

XVI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
15º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES
DE LÍNGUA PORTUGUESA

MECANISMOS DE EUTROFIZAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO HUMANO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Natália Fernanda Feitosa Pires¹; Ana Paula Alves Feitosa de Amorim²; Amanda Maria Albuquerque de Aguiar³; Cássia Gisele Dias Porto⁴; Gustavo José de Araújo Aguiar⁵ & Gilson Lima da Silva⁶

RESUMO – No semiárido brasileiro, o acesso a água dentro dos padrões de qualidade tem se mostrado deficitário, afetando direta e indiretamente a qualidade de vida da população da região. Os recursos hídricos destas regiões apresentam grande vulnerabilidade devido principalmente a instabilidade climática característica dos períodos de seca, além de que, fatores antrópicos vêm impactando severamente os ecossistemas aquáticos provocando acelerados processos de eutrofização. O processo de eutrofização produz mudanças na qualidade da água, incluindo a redução de oxigênio dissolvido, da biodiversidade aquática, a perda das qualidades cênicas, a morte extensiva de peixes e o aumento da incidência de florações de microalgas e cianobactérias. Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento na literatura acadêmica sobre os potenciais fatores agentes destes processos de eutrofização em regiões semiáridas, com ênfase ao semiárido brasileiro. Resultados apresentam fatores característicos e em comum a diversas localidades do Brasil dentro da região semiárida, principalmente no Nordeste.

ABSTRACT– In the Brazilian semi-arid region, access to water within the quality standards has proven to be deficient, directly and indirectly affecting the quality of life of the region's population. The water resources of these regions present great vulnerability due mainly to the climatic instability characteristic of drought periods, besides which, anthropic factors have been severely impacting the aquatic ecosystems causing accelerated processes of eutrophication. The eutrophication process produces changes in water quality, including the reduction of dissolved oxygen, aquatic biodiversity, loss of scenic qualities, extensive death of fish, and increased incidence of microalgae and cyanobacterial blooms. This work aimed to survey the academic literature on the potential agent factors of these eutrophication processes in semiarid regions, with emphasis on the Brazilian semiarid region. Results show characteristic factors in common to several locations in Brazil within the semi-arid region, especially in the Northeast.

Palavras-Chave – Eutrofização; Abastecimento; Semiárido.

¹) Universidade Federal de Pernambuco: Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Nova, 55014-900, Contato: 081991898065 natalia.fernandap@ufpe.br

²) Universidade Federal de Pernambuco: Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Nova, 55014-900, Contato: 081997099988, ana.afeitosa@ufpe.br

³) Universidade de Pernambuco: R. Dr. Otávio Coutinho-Santo Amaro, Recife, 52171-011, Contato: 8199208-6388 amanda.aguiar2006@hotmail.com

⁴) Universidade Federal de Pernambuco: Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Nova, 55014-900, Contato: 08199249-4935 cassia.porto@ufpe.br

⁵) Universidade Federal de Pernambuco: Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Nova, 55014-900, Contato: 819982124971 gustavo.aguiar@ufpe.br

⁶) Universidade Federal de Pernambuco: Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Nova, 55014-900, Contato: 081999968941, gilson.lsilva@ufpe.br

INTRODUÇÃO

A escassez de água é um dos maiores riscos para o futuro global. Em todo o mundo, o desaparecimento de rios e nascentes, a poluição, o desperdício, a dificuldade de acesso e o impacto das atividades humanas no meio ambiente dificultam uma governança responsável da água. Assim, recuperar os recursos hídricos é imperativo para garantir um desenvolvimento sustentável capaz de suprir as necessidades das próximas gerações. A água é um fator crítico para todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. É o alimento básico da humanidade e a origem de todos os alimentos para todas as espécies (ONU, 2021).

Tratando-se do cenário do Brasil, geralmente o balanço hídrico da sua região semiárida apresenta deficiência hídrica, porque o potencial de evapotranspiração é maior do que as precipitações. Por sua vez, os rios são, na maioria, intermitentes e condicionados ao período chuvoso, quando realmente se tornam rios superficiais, ao passo que no período seco parecem se extinguir e na realidade estão submersos nas aluviões dos vales, ou baixadas, compondo o lençol freático já com pouca reserva de água (ARAUJO, 2011).

