

Eixo Temático ET-03-004 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

AVALIAÇÃO DE ASPECTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE POVOADOS DO MUNICÍPIO DE PENAFORTE-CE

Naedja Adrielly Silva dos Santos, Maria Lucicleide Dias Cunha,
Francisco das Chagas de Sousa

Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *Campus* Salgueiro.

RESUMO

A água é um dos bens naturais mais importantes do planeta, fazendo parte de todos os organismos vivos de que se tem conhecimento. Devemos entender também que a água é um importante veículo para enfermidades das mais diferentes origens e principalmente as infecciosas, o que torna primordial o monitoramento constante desse bem natural. O Padrão de potabilidade vigente no Brasil é estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano no país. Águas subterrâneas se tornaram uma alternativa importante para o abastecimento público no Brasil, sobretudo para regiões onde o abastecimento público não é eficaz. No presente estudo foram analisadas algumas propriedades físico-químicas das águas de cinco poços artesianos da zona rural do município de Penaforte, Ceará: Potencial hidrogeniônico; alcalinidade; dureza total; nitritos; oxigênio dissolvido e amônia. As análises de todas as águas apresentaram valores dentro dos estabelecidos para os padrões de potabilidade vigentes. Em nenhum parâmetro houve discordância com os valores estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011.

INTRODUÇÃO

A água é o líquido mais abundante na terra, sendo essencial para a manutenção e a sobrevivência de vida no planeta. Sua importância reside principalmente no transporte de substratos usados por células (PARRON et al., 2011), agindo como dispersor de materiais de origem orgânica e inorgânica, sendo imprescindível ao desenvolvimento de reações bioquímicas que promovem o fluxo de substâncias entre os meios intracelular e extracelular (BATISTA, 2012), exercendo dessa forma, importante função nos processos de anabolismo, sobretudo na síntese de proteínas e excreção de metabólitos (DANTAS et al., 2015). Além de constituir elemento fundamental na fisiologia dos seres vivos esta substância é usada em praticamente toda a atividade humana, sobretudo na agricultura, que inclusive é o maior consumidor de água. Já a indústria é o segundo maior consumidor de água, e por último os usos urbanos em geral (CHIAVEGATTI, 2013).

De acordo com Martins (2017) entre todos os recursos naturais que o ser humano precisa para sua sobrevivência, a água é um dos mais relevantes. Segundo a autora o desenvolvimento de certas localidades em função da sua escassez ou abastecimento. Isso faz da água um recurso natural imprescindível às mais diversas atividades do homem e indispensável à sobrevivência. Toda água necessária para suprir as exigências da atual sociedade provém de mananciais superficiais ou subterrâneos,

que constituem a parte líquida da biosfera (SILVA; SALGUEIRO, 2011). A hidrosfera, que representa a parte líquida do planeta, ocupa 73% da superfície. Além disso, a água é importante componente da atmosfera e do ambiente terrestre. Contudo, em torno de 97% de toda a água do mundo está em oceanos, e apenas aproximadamente 3% é composto de água doce, que compreende água de rios, lagos, lagoas, e águas subterrâneas (GEO BRASIL, 2007).

As águas subterrâneas são mundialmente reconhecidas como fontes imprescindíveis de abastecimento para o consumo humano, principalmente povos que não são atendidas pelo abastecimento público, ou por aquelas que mesmo tendo acesso, recebem água tratada de forma irregular (MARTINS, 2017). Segundo a Agência Nacional das Águas (ITB, 2019), no Brasil as águas subterrâneas abastecem mais de 82 milhões de brasileiros, o que compreende 51% da população. Este abastecimento é feito por meio da rede pública em cerca de 52% dos municípios brasileiros.

Poços tubulares profundos para captação de água, conhecidos popularmente como poços artesianos, podem representar uma alternativa importante no futuro, e pode se tornar muito utilizada pelas companhias públicas para o suprimento hídrico (MARTINS, 2017). A exploração de águas subterrâneas por meio de poços deve ser feita mediante autorização de poderes públicos (HIRATA et al., 2016). Ainda segundo os autores, mais de 70% da exploração dessas águas são feitas sem autorização prévia, o que dificulta o controle sobre a qualidade das construções dos poços e das águas obtidas.

