



## **Análise dos Parâmetros Físico-Químicos da Água Subterrânea no Entorno de uma Madeireira no município de Santarém - Pará**

Rodrigo Rodrigues Souza<sup>1</sup>, Ana Luiza Tavares Silva<sup>2</sup>, Luciana Castro Carvalho de Azevedo<sup>3</sup>, Vanessa Leão Peleja<sup>4</sup>, Lucinewton Silva de Moura<sup>5</sup>.

### **Resumo**

A presença de madeireiras em zonas urbanas vem se tornando uma grande preocupação ambiental devido à disposição inadequada dos resíduos sólidos produzidos, que podem causar danos ao meio ambiente, como a contaminação de corpos hídricos. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea consumida pelos moradores no entorno de uma madeireira localizada no bairro Nova República, no município de Santarém/PA. Para isso foram selecionados aleatoriamente 10 (dez) poços residenciais próximos à madeireira, de onde foram coletadas amostras de água, sendo analisados os parâmetros físico-químicos: pH, turbidez, temperatura, sólidos totais dissolvidos (STD) e condutividade elétrica. Esses parâmetros foram comparados com os padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA nº 357/2005, para se avaliar a qualidade da água. Diante das análises, não foram identificadas alterações significativas na qualidade da água consumida. A água dos poços analisados não está sofrendo influência do empreendimento madeireiro tendo em vista os resultados obtidos. Nesse contexto, as águas subterrâneas vêm assumindo, na região Oeste do Pará, cada vez mais, uma fonte relevante de abastecimento de água. Portanto faz-se necessário que sejam feitos estudos complementares a fim de monitorar a qualidade e detectar possíveis degradações em suas propriedades físico-químicas.

**Palavras-Chave:** Meio Ambiente, Madeireira, Qualidade de água.

**Analysis of Physical-Chemical Parameters of Groundwater Surrounding a Timber in the municipality of Santarém – Pará.** The presence of logging companies in urban areas has become a major environmental concern due to the inadequate disposal of solid waste produced, which can cause damage to the environment, such as contamination of water bodies. Thus, the work aimed to assess the quality of groundwater consumed by residents in the vicinity of a lumber company located in the Nova República neighborhood, in the municipality of Santarém/PA. For this purpose, 10 (ten) residential wells were randomly selected near the timber, from where water samples were collected, and the physical-chemical parameters were analyzed: pH, turbidity, temperature, total dissolved solids (STD) and electrical conductivity. These parameters were compared with the standards established by Ordinance No. 2,914 / 2011 from the Ministry of Health and CONAMA Resolution No. 357/2005, to assess water quality. In view of the analyzes, no significant changes in the quality of the water consumed were identified. The water in the analyzed wells is not being influenced by the logging enterprise in view of the results obtained. In this

<sup>1</sup> Discente Engenharia Sanitária e Ambiental UFOPA, [rodrigoeng.sant@hotmail.com](mailto:rodrigoeng.sant@hotmail.com).

<sup>2</sup> Discente Engenharia de pesca da Universidade Federal do Oeste do Pará, [luizaalts@hotmail.com](mailto:luizaalts@hotmail.com).

<sup>3</sup> Discente de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFOPA, [lucianaazevedo50@gmail.com](mailto:lucianaazevedo50@gmail.com).

<sup>4</sup> Doutorando em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento da UFOPA, [peleja.floresta@gmail.com](mailto:peleja.floresta@gmail.com).

<sup>5</sup> Professor ICTA/UFOPA, [lucinewton.moura@yahoo.com.br](mailto:lucinewton.moura@yahoo.com.br).



context, groundwater in the western region of Pará has increasingly assumed a relevant source of water supply. Therefore, it is necessary to carry out complementary studies in order to monitor the quality and detect possible degradations in its physical-chemical properties.

**Keywords:** Environment, Timber, water quality.

## 1. Introdução

A degradação da qualidade das águas de rios e lagos na Região Amazônica vem sendo ameaçada por diversas atividades antrópicas, dentre estas destaca-se a indústria madeireira. O beneficiamento da madeira gera uma grande quantidade de resíduos que, dispostos de forma inadequada, podem provocar uma série de impactos ambientais, que envolve o solo, as águas superficiais e subterrâneas e o ar (PREILIPPER et al., 2016).

