



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Limnologia aplicada à análise de água em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia, Alagoas

Anderson Marques Araújo do Nascimento¹, Álvaro dos Santos², Gabriel do Nascimento Alves³,
Paulo Ricardo Petter Medeiros⁴

¹ Discente do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus A.C. Simões (Maceió/Sede). Av. Lourival de Melo Mota, Bairro Cidade Universitária, Maceió/AL - Brasil, CEP 57072-970, e-mail: andersonxr8@gmail.com; (Autor Correspondente). ² Discente do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus A.C. Simões (Maceió/Sede). Av. Lourival de Melo Mota, Bairro Cidade Universitária, Maceió/AL - Brasil, CEP 57072-970, e-mail: alvaro.scq@outlook.com; ³ Discente do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus A.C. Simões (Maceió/Sede). Av. Lourival de Melo Mota, Bairro Cidade Universitária, Maceió/AL - Brasil, CEP 57072-970, e-mail: gnaves0@gmail.com; ⁴ Professor Dr. Associado IV do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) Universidade Federal Alagoas (UFAL), Campus A.C. Simões (Maceió/Sede). Av. Lourival de Melo Mota, Bairro Cidade Universitária, Maceió/AL - Brasil, CEP 57072-970, e-mail: paulopetter_@hotmail.com.

Artigo recebido em 30/12/2018 e aceito em 05/02/2019

RESUMO

A água é um recurso natural importante para a manutenção da vida do ser humano e suas atividades, e isso não é diferente no meio rural, seja para consumo próprio seja para atividades em campo. Nesta perspectiva, visou-se no presente artigo analisar a qualidade da água de duas nascentes localizadas no Povoado Baixa da Areia, zona rural do município de Maribondo, Alagoas, por meio de análises limnológicas e então qualificar o grau de potabilidade como viável ou não ao consumo humano, com ênfase na Resolução CONAMA, que estabelece os limites aceitáveis para cada parâmetro físico, químico e/ou biológico. Para tal análise, foram feitas coletas de água nas duas nascentes analisadas em três pontos específicos: superfície, meio e fundo. As amostras coletadas foram encaminhadas para laboratório, onde foram executadas técnicas analíticas para a determinação dos parâmetros: clorofila "a" e feofitina, nitrito, nitrato, amônia e fósforo total, por meio da adição de reagentes químicos específicos, sendo posteriormente submetidos a leitura em espectrofotômetro. Também foi determinado os níveis dos parâmetros pH, turbidez, salinidade, condutividade elétrica e material particulado em suspensão, que foram avaliados com auxílio de sonda multiparamétrica. À exceção do parâmetro fósforo total em ambas as nascentes e do pH da Nascente B, os demais parâmetros analisados estão em conformidade com a Resolução CONAMA. Faz-se necessário a continuidade dos levantamentos em diferentes épocas do ano para compreender o comportamento da qualidade das águas nas nascentes analisadas.

Palavras-chave: Nascente, análise limnológica, qualidade de água.

Limnology applied to analysis of water in two springs of the Baixa da Areia Village, Alagoas

ABSTRACT

Water is an important natural resource for the maintenance of human life and its activities, and this is no different in rural areas, either for own consumption or for field activities. In this perspective, this article aimed to analyze the water quality of two springs located in the Baixa da Areia Village, rural area of the municipality of Maribondo, Alagoas, through the limnological analyzes and then to qualify the degree of potability as viable or not for the human consumption, with emphasis on the CONAMA Resolution, which establishes the acceptable limits for each physical, chemical and / or biological parameter. For this analysis, water samples were collected in the two springs analyzed in three specific points: surface, middle and bottom. The collected samples were sent to the laboratory, where analytical techniques were performed to determine the parameters chlorophyll-a and feofitine, nitrite, nitrate, ammonia and total phosphorus by means of the addition of specific chemical reagents, and were subsequently subjected to spectrophotometer reading. The parameters of pH, turbidity, salinity, electrical conductivity and suspended particulate matter were also determined using a multiparameters probe. With the exception of the total phosphorus parameter in both springs and the pH of Spring B,

the other parameters analyzed are in compliance with the CONAMA Resolution. It is necessary to continue the surveys at different times of the year to understand the behavior of water quality in the sources analyzed.

Keywords: Spring, limnological analysis, water quality.

Introdução

Os moradores de comunidades rurais que se utilizam de nascentes nem sempre têm acesso a água tratada, culminando na utilização de uma água de qualidade duvidosa (Silva et al., 2018). Cientificamente comprovado, não existe água totalmente pura disponível na natureza, voltada exclusivamente para o consumo humano, fazendo-se necessário o seu confisco para que se possa avaliar seu grau de potabilidade, que deve ser livre de contaminantes orgânicos e inorgânicos e de organismos patogênicos, conforme estabelece os principais órgãos competentes e o Ministério da Saúde.

No Estado de Alagoas as águas de nascentes em áreas rurais são utilizadas diretamente pelos proprietários devido ao fácil acesso que têm a elas e por ser economicamente viável. No entanto, do ponto de vista de potabilidade é pouco conhecido, em virtude de não haver análises periódicas nesses ambientes, voltadas a determinar o grau de qualidade dessas águas, relacionados, também, com o modo de preservação das nascentes, a exemplo do que ocorre no Povoado Baixa da Areia, área rural isolada da cidade, localizado no município de Maribondo-AL.

Nos dias atuais, os recursos hídricos são utilizados para distintas finalidades, entre as quais o abastecimento humano (Thebaldi et al., 2017). Santos et al. (2018) destacam que os níveis de qualidade da água recai em gestões ambientais associadas ao desmatamento da mata ciliar, ocupação irregular, dragagem não planejada, assoreamento, dentre outros.

No que concerne à qualidade das águas, a Limnologia enquanto ciência caracteriza-se pelo estudo analítico de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, que pode ser oriundo de interferências de ordem natural, do próprio ecossistema, ou de ordem antrópica, advindas das atividades de uso e ocupação do solo, exercidas pela ação do homem no meio ambiente (Medeiros et al., 2016). Paralelo a isso, Abreu e Cunha (2017) ressaltam que a qualidade da água apresenta variações espaço-temporais significativas, relacionadas à dinâmica dos parâmetros físicos (sólidos suspensos, turbidez, sólidos totais, etc.), químicos (pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, etc.) e biológicos (coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e clorofila "a").

Um dos eventos mais comuns relacionado às dinâmicas limnológicas é o processo de eutrofização, mencionado por Lins et al. (2018) como sendo um fenômeno caracterizado pelo crescimento em demasia de organismos aquáticos autotróficos, particularmente algas (fitoplâncton) e plantas aquáticas (macrófitas), que decorrem do acúmulo de vários elementos químicos dissolvidos na água, principalmente oxigênio, carbono, nitrogênio e fósforo. A acumulação em demasia desses elementos ocasiona mudanças na qualidade da água, em virtude da liberação de toxinas por plantas algais e cianobactérias, que ocasionam a acidez da água e a decomposição do gás oxigênio (O₂) nas porções submersas, inviabilizando o seu consumo (Barreto et al. 2014).

Entre as inúmeras variáveis limnológicas passíveis de serem estudadas, uma das mais analisadas e de relevante interesse ambiental é o diagnóstico periódico de clorofila "a", caracterizada, conforme Cangrejo e Rondón (2017), pela presença de um pigmento verde na estrutura molecular de muitas espécies algais, atuando como ótima bioindicadora da biomassa fitoplanctônica dos ambientes aquáticos

A determinação da concentração de clorofila "a", bem como de seu subproduto feofitina, é uma ferramenta útil em estudos de produtividade primária, na interpretação de resultados de análises físicas e químicas, como indicadora do estado fisiológico do fitoplâncton e na avaliação do grau de eutrofização de ambientes aquáticos, ocasionado pelo crescimento de algas e cianobactérias devido ao enriquecimento de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo (CETESB, 2014).

Jardim et al. (2014) destacam que a variação sazonal da biomassa fitoplanctônica depende intrinsecamente das condições físicas e locais do ambiente. De acordo com os autores, ecossistemas hídricos de pequeno porte tendem a apresentar um maior florescimento fitoplanctônico devido às variabilidades edafoclimáticas; tão logo, análises esporádicas nesses corpos d'água tornam-se imprescindíveis.