O uso de águas subterrâneas tem sido proibido em regiões que já existe rede pública de abastecimento, contudo, segundo Hirata et al. (2016) deve-se levar em conta as limitações que as concessionárias apresentam para suprir toda a população de um município, além disso, os poços privados desempenham importante papel para a segurança hídrica. Há de se saber que o monitoramento dessas águas é obrigatório, e seus proprietários são os responsáveis pelas inspeções, embora não cumpram as portarias exigidas (HIRATA et al, 2016).

Segundo Araújo et al. (2011) a qualidade de vida dos seres humanos está diretamente relacionada à água, seja ela para ingestão direta, para o preparo de alimentos, para a higiene pessoal ou para a higiene de utensílios. Águas utilizadas para estes fins, com características fora dos padrões, representam risco à saúde humana; o mesmo aponta Almeida et al. (2017), ao mencionar que a possibilidade de adquirir doenças através da ingestão de água é um fator que deve ser considerado, haja vista ser o item de maior consumo humano no mundo. De acordo com Parron et al. (2011) a determinação de aspectos físico-químicos das águas destina-se a identificar e quantificar elementos e espécies iônicas presentes na água, associando possíveis efeitos de suas propriedades a questões ambientais, permitindo, dessa forma, a compreensão dos processos naturais ou alterações no meio ambiente.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde é a norma vigente que diz respeito à potabilidade da água e os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011).

Em análises de águas, os teores determinados nas amostras analisadas são comparados a padrões já conhecidos e estabelecidos por meio de portarias e resoluções legais (PARRON *et al.*, 2011). O presente estudo objetivou caracterizar aspectos físicos e químicos de águas subterrâneas localizadas em povoados do município de Penaforte-CE, e discutir possíveis diagnósticos para as alterações observadas nessas águas, tendo

como padrões as portarias, legislações, resoluções vigentes e trabalhos científicos publicados.

METODOLOGIA

Local das análises

As análises físico-químicas das águas foram realizadas no Laboratório de Físico-Química da Unidade Acadêmica do curso de Tecnologia em Alimentos (UATA) do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *Campus* Salgueiro.

Coleta das amostras de água

As amostras de água foram coletadas de poços artesianos de 10 povoados diferentes (Retiro, Bom Haver; Alto Bonito; Canafístola) do Município de Penaforte no estado do Ceará. De cada povoado foi retirado uma amostra. A coleta foi feita por material previamente higienizado de polipropileno com volume aproximado de 500 mL.

A temperatura ambiente registrada no momento da coleta no município de Penaforte foi de 27°C, já a temperatura média das águas coletadas foram de 25 °C. Para a coleta foi feita uma assepsia prévia com uso de álcool gel na tubulação do encanamento, e os primeiros jatos de água foram descartados.

Análises físico-químicas

Para a determinação dos parâmetros físico-químicos: alcalinidade (mg/L de CaCO₃); dureza total (mg/L de CaCO₃); pH; amônia (mg/L de NH₃); nitritos (mg/L de NO₂); oxigênio dissolvido (mg/L de O₂); foi utilizado o kit da Alfakits®. A ALFAKITS é uma empresa especializada no desenvolvimento de kits e equipamentos para análises de águas, solos e efluentes (BASTOS, 2013). Um de seus produtos é um kit básico customizado para análises de físico-químicas da água. Esse kit customizado possui metodologia própria, e apresenta uso constante na literatura científica (COSWOSK et al, 2013; MOUSINHO et al, 2014; BRITO NETA et al., 2013; FRANCO et al., 2007; BASTOS, 2013; FRANÇA e CALLISTO, 2015; VANZELLA, 2012; ANACLETO e BILOTTA, 2015; LANDIM NETO et al., 2013; PISSARRA et al., 2008; VANUCHI et al., 2015; THEBALDI et al., 2010; BORTOLINI et al., 2018).