É uma realidade comum o lançamento de esgotos domésticos *in natura*, efluentes industriais ricos em nutrientes, carreamento de fertilizantes utilizados na lavoura e dejetos oriundos da criação de animais domésticos criados nas mediações de cursos de água, ou em locais sem infraestrutura adequada (SANCHES *et al.*, 2007). Consequências estas advindas dos mecanismos de eutrofização destas reservas aquáticas, promovendo uma queda significativa da qualidade da água consumida por esta população, que por vezes usa dessa fonte como única alternativa devido à dificuldade de acesso à água potável.

Este aumento da disponibilidade de nutrientes dissolvidos na água faz com que ocorra a eutrofização da água, provocando um altíssimo impacto para os ecossistemas aquáticos. A eutrofização artificial produz mudanças na qualidade da água incluindo a redução de oxigênio dissolvido, da biodiversidade aquática, a perda das qualidades cênicas, a morte extensiva de peixes e o aumento da incidência de florações de microalgas e cianobactérias. Essas florações podem provocar o aumento no custo do tratamento da água de abastecimento e consequências relacionadas à saúde pública, podendo ser tóxicas ao fígado e outras ainda podem ser irritantes ao contato. (AZEVEDO; BRANDÃO, 2003).

Neste contexto, conhecendo a região semiárida brasileira, e entendendo o cenário da escassez de recursos hídricos da região, preservar este recurso básico a sobrevivência é extremamente necessário, por isso, conhecer os mecanismos de eutrofização contribui para elucidar problemas comuns a estes tipos de contaminações.

Assim, devido à escassez na literatura científica sobre a eutrofização nos corpos d'água para abastecimento no semiárido, este trabalho de revisão bibliográfica objetiva investigar os estudos sobre os mecanismos que influenciam na eutrofização destas fontes, bem como nos padrões da qualidade da água potável.

METODOLOGIA

Neste estudo foi aplicado um modelo de pesquisa baseado em uma investigação dividida em três fases, que delimitaram o método sistemático da pesquisa: (1) Busca na base de dados, (2) Análise Bibliométrica e (3) Análise Sistemática (Aragão Júnior; Oliveira Júnior, 2021).

Busca na base de dados

Utilizou-se a base de dados Scopus, por meio do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), devido a sua ampla abrangência científica, objetivando encontrar estudos publicados sobre o tema. Utilizando-se da sistematização da metodologia conhecida como os Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), dividida em quatro fases: Identificação, Seleção, Elegibilidade e Inclusão (Moher *et al.*, 2010), fez-se a seleção dos artigos científicos.

Na etapa de Identificação foi realizada a pesquisa na plataforma utilizando-se as seguintes palavras-chave: *eutrophication*, *supply*, *semiarid* e *brazil*. Esta pesquisa identificou 114 artigos potencialmente relacionados ao tema. A segunda etapa, seleção, aplicou-se o refinamento da pesquisa restringindo para documentos a artigos somente em inglês, resultando em 90 artigos, estes publicados apenas entre os anos de 2013 a 2022. A etapa seguinte, elegibilidade, fez-se a leitura dinâmica dos títulos e resumos dos artigos triados na fase anterior, objetivando excluir arquivos que não tivessem relação com o tema abordado, restando assim 58 artigos. A última etapa, inclusão, fez-se a leitura integral dos artigos resultantes das triagens, tornando-se otimizada a leitura destes. Nesta fase, removeu-se 20 artigos, pois não estavam dentro do foco abordado, resultando em 38 artigos relacionados ao tema e elegíveis para a matriz de análise.