Como já mencionado, os elementos nitrogênio e fósforo são os principais agentes de acumulação que fornecem nutrientes às plantas aquáticas, que culminam no processo de eutrofização das águas quando as condições do meio tornam-se adversas, oriundas de fatores físicos e/ou antrópicos. Em virtude disso, Fernandes et al. (2017) reforçam que as análises

periódicas desses compostos são importantes e indispensáveis para a compreensão na dinâmica dos ecossistemas.

Os níveis de nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), amônia (NH_4^+) e fosfato na forma total (PO_4^{2-}) em meio aquoso é reflexo das condições ambientais da bacia hidrográfica, e suas concentrações, em maior ou menor grau, pode ser um indicativo das manutenções ou alterações espaciais provenientes das atividades humanas (Souza e Gastaldini, 2014; Salla et al., 2018).

A análise de outros parâmetros físicos e químicos, como pH, temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, coliformes totais e termotolerantes, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, série de sólidos, entre outros, é uma ferramenta valiosa de avaliação, servindo de revisão complementar no diagnóstico dos compostos químicos determinados em laboratório (Andrietti et al., 2016).

Em laboratório, a técnica de espectrofotometria é bastante utilizada na determinação dos compostos presentes em uma solução. Os fenômenos associados a esta técnica são a absorvidade e a transmitância de uma solução em estudo que, quando submetida a um feixe de luz com determinado comprimento de onda na faixa, varia entre o UV e o visível. A absorvância refere-se à capacidade da solução em reter (absorver) luz em determinado comprimento de onda e a transmitância à quantidade de luz que a solução permite passar, ou seja, a quantidade de luz que atravessa a amostra com um determinado comprimento de onda. Para realizar essas análises é utilizado o espectrofotômetro UV/VIS, que é um equipamento capaz de emitir sob uma amostra um feixe de luz com determinado comprimento de onda e determinar qual a absorvidade (abs) e qual a transmitância (%T) de determinada solução. A análise é realizada colocando-se a amostra em uma cubeta, recipiente feito geralmente de quartzo, que não interfere na absorvância ou transmitância da amostra, que é inserida no local onde o feixe de luz atravessa. Para eficiência, a cubeta deve ser manuseada com cuidado, pois a gordura natural das mãos do analista pode interferir na leitura, bem como no momento da limpeza, que deve ser feito com água e papel macio para evitar arranhões, que também interferem na leitura. Os resultados desta técnica são a ótima eficácia no diagnóstico de

parâmetros químicos específicos, tornando-a altamente imprescindível na reunião de dados (Oliveira e Leite, 2016; Bielemann et al., 2017).

Estudos anteriores mostram que populações residentes em áreas rurais são suscetíveis a consumir água isenta de tratamentos básicos e/ou convencionais por não terem água canalizada e estarem ausentes de saneamento básico adequado, acarretados, também, por problemas ambientais e pelo mau uso consciente dos recursos hídricos, estando propensas a contrair inúmeras doenças (Dutra et al. 2016; Ferreira et al., 2016). Os autores também apontam que a qualidade de água resulta da influência de fatores climáticos, fisiográficos, edáficos, vegetacionais, nas formas de manejo de ambientes agrícolas e, principalmente, pelas atividades exercidas pelo homem nesses ambientes.

Diante do que foi exposto e descrito acima, objetivou-se no presente artigo analisar os parâmetros limnológicos de duas nascentes do Povoado Baixa da Areia, Alagoas. Nesse sentido, a pesquisa realizada teve/tem elevada importância social, científica e ambiental, além de apresentar um caráter pioneiro, já que não há nenhum estudo ou levantamento documentado na região, mais precisamente no Povoado Baixa da Areia, servindo de base para o uso consciente das nascentes e como subsídio para futuros trabalhos. Faz-se necessário a continuidade dos levantamentos dos dados em diferentes épocas do ano para compreender o comportamento da qualidade das águas nas nascentes analisadas.

Material e métodos

Caracterização geral da área de estudo

O local da pesquisa está localizado na área rural do Povoado Baixa da Areia, município de Maribondo, Alagoas (Figura 1), inserido na Mesorregião do Agreste Alagoano e na Microrregião Geográfica de Palmeira dos Índios, sob a abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, nas coordenadas $09^{\circ}34'38''$ S e $36^{\circ}18'19''$ W, na altitude de 157 metros. Os solos dominantes são os Argissolos vermelho e os Neossolos litólicos. O clima é o Aw - Tropical de Savana com chuvas de verão e precipitação média de 1.200 mm (EMBRAPA, 2014).

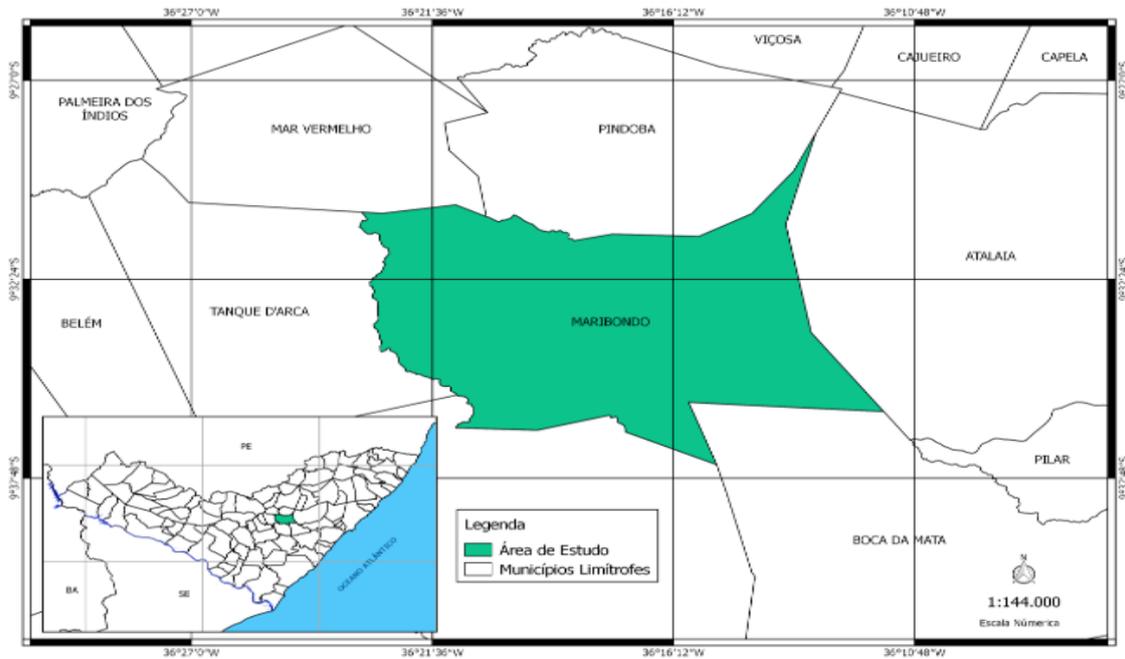


Figura 1. Mapa de localização do município de Maribondo-AL.

Caracterização da área experimental

A área experimental fica situada no Povoado Baixa da Areia, que encontra-se numa área rural, distante do Centro municipal de

Maribondo (Figura 2). Na área de transição de Agreste há alguns resquícios de Mata Atlântica que se agregam a áreas de pastagem e pomares que ocorrem no Povoado (Figura 3).

