



Physical-Chemical Analysis of Water from the Dam Bananeira, Arapiraca – Alagoas

Análises Físico-Químicas da Água da Barragem da Vila da Bananeira, Arapiraca – Alagoas

CAVALCANTI, Janesmar Camilo de Mendonça⁽¹⁾; FERRO, Andressa Correia⁽²⁾; PAIXÃO, Alice Karla Lopes⁽³⁾; CAVALCANTE, Antonio David Ferreira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0809-9327>; Universidade Estadual de Alagoas-Uneal, Professora Pesquisadora Titular, Físico-Química, BRAZIL. E-mail: janesmar.cavalcanti@uneal.edu.br.

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3668-5956>; Universidade Estadual de Alagoas-Uneal/ Graduanda de Licenciatura em Química, BRAZIL. E-mail: andressaferro@alunos.uneal.edu.br.

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8512-0612>; Universidade Estadual de Alagoas-Uneal/ Graduanda de Licenciatura em Química, BRAZIL. E-mail: alicepaixao@alunos.uneal.edu.br.

⁽⁴⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2318-321X>; Universidade Estadual de Alagoas/ Graduando em Licenciatura de Física, BRAZIL. E-mail: david.cavalcante@alunos.uneal.edu.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

It is a fact that universal access to quality water is essential for the health and preservation of the environment and the consequent sustainability of a society. According to Fiocruz (FIOCRUZ, 2020) one in four health care centers in the world lacks basic water services, affecting 2 million people, and more than five million people die each year in the world due to water-borne diseases, according to the WHO UNICEF report. The Piauí de Arapiraca river basin suffers intense environmental degradation, receiving in its path wastewater from homes, industries, health centers and agricultural activities, which flow into the dam of Vila Bananeira, site and object of ongoing research. There are several ways to assess water quality in water bodies, among them physicochemical analyzes stand out as quality parameters. The National Health Foundation physical-chemical analysis guide was used, whose parameters were Total Alkalinity, Chlorides, Turbidity, pH, Total Hardness and Conductivity, of water from the dam of Vila Bananeira, collected in two months with different rainfall levels. All parameters were in normal conditions according to the Ministry of Health Ordinance No. 2.914/2011 according to national and international standards.

RESUMO

É fato que o acesso universal a água de qualidade, é fundamental para a saúde e preservação do meio ambiente e consequente sustentabilidade de uma sociedade. Segundo a Fiocruz (FIOCRUZ, 2020) um em cada quatro centros de atenção à saúde no mundo carece de serviços básicos de água, afetando 2 milhões de pessoas, e mais de cinco milhões de pessoas morrem por ano no mundo devido às doenças transmitidas pela água segundo o relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas para a Infância (UNICEF). A bacia do rio Piauí de Arapiraca sofre intensa degradação ambiental, recebendo em seu percurso águas residuais de residências, indústrias, postos de saúde e atividades agropecuárias, que vertem na barragem da vila Bananeira, local e objeto da pesquisa em curso. Existem diversas maneiras de se avaliar a qualidade da água nos corpos hídricos, dentre elas as análises físico-químicas se destacam como parâmetros de qualidade. Foi utilizado o guia de análises físico-químicas da Fundação Nacional de Saúde cujos parâmetros foram de Alcalinidade total, Cloretos, Turbidez, pH, Dureza total e Condutividade, da água da barragem da vila Bananeira coletadas em dois meses com diferentes níveis pluviométricos. Todos os parâmetros mostraram-se em condições de normalidade de acordo com a portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 segundo normas nacionais e internacionais.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Recebido: 24/10/2021

Aceito: 27/12/2021

Publicação: 01/01/2022



Keywords:

WHO, UNICEF, Sustainable Society, Water dam, Water quality standards.

Palavras-Chave:

OMS, UNICEF, Sociedade Sustentável, Barragem de águas, Normas qualidade da água.

