

Eixo Temático ET-05-004 - Recursos Hídricos

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM LENÇOL SUBTERRÂNEO PARA O ABASTECIMENTO DA COMUNIDADE ANGICO, CORRENTE/PI

Tullyo da Silva Carvalho, Macley de Souza Oliveira, Iguaran de Sousa Ribeiro Rodrigues, Israel Lobato Rocha¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI/*Campus* Corrente, Piauí.

RESUMO

A disponibilidade de água com qualidade adequada para o consumo humano vem gerando grandes preocupações para as presentes e futuras gerações, principalmente por conta das atividades que podem implicar na sua contaminação. No Brasil, a norma de qualidade da água para consumo humano, de acordo com a Portaria nº 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde, define os valores máximos permitidos, recomendados e aceitos para as características organolépticas, físicas, químicas, bacteriológicas e radioativas da água potável. Por sua vez a resolução nº 357/2005 CONAMA, estabeleceu condições de qualidade para o enquadramento dos sistemas aquáticos no Brasil. O presente trabalho teve como objetivo a qualidade da água na comunidade Angico, zona rural de Corrente/PI, com ênfase nos principais parâmetros de potabilidade. A localidade é abastecida por um poço artesiano, e deste foram analisados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos (coliformes termotolerantes e totais). Os resultados demonstram que a água subterrânea apresentou um elevado valor de condutividade elétrica e coliformes, gerando preocupação para a saúde da população, devendo haver um plano de tratamento simplificado.

Palavras-chave: Poço artesiano; potabilidade; contaminação; coliformes; tratamento.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e encontra-se distribuída de forma irregular na terra, sendo que o acesso e a salubridade para muitas pessoas não são satisfatórios. No Brasil, os recursos hídricos superficiais representam 11% do total mundial (TUCCI et al., 2001; GIATTI; CUTOLO, 2012). Diante de tais constatações, a garantia da disponibilidade de água em quantidade e qualidade satisfatórias para o consumo humano, segundo padrões de potabilidade adequados, é questão relevante para a saúde pública. No Brasil, a norma de qualidade da água para consumo humano, de acordo com a Portaria nº 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde, define os valores máximos permitidos, recomendados e aceitos para as características organolépticas, físicas, químicas, bacteriológicas e radioativas da água potável (BRASIL, 2011). Neste sentido, diagnósticos apontam que somente 32,8% dos domicílios rurais estão ligados à rede de distribuição de água e o restante realiza captação em fontes alternativas muitas vezes insalubres, como poços e nascentes (SILVA et al., 2014). No caso do abastecimento de água nas áreas rurais, segundo dados da PNAD (IBGE, 2009), as condições no meio rural são desfavoráveis, pois ainda prevalecem profundas desigualdades no acesso aos serviços de abastecimento de água de qualidade.

Contudo, a água subterrânea não está protegida contra diversas formas de contaminação, os cientistas estão descobrindo poluição em aquíferos em todos os continentes, tanto nas proximidades das lavouras, quanto de fábricas e de cidades (QUEIROZ, 2004). Ainda neste sentido, a água subterrânea apresenta, na maioria das vezes, excelentes índices de qualidades químicas e físicas, sendo assim apta para o consumo humano, muitas vezes sem necessidade de tratamento prévio. A contaminação ocorre quando ocorre alguma alteração na água coloca em risco a saúde ou o bem-estar de uma população (HIRATA, 2003).

