

IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA EM POÇOS ARTESIANOS CAUSADOS PELA EXPLORAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO EM SÃO JOSÉ DO BELMONTE, PERNAMBUCO

IMPACTS ON WATER QUALITY IN ARTESIAN WELLS CAUSED BY IRON ORE EXPLORATION IN SÃO JOSÉ DO BELMONTE, PERNAMBUCO

Antônio Pereira da Silva Júnior ¹

¹Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada-PE, Brasil.

Resumo

Com o desenvolvimento econômico a extração de minério acabou sendo favorável, tornando uma importante atividade para a infraestrutura de cidades; por outro lado, as consequências trazidas ao meio ambiente são preocupantes, principalmente em relação à fauna, à flora e aos recursos hídricos. O referente trabalho tem como objetivo principal coletar e analisar a água de um poço próximo à antiga fábrica de extração de minério de ferro (FERGUSA) no Município de São José do Belmonte - Pernambuco. Em seguida, verificar os impactos da atividade com relação à poluição das águas subterrâneas. O primeiro passo do trabalho foi o levantamento do ponto de coleta através do site da SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) e Planilha de cadastro de poços feito no Estudo Hidrogeológico na Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, realizado em 2006, através do órgão gestor de recursos hídricos do Estado. Após isso, foi feita a coleta direta das amostras, e em seguida a análise em laboratório pelos métodos oficiais. Os parâmetros de ferro e manganês apresentaram altos teores de acordo com a portaria de consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, indicando que a água do poço é de má qualidade. Uma vez contaminada, a água poderá alastrar doenças, fazendo-se necessário controlar e acabar com a poluição aquática que representa séria ameaça à saúde pública e aos recursos naturais.

Palavras-chave: Águas subterrâneas. Recursos Hídricos. São José do Belmonte.

Abstract

With the economic development, the extraction of ore turned out to be favorable, making it an important activity for the infrastructure of cities; on the other hand, the consequences brought to the environment are worrisome, especially in relation to fauna, flora and water resources. The main purpose of this work is to collect and analyze water from a well near the old iron ore extraction plant (FERGUSA) in the municipality of São José do Belmonte - Pernambuco. Then, check the impacts of the activity in relation to groundwater pollution. The first step of the work was the survey of the collection point through the SIAGAS website (Groundwater Information System) and well registration worksheet made in the Hydrogeological Study in the São José do Belmonte Sedimentary Basin, carried out in 2006, through the management body for water resources of the State. After that, the direct collection of samples was made, and then the analysis in the laboratory by official methods. The iron and manganese parameters showed high levels according to consolidation ordinance No. 5 of September 28, 2017, indicating that the well water is of poor quality. Once contaminated, water can spread disease, making it necessary to control and end water pollution that poses a serious threat to public health and natural resources.

Key words: Groundwater. Water resources. São José do Belmonte.

Introdução

O extrativismo mineral, é sem sombra de dúvidas um trabalho que influencia o desenvolvimento social e econômico por estar na base de sua cadeia produtiva, ao ser extraído da própria terra e passa por processo de transformação até produto industrial. Entretanto, a medida em que as cidades se expandem, surgiu a demanda de instalações de indústrias de transformação, devido necessidade de serviço e infraestrutura, gerando assim capital onde estão instaladas (DE OLIVEIRA; SILVA; FERREIRA, 2014). Em contrapartida, as atividades de mineração causam inúmeras consequências ao meio ambiente na região explorada, principalmente na fauna, flora e aos recursos hídricos (SEPE; SALVADOR, 2018).

A operação mineradora gera incontáveis malefícios. Segundo (MECHI E SANCHES, 2010) essas atividades, afeta bastante a vegetação, pois implica na supressão e no impedimento do crescimento, quanto ao solo fica descoberto sujeito a erosão. Deixando claro que a turbidez provocada por sedimentos finos em suspensão e a poluição por substâncias lixiviadas inclusive nos efluentes na área mineradora, como metais pesados, óleos e graxa, podem afetar a qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia. Além de tudo essas substâncias podem vim a alcançar os mananciais subterrâneos.