A decomposição dos resíduos madeireiros produz lixiviado com grande concentração de compostos nocivos ao meio ambiente (ALMEIDA JÚNIOR, 2012). Além disso, há o risco de contaminação do solo pela liberação de materiais químicos que foram agregados à madeira durante seu processo de tratamento e beneficiamento. Para maior durabilidade da madeira, são aplicados produtos químicos, utilizados para impedir ou mitigar a degradação biológica, como o preservante Arseniato de Cobre Cromatado (CCA), um produto químico à base de arsênio, cobre e cromo (SANDRI et al., 2012).

A geração dos lixiviados de madeira geralmente são provenientes dos pátios de estocagem, onde são alocadas as toras e os resíduos madeireiros, que, em contato com a água da chuva, podem ser lixiviados e percolados, causando contaminação dos recursos hídricos. As propriedades físico-químicas do curso d'água podem ser alteradas para um estado mais eutrófico, por conta das descargas de escoamentos dos pátios de estocagem (ARIMORO & OSAKWE, 2006).

A destinação adequada dos rejeitos produzidos pelas indústrias madeireiras é

um desafio que esses empreendimentos enfrentam no âmbito ambiental, visto que somente 60% do volume total de uma tora são processados e aproveitados. Na região amazônica, a disposição ocorre ao ar livre, geralmente devido ao alto custo que o descarte adequado exige, à falta de conhecimento dos riscos associados ou à ausência de fiscalização por parte dos órgãos ambientais (ALMEIDA JÚNIOR, 2012).

No município de Santarém, o setor madeireiro é uma das principais atividades econômicas de uso do solo (ALENCAR et al., 1996). Partindo-se da grande geração de resíduos madeireiros de base florestal e da sua possibilidade de geração de efluentes potencialmente nocivos ao meio ambiente, o monitoramento da potabilidade das águas entorno desses empreendimentos é de grande importância para a saúde pública e o meio ambiente.

Diante das considerações, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea consumida pelos moradores nos arredores de uma madeireira localizada no bairro Nova República, no município de Santarém/PA.

## 2. Material e Método

### 2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no bairro Nova República, localizado no município de Santarém – PA, Oeste do Pará. (Figura 1). De acordo com a Secretaria Municipal de Saúde, residem no bairro cerca de 9.329 mil habitantes (SEMSA, 2018). O bairro está situado na região periférica da cidade, na zona sul do município, que engloba também os bairros: São Francisco,

Matinha, Floresta, Vitória Régia e Santo André, denominando-se o conjunto

desses bairros de grande área da Nova República.

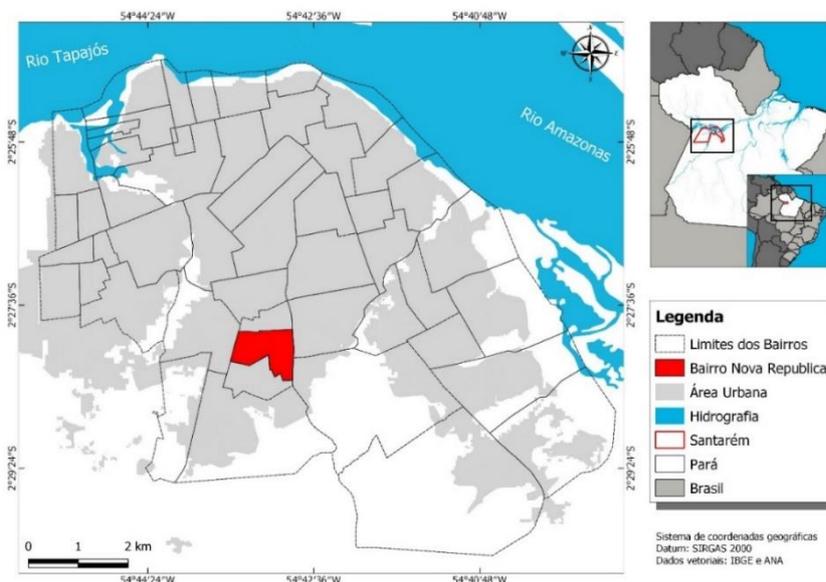


Figura 1: Delimitação do Bairro Nova República, no município de Santarém - PA/ Fonte: SOUZA, a partir da Base de dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2020).