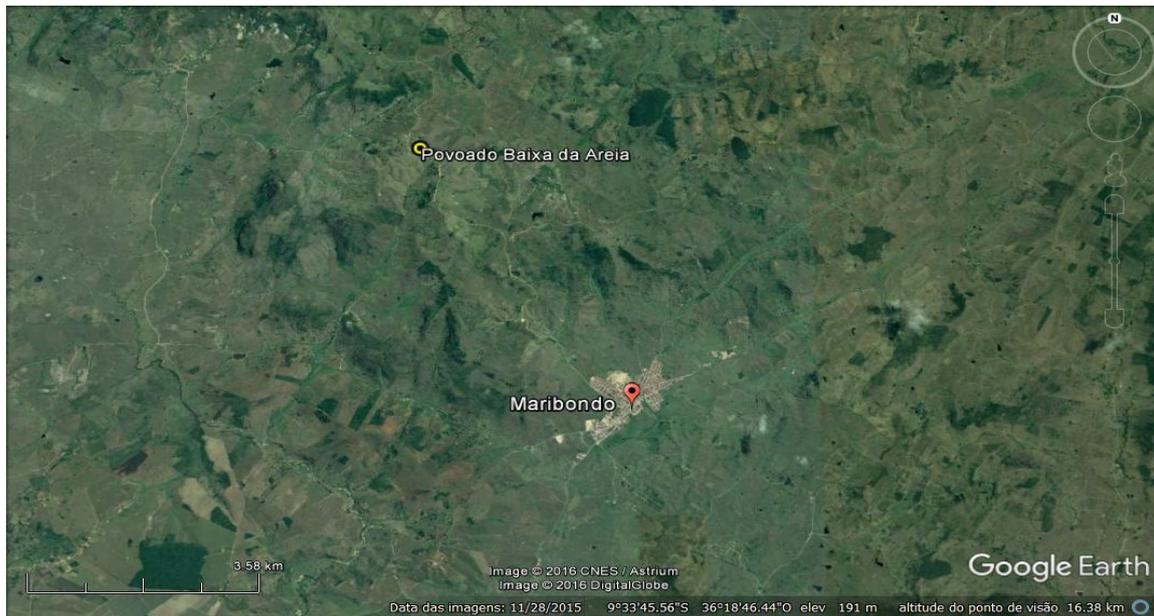


Figura 2. Mapa de localização do Povoado Baixa da Areia, Maribondo-AL. Fonte: Google Earth, 2015.



Figura 3. Vista da área rural do Povoado Baixa da Areia, com ênfase para o seu entorno paisagístico.

Na área experimental foram catalogadas nove nascentes, distribuídas entre cinco propriedades privadas. Das nove nascentes detectadas, sete delas encontravam-se vedadas com armações de concreto, inviabilizando as coletas de suas águas. Devido a inacessibilidade da maioria das nascentes, em apenas duas delas foi possível realizar coletas de água, cada uma pertencente a um proprietário, sendo nomeadas de Nascente A e Nascente B.

Coletas das águas

As coletas de água das nascentes ocorreram em agosto/2018, em total assepsia, lavando as mãos com sabão e água corrente e

desinfetando-as com álcool-gel a 70% para que não houvesse contaminação no decorrer das coletas. Em cada nascente foram coletadas 3 amostras de água, com o auxílio de garrafas PET 1,5 L, em três pontos específicos das mesmas: superfície, meio e fundo; em virtude da profundidade de ambas as nascentes foi feita uma armação de improvisado com estaca de madeira e barbante para as coletas do fundo (Figura 4). As amostras de água foram armazenadas imediatamente em caixa térmica com gelo para conservação e o efetivo controle da temperatura com o mínimo contato de luz possível e encaminhadas ao Laboratório Integrado de Ciências do Mar e Naturais/LABMAR/UFAL.



Figura 4. Despejo de água *in natura*, coletas de água na superfície e meio das nascentes, coletas no fundo com armação de improviso e amostras de água coletadas em laboratório.

Análises limnológicas

Em laboratório, foram aplicadas técnicas analíticas para determinação biológica de clorofila “a” e feofitina, além dos parâmetros físico-químicos de fósforo total na sua forma fosfatada da matéria e de nitrogênio em suas formas amoniacal, nitrito e nitrato. Antes da realização das análises limnológicas foi necessário fazer o preparo das soluções antecipadamente para que não houvesse interrupções no decorrer do experimento. Cada solução preparada tinha especificidade para determinar cada parâmetro de água analisados.

A análise de clorofila “a” e feofitina foi determinada seguindo roteiros laboratoriais com adaptações pelos autores. Foram filtrados 500 mL de cada amostra de água coletada, medidos em proveta de 2.000 mL. O volume medido foi despejado e filtrado com auxílio de uma bomba de

sucção a vácuo em kitassato sobre papel-filtro Millipore, que ficou posto na peneira de filtração. Posteriormente os filtros foram colocados em tubos de ensaio contendo 5 mL de acetona 90% para a devida extração do pigmento verde e envolvidos com papel-alumínio, a fim de impedir qualquer contato com a luz por um período de 24 horas.

Os tubos contendo a matéria fitoplanctônica envolta foi macerada com auxílio de bastão de vidro, adicionando-se mais 5 mL de acetona 90% para amassar e envolver a película filtrante. O material extrativo foi agitado por 10 minutos em centrífuga a uma velocidade de 4.500 rpm para que o sobrenadante pudesse ser retirado e encaminhado para análise espectrofotométrica. As leituras de clorofila “a” foram realizadas nos comprimentos de onda $\lambda = 630-645-647-663-664-665-750$ nanômetros-nm; a correção para

feofitina foi feita acidificando-se a solução contida na cubeta após a primeira leitura pela adição de 20

µL de ácido clorídrico 0,1 molar, nos mesmos comprimentos de onda (Figura 5).



Figura 5. Material fitoplânctônico em tubos de ensaio, adição de acetona 90% e maceração de amostra filtrante, agitação em centrífuga e espectrofotômetro utilizado em análise.

As concentrações de clorofila “a” e feofitina foram obtidas a partir das seguintes equações monocromáticas:

$$\begin{aligned} \text{Clorofila "a"} (\mu\text{g/L}) &= 26,73 \times (D_{664c} - D_{665c}) \times \left(\frac{v}{V \times L}\right) \\ \text{Feofitina} (\mu\text{g/L}) &= 26,73 \times [(1,7 \times D_{665c}) - D_{664c}] \times \left(\frac{v}{V \times L}\right) \end{aligned}$$

onde: V = volume da amostra filtrada (L); v = volume de acetona 90% usada para extração (mL); L = caminho óptico da cubeta espectrofotométrica usada (cm); D_{664c} = densidade óptica a 664nm corrigida antes da acidificação; D_{665c} = densidade óptica a 665nm corrigida depois da acidificação.

Os parâmetros físico-químicos de nitrito, nitrato, amônia e fósforo total foram determinados seguindo roteiros laboratoriais com adaptações pelos autores quanto ao volume de amostra de água

utilizado para determinar cada parâmetro citado e a concentração volumétrica dos reagentes no decorrer dos experimentos.

As análises de nitrito e nitrato foram executadas fazendo-se uma toma de 10 mL de amostra de água em provetas de 25 mL, adicionando-se 4 gotas de sulfanilamida e N-1-naftil-etilenodiamina para a determinação de nitrito. Para a determinação de nitrato, foi feita inicialmente a titulação por meio de solução-padrão de nitrato para ativação da coluna, onde adicionou-se em seguida bastante solução de cloreto de amônia na bureta até não mais restar coloração rosa, típica dos íons nitrato. Foram 10 titulados 10 mL de amostra de água e posteriormente foram adicionadas as mesmas soluções iniciais para a determinação de nitrito (Figura 6), reservando as amostras por 15 minutos para proceder as leituras em espectrofotômetro, no comprimento de onda $\lambda = 543 \text{ nm}$.



Figura 6. Medição de amostras de água em provetas, ativação da coluna em bureta, solução rosada de nitrato obtida após titulação e provetas de nitrito e nitrato em sala espectrofotométrica.

A determinação de amônia foi realizada fazendo-se uma toma de 10 mL de amostra de água em provetas de 50 mL, adicionando-se 0,5 mL de fenol 8% e 1 mL de solução combinada de citrato de sódio com uma solução trione a 0,4% de ácido dicloroisocianúrico, em proporção estequiométrica 1:1. As amostras foram homogeneizadas em movimentos rotacionais e posteriormente foi adicionado 10 mL de solução de nitrossiato de

sódio a 0,5%. Feito isso, as provetas contendo as amostras de amônia foram estocadas em armário de bancada, evitando o máximo de contato com a luz e a umidade, que poderiam retardar a reação, por um período de 24 horas. Em seguida, parte das amostras contida nas provetas foram transferidas para copinhos plásticos de 25 mL e encaminhadas à leitura espectrofotométrica, no comprimento de onda $\lambda = 630 \text{ nm}$ (Figura 7).