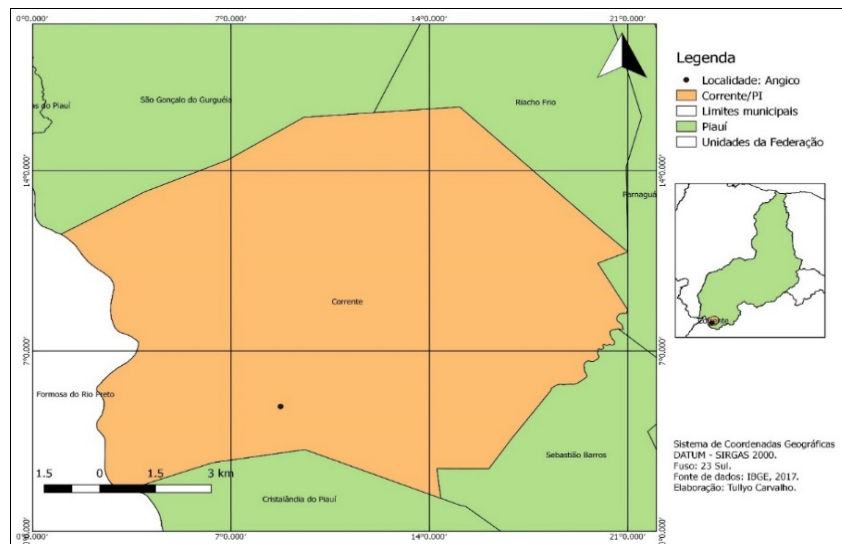
Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo a qualidade da água na comunidade Angico, zona rural de Corrente/PI, com ênfase nos principais parâmetros de potabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Município de Corrente está localizado na faixa extremo sul do Estado do Piauí, localizado a latitude: 10°26'30"S e longitude 45°09'52"W de latitude e longitude, em uma elevação de 443.00 metros acima do nível do mar (SRTM3), com uma área territorial em quilômetros quadrados de 3.048,447. Município com uma população estimada de vinte e seis mil cento e quarenta e nove habitantes com densidade demográfica de aproximadamente oito habitantes por quilômetro quadrado, sendo que deste total, 9714 (nove mil setecentos e quatorze) residem na zona rural (IBGE, 2010).

A localidade Angico (Mapa 1) é caracterizada pela prática de atividades agropastoris de subsistência, apresentando uma forte tendência de escassez de água para consumo humano. Informações obtidas em órgãos públicos municipais identificaram que a área de estudo é formada por 18 famílias, perfazendo um total de 83 habitantes, onde a única forma de abastecimento de água é através de poço artesiano, sendo este disponibilizado com suas instalações desde o ano 2000.



Mapa 1. Localização da localidade Angico: Corrente/PI. Fonte: Autores, 2018.

Procedimentos metodológicos

Para o levantamento e coleta para a análise da água realizou-se visita *in loco*, para a caracterização da área de estudo, sendo que se utilizou de questionamentos diretos com a população sobre a qualidade da água e aquisições de coordenadas geográficas através do aparelho GPS (GARMIN/ETREX 30) para confecções de mapas.

Foram coletadas duas amostras em dois pontos diferentes da localidade para posterior análises em laboratórios do Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus Corrente. Após a coleta, as amostras (1 e 2) foram armazenadas em caixa térmica com gelo para não sofrerem alterações no transporte até o laboratório, seguindo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de água (CETESB; ANA, 2011). No ato da coleta registrou-se a temperatura (°C). As análises em laboratório permitiram identificar 05 (cinco) parâmetros: pH, coliformes fecais e totais, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica e turbidez. Os resultados obtidos foram organizados em tabela e comparados com os padrões exigidos pela resolução CONAMA 357/05

que identifica a qualidade da água para poços artesianos e comparados com a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Disposições gerais

Em seus estudos, Paludo (2010), afirma que as águas subterrâneas constituem um recurso natural imprescindível para a vida e ecossistemas, representando mais de 95% das reservas de água doce exploráveis do globo, sendo que mais da metade da população dependem das águas subterrâneas. Porém, a diversificada utilização das águas subterrâneas é crescente e, com isso, aumenta a importância da qualidade dessas águas. De acordo com Silva e Araújo 2001, fatores como esgotos domésticos e industriais e fertilizantes utilizados na agricultura, podem comprometer a qualidade dessas águas, tornando-as impróprias para consumo humano.

Os benefícios do saneamento ambiental ainda não atendem a demanda da população brasileira, a situação torna ainda mais deficiente no que diz respeito ao atendimento da zona rural. No que diz respeito ao atendimento do abastecimento de água na área rural, dados do Ministério das Cidades apontam a necessidade de atendimento a 13,8 milhões de pessoas com rede de distribuição de água (BRASIL, 2004). No Brasil, as legislações vigentes que tratam de potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente, a Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e a Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2008). A Resolução nº 430/2010, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA dispõe sobre a classificação de corpos de água, dá diretrizes para o seu enquadramento e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2010). Para tal, considera, dentre outros os argumentos, que: a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável e a saúde, o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas.