## 2.2 Definição dos pontos de amostragem, coleta e análise

Para se avaliar a qualidade da água foram selecionados, aleatoriamente, 10 (dez) poços residenciais próximos à madeireira (Figura 2). Os poços selecionados, conforme observado *in loco*, são revestidos com tubos de policloreto de vinila (PVC) e têm a forma cilíndrica, com profundidade de 30 metros.

A metodologia utilizada na coleta das amostras de água seguiu os procedimentos do protocolo do Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde - (FUNASA, 2013). O local de coleta foi inicialmente higienizado com álcool 70% e, posteriormente, deixou-se a água escorrer no intervalo de tempo de 1 (um) a 2 (dois) minutos para, em seguida, serem coletadas.

Após as coletas, as amostras de água foram devidamente armazenadas em um recipiente térmico e conduzidas

ao Laboratório de Química Aplicada a Toxicologia, Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, da Universidade Federal do Oeste do Pará.

No laboratório, foram analisados parâmetros físico-químicos como: pH, turbidez, temperatura, sólidos totais dissolvidos (STD) e condutividade elétrica. Para execução das análises foram utilizados equipamentos específicos Turbidímetro Ap 2000 da policontrol, Medidor Multiparâmetro Ecosense EC300A e Medidor pH YSI Model 60.

Para se avaliar a qualidade da água subterrânea e possíveis alterações nas suas propriedades os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 2011, além da resolução do Resolução CONAMA nº 357/2005, que preconizam os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

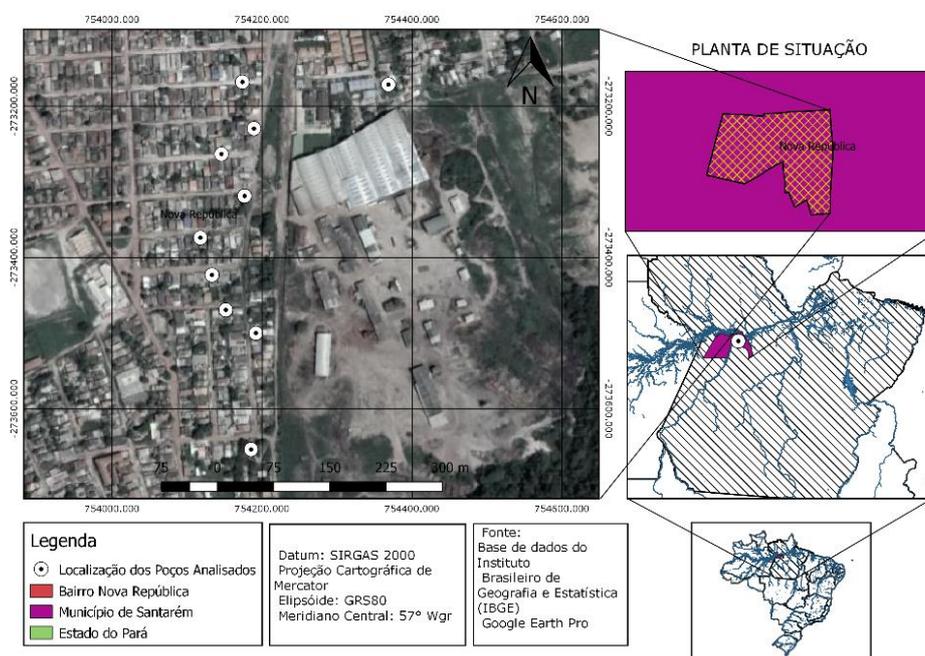


Figura 2: Localização dos poços analisados no entorno do empreendimento Fonte: SOUZA, a partir da Base de dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/ Google Earth Pro (2020).