Para a análise dos resultados foi considerado as médias dos valores obtidos das triplicatas de cada parâmetro, juntamente com seus desvios padrão. Estes valores foram comparados a valores de referência da literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores dos parâmetros físico-químicos para as amostras de água estão encontram-se na Tabela 1 com seus respectivos desvios-padrões.

Tabela 1. Parâmetros Físico-Químicos analisados e seus resultados.

Parâmetros e desvio padrão	Localidades				
	1	2	3	4	5
alcalinidade (mg/L)	63,33 ±1,15	192,7 ±12,7	147,3 ±11,0	300 ±14,4	139,3 ±3,0
Dureza total(mg/L)	96 ± 6	184 ±7,2	274,7 ±14,05	149,3 ±8,33	612 ±96,0
pH	6,5 ±0,0	8,0 ±0,0	8,0 ±0,0	8,0 ±0,0	8,0 ±0,0
Amônia (mg/L)	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,025 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0
Nitritos (mg/L)	0,025 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,025 ±0,0
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,67 ±0,23	7,67 ±0,64	39,0 ±49,3	11,6 ±1,4	10,0 ±0,0

Em águas, a alcalinidade é responsável pela indicação da quantidade de íons capazes de neutralizar íons hidrônio (H_3O^+). Esses íons são bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidroxilas (OH^-), e as três formas de alcalinidade na água estão relacionadas com o pH: pH > 9,4 indica a presença de hidroxilas e bicarbonatos; pH entre 8,3 e 9,4 indica a presença de carbonatos e bicarbonatos; já um pH entre 4,4 e 8,3 indica a presença de bicarbonatos (SPERLING, 2017). Outra importância da alcalinidade está no tratamento da água, principalmente no que se refere aos processos de coagulação e floculação, em que as substâncias alcalinas reagem com os ácidos do coagulante, que gera um pH ótimo, e assim favorecer boas condições para a formação de flocos (BRAGA, 2014). De forma natural a água apresenta valores para a alcalinidade entre 30 a 500 mg/L de $CaCO_3$ (BRASIL, 2006).

Em todos os pontos analisados neste trabalho, os valores para alcalinidade foram abaixo dos estabelecidos pela legislação vigente. Piratoba *et al.*, (2017) em estudo sobre a caracterização dos parâmetros de qualidade da água de zonas portuárias, encontraram valores médios no período menos chuvoso de 16,36 mg/L a 18,51 mg/L, e nos períodos mais chuvosos valores médios entre 16,7 mg/L a 17,1 mg/L. Valores bem inferiores aos encontrados no presente trabalho, e aos estabelecidos pelas legislações vigentes. Segundo os autores, esses valores baixos são característicos de rios amazônicos, que se caracterizam por baixa alcalinidade, enquanto no presente trabalho as análises foram realizadas em terrenos mais alcalinos do Sertão Nordeste. Silva (2015) analisando alguns parâmetros físico-químicos de um açude na Paraíba encontrou valores mais compatíveis com algumas amostras ao trabalho analisado. Os valores médios encontrados para águas mais superficiais foram de 52,0 mg/L enquanto para as águas mais profundas foram de 61,0 mg/L.

No estudo de águas, dureza é um termo atribuído à água que tem grandes concentrações de íons polivalentes dissolvidos. Esse aspecto é proveniente da presença de cálcio, magnésio, ferro, bário, estrôncio, etc. Entretanto, na prática, é estabelecido como determinação de dureza total apenas as concentrações de cálcio e magnésio (BLANK; VIEIRA, 2014) A dureza total da água é expressa em concentração de mg ($CaCO_3$)/L (GARCEZ, 2004). De acordo com Abdalla (2010) a água de dureza branda,

ou mole, apresenta valores de concentração até 50 mg (CaCO₃)/L, pouco dura entre 50 e 100 mg (CaCO₃)/L, dura entre 100 e 200mg (CaCO₃)/L, muito dura apresenta valores acima de 200 mg (CaCO₃)/L.

