

DETERMINAÇÃO DE CLOROFILA A EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COMO POTENCIAL CONTAMINAÇÃO POR CIANOBACTÉRIAS

*(Determination of chlorophyll a in groundwater as a
contamination potential for cyanobacteria)*

Ludmila Virna Oliveira FERNANDES¹; Christiane Gomes da Silva GURGEL²; Eirilândia Sousa da SILVA²; Ruth Maria Bonfim VIDAL¹; Geísa Vieira Vasconcelos MAGALHÃES²; Jackson de Queiroz MALVEIRA²; Paula Luciana Rodrigues de SOUSA^{2*}

¹Universidade Federal do Ceará, Av. da Universidade, 2853. Benfica, Fortaleza/CE. CEP: 60.020-181;

²Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará. *E-mail: paula.sousa@nutec.ce.gov.br

ABSTRACT

Chlorophyll a is a pigment also produced by cyanobacteria, which is why it is used as an indicator of their presence. Cyanobacteria are responsible for releasing toxins with harmful effect on human health. Thus, the present work aims to verify the presence of chlorophyll a in groundwater. For this, 15 samples were collected and analyzed by the spectrophotometry method. According to the data obtained, it was possible to verify the presence of chlorophyll in 5 of the 15 wells analyzed, raising an alert to the authorities about the quality of groundwater that is used to supply a large part of the population of the State of Ceará. With this, it is concluded that, despite chlorophyll a not being a parameter monitored by the current ordinance for groundwater, it is necessary to monitor the quality of the wells, since they can suffer contamination and cyanobacteria to develop.

Keywords: *Chlorophyll a, Groundwater, Cyanobacteria, Ceará.*

INTRODUÇÃO

Estima-se que 49% das sedes dos municípios cearenses são abastecidas por águas subterrâneas (CEARÁ, 2021). No entanto, as mesmas podem sofrer contaminação por diversos fatores, como atividade antrópica, despejo de resíduos, mineração e agricultura. A clorofila é um dos parâmetros utilizados para identificar a presença de cianobactérias nas águas, as quais também são produtoras desse pigmento e responsáveis por contaminar águas com toxinas que podem ser neurotóxicas, hepatotóxicas ou dermatotóxicas (CETESB, 2014; BRASIL, 2016).

Existem poucos relatos da presença de clorofila a em águas subterrâneas, tanto que a portaria vigente para essa classificação de água (CONAMA 396/2008) não a monitora. A portaria vigente que monitora clorofila a em água é a CONAMA 357/2005, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos. Dessa maneira, o presente estudo tem como objetivo verificar a presença de clorofila a em águas subterrâneas em amostras de águas subterrâneas do Estado do Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Química Ambiental (LQA), do Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (Nutec). Foram analisadas 15 amostras de 3 regiões do Estado do Ceará: Norte (1 a 5), Sertão Central (6 a 10) e Oeste (11 a 15). As

amostras foram coletadas e armazenadas de acordo com o Guia de coleta e preservação de amostras da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011).

Procedimento Experimental

O teor de clorofila a foi determinado de acordo com o método espectrofotométrico descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017) conforme o esquema experimental ilustrado na Fig. 01, a seguir.



Figura 01: Esquema experimental da determinação de clorofila a em água.

Para obtenção do teor de clorofila a, inicialmente é necessária a correção da turbidez, através das equações a seguir: $D664c = D664 - D750$ e $D665c = D665 - D750$; onde: $D664c$ é a densidade óptica a 664nm corrigida; $D665c$ é a densidade óptica a 665nm corrigida.

Uma vez realizada a correção, foi calculado a concentração a partir da equação que se segue: $\text{Clorofila a } (\mu\text{g/L}) = 26,73 \times (D664c - D665c) \times (V \times L)/v$; onde: V é o volume da amostra filtrada (L); v é o volume de acetona 90% usada para extração (mL); L é o Caminho óptico da cubeta espectrofotométrica usada (cm); $D664c$ é a densidade óptica corrigida a 664nm; $D665c$ é a densidade óptica corrigida a 665nm.

Análise Estatística

Para análise estatística dos dados foi utilizado o software Microsoft Excel 202, a partir do qual foram calculados as médias e os desvios para cada amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tab. 01, a seguir, estão sendo apresentados os resultados obtidos para os ensaios de clorofila a das 15 amostras analisadas.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que 73% das amostras apresentaram concentração de clorofila a em conformidade com os limites estabelecidos para as águas doces de Classe 1 ($10\mu\text{g/L}$), destinadas a consumo humano após tratamento simplificado, e 93% conforme para águas de Classe 2 ($30\mu\text{g/L}$), que são águas destinadas ao consumo humano após tratamento convencional, segundo a CONAMA n.º 357/05. Quanto a Classe 3 ($60\mu\text{g/L}$), destinada abastecimento para consumo humano, após tratamento

convencional ou avançado, verificou-se que nenhuma amostra atingiu a concentração máxima estabelecida pela portaria.