Segundo a Resolução Conama 357 de 2005, as águas de classe I podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado e a classe II que determinam um tratamento convencional (realizado em estações de tratamento). A mesma resolução define como tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário. As características do corpo hídrico subterrâneo em estudo de acordo com a resolução 357/2005 CONAMA é a classe II, mas para o consumo humano um tratamento simplificado confere padrão de potabilidade.

Contribuindo com o estudo, Pilatti (2008) aborda a realidade das comunidades rurais que dependem do abastecimento de água por poços artesianos, poços freáticos ou nascentes, que muitas vezes são contaminadas com o manejo inadequado do solo, atividades agropecuárias, disposição de resíduos, entre outras atividades desenvolvidas na região de maneira prejudicial ao meio hídrico, sem os cuidados necessários com o ambiente. As atividades humanas representam um elevado risco às águas subterrâneas.

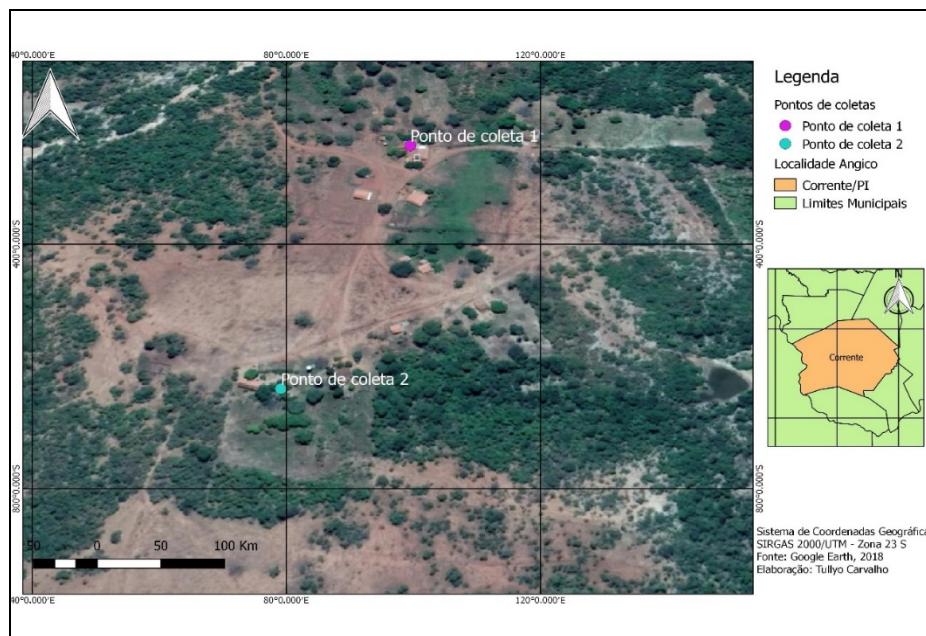
Entre as principais fontes de contaminação dos mananciais no país, estão: a construção de poços, esgotos domésticos e industriais, resíduos sólidos, atividades agrícolas, postos de combustíveis, mineração e cemitérios. A proteção dos recursos hídricos subterrâneos é bastante crítica, pois, os custos de remediação de aquíferos são altos e tecnicamente são muito difíceis, levando-se em conta sua recuperação para as condições originais (ZOBY, 2015).

Felix (2016), afirma que população que não tem acesso ao saneamento básico, está perigosamente suscetível a exposição a vírus, bactérias e condições insalubres. O que aumenta a incidência de doenças vinculadas a má qualidade da água, a exposição a esgotos e a resíduos sólidos sem tratamento. A água disponibilizada em poços artesianos na maioria das vezes é

utilizada para diversos fins, variando desde o consumo humano e utilidades diversas, seja atividades domésticas ou até mesmo para irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram coletadas em pontos diferente, sendo que o ponto de coleta 1 fica 243 metros de distância do ponto de coleta 2 (Mapa 2). Logo após ser coletada em um poço artesiano, a água pode permanecer armazenada em caixas d'água nas moradias. A água geralmente é transportada por encanamentos precários, que apresentam fissuras, sendo pontos passíveis de contaminação (ARAÚJO et al., 2011). O ponto (1) consistiu no fornecimento da água diretamente do poço artesiano, sendo que as instalações do mesmo se encontram em condições adequadas de isolamento, acesso e assepsia, contudo, foi possível a observação de residências nas proximidades do entorno do poço, inclusive foi verificado a presença de fossas negras. O ponto (2) encontra-se conectado por tubulações entre o poço e uma residência, sendo que as próprias tubulações fornecem um meio isolante de contato entre o solo e a água disponibilizada, a água recebida fica armazenada em uma caixa d'água suspensa.