Introdução

A sociedade contemporânea, em que vivemos hoje, precisa de forma urgente e estruturada tratar das questões ambientais que se tornam cada vez mais importantes, em função da maior percepção de que os recursos naturais estão a pari-passu mais escassos, e de que o desenvolvimento não sustentável tem gerado problemas constantes não apenas de poluição (doravante negligenciados) mas também irreversíveis. Dentre os recursos naturais, a água é um dos mais importantes do planeta e seu uso vem se intensificando nas últimas décadas com o desenvolvimento econômico e o aumento populacional, tanto no que se refere ao aumento da quantidade demandada para determinada utilização, quanto à variedade de sua utilização (SILVA; ANDRADE, 2014). O mundo vem acompanhando o aumento do desmatamento de áreas protegidas ao longo de décadas. A vários anos, Cruz (2014), destacou que a meta de se melhorar as condições climáticas e de moradias com saneamento básico ainda depende de investimentos e prioridades de cada país. O Brasil possuía uma estimativa de se cumprir os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), inclusive o ODM (garantir a sustentabilidade ambiental), considerado por muitos especialistas um dos mais difíceis a serem cumpridos, principalmente, em regiões remotas e nas áreas ambientais.

Segundo Santos et al. (2010), manter os padrões de quantidade e qualidade da água representa um desafio à sociedade, considerando que a maior parte dos problemas atuais relacionados aos recursos hídricos tem como principais problemas a falta de planejamento e gestão, além da sua contaminação.

Acompanhando a tendência global, o município de Arapiraca de 1960 para 2018 cresceu aproximadamente 393% (IBGE, 2019), implicando em modificações estruturais nos bairros existentes e no surgimento de vários outros, acelerando os problemas socioambientais, como a falta de saneamento básico, esgotos lançados *in natura* nos corpos hídricos, grande quantidade de lixo nas ruas, rios e em terrenos baldios; aterros de áreas inundáveis e de nascentes; construções em áreas *non aedificandi*, entre outros, como apontado por Xavier desde o ano de 2007.

Dentre as duas bacias hidrográficas da área urbana do município de Arapiraca, a bacia do Rio Piauí vem sendo danificada por uma intensa degradação ambiental, visto que há mais de três décadas em seu percurso recebe águas residuais parcialmente tratadas e não tratadas de residências, indústrias, postos de saúde e atividades agropecuárias, que vertem todos na barragem da Vila da Bananeira. Diante das condições da água, a forma de seu uso, é que influi no tratamento deste recurso, haja vista o exemplo de dano, mundialmente, o qual afeta milhões de pessoas em todo o canto do planeta. Segundo a Organização Mundial de Saúde (FIOCRUZ,

2020), mais de cinco milhões de pessoas morrem por ano no mundo devido às doenças transmitidas pela água. Já no Brasil, segundo o Ministério das Cidades, 65% das internações hospitalares no País são devidas às doenças transmitidas pela água, como por exemplo disenteria, hepatite, meningite, ascaridíase, tracoma, esquistossomose e outras.

A água doce é um recurso natural finito, em que a falta de acesso e a baixa qualidade se intensificam devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação (MERTEN; MINELLA, 2002). Segundo Araújo et al (2009), os sistemas aquáticos, apesar de extremamente importantes para garantia de manutenção da vida na Terra, vêm sofrendo, demasiadamente, devido às ações humanas, um processo acelerado de deterioração das suas características físicas, químicas e biológicas que, por sua vez, resultou na atual crise mundial, na qual grande parte da água doce do planeta apresenta algum tipo de contaminação, acarretando efeitos nocivos para a população em geral, portanto, estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água.

Teodoro et al. (2007) conceituam as bacias hidrográficas como: um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formadas nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano.

A crescente demanda por água tratada, a qualidade e quantidade são fundamentais para a saúde e desenvolvimento de uma sociedade, de forma que a poluição acaba por implicar em maiores custos operacionais para o tratamento da água utilizada para o abastecimento humano. Existem diversas maneiras de se avaliar a qualidade da água nos corpos hídricos, dentre elas as análises físico-químicas se destacam e são largamente utilizadas como parâmetros indicadores da qualidade. (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015).

Tem-se utilizado como guia para análises tanto microbiológicas quanto também análises físico-químicas o Manual Prático de Análise de Água, disponibilizado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013), que inclusive seguem parâmetros de aceite internacional. No presente guia estão descritos os procedimentos mais comuns que são realizados rotineiramente em laboratórios de Estações de Tratamento de Água, conhecidos como ETAs.