Figura 7. Medição de volume, provetas após adição dos reagentes e copinhos plásticos com as amostras de amônia encaminhados a leitura em espectrofotômetro.

O fósforo total foi determinado fazendo-se uma toma de 10 mL de amostras de águas em erlenmeyers de 125 mL, adicionando-se 0,2 mL de solução de ácido sulfúrico 3+7 e 3 mL de solução de persulfato de amônia 5%, agitando-os instantaneamente para homogeneizar. Feito isso, os erlenmeyers com as amostras de água foram levados para uma capela para ser feita a digestão de fosfato, até reduzir a 1 mL. Depois da digestão, deixou-se esfriar e na sequência adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína 1%, neutralizando-se com algumas gotas de uma

solução de hidróxido de sódio concentrado, agitando-se os erlenmeyers em movimentos rotacionais até a total viragem do indicador tingisse uma cor amarelada característica. Após a viragem, as amostras contidas nos erlenmeyers foram transferidas para copinhos plásticos de 25 mL, até um volume de 10 mL. Em seguida, adicionou-se 1,6 mL de solução combinada de ácido ascórbico, homogeneizou-se e reservou-se por 10 minutos para então efetuar a análise espectrofotométrica, no comprimento de onda $\lambda = 885 \text{ nm}$ (Figura 8).



Figura 8. Medição do volume em erlenmeyers, digestação de fosfato em capela e copinhos plásticos contendo as amostras em sala de espectrofotometria.

Também foram analisados os seguintes parâmetros de potabilidade das águas coletadas das nascentes: pH, turbidez, salinidade, condutividade elétrica e o material particulado em suspensão-MPS, com o auxílio de uma sonda multiparâmetros YSI-6600 V2, através dos sensores ópticos

contidos nela, com especificidade para determinar os níveis de cada parâmetro analisado.

Análise espectrofotométrica

Cada parâmetro avaliado teve seus respectivos comprimentos de onda inseridos em

espectrofotômetro. No decorrer das análises espectrofotométricas, foi feito a prova com dois Brancos iniciais (água deionizada e água destilada, respectivamente), antes de proceder as leituras dos parâmetros executados em laboratório. Esse roteiro inicial serve para estabilizar a cubeta antes de serem executadas as leituras dos componentes uma a uma, separadamente. As leituras a posteriori aos dois Brancos iniciais para cada componente analisado têm de ser igual ou superior a eles; valores inferiores aos Brancos identifica erro no desenvolver das análises, necessitando, desta Quadro 1. Padrões de potabilidade de água, com ênfase na Resolução CONAMA.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005	
pH	6,0-9,0
Turbidez	< 40-100 UNT
Salinidade	< 0,1 dS/m
Condutividade elétrica	0-800 uS/cm
Material particulado em suspensão-TDS	< 500-1000 mg/L
Clorofila "a"	< 10 µg/L
Feofitina	< 10 µg/L
Nitrito	≤ 1,0 mg/L N
Nitrato	≤ 10,0 mg/L N
Amônia	≥ 1,0-5,0 mg/L N
Fósforo total	≤ 0,025 mg/L P

Análise estatística

Os dados obtidos após a condução dos experimentos laboratoriais foram analisados com o uso do Software Excel, versão 2016. Para a clorofila "a" e a feofitina foi aplicado gráfico de superfície. Para os parâmetros nitrito, nitrato, amônia e fósforo total foi aplicado gráficos de dispersão, sendo demonstrados na curva de calibração por meio da análise de dados, convertidos no próprio Excel, para constatar se eles eram significativos ou não ao nível de 95% de probabilidade. Os demais parâmetros analisados na

forma, refazer o experimento para comparar e verificar os erros obtidos pós-leitura em espectro.

Análise de parâmetros

Ao fim dos experimentos, os resultados das análises foram comparados aos padrões de potabilidade de água, conforme a Resolução CONAMA nº 357, 17/03/2005, que expede e dá subsídios aos limites para cada parâmetro de água.

Desta forma cada dado paramétrico analisado foi comparado e julgado com ênfase no Quadro abaixo.

Quadro 1. Padrões de potabilidade de água, com ênfase na Resolução CONAMA.

sonda multiparamétrica foram demonstrados em análise descritiva.

Aplicação de questionários

Além da execução das análises em laboratório, foi realizado em campo a aplicação de questionários com os proprietários das nascentes analisadas para que se pudesse determinar o perfil de ambas, relacionado ao modo de proteção, limpeza e tratamento delas. O questionário utilizado está representado no Quadro 2.

Quadro 2. Seleção de questionários aplicados em campo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - CAMPUS A. C. SIMÕES		
Questionário de pesquisa em campo (Público-alvo: proprietário das nascentes)		
Nascente	A	B
Forma de proteção		
Área de cercamento (m ²)		
Presença de vegetação arbórea		
Limpeza esporádica		
Uso de hipoclorito de sódio (NaOCl)		
Residências abastecidas		
Demanda (pessoas)		

Resultados e discussão

Com relação aos parâmetros analisados na sonda multiparâmetros, constatou-se que das nascentes avaliadas a Nascente A foi a que apresentou níveis satisfatórios de qualidade de água, relacionados intimamente com o teor de pH, principal parâmetro hídrico vinculado às propriedades da água (Tabela 1). Silva et al. (2018)

mencionam que valores muito baixos de pH (inferior a 6,0) implicam em água corrosiva a alguns metais e paredes de concreto. Amaral e Silva (2017) afirmam que os parâmetros da qualidade da água nos mananciais podem ser alterados por causas naturais, como mudança do clima, vegetação, causas geológicas, ou, em casos mais extremos, pela ação antrópica.

Tabela 1. Valores de pH, turbidez, salinidade, condutividade elétrica e Material Particulado em Suspensão–MPS das nascentes analisadas em sonda multiparâmetros.

Amostra	pH	Turbidez (UNT)	Salinidade (dS/m)	Condutividade elétrica (uS/cm)	MPS (mg/L)
Nascente A superfície	6,49	0,03	0,05	109	0,071
Nascente A meio	6,20	0,03	0,05	101	0,066
Nascente A fundo	6,20	0,03	0,05	102	0,066
Nascente B superfície	5,93	0,03	0,05	100	0,065
Nascente B meio	5,76	0,02	0,05	99	0,065
Nascente B fundo	5,76	0,02	0,05	99	0,065

Marmontel e Rodrigues (2015) analisando os padrões limnológicos de quatro nascentes em área do Córrego Pimenta, na Fazenda Experimental São Manuel-SP, também constataram valores oscilatórios nos parâmetros avaliados acima, onde concluíram que as nascentes com cobertura vegetal apresentavam níveis de potabilidade satisfatórios, em relação às nascentes isentas dela, o que corrobora com os dados obtidos nas nascentes do Povoado Baixa da Areia. Souza et al. (2015) observaram em seus dados obtidos em pesquisa conduzida na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Pedreira, Amapá, que há pouca oscilação desses parâmetros em recursos hídricos que apresentam um bom estado de conservação ou com pouca interferência humana.

No que diz respeito à turbidez, Barreto et al. (2014) analisaram que há uma nítida relação

desse parâmetro com a vazão, que transporta sedimentos para as áreas mais rebaixadas, onde se dispersam e se depositam. No caso das nascentes do Povoado Baixa da Areia, pode-se atribuir níveis baixíssimos de turbidez em virtude de ser um ambiente lântico, onde a água, caracteristicamente, está parada ou com movimentos pouco oscilatórios. Correia et al. (2015) ressaltam que a turbidez, quando elevada, pode afetar esteticamente os corpos d'água, encarecer o tratamento para os diversos usos, além de promover distúrbios na fauna e na flora, devido à redução da penetração de luz.

Figueiredo et al. (2016) afirmam que a influência de fatores como a geologia local e trechos que possuem contribuições de aquíferos calcários ou cristalinos tendem a aumentar os níveis de salinidade. Marmontel e Rodrigues

(2015) constataram que os parâmetros condutividade elétrica, TDS (Total Dissolved Solid – Sólidos Dissolvidos Totais) e salinidade são variáveis proporcionais aos fatores físicos que eventualmente ocorrem ao longo do ano e pelo predomínio de cobertura vegetal, que desempenha papel importante no equilíbrio desses parâmetros.

