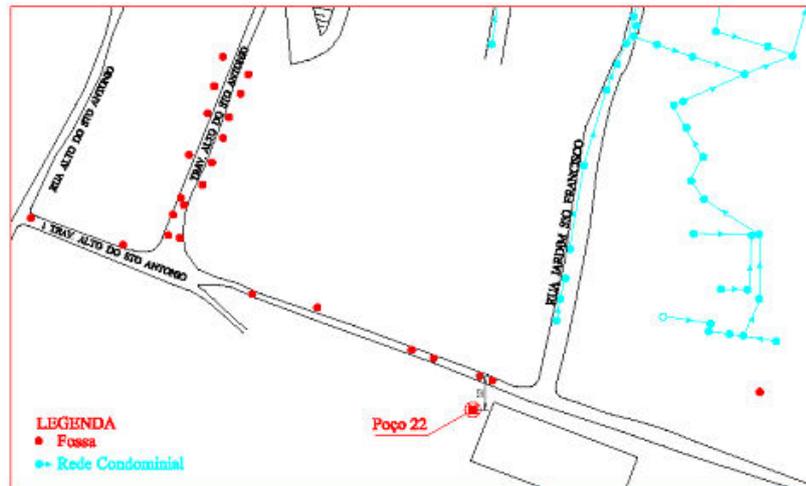
| Amostras | PMSA 2001 (mg/L) | Análise 2018 (mg/L) | Aumento % |
|----------------|------------------|---------------------|-----------|
| Poço 6 | 2,05 | 8,4 | 310 |
| Poço 7 | 2,68 | 4,9 | 83 |
| Poço 8 | 11,18 | 19,6 | 75 |
| Poço 14 | <0,20 | 0,9 | >350 |
| Poço 17 | <0,20 | <0,20 | 0 |
| Poço 18 | n/c | 19,6 | - |
| Poço 19 | n/c | 1,3 | - |
| Poço 21 | 1,41 | 2,6 | 85 |
| Poço 22 | 12,54 | 19,8 | 58 |
| Poço 23 A | 6,83 | 15,2 | 122 |
| Poço 23 B | n/c | 1,2 | - |
| Água fornecida | n/c | 9,2 | - |

Nota: n/c= não consta resultado.

Foram constatadas a presença de fossas nas mediações, onde a que mais se aproxima está a 16 metros do poço 22, o qual encontra-se como o maior índice do íon, seguido do 23 A com aproximadamente 60 metros. Os outros poços que foram detectados nitrato acima do VMP estão situados a distâncias entre 100 e 120 metros, que são os poços 8 e 18. Os poços que apresentaram nitrato abaixo de 10 mg/L se encontram com distâncias superiores a 120 metros. A Figura 3 mostra a localização das fossas.



Figura 3: Localização das fossas sépticas nas proximidades da estação



Na tabela 1 foi possível verificar que os níveis estáticos e dinâmicos dos poços são relativamente baixos, com a média de 9,36 metros e 15,87, respectivamente, onde o poço 14 é o que apresenta menor nível estático com 2,5 metros e dinâmico com 6,7 metros, por está situado nas proximidades do Rio Aramari. Já o poço 23 A com nível estático de 17,5 metros e dinâmico de 38 metros, devido à elevação do relevo. Os poços que apresentaram aumento do íon na água retratam que os níveis estáticos e dinâmicos não impediram a contaminação, que é o exemplo do poço 23A, o qual teve um aumento de 122% do nitrato na comparação com o resultado do PMSA. Ainda na Tabela 1, as informações referentes ao aumento das vazões dos referidos poços, pode-se verificar que há possibilidade de aumento de vazão dos poços 7, 8, 17 e 21. Dessa forma, o aumento de vazão de poços com baixo índice de nitrato tende a diluir o íon e conseqüentemente reduzir a concentração na água distribuída. Além disso, é possível que a redução da vazão dos poços com elevada concentração de nitrato também contribua para essa redução.

De acordo com demonstrado na Tabela 2, com exceção do poço 17, todos os poços apresentaram elevação do índice de nitrato nas amostras coletadas, sendo que no poço 6 houve um aumento de 310% comparando com as informações do mesmo, no PMSA. Dos 11 poços ativos, foram observados concentração de nitrato superiores a 10 mg/L nos poços 8, 18, 22 e 23 A, sendo que a profundidade, o nível estático e dinâmico, o distanciamento dos poços com as fossas sépticas contribuíram na contaminação. Portanto, fica evidente que houve percolação de NO_3^- , onde o aumento da concentração pressupõe a persistência e elevação da extensão da área afetada pelo íon, oriundo da lixiviação.

A localização das fossas sépticas das residências nas proximidades da estação, conforme identificado o poço 22 (Figura 3), corrobora com a contribuição para a contaminação desse poço,



o qual apresentou em maior concentração do íon, comparando com os demais poços. Nas mediações foram identificadas 24 fossas sépticas, pressupondo que estas tem gerado a contaminação e elevação do índice de NO_3^- na água, por causa da sua grande mobilidade, do grau de solubilidade e persistência

Estudos demonstram que o nitrato além de contaminar as águas subterrâneas e superficiais, contribui para a eutrofização de rios e lagos, afetando o ecossistema aquático (ROSA *et al*, 2003). Também pode apresentar impactos sobre a saúde humana, podendo causar a metahemoglobinemia em recém-nascidos, conhecido também como a Síndrome do bebê azul. Quando transformado no organismo humano em nitrosaminas, pode ocasionar câncer gastrointestinal. (VARNIER, 2002).