Segundo o manual da FUNASA (2013), em sua quarta edição, vários são os parâmetros para se aferir a qualidade de um corpo de água, dentre eles, temos a alcalinidade que mensura a capacidade da água em neutralizar os ácidos, logo, demonstrando a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de carbonato de cálcio. Já os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L, geralmente na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/L como o valor máximo permitido para água potável. Em se tratando de dureza total a mesma é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio. Na água, o fator pH é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Nos laboratórios das estações de tratamento o pH é ajustado sempre que necessário para melhorar o controle da desinfecção. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina, e neutra para pH 7. Podemos afirmar que a turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais.

Água com turbidez elevada pode complicar o processo de desinfecção pela proteção que pode dar aos microrganismos no contato direto com os desinfetantes. É um importantíssimo indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano. Sabemos da capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

Diante de todo exposto, é imperativo que, principalmente na ausência de ajuda e incentivo do poder público, se realizem estudos que possam avaliar e acompanhar os níveis de qualidade da água da barragem da Vila da Bananeira, especificamente através de fatores físicos e químicos. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os principais parâmetros físico-químicos da água da barragem da Vila Bananeira, no Município de Arapiraca no estado de Alagoas.

Procedimentos Metodológicos

As amostras de água foram coletadas nos meses de junho e agosto de 2019, na Barragem da Vila Bananeira ($9^{\circ}50'33.6''S$ $36^{\circ}34'15.8''O$) situada na zona rural do município de Arapiraca no estado de Alagoas, Brasil (figura 1). O procedimento das análises físico-químicas foi baseado no guia de análises de água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013) que, por sua vez, se reporta ao Standard Methods for the Examination of water and Wastewater (STANDARD, 1985), de autoria de várias instituições dentre elas a American Public Health Association (APHA), além das normas publicadas pela International Standardization Organization (ISO) e também metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde.

Figura 1. Barragem da Vila da Bananeira município de Arapiraca-AL.



Fonte: Dados da Pesquisa. 2020.

Os recipientes para a coleta, de vidro âmbar, foram lavados em água corrente para eliminação de possíveis resíduos de poeiras e previamente esterilizados a $120^{\circ}C$ por 40 minutos, cujas amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas (ANA, 2011) e conduzidas ao laboratório de análises físico-químicas do polo agroalimentar de Arapiraca para serem avaliadas de imediato. Foram coletadas amostras a aproximadamente 40 cm da superfície. Realizou-se análises de pH, alcalinidade, turbidez, dureza total, cloreto e condutividade.

Dados de precipitação pluviométrica publicados pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH, 2020) foram utilizados para possíveis comparações com os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos no trabalho aqui relatado. Para aferição do pH utilizou-se medidor pH metrohm 814 digital, devidamente limpo e calibrado com soluções padrões. A turbidez foi mensurada por um turbidímetro de bancada modelo

TL2200 0 - 4000 NTU. Utilizou-se condutivímetro de bancada TecnoPON MCA-150 para aferição da condutividade elétrica das amostras de água.

O método de determinação da alcalinidade total das amostras de água da barragem da Bananeira foi o método titulométrico com ácido sulfúrico, conforme especificações da FUNASA (2013), realizado em triplicata e soluções padrões comerciais de alto grau de pureza.

Os íons cloretos das amostras de água analisadas foram determinados pelo método de titulação volumétrica com solução padrão de nitrato de prata enquanto agente titulante e solução indicadora de cromato de potássio para formação de precipitado vermelho tijolo de cromato de prata.

Resultados e Discussão

A tabela 1, a seguir, resume em números os principais resultados das análises físico-químicas realizadas em amostras de água da barragem da Bananeira.

Dados de precipitação pluviométrica da SEMARH (2020) para os meses de junho e agosto foram de 136,0 mm e 74,4 mm respectivamente, e os mesmos foram importantes na discussão acerca, principalmente da turbidez.

Tabela 1. Resultados análises físico-químicas na água da barragem da Vila da Bananeira município de Arapiraca-AL

Parâmetros Físico-Químicos	Mês Junho	Mês Agosto
pH	7,98	7,44
Dureza Total (mgCaCO ₃ /L)	147,00	134,00
Turbidez (NTU)	35,80	12,99
Alcalinidade Total (mg/L)	298,35	138,72
Cloreto (mg/L)	195,33	185,10
Condutividade (µS/cm)	1040,00	780,0

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

A Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 indica que o pH da água esteja na faixa de 6,0 a 9,5 para que seja considerada potável, e conforme apresentado na tabela 1, o pH encontrado foi de 7,98 para o mês de junho e 7,44 para o mês de agosto, o que indica, uma composição básica, independentemente do nível pluviométrico do mês avaliado (com moderada diminuição no pH em consonância com a também diminuição do nível pluviométrico) e portanto, para esse parâmetro em específico, considerada água potável e também própria a irrigação, uma vez que, não causa danos ao solo, como salinidade excessiva. “Quando encontrado em valores baixos na água de abastecimento contribuem para sua corrosividade e

agressividade, enquanto incrustações são possibilidades do pH em valores elevados” (BRASIL, 2006).