Tabela 01: Concentrações de clorofila ($\mu\text{g L}^{-1}$) a obtidas em amostras de águas subterrâneas do Estado do Ceará.

Amostra	Clorofila a	Amostra	Clorofila a	Amostra	Clorofila a
1	< LQ	6	45,7	11	< LQ
2	< LQ	7	28,7	12	< LQ
3	< LQ	8	11,0	13	< LQ
4	< LQ	9	5,8	14	< LQ
5	< LQ	10	18,5	15	< LQ

De acordo com IPECE (2011), a presença de clorofila nesses poços pode se dá por conta de sua profundidade, visto que poços rasos podem contribuir para o desenvolvimento de organismos fotossintetizantes. Quando os poços estão localizados em áreas urbanas sem saneamento básico a tendência é que um aumento na contaminação por fossas, deposição inadequada de lixo e de água servida a céu aberto (CAPP *et al.*, 2012).

De acordo com os dados, observou-se a presença de clorofila a somente nas amostras situadas na região do Sertão Central, a qual apresenta maior carência de saneamento básico no Estado. Entendendo como uma problemática, não apenas estadual, mas nacional, o Congresso Nacional aprovou em 15 de julho de 2020 o Marco Legal do Saneamento, o qual tem como objetivo levar acesso ao abatecimento de água e tratamento de esgoto a população até 2033 por meio de novas alternativas de financiamento e mecanismos (BRASIL, 2020).

Ao se avaliar o relatório intitulado Cenário atual do saneamento básico no Ceará, verifica-se que as ações realizadas ou ainda em execução, em sua maioria, são referentes a sistemas de captação de água. Têm-se poucas ações voltadas para tratamento de esgoto (CEARÁ, 2021).

Mrkajic *et al.* (2021) afirmam que a presença de uma variedade maior de fitotoxinas têm sido relatadas em águas superficiais e de infiltração. Em muitos casos, as concentrações excedem o limite de preocupação toxicológica para a água potável. Além disso, a presença de fitotoxinas em corpos d'água pode contribuir para toxicidades de misturas complexas que podem comprometer a qualidade da água. Embora as toxinas naturais, como as cianotoxinas, sejam contaminantes bem conhecidos da água potável o conhecimento sobre a ocorrência de fitotoxinas na água potável é muito limitado, principalmente porque a portaria vigente (CONAMA 396/08) não monitora clorofila A.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos verificou-se a presença de clorofila a em 5 amostras de águas, o que pode estar associada a profundidade desses poços. A detecção de clorofila a lança um alerta para o monitoramento da mesma, uma vez que sua presença é um indicativo de cianobactérias no meio, as quais são produtoras de toxinas que podem desencadear sérios problemas de saúde ao homem. Todas as amostras da região do Sertão

Central apresentaram contaminação com clorofila a resultado da configuração de um cenário onde poucas políticas de saneamento são realizadas para implantação de sistemas e tratamento de esgoto.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional das Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater**. 23rd. Washington, DC: American Public Health Association, 2017.

BRASIL. **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano

BRASIL. **Orientações técnicas para o monitoramento de cianobactérias/cianotoxinas nos mananciais de abastecimento de água para consumo humano** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 22p.

CAPP, N.; AYACH, L.R.; SANTOS, T.M.B.; GUIMARÃES, S.T.L. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v.16, n.3, p.77-91, 2012.

CEARÁ. **Cenário atual do saneamento básico no Ceará** [livro eletrônico]. – Fortaleza: Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, INESP, 2021.

CETESB. **L5.306: Determinação de Clorofila *a* e Feofitina *a*: método espectrofotométrico**. São Paulo, 2014. 14p.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Potencialidades**. Fortaleza: IPECE, 2011. 268p.

MRKAJIC, N.S.; HAMA, J.R.; STROBEL, B.W.; HANSEN, H.C.B.; RASMUSSEN, L.H.; PEDERSEN, A.H.; CHRISTENSEN, S.C.B.; HEDEGAARD, M.J. Removal of phytotoxins in filter sand used for drinking water treatment. **Water Research**, v.205, n.117610, 2021.