Análise Bibliométrica

O software VOSviewer foi utilizado para análise qualitativa, a partir da construção de redes bibliométricas, onde as cores indicam os grupos formados pelo software, os arcos da rede representam a relação entre os elementos interligados e o tamanho dos círculos da rede representam a relação entre

os elementos interligados e o tamanho do círculo de cada elemento indica o seu impacto na análise realizada. Assim, foram elaboradas redes com base em relações de coautoria, citação e coocorrência para criar a relação figurativa entre autores, palavras em títulos, resumos e palavras-chave dos artigos; entre outros parâmetros. Para a apresentação dos dados da análise bibliométrica, o conjunto de artigos passou por um último filtro para que apenas os 15 artigos com maior número de citações fossem apresentados

Análise Sistemática

Para a fase da Análise Sistemática, foram analisados os dados específicos da publicação, com as informações vinculadas ao estudo realizado na pesquisa dos artigos; palavras de maior ocorrência e fatores relacionados aos mecanismos de eutrofização. Os dados apresentados nos artigos foram utilizados para a elaboração de tabelas-resumo para sistematizar as informações. De forma semelhante a análise bibliométrica, apenas os artigos com maior número de citações foram utilizados para compor a tabela-resumo.

RESULTADOS

Análise bibliométrica

A partir da análise sistemática dos artigos, nestes foram identificadas relações de coautoria dos autores dos trabalhos, relacionando suas instituições. Dentre os 151 autores identificados pelo software, restringiu-se para evidenciar apenas os que tivessem ao menos três publicações, resultando assim em apenas quatro representantes de cada país formando uma rede de cinco países que foram divididos em uma rede de agrupamento principal com quatro países e uma dispersa com um único país (Figura 1).

A rede resultante evidencia que o principal país a pesquisar este campo é o Brasil, o mesmo está relacionado a maior interação de coautoria com a Alemanha, a Nigéria e a Hungria. A rede dispersa representando a Etiópia, indica que não há coautoria com outros países analisados.

Analisando a faixa temporal de publicações destes países representada pela respectiva coloração (Figura 1), observou-se que o primeiro país dentre os quatro a desenvolver estudos relacionados ao tema foi a Alemanha no ano de 2017, o Brasil em meados de 2018, seguido da Nigéria e os mais recentes sendo a Hungria e a Etiópia, por volta de 2021.

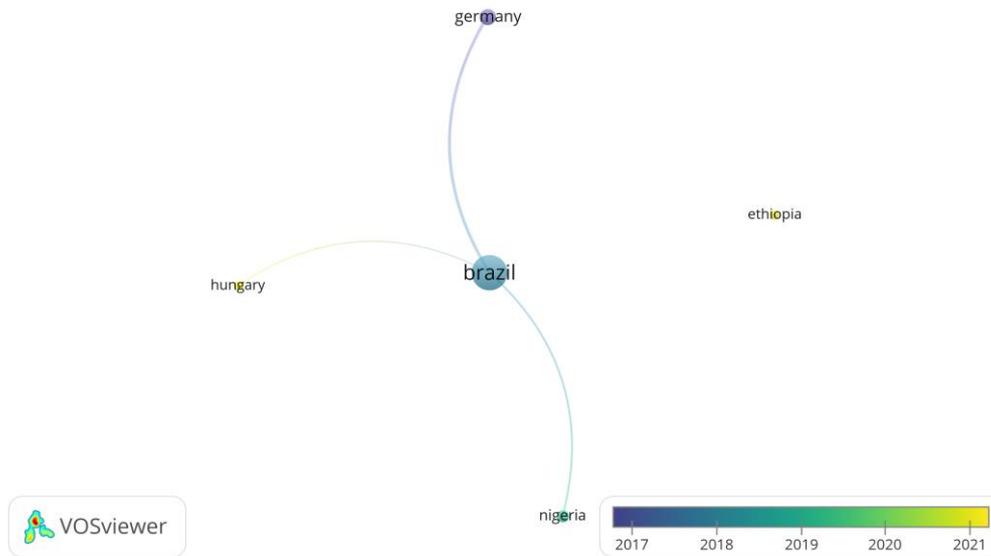


Figura 1 – Rede bibliométrica dos países das instituições dos autores

Para uma melhor visualização da relação entre citações destes autores, foram selecionados os artigos com um número mínimo de 9 citações, resultando em uma rede de citação com 15 artigos. Esta rede apresenta círculos de tamanhos diferentes formando uma escala da quantidade de vezes que o artigo é citado, a espessura das linhas que interligam estes círculos representa a força de vínculo de citações (Figura 3).