Como visto, a água sofre várias alterações por essas atividades, causando diversos impactos a sua qualidade, sendo um tema bastante discutido. *MORAIS et al.* (2016) explica sobre a grande aflição de dirigentes, gestores e população quanto a as águas de má qualidade, nós dias atuais. Mais ainda evidencia a importância do recurso para a vida, que esta visível pelas áreas competentes, deixando claro, a importância do cuidado para posteriormente o abastecimento.

Nesse contexto, uma grande porção de água é capaz de se alterar direta ou indiretamente pelas atividades mineradoras, tanto em relação à quantidade quanto à qualidade. Consegue intervir, por exemplo, na poluição da água, rebaixamento d'água subterrânea, fluxo subterrâneo, no escoamento superficial e outros (DE OLIVEIRA, 1998). Para áreas como essas, a perfuração de poços artesianos de forma incorreta e irregular para abastecimento público poderá acarretar na poluição dos aquíferos e causar sérios riscos à saúde.

O primeiro passo do trabalho foi o levantamento do ponto de coleta através do site da SIAGAS e Planilha de cadastro de poços feito no Estudo Hidrogeológico na Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, realizado em 2006 (COSTA *et al.*, 2006). O desenvolvimento da pesquisa permitiu disponibilizar informações aos órgãos gestores de águas subterrâneas, todos os problemas verificados com a contaminação dos lençóis belmontenses, reforçando a necessidade de fiscalização na região no que diz respeito à perfuração excessiva e o não cumprimento das normas para escavação de poços.

O estudo teve como objetivo coletar e avaliar dados físico-químicos da água de um poço artesiano próximo às atividades de mineração no Município de São José do Belmonte, localizado no Sertão de Pernambuco. Como o abastecimento dessa localidade é feito através de mananciais subterrâneos, é de extrema importância verificar os impactos causados aos seus lençóis freáticos. Uma vez contaminada, a água poderá propagar doenças, fazendo-se necessário controlar e acabar com a poluição aquática que representa séria ameaça à saúde pública e aos recursos naturais.

Desenvolvimento

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Desde muito tempo, a relação da humanidade com a natureza provoca modificações no meio. O próprio homem é possessor de técnicas que se aperfeiçoaram com o decorrer dos anos em busca de caminhos para melhor se adaptar ao espaço. Mas esta interação pode acarretar danificações ao meio ambiente e compromê-los para uso das gerações futuras (LÖBLER, 2013).

Cerca de 95% da água disponível para consumo humano é subterrânea. Porém, pode apresentar problemas de qualidade, mesmo sendo mais protegida que as águas superficiais. (PICANÇO; LOPEZ; SOUZA, 2002).

Em áreas industrializadas localiza-se uma forte marca das atividades humanas na qualidade química das águas. Isso ocorre devido as propriedades químicas das águas subterrâneas que ao longo do seu trajeto configuram os meios que percorrem, guardando uma estreita ligação com as variedades de rochas drenadas e com atividades humanas em relação aos produtos adquiridos (ZIMBRES, 2002).

Quando se trata de águas subterrâneas, Zimbres (2002) coloca o elemento ferro bastante presente no mesmo. Destacando que o Fe em altos teores na água ao entrar em contato com o oxigênio do ar sua aparência muda, ficando amarelada, o que lhes inferem uma aparência nada agradável. Para que isso não aconteça, o padrão de potabilidade para abastecimento público é exigido que não ultrapasse 0,3 mg/L. Segundo Silva e Araújo (2003, p.1020) "a garantia do consumo humano de água potável, livre de microrganismo patogênicos, de substâncias e elementos químicos prejudiciais à saúde, constitui-se em ação eficaz de prevenção das doenças causadas pela água". Indagando ainda mais a importância da prevenção.