### 3. Resultados e Discussão

As análises físico-químicas realizadas mostraram que os parâmetros escolhidos como indicadores estão dentro dos padrões de qualidade de água conforme apresentado na Tabela 1.

Os valores encontrados de pH estão próximos à neutralidade, quantidade compatível com a exigida pela portaria Ministério da Saúde nº 2.914/2011 e a Resolução CONAMA nº 357/2005, uma

vez que, para este parâmetro, o valor pode oscilar entre 6 e 9. Valores de pH abaixo de 6 são tidos como pH ácido, e valores acima de 9,5 são alcalinos, e não atendem a legislação vigente de potabilidade da água (MOUSINHO et al., 2014; NAIME, CARVALHO, and NASCIMENTO 2009). A maioria das águas subterrâneas apresentam pH entre 5,5 e 8,5 (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB 2018).

Tabela 1- Resultados das análises físicas e químicas da água de dez poços localizados no Bairro Nova República, Santarém- PA.

Variáveis Analisadas	Pontos Analisados										
	VPM	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
pH	-	6.5	6.2	6.8	7.0	6.9	6.5	7.1	7.2	6.6	7.3
Turbidez	NUT	-	-	2	-	-	-	2	-	3	-
Temperatura	°C	27.2°	28.1°	27.6°	30.3°	29.8°	27.9°	29.6°	33.5°	28.7°	30.0°
Sólidos Totais Dissolvidos TDS	Mg/L	87.2	29.2	0	15.2	16.5	173.1	142.2	23.8	121.2	35.0
Condutividade Elétrica	µS/cm	139.9	45.0	6.0	23.4	25.5	265.9	218.6	36.6	186.7	53.9

Fonte: Autores, 2017.

O pH é um parâmetro primordial em estudos de saneamento ambiental, por

isso, é considerado um dos mais importantes e essenciais para indicar a



qualidade da água (MENDONÇA et al, 2019). O pH influencia na solubilidade das substâncias (sais metálicos), na predominância de determinadas espécies mais ou menos tóxicas e nos processos de adsorção/sedimentação dos metais e outras substâncias na água (VIEIRA, 2011).

A turbidez dos dez poços analisados apresentou-se dentro dos padrões, preconizado pela portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 (<5,0 NUT) e pela Resolução CONAMA 357/2005. A turbidez representa a propriedade óptica de absorção e reflexão da luz, é a medida da dificuldade que um feixe de luz atravessa numa certa quantidade de água, tornando-a turva, devido à presença de partículas em suspensão (silte, argila, sílica, coloides), bem como de matéria orgânica, inorgânica e microrganismos microscópicos (GOMES et al., 2012). As águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez. Em alguns casos, águas ricas em íons Fe podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar (FILHO et al., 2019).

A temperatura da água dos poços analisados manteve-se no padrão de aceitação, variando de 27°C até 30°C. A temperatura é um fator que influencia praticamente todos os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na água (VIEIRA, 2011). É um fator importante quando se quer calcular a solubilidade dos gases (entre os quais o de fundamental importância é a solubilidade do oxigênio) ou dos sais, assim como reações biológicas, as quais têm uma temperatura ótima para sua realização, sendo um índice direto da influência da poluição térmica sobre o meio receptor (FILHO et al., 2019).

Os resultados referentes aos Sólidos Totais Dissolvidos – TDS dos poços ficaram na média de 65,76 mg/L, estando em conformidade na margem de aceitação

Resolução CONAMA 357/2005 tendo como valor máximo permitido 500 mg/L, enquanto portaria Ministério da Saúde nº 2.914/2011 determina um valor máximo de 1000 mg/L. Enquanto parâmetro de qualidade da água, o TDS possui grande importância ecológica e sanitária, e está associado à salinidade das águas, colocando, assim, limitações sanitárias aos seus eventuais usos (FELIPPE & NETO, 2019). Quimicamente, o TDS representa o montante de uma gama de compostos solubilizados na água, seja na forma coloidal, molecular ou iônica, indicando a massa total de matéria orgânica dissolvida por unidade de volume de água. Assim, varia significativamente com o pH e a temperatura da água que são parâmetros que determinam a capacidade de solubilização dos compostos (FELIPPE & NETO 2019).