Os valores encontrados para a dureza total não ultrapassaram os valores máximos permitidos de 500 mg/L (BRASIL, 2004). Entretanto, como os valores ultrapassaram valores de 100 mg/L, as águas desses poços podem ser consideradas moderadamente duras. 7581-34631-2-PB analisando a qualidade de poços rasos em uma cidade de Mato Grosso do Sul encontrou valores elevados para uma localidade. Os valores ultrapassaram os 200 mg/L. em alguns casos acima do que foi analisado no presente trabalho. Capp *et al.*, (2012) teve valores bem baixos para este parâmetro ao analisar águas de abastecimento de fontes alternativas na cidade de Astolfo Dutra/MG.

A dureza total apresentou em muitas amostras valores superiores aos da alcalinidade total, o que pode implicar que a dureza total pode ser uma mistura entre a dureza temporária e a dureza permanente. A dureza total é expressa pela concentração total de íons alcalinos terrosos Ca²⁺ e Mg²⁺ presentes na água, enquanto a dureza temporária é a parte causada pela presença de bicarbonato de cálcio (Ca(HCO₃)₂) e pode ser removida por aquecimento. Já a dureza permanente é resultante da presença de outros sais que não podem ser removidos por aquecimento (HARRIS, 2005).

O termo pH significa Potencial Hidrogeniônico, e sua importância reside na eficiência dos processos de coagulação, floculação, filtração e desinfecção da água (SPERLING, 2017). A quantificação do pH é feita pela quantidade de íons hidrônio (H₃O⁺) na água, e a variação do pH ocorre de forma natural através da dissolução de rochas e fotossíntese, ou por meio de processos antropogênicos, como o despejo de resíduos industriais e domésticos (BRASIL, 2006). A Portaria n°. 2.914 de 2011 recomenda-se um pH entre 6,0 a 9,5 para água ser considerada potável. Todas as águas analisadas neste trabalho apresentaram valores de pH dentro dos parâmetros estabelecidos. Roberto (2018) ao trabalhar com a análise de águas de estabelecimento produtor de alimentos encontrou valores abaixo do permitido pela legislação para a água bruta. Alguns dos valores encontrados durante o monitoramento foram de pH = 6,0, pH = 4,77, pH = 5,98, e pH = 5,52. Deve-se levar em conta que as águas analisadas nestes trabalhos não passaram por tratamentos prévios.

A amônia, na sua forma molecular NH₃ constitui a última etapa da decomposição de compostos orgânicos nitrogenados. Quimicamente esta substância é um gás solúvel, que pode ser encontrada na maioria das águas naturais. Em climas temperados ocorre um aumento na concentração dessas substâncias em águas, causado principalmente pelo acúmulo de compostos oriundos da decomposição biológica (Duarte, 2011). As concentrações naturais de amônia em águas superficiais e subterrâneas estão situadas abaixo de 0,2 mg (NH₃)/L. entretanto, atividades ligadas a agricultura e pecuária podem elevar estes valores para até 3,0 mg (NH₃)/L (SAWYER *et al.*, 1994).

Para este parâmetro, todas as análises apontaram valores abaixo de 0,2 mg/L e muito abaixo dos valores estabelecidos pela Portaria n°. 2.914 de 2011, que estabelece valor máximo de 1,5 mg/L. Foi observado durante as coletas que o entorno do poço não apresentava grande atividade agrícola ou de criação de animal. Além disso, todas as coletas foram realizadas em poços de pequenas propriedades. Brito (2013) em estudo sobre a qualidade das águas que abastecem comunidades rurais do baixo Rio Amazonas encontrou valores abaixo de 1,5 mg/L para todos os pontos de coletas de água. Fonseca

(2017) encontrou valores próximos aos descritos neste trabalho com poucas variações, entre 0,081 e 0,111 mg/L.