MINERAÇÃO EM SÃO JOSÉ DO BELMONTE

A mineração em São José do Belmonte começou a dar passos largos a partir de sua descoberta na década de 60. Em 1959 o relatório da comissão de geologia e minas do Estado de Pernambuco fez pela primeira vez referência sobre a existência de minério de ferro em São José do Belmonte (MOURA,1999). Mas começou a partir do momento em que Afonso e Cassiano Rodrigues de Lima, em fins de 1960, sem querer, descobrem rochas com brilho metálico e pesadas. Logo mais, encontraram um morro composto de um grande afloramento de minério de ferro. Diante disso Afonso enviou algumas amostras das mesmas para a comissão de geologia e minas. Tratava-se de hematita, e com os resultados das análises químicas foi comprovado (MOURA,1999).

Apenas em 1966 é criada a mineração Afonso R. Lima e Cia Ltda. Por volta de 1967 surge a Ferro Belmonte através de vários sócios, tendo o próprio Afonso Rodrigues como majoritário. A empresa FERBEL foi criada para aproveitar o minério de ferro de Belmonte em ferro-gusa, que é uma liga de ferro de carbono obtida pela fusão redutora do minério de ferro. Todo ferro gusa consumido no Nordeste vinha, até então, do estado de Minas Gerais (MOURA,1999).

Devido a vários ocorridos, a FERBEL é vendida ao próprio Afonso, que tem como avalista o ferro gusa, sendo essa a fase áurea da FERGUSA e uma das fases mais promissoras que atravessou a cidade de São Jose do Belmonte dentro de sua história econômica (MOURA,1999).

A portaria de consolidação n° 5, de 28 de setembro de 2017, estabelece do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, ou seja, regem os parâmetros biológicos e físico-químicos (BRASIL, 2017).

Vale ressaltar que para os parâmetros ferro e manganês do padrão organoléptico de potabilidade, especificamente no § 4º do artigo 39 podem ser permitido acima do Valor máximo permitido, mas a fim de que isso aconteça, tem que seguir alguns critérios, como mostra a seguir o Quadro 1.

QUADRO 1 - Observações do paragrafo § 4º do artigo 39

Número	Crítérios
I	Os elementos ferro e manganês estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde
II	Os VMPs dos demais parâmetros do padrão de potabilidade não sejam violados.
III	As concentrações de ferro e manganês não ultrapassem 2,4 e 0,4 mg/L, respectivamente.

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE (2005)

A resolução CONAMA n° 396, de 3 de abril de 2008, p. 396 “Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências”. Evidentemente os classificam, além de prevenir e controlar a poluição das águas subterrâneas.

O capítulo IV da resolução CONAMA n° 396, de 3 de abril de 2008, é claro ao afirmar que:

Art. 20. Os órgãos ambientais em conjunto com os órgãos gestores dos recursos hídricos deverão promover a implementação de Áreas de Proteção de Aqüíferos e Perímetros de Proteção de Poços de Abastecimento, objetivando a proteção da qualidade da água subterrânea.

Art. 21. Os órgãos ambientais, em conjunto com os órgãos gestores dos recursos hídricos e da saúde, deverão promover a implementação de Áreas de Restrição e Controle do Uso da Água Subterrânea, em caráter excepcional e temporário, quando, em função da condição da qualidade e quantidade da água subterrânea, houver a necessidade de restringir o uso ou a captação da água para proteção dos aqüíferos, da saúde humana e dos ecossistemas. Parágrafo único. Os órgãos de gestão dos recursos hídricos, de meio ambiente e de saúde deverão articular-se para definição das restrições e das medidas de controle do uso da água subterrânea. Qualidade da água RESOLUÇÃO CONAMA n° 396 de 2008 RESOLUÇÕES DO CONAMA 313 Qualidade de Água.

Art. 22. As restrições e exigências da classe de enquadramento das águas subterrâneas, aprovado pelo conselho de recursos hídricos competente, deverão ser observadas no licenciamento ambiental, no zoneamento econômico-ecológico e na implementação dos demais instrumentos de gestão ambiental.