Apesar de não ser um parâmetro exigido pela Portaria nº 2.914/11, assim como pela Resolução CONAMA 357/2005, a condutividade elétrica está diretamente ligada aos TDS, ela indica a quantidade de sais totais existentes na coluna d'água e, portanto, representa a facilidade de uma água conduzir corrente elétrica (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB 2018). Para águas subterrâneas, em geral, a condutividade elétrica varia entre 650  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (RAJENDRAN and MANSIYA, 2015). Os poços analisados mantiveram-se na faixa de 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , o que indica uma baixa concentração de sais dissolvidos, logo, são considerados potáveis.

De maneira geral, todos os poços avaliados apresentaram seus parâmetros dentro da normalidade conforme a legislação vigente, não sendo observada interferência significativa do empreendimento madeireiro nas variáveis analisadas. Entretanto é importante ressaltar que foram utilizados apenas cinco parâmetros para a avaliação.



A madeira, devido ao seu elevado conteúdo de carbono, quando entra em decomposição, pode ocasionar vários problemas ambientais, mesmo sendo biodegradável. Assim, ao ser exposta ao ar livre, em locais impróprios, pode entrar em contato com a água da chuva e liberar substâncias com alto teor de fenóis e taninos, causando contaminação do solo, corpos hídricos e lençol freático (RAJENDRAN and MANSIYA, 2015). Desta forma, acredita-se que a inclusão de outros parâmetros, como alcalinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio e ferro possam trazer resultados mais precisos para se avaliar a qualidade da água e a vulnerabilidade do aquífero subterrâneo da região.

#### 4. Conclusão

A água dos poços analisados não foi influenciada pelo empreendimento madeireiro, haja vista os resultados obtidos. Os valores de pH, turbidez, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica estão em consonância com o preconizado pela portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 e Resolução CONAMA 357/2005.

Entretanto é importante ressaltar que para resultados mais concisos de qualidade da água e para que se possa entender melhor as variações dos parâmetros físico-químicos, recomenda-se um estudo de monitoramento que forneça dados de outras análises e em diferentes períodos do ano, pois algumas alterações nos parâmetros físico-químicos podem sofrer alterações entre os períodos seco e chuvoso.

#### Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Química Aplicada a Toxicologia, Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, da Universidade Federal do Oeste do Pará.

#### Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

#### Referências

ALENCAR, A. A. C.; VIEIRA, I. C. G.; NEPSTAD, D. C. and PAUL, L. Análise Multitemporal do Uso do Solo e Mudança da Cobertura Vegetal em Antiga Área Agrícola da Amazônia Oriental. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, INPE, p. 475-478, 14-19 abril 1996. Disponível em: <http://mar.te.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.29.14.46/doc/T29.pdf>. Acesso 20/06/2019.

ALMEIDA JÚNIOR, W. F. Caracterização e Proposta de Tratamento de Lixiviados de Resíduos de Madeira. Dissertação Mestrado – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. UFPA, Belém. 2012. Disponível em: [http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/4638/1/D\\_issertacao\\_CaracterizacaoPropostaTratamento.pdf](http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/4638/1/D_issertacao_CaracterizacaoPropostaTratamento.pdf). Acesso 15/06/2019.

ARIMORO, F. O. and EMEKA, I. O. The influence of sawmill wood wastes on the distribution and population of macroinvertebrates at Benin River, Niger Delta area, Nigeria. **Chemistry & biodiversity**, v. 3, n. 5, p. 578-592, 2006. Doi <http://doi:10.1002/cbdv.200690061>

BRASIL. CONAMA, (2005). 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. Brasília, 2011. Disponível em: [https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2005\\_Res\\_CONAMA\\_357.pdf](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2005_Res_CONAMA_357.pdf). Acesso 08/10/2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. 2018. Qualidade Das Águas Interiores No Estado de São Paulo – Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário Das Variáveis de Qualidade Das Águas e Dos Sedimentos e



Metodologias Analíticas e de Amostragem. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/12/Apêndice-E-Significado-Ambiental-das-Variáveis.pdf>. Acesso 10/07/2019.