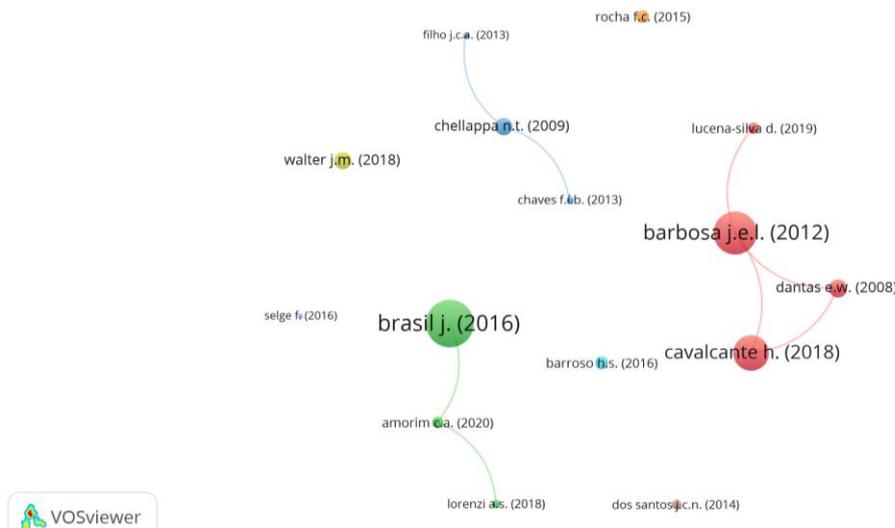


Figura 3 – Rede bibliométrica de citação dos artigos

A partir da Figura 3, é possível identificar 3 *clusters* principais de artigos. O *cluster* vermelho deteve o trabalho de Dantas *et al.* (2008), que foi citado pelo trabalho de Barbosa *et al.* (2012). Esses dois últimos artigos mencionados foram citados simultaneamente pelo trabalho de Cavalcante *et al.* (2018). A única ligação de citação do trabalho de Lucena-Silva *et al.* (2019) foi relativa ao trabalho de Barbosa *et al.* (2012).

No *cluster* verde o trabalho de Lorenzi *et al.* (2018) juntamente com o artigo produzido por Brasil *et al.* (2016) foram citados na pesquisa de Amorim *et al.* (2020). Os três trabalhos avaliaram a propagação das cianobactérias, que é fortemente agravada devido ao processo de eutrofização.

O último *cluster*, de cor azul marinho, contém o trabalho de Chepalla *et al.* (2009), que foi citados tanto por Araújo Filho *et al.* (2013) quanto por Chaves *et al.* (2013). Os três trabalhos buscaram descrever os fatores que influenciam no processo de eutrofização, como o ciclo de chuvas e as características do solo.

O artigo com maior número de citações foi elaborado por Brasil *et al.* (2016). Os autores nesse trabalho avaliaram física e quimicamente 40 lagos artificiais no nordeste brasileiro no fim da estação quente e da úmida, além de elaborar um modelo que estimasse o biovolume de cianobactérias nesses corpos hídricos.

Análise sistemática

A Tabela 1 apresenta os artigos encontrados na literatura com número mínimo de 9 citações, resultando em 15 artigos.

Tabela 1 – Trabalhos encontrados na literatura, seu escopo e principais conclusões