Pode-se nota nos 20, 21 e 22 anteriores, que cabe principalmente aos órgãos ambientais proteger e prevenir o uso das águas subterrâneas, seja por conta da sua qualidade, quantidade ou para proteger os aquíferos e, evidentemente, a saúde humana (CONAMA, 2008). É necessário uma intervenção dos órgãos gestores em relação a fiscalização e proteção as águas subterrâneas como previsto na citação acima, em especial na região de São José do Belmonte. Trata-se de uma região distante da sede do órgão gestor do estado fazendo com que o Município fique desamparado em relação a gestão dos recursos hídricos.

Metodologia

Trata-se de um estudo de caso, experimental e de campo, onde é abordado através do referencial teórico todo o conhecimento sobre o assunto, e justificando todo o procedimento a partir da pesquisa experimental resultando em dados concretos, que foram os valores dos parâmetros extraídos do ferro e manganês em laboratório, chegando a uma abordagem mais clara e técnica.

O estudo realizado encontra-se demarcado no sertão de Pernambuco. Mais precisamente na Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, a qual acha-se localizada no município do mesmo nome, na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú com área total de 750 km². O acesso pode ser feito através da rodovia estadual, PE-420. Como em outros estados do Nordeste, a região sofre bastante com estiagem, o clima é predominante quente, a temperatura anual gira em média de 23°, já a média da precipitação anual é em torno de 658,0 mm, o que demonstra ser uma área seca (COSTA *et al.*, 2006).

O relevo da região se comporta das seguintes formas: altamente monótono, semi-plano a ligeiramente ondulado, com ausência de elevações de porte. A bacia hidrográfica do Rio São Cristóvão constitui o principal sistema de drenagem que escoar sobre a bacia de Belmonte, constituindo-se num importante afluente do Rio Pajeú pela sua margem direita. A vegetação nativa é apresentada evidentemente por uma caatinga rala em determinadas localidades por conta das suas características, até fechadas e copadas (COSTA *et al.*, 2006). A seguir é demonstrado o mapa de localização da bacia através da Figura 1.

FIGURA 1 - Mapa de localização da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte



Fonte: Costa (2006)

De início, tentou-se realizar o levantamento do ponto da coleta pelo o Sistemas de informações de águas subterrâneas SIAGAS, mas o poço não possui cadastro no sistema. Em seguida, verificou-se a planilha de cadastro de poços feito no Estudo Hidrogeológico na Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, realizado em 2006, sendo constatado que não havia informação do poço em questão.

Entretanto, o poço tinha sido perfurado pela prefeitura do município, onde foi possível obter os seguintes dados: 70 metros de profundidade com um nível estático de 30 metros, funcionamento normal, e, em pouco tempo, a água começou a apresentar má qualidade, tendo que ser interdito o poço.

O ponto da coleta das amostras localiza-se na Av. Euclides de Carvalho, próximo à antiga fábrica de extração de minério de ferro, em torno de 150 m de distância de um ponto a outro, mais precisamente no centro da cidade, onde, no dia 29 de setembro realizou-se a coleta.

Para a localização exata do ponto da coleta, foi utilizado um GPS, sendo aferida no local a longitude de $-38^{\circ}45'41.648''W$ e Latitude de $-7^{\circ}51'.154''S$, para posteriormente ser demarcada a área da água poço coletado em relação à antiga fábrica de minério de ferro em um mapa pelo o Google Earth do ano de 2020, com a versão 9.125.0.0, de acordo com a Figura 2 a seguir.

FIGURA 2 - Mapa de localização do ponto de coleta



Fonte: Google Earth (2020)

A coleta da amostra foi realizada com recipiente que não influenciava no resultado, pois foi esterilizado. Como no caso específico, a bomba do poço teria sido retirada, foi utilizado um objeto tubo com uma corda para a retirada da água com 90 cm de comprimento, onde o objeto foi lavado com água e sabão, após isso passado um pouco de álcool 70% e lavado novamente.