A dureza da água é constituída por cátions de diferentes valências e na presença de determinados ânions como HCO_3^- , SO_4^{2-} , SiO_3^{2-} , Cl^- , NO_3^- , podem formar compostos insolúveis (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2014). Os principais cátions, presentes em corpos de águas naturais são de cálcio, magnésio, estrôncio, ferro e manganês, todos bivalentes. A água da barragem da Vila da Bananeira apresentou dureza total de 147,00 mgCaCO_3/L para junho e 134,00 mgCaCO_3/L para agosto, ambos indicativos de águas potáveis e agricultável, segundo a portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 que estabelece para dureza total o teor de 500 mg/L em termos de carbonato de cálcio. Assim como ocorreu diminuição no nível de chuva entre junho e agosto, também foram mensurados menores valores de dureza para o mês de agosto.

A turbidez se caracteriza como os materiais suspensos capazes de provocar os fenômenos físicos de absorção e transmissão da luz, e sabemos que um corpo de água que não deixa passar a luz que nele incide estará sujeito a danos biológicos como a proliferação de microrganismos indesejáveis a qualidade de potabilidade da água, daí a importância em se mensurar o parâmetro de turbidez quando se estuda níveis de qualidade da água. Segundo Lenzi (2014) se a natureza química dos compostos em suspensão não for tóxica, a turbidez é apenas uma questão de inadequação estética, mas, ressalta também que os microrganismos podem se associar as essas partículas em suspensão em busca de alimentos e proteção, dificultando a ação dos desinfetantes e por consequência o tratamento da água em questão. Nas estações de tratamento de água, a turbidez é um parâmetro operacional de extrema importância para o controle dos processos de coagulação, floculação, sedimentação e filtração. Há uma preocupação adicional que se refere à presença de turbidez nas águas submetidas à desinfecção pelo cloro (MARQUES; COTRIM; PIRES, 2007).

A turbidez mensurada apresentou valores de 35,8 e 12,99 NTU para os meses de junho e agosto respectivamente, ambos indicando pouca matéria em suspensão. Ao compararmos os valores de turbidez para os meses de junho e agosto, com os níveis de precipitação (SEMARH, 2020) dos meses correspondentes que foram de 136,0 mm e 74,4 mm respectivamente, constatamos uma total coerência, pois um maior nível de precipitação também elevou ao dobro o valor da turbidez mensurada.

Apesar de não identificar quais são os íons presentes a condutividade elétrica da água é uma medida da capacidade desta em conduzir corrente elétrica, sendo proporcional à concentração de íons dissociados em um sistema aquoso, e deve ser considerado um indicador importante de possíveis fontes poluidoras (ZUIN; IORIATTI; MATHEUS, 2009). A água da

barragem da bananeira apresentou valores que indicam baixa condutividade elétrica de uma maneira geral, apesar do maior valor de condutividade no mês de junho, 1040,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, onde ocorreu maior índice de precipitação pluviométrica, em detrimento ao mês de agosto, 780,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, conforme dados da tabela 1.

A alcalinidade de um corpo d'água pode ser considerada como sua capacidade em neutralizar prótons H^+ , normalmente advindos de ácidos fracos pela dissociação de carbonatos e bicarbonatos além de boratos, fosfatos e silicatos em menores proporções.

Quanto ao parâmetro de alcalinidade das amostras de água da barragem da bananeira não foram encontradas quantidades significativas de carbonatos na faixa detectada. Para os íons bicarbonatos foram detectados 298,35 mg/L para as amostras do mês de junho e apenas 138,72 mg/L de bicarbonato nas amostras coletadas no mês de agosto. O aumento apresentado pode estar associado ao maior nível de precipitação pluviométrica do mês de junho quando comparado ao mês de agosto, uma vez que, ocorrem maiores movimentações de sedimentos das encostas e do próprio solo ao entorno da barragem de água com o advento das chuvas (SEMARH, 2020). Ressalta-se também que todas as amostras apresentaram risco baixo de alcalinidade o que a torna apta para irrigação.