Mapa 2. Espacialização Localidade Angico – Corrente/PI. Pontos de Coletas (1) e (2). Fonte: Autores, 2018.

A Tabela 1 refere-se aos parâmetros físicos da qualidade de água analisados, compreendendo os resultados obtidos de ambos os pontos coletados em conformidade de comparação entre os valores encontrados com os padrões disponíveis na Resolução CONAMA nº 357/2011.

A temperatura é o parâmetro que faz a medição da intensidade de calor, refletindo o grau de aquecimento das águas e da radiação solar, e depende de fatores como clima, composição geológica, condutividade elétrica das rochas, dentre outras (Matic et al., 2013). Os valores de temperaturas encontrados para os ponto1 e ponto 2 respectivamente (26,1 °C e 27,2 °C), não indicam nenhuma anormalidade que afetem a qualidade da água analisada, sendo que não existe contaminação por efluentes na região.

De acordo com a resolução CONAMA, nº 357/2005 o O₂ dissolvido encontra-se com padrões dentro da normalidade.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos de qualidade da água analisados.

Parâmetro	Unid.	Pontos de coleta		VMP***
		P1*	P2*	
Temperatura	°C	26,1	27,2	-
Oxigênio dissolvido	mg/L	36,7	36,7	>5
pH	UpH	6	6	6,0 a 9,0
Turbidez	UNT	0,0	0,0	Até 100
Condutividade elétrica	US	522	594	-

*(P1) Ponto 1; (P2) Ponto 2. VMP***Valor Máximo Permitido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Entende-se por pH (potencial hidrogeniônico) como uma representação em equilíbrio entre íons H⁺ e íons OH⁻; varia de 7 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). Os teores de pH em ambos os pontos de coleta estão dentro dos padrões permitidos pelo CONAMA/357 para águas doces classes I, II e III, que aceita valores entre a faixa de 6,0 a 9,0 (CONAMA, 2005) e para a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da saúde os valores de pH devem estar entre 6,0 à 9,5, portanto para este parâmetro a água analisada encontra-se em conformidade aos padrões comparativos.

Levando o valor máximo permitido de 5 UNT (2914/2011 do MS), este parâmetro encontra-se dentro da normalidade. A turbidez é caracterizada pela presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. As águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez (CORCÓVIA; CELLIGOI, 2012).

Segundo Boesch (2002) e Esteves (2011), a condutividade elétrica é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos d'água. É um parâmetro importante para controlar e determinar o estado e a qualidade de água (PIÑEIRO DI BLASI et al., 2013). Não existe um padrão de condutividade na legislação, porém, de acordo com Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Em seus estudos, Castro et al, (2014) correlacionou a elevada condutividade elétrica com a dissolução de íons como cloreto, potássio, sódio e cálcio.

Os valores para condutividade elétrica estão acima do normal, sendo que no P(1), o valor encontrado com a utilização do condutivímetro foi igual à 522 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e no P(2) a condutividade encontrada chegou à 594 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais

A Tabela 2 representa os resultados para coliforme termotolerantes e totais das amostras dos pontos coletados em conformidade de comparação entre os valores encontrados com os padrões disponíveis na Resolução CONAMA nº 357/05. As análises de coliformes determinam a existência de microrganismos patogênicos para a saúde humana.

Tabela 2. Resultados de Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais das amostras de água da localidade Angico – Corrente/PI. Junho/2018.

Pontos de Coleta	Coliformes Termotolerantes		Coliformes Totais	
	P1*	P2*	P1*	P2*
	-----UFC 100 mL-----			
	5840	3840	10640	5200
VMP**	1000/100mL		Ausência 100mL	