| Referência | Escopo e principais conclusões |
|---------------------------------|---|
| Brasil <i>et al.</i> (2016) | O modelo preditivo do biovolume de cianobactérias aplicado a lagos artificiais no semiárido quente do nordeste brasileiro no final das estações chuvosa e seca sugeriu que o biovolume de cianobactérias estava positivamente relacionado à estabilidade da coluna d'água, pH e nitrogênio total e negativamente relacionado à transparência da água e concentrações de sólidos inorgânicos em suspensão. Os resultados sugerem que o clima mais quente e seco projetado no futuro reduzirá a quantidade e a qualidade da água dos lagos artificiais da região, aumentando os riscos de salinização, anoxia, eutrofização e florações de cianobactérias |
| Barbosa <i>et al.</i> (2012) | O artigo sintetiza algumas das informações sobre os sistemas aquáticos da região semiárida brasileira e mostra a importância de estudos limnológicos nesta região. A importância do entendimento da eutrofização em reservatórios e o papel da fase de seca em riachos são enfatizados, e informações sobre possíveis ações de planejamento e gestão para melhorar a qualidade da água dos reservatórios são apresentados. |
| Cavalcante <i>et al.</i> (2018) | Neste artigo é estudada a proposta de restauração de lagos, defendendo a necessidade de reduzir sua carga interna de fósforo (P), partindo da premissa que as cargas externas de P é a principal ação para controlar a eutrofização em lagos. Duas das formas fracionadas investigadas estão disponíveis e são liberadas facilmente, tornando-as biodisponíveis para os processos de eutrofização e, portanto, para o crescimento do fitoplâncton. |
| Chellappa, <i>et al.</i> (2009) | Os autores nesse trabalho buscaram investigar as características ecológicas das comunidades de fitoplâncton de 3 reservatórios em regiões semiáridas no estado brasileiro de Rio Grande do Norte, subdivididas em duas categorias: fatores de estresse |

e fatores de distúrbio. O trabalho apontou em seus resultados que as sucessões de fitoplâncton acompanharam as mudanças nas fases da água limpa e turbida.

Dantas *et al.* (2008) O trabalho buscou definir de que forma fatores abióticos influenciam na comunidade fitoplanctônica em um reservatório de água com curtos intervalos de amostras. Os resultados apontaram que a alta disponibilidade de fósforo, limitação de nitrogênio, pH alcalino e estabilidade termal favoreceram o crescimento das comunidades de cianobactérias, particularmente durante a estação seca. Os autores também concluíram que a temperatura, o pH, o fósforo total e a turbidez são fatores essenciais para a caracterização da comunidade de fitoplâncton entre estações e amostragens.

Walter *et al.* (2018) Os autores investigaram a qualidade da água de diversos reservatórios na cidade de Campina Grande, no estado brasileiro da Paraíba. O trabalho se baseou em metagenômicos, quantificação da abundância microbiana, teste ELISA para três cianotoxinas e testes ecotoxicológicos. Os resultados mostraram que as águas de fontes que estão sob condições extremas de secas possuem um potencial danoso de abundância de cianobactérias e suas toxinas.

Barroso *et al.* (2016) Os autores constaram que os estuários no Ceará durante o período chuvoso tiveram seus nutrientes diluídos pelo fluxo fluvial, o que acabou controlando as comunidades fitoplanctônicas. No período seco, foi observado pelos autores que devido a hipersalinidade, espécies marinhas tiveram maior presença na região do Ceará e de Cocó. O trabalho estudou a influência do aumento da vazão fluvial sobre fitoplâncton em quatro estuários ao longo do Nordeste brasileiro.

Rocha *et al.* (2014) Os resultados obtidos pela análise de componentes principais mostraram que a presença de sais hidrossolúveis, o escoamento superficial, a diversidade de macroinvertebrados e a indicação de eutrofização por fósforo são parâmetros confiáveis para a avaliação da qualidade da água. Os autores usaram um índice de qualidade de água refinado por uma análise de componentes principais para classificar a aptidão de um reservatório em Orós, no Nordeste brasileiro, para consumo humano. O estudo mostrou que a água do reservatório em Orós é própria para consumo caso passe por um processo de tratamento.

Amorim *et al.* (2020) O trabalho teve como objetivo construir um modelo de equação estrutural com base no monitoramento de 10 reservatórios do Nordeste brasileiro, no intuito de verificar a relação da presença de nutrientes e temperatura com a floração de fitoplâncton. Os resultados apontaram que a biomassa total de cianobactérias assim como os morfotipos são principalmente influenciados por crustáceos onívoros e ao fósforo dissolvido total.

Lucena-Silva *et al.* (2019) Os autores realizaram um estudo em escala de bancada de ensaios de “flocular e decantar” para avaliar a eficiência de diferentes coagulantes combinados com diferentes argilas bentonitas para a remoção de fósforo de um reservatório sob ação de eutrofização na região semiárida do Brasil. Foi concluído que sulfato de alumínio e o cloreto de polialumínio reduziram consideravelmente o fósforo total, o fósforo reativo solúvel, a turbidez, a clorofila a densidade de cianobactérias e a microcistina intracelular.