FELIPPE, M. F. and NETO, J. O. D. A. Comparação de Técnicas de Obtenção de Sólidos Totais Dissolvidos nas Águas: contribuição para os estudos de desnudação geoquímica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. (Online), São Paulo, v. 20, n.1, (Jan-Mar) p.19-33, 2019. Doi <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v20i1.1440>

FILHO, E. D. D. S.; SILVA, A. B. D.; GONZAGA, F. D. A. D. S.; MENEZES, W. M. D. S.; DANTAS, G. D. M.; SANTOS, J. S. I. D. and MADUREIRA, I. A. Estudo da qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca-PB, **Revista Águas Subterrâneas** - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, v. 33, n. 1, p.1-8, 2019.

FUNASA, Manual prático de análise de água. Brasília: Fundação nacional de saúde, 4ª ed. 2013. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_gua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_gua_2.pdf). Acesso 26/08/2019.

GOMES, A. S. P.; SILVA, C. R. D.; MOREIRA, A. A. D.; ARAUJO, I. N. D. S. and PEREIRA, F. C. Estudo Qualitativo da Água no Município de Picuí-PB, enfocando os Parâmetros Cor, Turbidez e PH. **Revista Principia**, João Pessoa, n.20, p. 38-46, 2012.

MENDONÇA, F. C.; ALMEIDA, R. S.; OLIVEIRA, D. F. D. and SANTOS, A. G. S. Avaliação Da Qualidade de Água Para Consumo Humano Em Fonte Subterrânea Na Região Do Recôncavo Da Bahia. **Revista Águas Subterrâneas** - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, v. 33, n. 4, p. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.14295/ras.v33i4.29751>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: SVS, 2011. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso: 03/06/2019.

MOUSINHO, D. D.; GONÇALVES, L. D. S.; SARAIVA, A. and CARVALHO, R. M. D. Avaliação Da

Qualidade Físico-Química e Microbiológica Da Água de Bebedouros de Uma Creche Em Teresina-PI." **Revista Interdisciplinar**, v. 7, n. 1, p. 93-100, jan. fev. mar. 2014

NAIME, R.; CARVALHO, S. and NASCIMENTO, C. A. Caracterização das Agroindústrias Familiares do Vale do Rio dos Sinos. **Revista Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA)**, v. 3, n.1, p. 25-42, 2009.

PREILIPPER, U. E. M.; DALFOVO, W. C. T.; ZAPPAROLI, I. D.; MAROUBO, L. A. and MAINARDES, E. L. Aproveitamento Do Resíduo Madeireiro Na Produção de Energia Termoelétrica No Município de Marcelândia-MT. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, p. 411-428, abr. 2016. Doi <https://doi.org/10.5380/dma.v36i0.39802>.

RAJENDRAN, A. and MANSIYA, C. Physico-chemical analysis of ground water samples of coastal areas of south Chennai in the post-Tsunami scenario. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 121, p. 218-222, 2015. Doi <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.03.037>

SANDRI, M. R.; ARTUZO, F. D.; ODIRLEI, C.; SILVA, P. R. B. D. and TREVISAN, R. Análise da Retenção de Cobre (Cu), Cromo (Cr) e Arsênio (As) em Postes de Madeira Preservada Com Arseniato de Cobre Cromatado. Anais III Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012 Disponível em: <https://siambiental.ucs.br/congresso/anais/trabalhosTécnicos?ano=2012>. Acesso 20/06/2019.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE SANTARÉM – SEMSA, Perfil municipal da área de atuação da estratégia saúde da família, 2018. Santarém. Disponível em: <https://www.santarém.pa.gov.br>. Acesso 17/09/2019.

VIEIRA, M. R. Os Principais Parâmetros Monitorados Pelas Sondas Multiparâmetros São: PH, Condutividade, Temperatura, Turbidez, Clorofila Ou Cianobactérias e Oxigênio Dissolvido. (2011). Disponível em: [https://www.agsolve.com.br/news\\_upload/file/Parâmetros da Qualidade da Agua.pdf](https://www.agsolve.com.br/news_upload/file/Parâmetros da Qualidade da Agua.pdf). Acesso 13/09/2019.