Para realização da coleta da amostra da água, desceu o tubo até o submerso do poço e após sua retirada encheu-se 1 litro, sendo tampado imediatamente o recipiente. Todo o processo foi finalizado com o maior cuidado possível, sempre com a higienização adequada, com uso de luvas látex e para se prevenir de alguma contaminação utilizou-se máscara, uso de vestimenta como calça, boné e sapato fechado.

Após o processo concluído e a amostra colocada em seu respectivo recipiente, foi posto em uma caixa de isopor com gelo para não modificar suas características e levada para laboratório da Cagece na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, onde foi realizada sua análise para extrair o valor de seus parâmetros. As Figuras 3 e 4 demonstram algumas etapas do processo.

FIGURA 3 e 4 – Poço do estudo e Coleta das Amostras.



Fonte: Autor (2020)

Resultados e Discussão

Os resultados mostraram uma tendência maior dos parâmetros de Ferro e Manganês coletados, do que os apresentados na portaria de consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017. A Tabela 1 a seguir demonstra os valores máximos permitidos pela mesma.

TABELA 1 – Padrões máximos de potabilidade segundo portaria de consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017.

Parâmetros	Valor	Unidade
Ferro	0,3	Miligramas por litro (mg/L)
Manganês	0,1	Miligramas por litros (mg/L)

Fonte: Adaptada de (BRASIL, 2017).

Segundo a portaria de consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017, o valor máximo permitido (VMP) para o Ferro e Manganês seria respectivamente de 0,3 mg/L e 0,1 mg/L. Porém, pode haver uma exceção de acordo com o artigo 39 do anexo XX da mesma e ser aceito, um VMP de 2,4 mg/L e 0,4 mg/L, respectivamente. Entretanto, outros parâmetros não poderiam ser

modificados. Contudo, mesmo levando em considerações esses valores, o valor ainda excede o máximo permitido de acordo com a tabela 2.

TABELA 2 – Resultados dos parâmetros extraídos em laboratório

Parâmetros	Valor	Unidade
Ferro	5,31	Miligramas por litro (mg/L)
Manganês	0,50	Miligramas por litros (mg/L)

Fonte: Laboratório da CAGECE (2020).

Apesar de não ter sido feito os outros parâmetros para avaliar a qualidade da água, nota-se que os valores encontrados para Ferro e Manganês não satisfizeram as condições de potabilidade como apresentado anteriormente. O poço mantém-se desativado pela prefeitura municipal, após a realização da análise de parâmetros físico-químicos do mesmo. Segundo informações da Secretaria Municipal de Saúde a água serviria de suporte para o hospital próximo e através dos resultados laboratoriais essa possibilidade foi descartada. O autor desse artigo não teve acesso ao laudo da prefeitura para os outros parâmetros e não teve condições de realizar as outras análises por questões burocráticas, mesmo assim, os dois parâmetros realizados comprovaram a má qualidade da água no local estudado.

Conclusão

O poço analisado pode servir de referência para os demais próximos à fábrica, pois uma vez contaminada, e por cima com altos teores de ferro, podem ter afetado o aquífero daquela localidade.

Outros possíveis poços afetados podem ter algo em comum, ou seja, a sua perfuração inadequada. Além das atividades mineradoras gerarem um grande impacto nas águas subterrâneas, em relação aos seus rejeitos ou até mesmo a sua operação, esses poços são capazes de alastrar essa contaminação para as águas subterrâneas.

Vale destacar o importante recurso que é as águas subterrâneas e seu grande potencial para o uso, Porém, sendo mais protegido do que as águas superficiais, não está imune a contaminação. Por ter uma proporção maior ao abastecimento público, não pode deixar de ser realizadas análises de seus parâmetros através de amostras, pois está ligado diretamente à saúde do ser humano.

O primeiro passo seria tratar esse recurso como o quão importante é, uma vez contaminada tem que tomar as medidas cabíveis para descontaminação, seguindo as recomendações dos órgãos responsáveis.