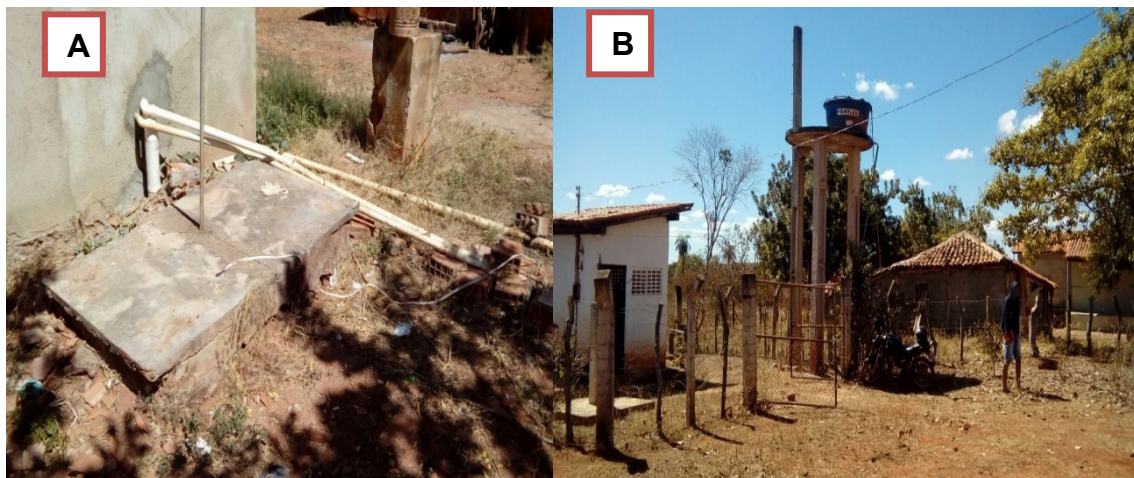
*(P1) Ponto 1; (P2) Ponto 2**Valor Máximo Permitido pela Portaria nº 357/2005 do CONAMA.

Por sua vez, os coliformes totais podem ser caracterizados a partir das seguintes situações:

Os coliformes totais incluem bactérias na forma de bastonetes gram negativos, anaeróbios facultativos, capazes de realizar a fermentação com produção de gás. Atualmente sabe-se que existem pelo menos três gêneros, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. A *Escherichia coli* é um dos microorganismos mais comuns no corpo humano, principalmente no trato digestório. E. coli não é um patógeno comum, algumas produzem enterotoxinas que causam a diarreia, doença de origem alimentar grave (OLIVEIRA et al., 2015).

De acordo com a portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, águas destinadas ao consumo humano devem apresentar ausência de coliformes termotolerantes em 100 mL da amostra (BRASIL, 2011). Nesta investigação, foi possível verificar níveis de coliformes totais acima dos valores permitidos para a resolução CONAMA nº 357/05 e para a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, para água de uso agrícola, recreacional e para abastecimento humano. Em decorrência do estudo, constatou-se a presença de fossas negras (Imagem 03) a exatos 22 metros do local da abertura do poço artesiano, sendo um fator indicativo da contaminação por coliformes termotolerantes da água distribuída para a população.

Imagem 1. Fossa Negra próxima ao Poço Artesiano da Localidade Angico (A) e Distância entre a residência (P1) e o local de proteção do poço artesiano (B).



Fonte: Autores da pesquisa, 2018.

Políticas públicas que atendam as normativas da resolução CONAMA nº 357/2005 e a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/11 irão promover a distribuição da água, fazendo com o que este bem precioso chegue a totalidade da população com aspectos legais e com padrões de qualidade para o consumo humano. Em relação aos resultados obtidos para o parâmetro de coliformes fecais e totais se faz necessário uma aplicação corretiva e preventiva da retirada ou mudança de local de fossas negras localizadas próximas a captação de água, sendo um indicador da presença desses patógenos na água da localidade Angico. Caso a mudança locacional das fossas negras não seja possível, se faz necessário o tratamento adequado da água para a eliminação dos microrganismos. O tratamento simplificado com o hipoclorito de sódio é o produto mais utilizado nesta forma de desinfecção da água, sendo a sua presença em concentração suficiente fundamental como agente bactericida (CETESB, 1996).

CONCLUSÕES

O presente estudo analisou os parâmetros físico-químicos e microbiológico da água que abastece a comunidade Angico para diversas finalidades, inclusive para o consumo humano. Em relação aos parâmetros físico-químico (pH, turbidez, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica) encontram-se dentro dos padrões aceitáveis da Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, com exceção da condutividade elétrica que por sua vez apresentam valores elevados para as duas amostras coletadas. A continuidade das análises demonstrou valores preocupantes para a presença de coliformes totais e termotolerantes, sendo a proximidade de fossas negras como o principal motivo da contaminação do lençol freático.