O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrado em pequenas quantidades nas águas superficiais e subterrâneas. Esta espécie química é bastante instável na presença de oxigênio. A presença desse íon indica a ocorrência de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica (BASTOS *et al.*, 2007). A Portaria n°. 2.914 de 2011, estabelece valor máximo para a presença de 1,0mg/L para a presença de nitrito. Em todos os poços analisados os valores foram inferiores aos estabelecidos pela portaria. Em alguns poços houve a inexistência desse componente químico. Isso pode significar que as águas analisadas estavam livres de contaminantes orgânicos. Por outro lado deve-se entender que concentrações baixas de nitrito podem ser decorrentes da adsorção destes por partículas sólidas, ou mesmo decorre da oxidação destes a nitrato (AZEVEDO, 2005).

Segundo VON SPERLING (2005) o oxigênio dissolvido (OD) na água é necessário para organismos aeróbios e para estabilização da matéria orgânica pelas bactérias, que usam o oxigênio a ponto de poderem causar a diminuição de sua concentração no meio e, eventualmente, levar à morte muitos organismos aquáticos estritamente aeróbios. Em casos de concentrações baixas podem ser geradas condições anaeróbias, as quais se mostram associadas ao mau odor decorrente da produção de gases resultantes da respiração anaeróbica. A presença de OD no meio aquático pode ocorrer de forma natural ou antropogênica.

A primeira resulta da dissolução de oxigênio atmosférico na água, dependente da temperatura desta e da pressão atmosférica local que, por sua vez, está associada à altitude local. Nas águas eutrofizadas o OD provém principalmente da produção fotossintética, por parte dos organismos produtores primários. A origem antropogênica do OD está associada à aeração artificial da superfície do sistema aquático por meio de aeradores (PINHEIRO, 2013). Normalmente a concentração de saturação do oxigênio dissolvido está em torno de 8,0 mg/L a 25 °C para altitudes até 1.000 m (VALENTE *et al.* 1997). Em apenas dois pontos de análise o oxigênio dissolvido estava com a concentração abaixo de 8,0 mg/L. Nos outros três pontos a concentração de oxigênio estava acima desse valor de referência. Silva *et al.*, (2016) monitorando a variação da concentração de oxigênio ao longo de um rio no Rio Grande do Sul, encontrou em dois pontos valores médios de 8,98 e 9,28 mg/L. Já em outros dois pontos os valores médios foram bem abaixo; de 6,3 e 5,12 mg/L. Há de se entender, dessa forma, que o local da coleta é fator variante na concentração de oxigênio dissolvido.

CONCLUSÕES

As crises hídricas históricas por que passa a Região Nordeste do país fez com que a população buscava diferentes alternativas para contornar esta situação. A perfuração de poços artesianos é uma das alternativas que tem sido muito buscada pelas populações moradoras dessas regiões. Muitas águas obtidas desta forma podem comprometer a saúde das pessoas que as consomem, sendo necessário, dessa forma, uma periodicidade nas análises dessas.

Com relação aos aspectos físico-químicos analisados para as amostras de água, pode-se considerá-las dentro dos padrões aceitáveis de potabilidade. Em nenhum parâmetro houve discordância com os valores estabelecidos pela Portaria 2.914/2011. A variação de resultados entre os diferentes poços também não foi tão significativo.

Pode-se entender o presente trabalho como preliminar, cabendo aos órgãos públicos ou de pesquisa, resultados mais acurados e específicos, que possam afastar da população qualquer espécie de risco às suas saúdes. Há de se levar em conta que estes poços não estão presentes na zona saturada do solo, portanto não são tão afetados por materiais que possam estar próximo à superfície, que poderiam alterar suas propriedades físico-químicas.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, K. V. P.; CAVALCANTE, P. R. S.; COSTA NETO, J. P.; BARBIERI, R.; MESQUITA NETO, M. C. de. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16., São Luís. **Anais...** São Luís, 2010.

ALMEIDA, A. G; CARVALHO, L. R. de; ALVES, R. Q.; ADRY, A. P.; SANTINI, A. C.; ALELUIA, M. M. Análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no Município de Ilhéus-BA. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 12, n. 2, p. 20-26, 2017.

ANACLETO, R. G.; BILOTTA, P. Uma abordagem interdisciplinar sobre qualidade da água como estratégia para o ensino de ciências. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, 2015.