A água distribuída pelo SAAE, destinada a consumo humano apresentou resultado satisfatório (9,2 mg/L de NO_3^- -N), ou seja, dentro dos padrões de potabilidade de acordo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. O resultado satisfatório é devido a diluição da água dos poços da Estação Sobocó que apresentam nitrato em baixa concentração, porém deve ser considerada uma situação de alerta, por atingir resultado próximo do VMP.

Com a compilação das informações, a priori é possível reduzir o índice de nitrato da água distribuída com a permuta de poços e aumento de vazões. Os dados fornecidos de vazões permitem verificar que é possível a permuta das bombas do poço 22 pelo 21, reduzindo a vazão do 22 e aumentando do 21 de 26 L/s para 35 L/s, levando em consideração que não diminua no volume total captado desses. Também é possível a elevação da vazão do poço 17 de 22 L/s para 40 L/s e do poço 7 de 24 L/s para 30 L/s, de acordo informações do serviço de manutenção do SAAE. Com isso, o índice de nitrato da água distribuída tende a reduzir, melhorando em qualidade e quantidade da água fornecida para os usuários do serviço.

CONCLUSÃO

A ocorrência da contaminação dos poços por nitrato ocorreu devido a urbanização e a disposição dos esgotos em fossas. A inobservância do Plano Diretor, no que se refere ao Uso, Ocupação e Preservação do Solo, foi a possível causa da urbanização, e posterior a isso, a falta de política pública quanto ao gerenciamento adequado das águas residuais, por se tratar de uma área com poços de captação de água para abastecimento da cidade, trazendo como consequência alteração na característica da água.

Devido à persistência do nitrato na água é pertinente que tome atitudes emergentes para a minimização gradativa da percolação. É necessária avaliação, por parte do SAAE para ampliação da extensão de redes de esgotos nas ruas situadas nas proximidades da estação, a fim de que



seja reduzido o esgoto doméstico destinado às fossas, fazendo com que as águas residuais sejam coletadas e transportadas por tubulação, e estas sejam direcionadas para uma Estação de Tratamento de Esgoto, reduzindo gradativamente o lixiviado.

Medidas para minimizar o índice de NO_3^- da água distribuída podem ser aplicadas, isto porque a água fornecida alcançou resultado próximo ao VMP. Desta forma, a permuta de poços assim como o aumento de vazão dos que apresentaram resultados satisfatórios possivelmente contribuirão para redução do NO_3^- presente na água fornecida, evitando com isso, que ultrapasse resultado acima de 10 mg/L, pois este corrobora como água imprópria para o consumo humano, de acordo a legislação vigente. Torna necessário o monitoramento periódico, tanto da água distribuída, quanto da água dos poços, a fim de acompanhar a sua qualidade, principalmente quanto ao nitrato.

Novos estudos relacionados à remoção dos nitratos da água subterrânea devem ser realizados acerca da remediação, preferencialmente utilizando tecnologias que possa reduzir a concentração de compostos nitrogenados no solo e na água, haja vista que a profilaxia através da proteção dos mananciais, por meio do controle do uso e ocupação do solo, das instalações de rede de esgotos contribuem para a preservação da água subterrânea.

REFERÊNCIAS

- ALAGOINHAS. Plano Diretor do Município. Lei nº 12 de 27 de dezembro de 2004. Alagoinhas (2004). Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-alagoinhas-ba>. Acesso em: 12 de janeiro de 2018.
- ALAGOINHAS. **Plano Municipal de Saneamento Ambiental**. Alagoinhas (2004). Tomo I. Volume II.
- ALAGOINHAS. Relatório de informações referentes a Estação Engenheiro Francisco Távora. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Alagoinhas (2018).
- BIGUELINI, C. P.; GUMY, M. P. Saúde Ambiental: Índices de Nitrato em Águas Subterrâneas de Poços Profundos na Região Sudoeste do Paraná. Revista Faz Ciência. Volume 14 – Número 20– Jul/Dez 2012 – pp. 153-175. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/view/8724>. Acesso em: 27 de dezembro de 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Brasília (2011). Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/maio/25/Portaria-MS-no-2.914-12-12-2011.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.



- LEE, J.D. **Química não tão concisa**. Editora Blucher. Tradução da 5ª ed. Inglesa. São Paulo, 1999.
- NASCIMENTO, S.A.N.; MORAES, L.R.S.; REIS, M.G.C.; SANTANA, A.V.A. Estudo Quali-Quantitativo das Águas Subterrâneas no Município de Alagoinhas-Bahia Como Componente do Plano Municipal de Saneamento Ambiental. São Paulo, 2006. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22647>. Acesso em: 05 de novembro de 2017.
- PESSOA, G. P.; NUNES, A. I. V. Remoção de Nitrato por Eletrocoagulação como Alternativa ao Tratamento de Água de Aquíferos Subterrâneos Contaminados. Natal (2008). Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23828/15894>. Acesso em: 12 de janeiro de 2018
- ROSA, R. S.; MESSIAS, R. A.; AMBROZINI, B. Importância da Compreensão dos Ciclos Biogeoquímicos para o Desenvolvimento Sustentável. São Carlos (2003). Disponível em: <http://www.igsc.usp.br/igsc/servidores/docentes/pessoal/mrezende/arquivos/EDUC-AMB-Ciclos-Biogeoquimicos.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2018.
- VARNIER, C.; IRITANI; HIRATA, R. Contaminação da Água Subterrânea por Nitrato no Parque Ecologico do Tietê - São Paulo, Brasil. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/1303/0>. Acesso em: 22 de janeiro de 2018
- VARNIER, C.; IRITANI, M. A.; VIOTTI, M.; ODA, G.H.; FERREIRA, L. M. R. Nitrato nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, área urbana do Município de Marília (SP). Revista Instituto Geológico, v. 31, n. 1-2. São Paulo (2010). Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/article/view/8922/8188>. Acesso em: 25 de janeiro de 2018.