Vitó et al. (2016) explicam que a concentração de material particulado em suspensão (MPS) é consequência do carregamento de quantidades de solo, matéria orgânica, insumos agrícolas, entre outros, para o leito dos cursos d'água no período chuvoso, contribuindo significativamente com o aumento de nutrientes na água dos mananciais.

Macêdo et al. (2013) mencionam que os pulsos de precipitação favorecem maior dinâmica no fluxo de sedimentos, em função da vazão hídrica, que transporta maior quantidade de materiais através do escoamento superficial das áreas relativamente mais altas para as mais

rebaixadas, onde se depositam e sedimentam através do aplainamento e do rebaixamento do relevo.

No que se refere aos parâmetros biológicos analisados, os teores dos pigmentos de clorofila “a” e feofitina das nascentes avaliadas encontraram-se em níveis amplamente satisfatórios ao que é expandido pela Resolução CONAMA, que não deve exceder 10 µg/L; os valores intermediados tiveram pouca oscilação nas seis amostras de água coletadas, independente da profundidade, entre 0,039 e 0,041 µg/L (Figura 9). Cangrejo e Rondón (2017) mencionam que os níveis de clorofila “a” estão intimamente relacionados com os índices pluviométricos, cobertura vegetal e com a quantidade de insolação com que os corpos d'água ficam submetidos sazonalmente ao longo do ano, o que também corrobora com os dados da pesquisa com as nascentes do Povoado Baixa da Areia, que apresentaram características similares nas condições específicas citadas.

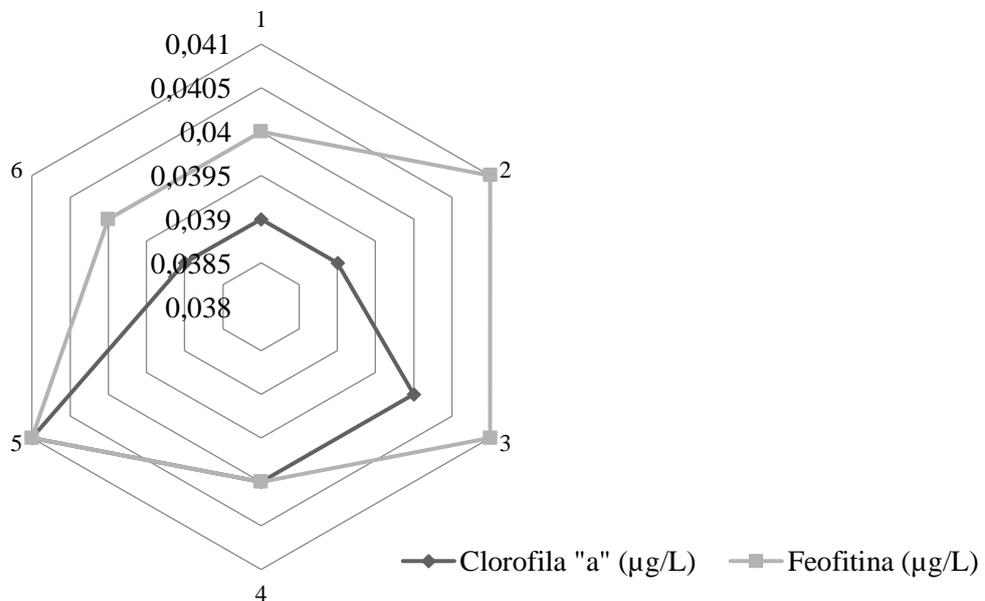


Figura 9. Gráfico de dispersão para os níveis de clorofila “a” e feofitina nas nascentes avaliadas no Povoado Baixa da Areia, Alagoas.

Melo-Magalhães et al. (2016) afirmam as moléculas de clorofila “a” são instáveis dependendo das condições do meio, tais como mudanças do pH, temperatura ou luminosidade excessiva, podendo sofrer degradação das mesmas, originando produtos conhecidos como feopigmentos. Por sua vez, a feofitina, produto da degradação da clorofila “a”, pode interferir consideravelmente nas medidas deste pigmento, por absorver luz na mesma região do espectro que a clorofila “a” pelo processo de autodesagregação.

Fatores como concentrações de nitrogênio, temperatura e interações entre organismos também tendem a dinamizar os teores de clorofila “a”, conforme apontam Beghelli et al. (2015).

Com relação ao parâmetro nitrito, os níveis em ambas as nascentes apresentaram valores em conformidade com a Resolução CONAMA, que é ≤ 1,0 mg/L N, variando entre 0,048 a 0,051 mg/L na nascente A (Figura 10A) e entre 0,055 a 0,057 mg/L na nascente B (Figura 10B). Foi traçada a curva de calibração para determinar a análise dos

dados, que ambas obtiveram Fator $R \geq 0,950$, indicando que os dados são relevantes ao nível de 95% de probabilidade. Silva et al. (2017) estudando os parâmetros físicos, químicos e biológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, em Minas Gerais, constataram que os teores de nitrito apresentavam valores inferiores no período chuvoso em comparação com o período seco, possivelmente em função do efeito de diluição das chuvas.

Baixos valores desse parâmetro também foi constatado por Santos et al. (2018) durante pesquisa conduzida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, da qual faz parte as nascentes estudadas neste presente artigo, no município de Viçosa-AL, com concentrações que variaram entre 0,040 e 0,050 mg/L N nos três pontos de coleta avaliados no período chuvoso.

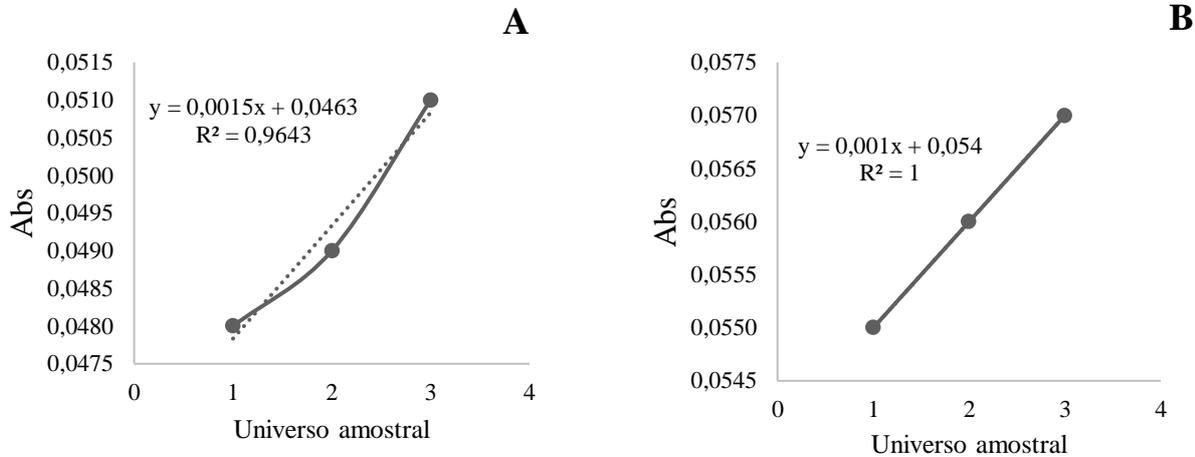


Figura 10. Curva de calibração para análise de dados de nitrito nas Nascente A e B do Povoado Baixa da Areia.

Quanto ao parâmetro nitrato, os valores de ambas as nascentes também estiveram em conformidade ao padrão CONAMA ($\leq 10,0$ mg/L N), variando entre 1,723 e 2,162 mg/L (Nascente A, Figura 11A) e entre 2,732 e 3,340 mg/L (Nascente B, Figura 11B). As curvas de calibração constataram que em ambas as nascentes o Fator R apresentam valores de referência ao nível de 95% de probabilidade. Santos et al. (2018) também encontraram valores baixos de nitrato, na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, com

concentrações de 0,19, 0,20 e 0,22 nos três pontos de coleta.