ARAÚJO, G. R. F.; TONANI, K. A. A.; JULIÃO, F. C.; CARDOSO, O. O.; ALVES, R. I. S.; RAGAZZI, M. F.; SAMPAIO, C. F.; MUÑOZ, S. I. S. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**, v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011;

AZEVEDO, R. P. Caracterização de água subterrânea de poços tubulares em comunidades rurais na Amazônia sujeitas à inundação periódica. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande - MS, 2005.

BASTOS, M. L. **Caracterização da qualidade da água subterrânea – estudo de caso no município de Cruz das Almas – Bahia**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal do Recôncavo Baiano, Cruz das Almas.

BASTOS, R. K., BEZERRA, N. R., BEVILACQUA, P. D. (2007). Planos de Segurança da Água: Novos Paradigmas em Controle de Qualidade da Água para Consumo Humano em Nítida Consonância com a Legislação Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2007. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CONGRESSO ABS, 2007. p. 391.

BATISTA, D. F. Análise físico-química e microbiológica da água dos bebedouros, torneiras e caixa d'água, consumida no IFS, campus Lagarto. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Manaus. **Anais...** Manaus: CONNEPI, 2012.

BLANK, D. E.; VIEIRA, J. G. Caracterização físico-química e microbiológica de água de poços rasos do bairro Três Vendas. **Vetor**, v. 24, n. 1, p. 2-17, 2014.

BORTOLINI, J.; MACIEL, M. J.; SANTANA, E. R. R.; REMPEL, C. Avaliação microbiológica da água em propriedades rurais produtoras de leite localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 1, p. 39-53, 2018.

BRAGA, F. P. **Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento de água do Município de Juiz de Fora-MG**. 2014. Trabalho Final de Curso (Engenheiro Sanitarista e Ambiental)- Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. 2011. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518**, de 25 de março de 2004. DOU, nº 59. Seção 1. p. 266. Brasília, de 26 de março de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2006.

BRITO NETA, M. de S.; LEAL, M. P. N.; REIS, A. S. dos. Análise físico-química, microbiológica de água mineral produzida no Nordeste e comercializada em Teresina – Piauí. **Revista Interdisciplinar**, v. 6, n. 2, p. 33-37, 2013.

BRITO, P. N. F. **Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do baixo rio Amazonas**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amapá. Macapá-AP.

CAPP, N.; AYACH, L. R, SANTOS, T. M. B.; GUIMARÃES, S. T. L. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços. **Geografia Ensino & Pesquisa**, vol. 16, n. 3, 2012.

CHIAVEGATTI, C. C. **Reúso da água, benefícios para o meio ambiente e para o empreendedor**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade São Francisco, Campinas.

COSWOSK, R. N.; GEMILI, M. B.; OLIVEIRA, L. C. J. de; FRAGA, C. I. de M.; PAULA, N. R. F. Estudo da potabilidade da água para consumo humano na cidade de Colorado do Oeste. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS, 3. 2013, Rolim de Moura-RO. **Anais...** Rolim de Moura, 2013.

DANTAS, D. S.; SANTOS, A. J. M.; RODRIGUES, K. M. Qualidade microbiológica e físico-química das águas de bebedouros das academias de atividades físicas do município de Patos, Paraíba, Brasil. **FIEP Bulletin On-Line**, v. 85, n. 2, 2015.

DUARTE. M. A. C. **Tratamento de água para consumo humano de reservatório eutrofizado através de pré e interoxidação, adsorção em carvão ativado e dupla filtração**. 2011. Tese (Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo. São Carlos.

FONSECA, A. L, **Determinação do índice de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal na água da lagoa de Extremoz/RN**. 2017. Trabalho de conclusão (Bacharel em Química do Petróleo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN.

FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. Monitoramento ambiental participativo de qualidade da água: a comunidade escolar como parceria na conservação de biodiversidade. In: REUNIÃO DE ESTUDOS AMBIENTAIS, 5., Pelotas. **Anais...** Pelotas, 2015.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. Utilização dos parâmetros coliformes totais e fecais e oxigênio dissolvido na avaliação da qualidade da água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36. Bonito. **Anais...** Bonito, 2007.