O estudo, além de destacar esses parâmetros das análises físico-químicas das amostras coletadas, frisa também no bem maior que é uma água de qualidade para o uso de todos. Mas com uma interação mais ativa por parte das pessoas que o usufruem, e reforça a necessidade de fiscalização na região por parte dos órgãos competentes, no que diz respeito a perfuração excessiva e sem conhecimento e o não cumprimento das normas para escavação de poços.

Referências

CONAMA– CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 08 Out 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acesso em: 30 jun. 2020.

COSTA, W. D. et al. **Estudo Hidrogeológico da Bacia sedimentar de São José do Belmonte e Diagnóstico das Condições Hidrogeológicas da Bacia Sedimentar de Fátima, Visando a Instalação de Sensores Telemétricos.** Relatório Final. Recife: APAC, 2006. CD-ROM.

COSTA, W. D.; DOS SANTOS, M. A. V.; COSTA FILHO, W. D. Estudo Hidrogeológico Visando a Gestão dos Aquíferos da Bacia de São José do Belmonte-Pe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., 2006, São Paulo. **Anais** [...]. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22646>. Acesso: 28 de Jun. de 2019.

DE OLIVEIRA, E. Água subterrânea e mineração. **Águas subterrâneas**, 1998. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22326/14669>. Acesso em: 10 abr. 2020.

DE OLIVEIRA, P. B.; SILVA, A. S.; FERREIRA, I. M. Mineração e Legislação Ambiental a partir do Contexto das Relações Socioambientais. In CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 10., 2014. **Anais** [...]. Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/site/anaiscomplementares?AREA=4>. Acesso em: 30 de abr. de 2020.

LÖBLER, C. A. **Análise na vulnerabilidade a contaminação das águas subterrâneas do município de Nova Palma.** RS. 2013. 53 f. Trabalho de graduação de curso (Bacharelado Geografica). Universidade Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: http://jararaca.ufsm.br/websites/labhidro/download/W.W.C./TG_NOVA%20PALMA.pdf. Acessado em: 30 de jun. 2020.

MECHI, A; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estud. av.** São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100016&lng=pt&nrm=isso. Acesso em: 22 abr. de 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de consolidação Nº 5, de 28 de Setembro de 2017.** Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/março/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 22 de Abr. de 2020.

MORAIS, W. A. et al . Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Cad. saúde colet.**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 361-367, Set. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?>

script=sci_arttext&pid=S1414462X2016000300361&lng=en&nrm=iso.
em: 05 Mai 2020.

Acesso

MOURA, V. J. N. **São José do Belmonte**. Recife: FIDEM, 1999. 361P. (Biblioteca Pernambucana Municipal). CDU 981.34.

PICANÇO, F. E. L.; LOPES, E. C. S.; E.L.DE SOUZA. Fatores Responsáveis pela Ocorrência Ferro em Águas Subterrâneas da Região Metropolitana de Belém/PA. **Águas Subterrâneas**, 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22823>. Acesso em: 28 Jun. 2020.

SEPE, J; SALVADOR, N. N. B. Impactos da Mineração e Conflitos pelo uso da Água com as Atividades Agrária de Pequeno Porte. In VII SIMPÓSIO SOBRE REFORMA AGRÁRIA E QUESTÕES RURAIS, 2018, Araraquara - São Paulo, **Anais** [...]. Disponível em: http://www.uniara.com.br/legado/nupedor_2018/Sessão5A.html. Acesso em: 14 de mai. de 2020.

SILVA, R. C. A; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciênc. saúde coletiva**, São Paulo , v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232003000400023&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 de Jun. de 2020.

ZIMBRES, E. Guia avançado sobre água subterrânea. **Yumpu**, 2002. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/12938241/guia-avancado-sobre-agua-subterranea-883-kb-pdf>. Acesso em: 29 de jun. de 2020.

Recebido em: 13/07/2020

Aprovado em: 08/09/2020