Vitó et al. (2016) complementam que os compostos nitrito e o nitrato são encontrados de forma natural na água e no solo em baixas concentrações. Segundo eles, a deposição de material orgânico no solo aumenta drasticamente a quantidade de nitrogênio, que é bioquimicamente transformado e por fim convertendo-se em nitrato, que possui grande mobilidade no solo, alcançando o manancial subterrâneo e ali se depositando.

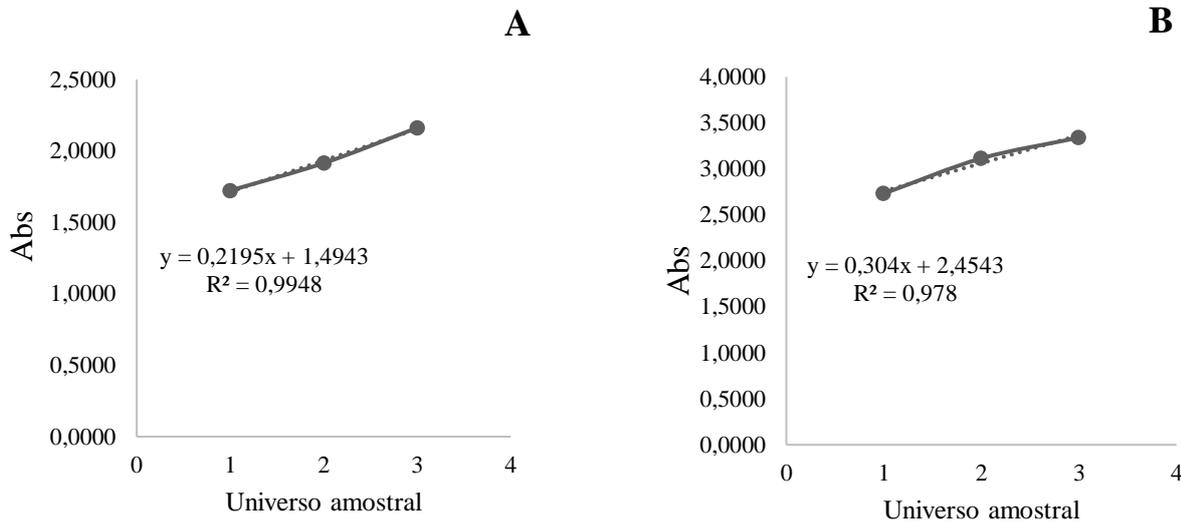


Figura 11. Curva de calibração para análise de dados de nitrato nas Nascente A e B do Povoado Baixa da Areia.

No que diz respeito a amônia, os teores nas duas nascentes analisadas oscilaram entre 0,071 e 0,095 mg/L na Nascente A (Figura 12A) e entre 0,098 e 0,108 mg/L na Nascente B (Figura 12B), ambas estando em conformidade ao Padrão

CONAMA que expede níveis desse composto em ambientes lânticos (águas com pouco movimento) $\geq 1,0$ -5,0 mg/L N. A curva de calibração em ambas as nascentes apresentou análise de dados com fator de referência ao nível de 95% de probabilidade.

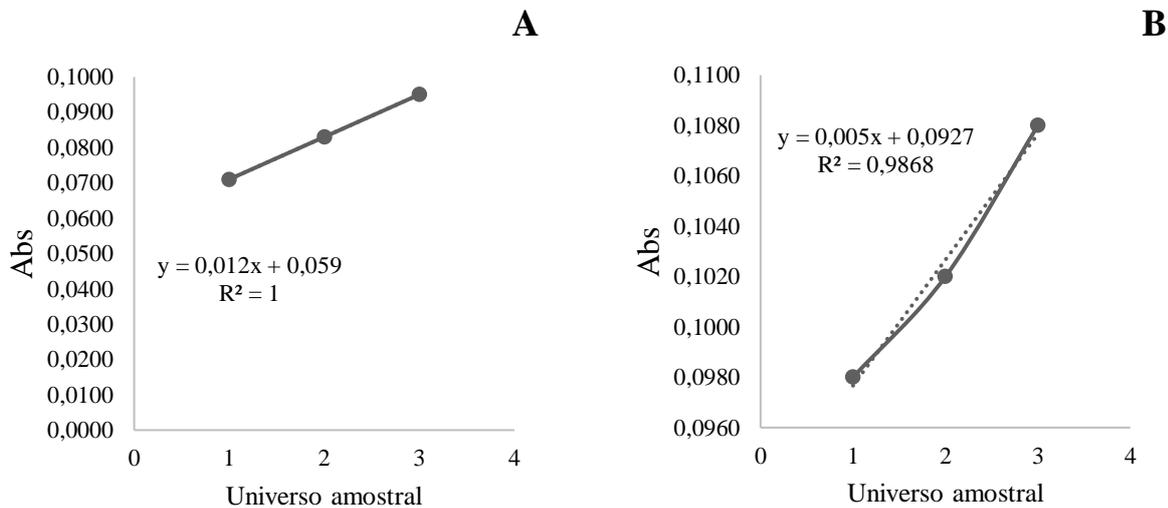


Figura 12. Curva de calibração para análise de dados de amônia nas Nascente A e B do Povoado Baixa da Areia.

Fernandes et al. (2017) explicam que o nitrogênio amoniacal pode estar presente na água sob duas formas, a de amônia (NH_3) e a iônica (NH_4^+), cuja razão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ depende do pH, da temperatura e da salinidade da água, ou ainda da composição iônica no ambiente amostrado. De acordo com os autores, em pH básico predomina a espécie NH_3 que é mais tóxica que o NH_4^+ , prejudicando o crescimento e podendo causar a

mortalidade de animais aquáticos, se presente em altas concentrações. Além disso, os autores apontam que a amônia pode ser oxidada a nitrito e nitrato por reações bióticas e abióticas e, quando em excesso, pode resultar no aumento de populações de bactérias (inclusive coliformes).

Para Teixeira et al. (2015), os níveis físico-químicos de nitrogênio, nas mais variadas formas, é possivelmente influenciado pelo período gradual

de estiagem e pelo regime de chuvas decorrentes, ocasionado por fatores climáticos.

Com relação aos teores de fósforo total analisados nas nascentes, os níveis desse parâmetro ficaram levemente superior ao limite $\leq 0,025$ mg/L P para águas lânticas, como expede a Resolução CONAMA, com valores de 0,069 na superfície, 0,072 no meio e 0,077 mg/L P no fundo da Nascente A (Figura 13A) e com valores de 0,061, 0,070 e 0,083 mg/L P na superfície, meio e fundo, respectivamente, da Nascente B (Figura 13B), ambas com valor de referência na análise de dados demonstrado na curva de calibração. Medeiros et

al. (2016) afirmam que o acúmulo de nutrientes nas camadas hidrográficas influencia o nível de elementos biogênicos (carbono, fósforo e nitrogênio), em virtude da ação da água no perfil do solo e pelos pulsos pluviométricos que dinamizam os ciclos biogeoquímicos globais. Souza et al. (2015) quantificaram valores de fósforo total levemente superiores ao Padrão CONAMA, em dois diferentes tipos de consumo de água. Jardim et al. (2014) também constataram valores acumulativos de fósforo total em demasia em suas pesquisas realizada no Rio Doce-MG, em razão dos ciclos hidrológicos.