GARCEZ, L. N. **Manual de Procedimento e técnicas Laboratoriais voltadas para análises de águas e esgotos sanitário e industrial.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, 2004.

GEO BRASIL. **Recursos hídricos:** componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília, Distrito Federal: Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2007.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

HIRATA, R.; FERNANDES, J. A.; BERTOLO, R. As águas subterrâneas: longe dos olhos, longe do coração e das ações para sua proteção. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 29, n. 6, nov-dez, São Paulo, 2016.

ITB - INSTITUTO TRATA BRASIL. **Águas subterrâneas e saneamento básico.** Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/aguas-subterraneas-e-saneamento-basico>>. Acesso em: 14 maio 2019.

LANDIM NETO, F. O.; SILVA, E. V.; MAGALHÃES, G. B.; PEREIRA FILHO, N. de S. Avaliação da qualidade da água subterrânea em poços da comunidade do Trairussu inserida no Litoral Oriental do Ceará, Brasil. **Espaço Aberto**, v. 3, n. 1, p. 173-188, 2013.

MARTINS, J. M. F. **Análise da qualidade físico-química de água de poço artesiano.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

MOUSINHO, D. D.; GONÇALVES, L. de S.; SARAIVA, A.; CARVALHO, R. M. de. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de água de bebedouros de uma creche em Teresina – PI. **Revista Interdisciplinar**, v. 7, n. 1, p. 93-100, 2014.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PINHEIRO, E. G. **Variação espacial e temporal da qualidade da água de três córregos tributários do rio bauru: respostas ao processo de recuperação de nascentes.** 2013. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru - SP

PIRATOBÁ, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev. Ambient. Água**, v. 12, n. 3, 2017.

PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. V.; GALBIATTI, J. A.; CAMPOS, S. Análise das condições hidrológicas em bacias hidrográficas com diferentes usos e ocupação do solo. **Irrigga**, v. 13, n. 4, p. 552-565, 2008.

ROBERTO, M. L. **Avaliação da qualidade da água bruta, tratada e distribuída de um estabelecimento produtor e comercializador de alimentos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2018.

SAWYER, C. N. **Chemistry for environmental engineering and science**. 6. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

SILVA, A. P. C.; PRADO, E. H. B.; ALEXANDRO, G. S. Monitoramento da variação de oxigênio dissolvido ao longo do rio Gontan-RS. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2., 2016. Santana do Livramento. **Anais...** Santana do Livramento: SIEP, 2016.

SILVA, E. F.; SALGUEIRO, A. A. Avaliação da qualidade bacteriológica de água e poços na Região Metropolitana de Recife-PE. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, n. 90/91, p. 73-78, 2001.

SILVA, J. B. **Estudo da situação atual da qualidade da água do açude de São Gonçalo-PB**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande. Cajazeiras – PB.

SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

THEBALDI, M. S.; SANDRI, D.; FELISBERTO, A. B.; ROCHA, M. S.; NETO, S. A. Qualidade da água de um córrego sob influência de efluente tratado de abate bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 302-309, 2011.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Eclética química. **Eclét Quím.** v.22, 1997.

VANUCHI, V. C. F.; SOUZA, A. S. H.; SILVA, J. R.; BAPTISTA, J. A. A.; MENEGUETTI, D. U. O.; ZAN, R. A. Análise do potencial mutagênico em afluentes do rio Ji-Paraná influenciados pela emissão de rejeitos de uma indústria de laticínios e um curtume no município de Presidente Médici, RO, Brasil. **Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 2, n. 1, p. 68-73, 2015.

VANZELLA, M. D. **Avaliação da qualidade de águas de poços rasos ou comuns da cidade de Ariquemes, Rondônia, Brasil**. 2012. Monografia (Licenciatura em Química) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 39p.

ZANCUL, M. S. Água e saúde. **Revista Eletrônica de Ciências**, 2006.