Vale a pena ressaltar que o consumo da água disponibilizada para a população da Comunidade Angico não obedece aos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, sendo de suma importância uma intervenção do poder público municipal para uma correção dos Parâmetros em desordem através de cloração simplificada e conscientização sobre noções e riscos sobre a presença de fossas negras próximas aos corpos hídricos. Apesar da condutividade elétrica não apresenta padrão legislado na Portaria nº 2914/11, porém é um excelente parâmetro indicador de ação antrópica na alteração da qualidade ambiental dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518/2004. Padrão de Potabilidade da água destinada ao consumo humano. Brasília; 2004.

BRASIL. **Portaria nº 2914, 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: Editora do Ministério da Saúde, 2011. 34p. Acesso em 10 de Maio de 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA n ° 357.** 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. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63. Disponível em:< www.mma.conama.gov.br/conama> Acesso em 10 de Maio de 2018.

BRASIL. 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. Diário Oficial da República Federativa da União, Brasília, DF, 07 abr. 2008.

CASTRO, S. O. C. BENEDITO, T. B. R. J. ALTEM, N. P. GUNDISALVO, P. M. Potabilidade das águas subterrâneas para o consumo humano na área do polo industrial de Barcarena-Pará. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/MULTIDISCIPLINAR/Potabilidad e.pdf>> Acesso: 25 de Junho de 2018.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Águas Superficiais. São Paulo:2011.Disponível em:<<http://cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/34Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>. Acesso em: 25 de Junho 2018.

CORCÓVIA, J. A.; CELLIGOI, A. Avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea no município de Ibitiporã-PR. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 2, esp, p. 39-48, 2012.

FÉLIX, B. R. S. **Diagnóstico parcial do saneamento básico no Assentamento Rural Nossa Senhora Aparecida, Mariluz, Paraná**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão Diretoria de Graduação e Educação Profissional Departamento Acadêmico de Ambiental – DAAMB Curso de Engenharia Ambiental, 2016.

HIRATA, R. Recursos hídricos. In: Decifrando a terra. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.) 2. reimp. São Paulo: Oficinas de Textos, 2003.

IBGE/PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Esgotamento sanitário nas áreas rurais do Brasil, Censo de 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

MATIC, N.; MIKLAVCIC, I.; MALDINI, K.; DAMIR, T.; CUCULIC, V.; CARDELLINI, C. et al. Geochemical and isotopic characteristics of karstic springs in coastal mountains (Southern Croatia). **Journal of Geochemical Exploration**, n. 132, p. 90-110, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2013.06.007>

OLIVEIRA, A. J. SANTOS, M. C. H. G. ITAYA, N. M. CALIL, R. M. Coliformes termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano. IV Simpósio de Saúde Ambiental. São Paulo, SP, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/download/949/880>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

PALUDO, D. **Qualidade da Água nos poços artesianos do Município de Santa Clara do Sul**. UNIVATES, Lajeado. 2010.

PILATTI, F.; HINSCHING, M. A. O. **Saneamento Básico Rural na Bacia Hidrográfica do Manancial Alagados**. Ponta Grossa, PR: UEPG/SANEPAR. 2008.

PIÑEIRO DI BLASI, J. I.; MARTÍNEZ TORRES, J.; GARCÍA NIETO, P. J.; ALONSO FERNÁNDEZ, J. R.; DÍAZ MUÑIZ, C.; TABOADA, J. Analysis and detection of outliers in water quality parameters from ‘different automated monitoring stations in the Miño river basin (NW Spain)’. **Ecological Engineering**, v. 60, p. 60–66, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.054>

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

QUEIROZ, L. F. et al. **Avaliação qualitativa dos poços artesianos do setor oeste, Goiânia-GO**. UCG, 2004. v. 2.

SILVA, D. F. MOREJON, C. F. M. Prospecção do panorama do saneamento rural e urbano no Brasil. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. Especial, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.furg.br/remea/article/viewFile/4449/2800>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. Disponibilidade hídrica. In **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. p. 36-41.

SÃO PAULO. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. CETESB. Coliformes totais e fecais – Determinação pela técnica de Tubos Múltiplos. São Paulo: CETESB; 1998. Norma n. L.5202, 1998.

ZOBY, J. L. G. Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. 2015. Disponível: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23802/15867>>. Acesso em: 25 jun. 2018.