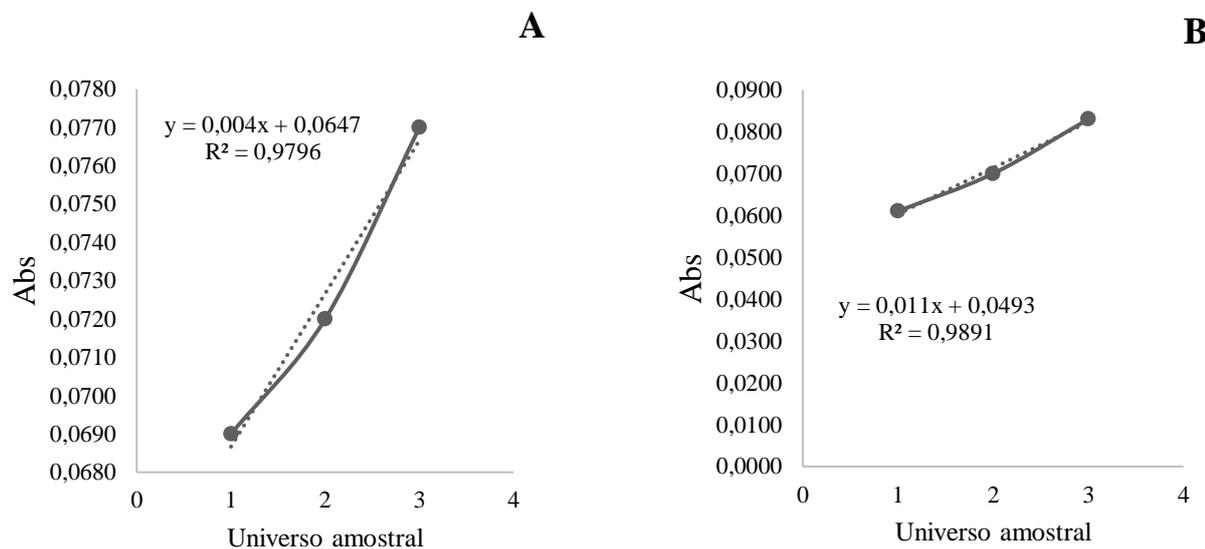


Figura 13. Curva de calibração para análise de dados de fósforo total nas Nascente A e B do Povoado Baixa da Areia.

Barreto et al. (2014) também ressaltam que o aporte de fósforo total num corpo d'água é resultado do escoamento superficial que frequentemente ocorre nos períodos chuvosos, principalmente em solos desprovidos de vegetação ou com predominância de cobertura rasteira.

Os dados obtidos com a aplicação dos questionários em campo mostraram que nas duas nascentes analisadas, apesar de ambas terem apresentado padrões de potabilidade de água, em geral, aceitáveis, as mesmas apresentam algumas diferenciações quanto ao modo de preservação e cuidados por parte dos proprietários (Quadro 3). Conforme constatado em campo e pelos proprietários das Nascentes A e B as cabeceiras das duas nascentes são tampadas por telhas do tipo Brasilit com construções de armazenamento de água feitas a base de concreto, a fim de impedir o acúmulo de sedimentos, rochas, galhos, folhas ou partes de árvores, bolotas fecais de bovinos e

equinos, a proliferação de seres patogênicos, entre outros motivos apontados.

A área de cercamento da Nascente A é de 10 m², enquanto na Nascente B é de 3 m²; no entorno da Nascente A o tamanho da área de cercamento apontado pelo proprietário deve-se pela manutenção de algumas árvores e pés de mangueira que há em volta, com a finalidade de proteger as margens da nascente e impedir o contato direto da luz do sol nela. Já na Nascente B a área de cercamento de 3m² tem a finalidade de impedir o pisoteio do gado e o acúmulo de estrume no entorno de sua nascente, conforme relatado pelo proprietário. Ao contrário da Nascente A que apresenta vegetação, a Nascente B é isenta da mesma. Nas duas nascentes são feitas limpezas esporádicas a fim de evitar acúmulo de materiais dentro delas. As águas que saem da Nascente A abastecem 8 residências, estimadas pelo proprietário em um universo amostral de 40 pessoas, entre parentes e vizinhos próximos,

enquanto a Nascente B abastece um único domicílio, onde moram seis pessoas.

Marmontel e Rodrigues (2015) ressaltam que a presença de matas ciliares no entorno de nascentes é essencial para proteção, manutenção, qualidade, regularização e conservação dessas microbacias.

Os proprietários disseram também que se utilizam de hipoclorito de sódio para a purificação de suas águas, medida incentivada pelo governo do estado para populações residentes em áreas rurais, que o aplicam em suas caixas d'água e que são abastecidas pelas nascentes estudadas (Quadro 3). O hipoclorito de sódio usado na purificação das

águas das nascentes é o de marca LAFEPE, que é fornecido pelo Ministério da Saúde, na concentração de 2,5% de cloro. Pesquisas científicas têm comprovado a eficácia dessas soluções no controle do pH da água e de outros componentes que alteram as propriedades da água. Ferreira et al. (2015) durante pesquisa conduzida em assentamento rural no Amazonas constataram que as populações residentes desses locais se utilizam da solução de hipoclorito de sódio para a purificação de suas águas por ser viável economicamente, em alguns casos cedidos gratuitamente pela Secretaria Municipal de Saúde, além de ser de fácil manuseio e aplicação.

Quadro 3. Dados das nascentes analisadas após questionário aplicado aos proprietários.

Nascente	A	B
Forma de proteção	Coberta por telhas e estrutura de concreto	Coberta por telhas e estrutura de concreto
Área de cercamento (m²)	10	3
Presença de vegetação arbórea	Sim	Não
Limpeza esporádica	Sim	Sim
Uso de hipoclorito de sódio (NaOCl)	Sim	Sim
Residências abastecidas	8	1
Demanda (pessoas)	40	6

Sousa et al. (2016) também constataram a eficácia do hipoclorito de sódio no tratamento de águas via nascentes em áreas rurais do Igarapé Camuru, Pará, onde a população que dele se utiliza relata que o hipoclorito de sódio desempenha papel importante no tratamento e qualidade da água, mas altera algumas propriedades organolépticas como sabor, aroma, odor e adstringência nas papilas degustativas.

Conclusões

1. Os parâmetros turbidez, salinidade, condutividade elétrica, material particulado em suspensão, clorofila "a", feofitina, nitrito, nitrato e amônia das nascentes analisadas apresentam níveis em conformidade com a Resolução CONAMA;
2. O pH da Nascente A apresenta níveis satisfatórios, em contrapartida a Nascente B;
3. Os níveis de fósforo total das duas nascentes encontram-se em níveis pouco superiores ao padrão CONAMA;
4. Em comparativo, a Nascente A apresenta níveis de qualidade de água mais apropriado ao consumo humano, em relação a Nascente B, comprovados pelos dados obtidos na sonda multiparâmetros e pelas análises físico-químicas realizadas em laboratório;

5. O modo de proteção e conservação das nascentes influi na qualidade de suas águas.

Agradecimentos

Ao Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente/IGDEMA e ao Laboratório Integrado de Ciências do Mar e Naturais/LABMAR/UFAL pela recepção e condução no desenvolver das análises físico-químicas. Ao Químico Manoel Messias pela orientação dos roteiros em laboratório e pelos ensinamentos transpassados para calcular e traçar os gráficos aqui elaborados. À Tecnóloga Sílvia Torres e ao Biólogo Flávio pelo auxílio na execução das análises de clorofila "a" e feofitina. Ao proprietário Seu Aloísio pelo notório suporte em campo e ajuda nas coletas das águas das nascentes, pelo transporte, alimentação e hospedagem fornecidos a equipe para a concretização deste presente trabalho.

Referências

- Abreu, C. H. M.; Cunha, A. C. 2017. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. Engenharia Sanitária e Ambiente [online] 22. Disponível: [http:// DOI: 10.1590/S1413-41522016144803](http://DOI: 10.1590/S1413-41522016144803). Acesso: 23 dez. 2018.