Sabe-se que o acompanhamento de íons cloreto em um corpo d'água permite detectar níveis de poluição advindos tanto de esgotos domésticos quanto de águas residuais de indústrias. Segundo a FUNASA (2013) os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. cloretos de sódio, cálcio e magnésio são os mais comuns de serem encontrados. A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/L como o valor máximo permitido para água potável.

Conforme dados da tabela 1 os valores de íons cloretos detectados nas amostras de água da barragem da Vila da Bananeira, 195,33 mg/L e 185,10 mg/L para os meses de junho e agosto, respectivamente, se encontram dentro dos parâmetros exigidos pela portaria do ministério da saúde 2.914/11, independentemente do nível de chuva, cujo valor máximo é de 250 mg/L de cloretos. Assim como nos demais parâmetros analisados também ocorreu uma consonância entre um maior nível de precipitação em junho e o maior valor de concentração de cloretos em junho também.

Conclusão

Após detalhada discussão acerca dos resultados obtidos pelas análises dos parâmetros físico-químicos da água da barragem da Vila da Bananeira – Arapiraca Alagoas, temos a ressaltar como conclusão final que a determinação dos parâmetros físico-químicos de pH, turbidez, cloreto, dureza, alcalinidade e condutividade em dois meses distintos, a saber, junho e agosto, com diferentes níveis de precipitação pluviométrica, encontraram-se em condições normais, de acordo com as normas estabelecidas pela Funasa e portaria do ministério da saúde nº 2.914/2011 que atendem as normas nacionais e internacionais que tratam de níveis de qualidade da água para variados usos, inclusive de potabilidade e irrigação. Temos também que os dados obtidos mostraram coerência com os índices pluviométricos dos meses analisados e destaca-se, em particular e de forma esperada, os valores de turbidez e alcalinidade que quase duplicaram com o maior nível de chuva no mês de junho em detrimento a agosto.

REFERÊNCIAS

- ANA, Agência Nacional de Águas. **Guia nacional de coletas e preservação de amostras de águas, sedimentos**. Brasília, DF, 2011.
- ARAUJO, L. E. de; SOUSA, F. de A. S. de; NETO, J. M. de M.; SOUTO, J. S.; R., L. R. L. R. Bacias Hidrográficas e Impactos Ambientais. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 8, n. 1, 2009.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 2006.
- CRUZ, H. M. da. **Análises microbiológicas e físico-químicas: conceitos para gestão ambiental**. Editora Érica Ltda, 2014.
- FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz, CEE – Centro de Estudos Estratégicos. Disponível em: <https://cee.fiocruz.br/?q=Falta-de-agua-e-saneamento-afeta-saude-de-mais-de-2-bilh%C3%B5es-de-pessoas-diz-OMS>, acesso em: dez. de 2020.
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde, **Manual prático de análise de água**, 4. Ed. Brasília: Funasa, 2013.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al.html>, acesso em maio de 2019
- LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à Química da Água: Ciência, Vida e Sobrevivência**. São Paulo: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda. 2014.
- MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; PIRES, M. A. F. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Revista Química Nova**, V. 30, N. 5. 2007.

MERTEN, Gustavo H; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agrocol. e Desenvol. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v.3, n.4, p. 33-38, 2002.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A.; **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás.** TCC, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade de Goiás, 2015.

SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **R. Bras. Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 826-834, 2010.

SEMARH - Secretaria do meio ambiente e recursos hídricos de Alagoas. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/tempo-e-clima/analises-tecnicas/precipitacao-mensal>, acesso em: fev 2021.

SILVA, R. M. A.; ANDRADE, P. R. G. S. Simulação da operação de reservatório na bacia do rio Pardo-BA: avaliação da segurança hídrica para o abastecimento público. In: **XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.** 2014, Natal. Anais: ABRH, 2014, p. 10.

STANDARD methods for the examination of water and wastewater. 16th ed. Washington: APHA, 1985.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, 11(1), 137-156, 2007.

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. **Química Nova**, v. 31, n. 1, p. 3-8, 2009.