- Amaral, C. T.; Silva, F. S. A. 2017. Qualidade da água em um igarapé balneário na Amazônia: estudo de caso em Porto Velho. *Revista de Geografia e Interdisciplinaridade* [online] 3. Disponível://DOI:dx.doi.org/10.18764/2446-6549.v3n8p251-267. Acesso: 25 dez. 2018.
- Andrietti, G. et al. 2016. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. *Revista Ambiente & Água* [online] 11. Disponível://doi:10.4136/ambi-agua.1769. Acesso: 25 dez. 2018.
- Barreto, L. V. et al. 2014. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. *Revista Ambiente & Água* [online] 9. Disponível:// doi: 10.4136/ambi-agua.1278. Acesso: 23 dez. 2018.
- Barreto, L. V. et al. 2014. Estado trófico em uma seção do rio Catolé Grande sob diferentes níveis de vazão. *Revista Ambiente & Água* [online] 9. Disponível:// doi: 10.4136/ambi-agua.1231. Acesso: 14 dez. 2018.
- Beghelli, F. G. S. et al. 2015. Uso do índice de estado trófico e análise rápida da comunidade de macroinvertebrados como indicadores da qualidade ambiental das águas na Bacia do Rio Jundiaí-Mirim- SP- BR. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 19, 13-22.
- Bielemann, N. J. et al. 2017. Determinação de enxofre em shampoo por espectrofotometria UV-VIS: avaliação de métodos de preparo de amostras. *Revista Química Nova* [online] 40. Disponível://http://dx.doi.org/10.21577/01004042.20170052. Acesso: 27 dez. 2018.
- Cangrejo, V. I.; Rondón, J. C. D. 2017. Respuesta de la clorofila y el metabolismo de un Arroyo Andino al aumento de temperatura en un experimento *ex situ* Experiment. *Acta Biológica Colombiana* [online] 22. Disponível:// DOI: http://dx.doi.org/10.15446/abc.v22n2.60741. Acesso: 23 dez. 2018.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2014. Determinação de Clorofila a e Feofitina a: método espectrofotométrico. São Paulo.
- CONAMA, 2005. Lei nº 357, de 17 de março.
- Correia, L. J. H. 2015. Monitoramento da qualidade físico-química da água do estuário do Rio Paraíba – Cabedelo, PB. *Revista Principia* 27, 47-54.
- Dutra, M. T. D. et al. 2016. Relações entre condições ambientais e doenças de veiculação hídrica em áreas do assentamento rural Serra Grande, Vitória de Santo Antão, PE, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 9, 1677-1689.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília.
- Fernandes, A. J. D. et al. 2017. Avaliação de parâmetros físico-químicos da água dos maceiós do Bessa e Intermares / PB. *Revista Principia* 36, 29-41.
- Ferreira, D. C.; Luz, S. L. B.; Buss, D. F. 2016. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva* [online] 21. Disponível:// DOI: 10.1590/1413-81232015213.23562015. Acesso: 27 dez. 2018.
- Figueiredo, J. A. Costa, E. S., Milán, E. Barroso, G. F., Netoet, R. R. 2016. Nutrientes limitantes e as relações orgânicas e inorgânicas entre o fósforo, nitrogênio e silício no Sistema Pelágico da Bacia do Espírito Santo e Porção Norte da Bacia de Campos – ES, Brasil. *Geochimica Brasiliensis* [online] 30. Disponível:// DOI:10.21715/GB2358-2812.2016302095. Acesso: 25 dez. 2018.
- Jardim, F. A. Sperling, E., Jardim, B. F. M. ., Almeida, K. C. B. 2014. Fatores determinantes das florações de cianobactérias na água do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiente* [online] 19. Disponível:// DOI: 10.1590/S1413-41522014019000001026. Acesso: 23 dez. 2018.
- Lins, R. C., Martinez, D. M. M., Cirilo, J. A. Medeiros P. R. P., Fragozo Júnior, C. R. 2018. A Multivariate analysis framework to detect key environmental factors affecting spatiotemporal variability of chlorophyll-a in a tropical productive estuarine-lagoon system. *Remote Sensing* [online] 10. Disponível:// doi:10.3390/rs10060853. Acesso: 23 dez. 2018.
- Macêdo, M. N. C., Dias, H. C. T.; Coelho, M. G., Araújo, E. A.; Souza, M. L. H., Silvel, E. 2013. Precipitação pluviométrica e vazão da bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla, Amazônia Ocidental. *Revista Ambiente & Água* [online] 8. Disponível:// dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.809. Acesso: 07 dez. 2018.
- Marmontel, C. V. F.; Rodrigues, V. A. 2015. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. *Floresta e Ambiente* [online] 22. Disponível:// dx.doi.org/10.1590/2179-8087.082014. Acesso: 16 dez. 2018.
- Medeiros, P. R. P. Cavalcante, G. H., Brandini, N. Knoppers, B. A. 2016. Interannual variability on the water quality in the Lower São Francisco

- River (NE-Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* [online] 28. Disponível://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X3515. Acesso: 07 dez. 2018.
- Medeiros, Samylle Ruana Marinho de; Carvalho, Rodrigo Guimarães de; SOUZA, Luiz di and Barbosa, Antônio Helton da Silva. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. *Rev. Ambient. Água* [online]. 2016, vol.11, n.3, pp.711-730. ISSN 1980-993X. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1833>.
- Melo-Magalhães, E. M., Moura, A. N., r Medeiros, P. R. P., Koenig, M. L. 2016. Microphytoplankton biomass and trophic state of the Estuarine Region of São Francisco River (Northeastern Brazil). *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 20, p. 51-62.
- Oliveira, P. C. C.; Leite, M. A. P. 2016. Espectrofotometria no Ensino Médio: construção de um fotômetro de baixo custo e fácil aquisição. *Revista Química Nova na Escola* [online] 38. Disponível://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160024. Acesso: 26 dez. 2018.
- Salla, M. R.; Nogueira, A. S.; Pereira, C. E. 2018. Influência do coeficiente de difusão na qualidade da água em trecho de vazão reduzida. *Revista Monografias Ambientais* [online] 16. Disponível: <http://DOI:10.5902/2236130830325>. Acesso: 25 dez. 2018.
- Santos, E. O.; Medeiros, P. R. P. Santos, C. J. S. 2018. Implicações socioambientais do processo de apropriação e uso do Rio Paraíba do Meio em Viçosa (AL). *Revista Geonorte* [online] 9. Disponível: <http://DOI:10.21170/geonorte.2018.V.9.N.32.4> 5.66. Acesso: 23 dez. 2018.
- Silva, M. M. A. P. M.; Faria, S. D.; Moura, P. M. 2017. Modelagem da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (MG). *Engenharia Sanitária e Ambiente* [online] 22. Disponível:// DOI: 10.1590/S1413-41522017134420. Acesso: 07 dez. 2018.
- Silva, D. E. et al. 2018. Análise da eficiência da filtração lenta para o tratamento de água de uma nascente situada na zona rural de Passabém – MG. *Research, Society and Development* 7, 01-25.
- Sousa, R. S., Menezes, L. G. C. Felizzola, J. F. Figueiredo, R. O. Goytacazes, C. Abreu Sá, T. D. Guerra, G. A. D. 2016. Água e saúde no município de Igarapé-Açu, Pará. *Revista Saúde & Sociedade* [online] 25. Disponível:// DOI 10.1590/S0104-12902016157497. Acesso: 27 dez. 2018.
- Souza, M. M.; Gastaldini, M. C. C. 2014. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. *Engenharia Sanitária e Ambiente* [online] 19. Disponível:// DOI: 10.1590/S1413-41522014019000001097. Acesso: 25 dez. 2018.
- Souza, A. M. S. Souza, A. M. S., Carvalho, R. S., Santos, H. B., Machado, C. A., Dantas, I. L. A., Faccioli, G. G. 2015. Qualidade da água deso e água residuária proveniente do sistema de lagoas de estabilização. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* [online] 9. Disponível:// DOI: 10.7127/rbai.v9n100269. Acesso: 25 dez. 2018.
- Souza, N. S.; Sá-Oliveira, J. C.; Silva, E. S. 2015. Avaliação da qualidade da água do Alto Rio Pedreira, Macapá, Amapá. *Biota Amazônia* [online] 5. Disponível: DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/21795746/biotaamazonia.v5n2p107-118>. Acesso: 25 dez. 2018.
- Teixeira, C. A. 2017. Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis. *Revista Ambiente Construído* [online] 17. Disponível://dx.doi.org/10.1590/s167886212017000200150. Acesso: 25 dez. 2018.
- Thebaldi, M. S.; A. V. Silva; N. M. S. Vilela; B. P. Leal; I. C. Borges; I. P. Martins, L. R. Fernandes. 2017. Concentração de nutrientes na água de duas lagoas urbanas do município de Formiga. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* 11, p. 172-184.
- Vitó, C. V. G., Silva, L. J. B. F., Oliveira, K. M. L., Gomes, A. T. Nunes, C. R. O. 2016. Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região Noroeste Fluminense. *Acta Biomedica Brasiliensia* [online] 7. Disponível://dx.doi.org/10.18571/acbm.111. Acesso: 23 dez. 2018.