Santos *et al.* (2014) A pesquisa teve como intuito avaliar a variabilidade espacial e sazonal da qualidade da água de um reservatório do semiárido tropical relativo ao seu estado trófico. O estudo considerou como variáveis o fósforo total, a transparência e a clorofila “a”, e para o estado trófico usou o índice de estado trófico modificado de Carlson. Os autores puderam concluir que as concentrações de clorofila “a” mais elevadas são encontradas na estação seca. Além disso, as águas foram consideradas estróficas em todos os pontos observados.

Lorenzi *et al.* (2018) Os autores investigaram as mudanças sazonais e anuais nas concentrações de microcistinas, cilindropermopsinas, saxitoxinas, neosaxitoxina e anatoxina-a no semiárido brasileiro em 11 reservatórios de abastecimento no período de 2004 a 2011. Os resultados apontaram que todos os reservatórios apresentaram concentrações elevadas de microcistinas.

Chaves *et al.* (2013) O estudo avaliou as condições tróficas em um reservatório localizado na cidade de General Sampaio, no estado brasileiro do Ceará, e sua relação com a variação sazonal de chuvas entre 2010 e 2011. Os autores puderam concluir que o estado trófico possui relação com flutuações sazonais na hidrologia do sistema controlado por chuva, fenômeno comum em regiões semiáridas

Araújo Filho *et al.* (2013) Os autores avaliaram as funcionalidades das características físicas e químicas dos solos da região semiárida do Brasil para gerar dados sobre a qualidade de águas nas margens do reservatório de Itaparica, para o uso sustentável das terras. O trabalho concluiu que há uma baixa relação entre as funcionalidades das características físicas e químicas e o material de origem dos solos. Entretanto, para solos originários de sedimentos mais finos, a oferta alta de nutrientes e as restrições mais rígidas de permeabilidade são características típicas.

Selge *et al.* (2016) O estudo foi realizado no Reservatório de Itaparica no semiárido brasileiro, foram calculados o tempo de residência da água para a baía de Íco-Mandantes por vazão hidrodinâmica e simulações de transporte.

CONCLUSÃO

O fenômeno de eutrofização nas regiões semiáridas brasileiras, mais especificamente no Nordeste, mostrou-se intimamente ligado ao clima mais quente e seco, alta disponibilidade de fósforo, limitação de nitrogênio e ao pH alcalino. As águas de desta região que estão sob um regime extremo de secas, apresentaram abundância de cianobactérias e suas toxinas, que em períodos chuvosos tendem a diminuir devido a menor concentração de nutrientes inerentes a estas florações. Os trabalhos analisados apresentaram recorrência temática relativa a diminuição da concentração de fósforo como forte fator para amenizar este estado destrutivo, sendo esta a principal ação para controlar a eutrofização, concluindo-se que as cargas externas de fósforo incorporadas nas águas são advindas principalmente de ações antrópicas. Para trabalhos futuros, é necessário investigar estudos que

apresentem propostas de intervenções para restauração de corpos hídricos e propostas de ações para diminuição de fontes poluidoras, considerando a realidade de cada localidade.

AGRADECIMENTOS - Os autores agradecem ao Grupo de Gestão Ambiental Avançada (GAMA), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e ao Centro Acadêmico do Agreste, Caruaru-PE, por todo o apoio e incentivo para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO JC, GUNKEL G, SOBRAL MC, KAUPENJOHANN M, LOPES HL (2013). “Soil attributes functionality and water eutrophication in the surrounding area of Itaparica Reservoir, Brazil”. *Rev Bras Eng Agric Ambient* 17(9):1005–1013.

ARAUJO, S. M. S. “A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos”. *Rios Eletrônica - Revista Científica da FASETE*, ano 5, n 5, dez 2021.

AZEVEDO, S. M. F. O.; BRANDÃO, C.C.S. (2003). “Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano na Saúde Pública e Processos de Remoção em Água para Consumo Humano”. FUNASA/MS, 56p.

BARBOSA, J. E.L.; MEDEIROS, E.S.F.; BRASIL, J., CORDEIRO, R.S.; CRISPIM, M.C.B.; & SILVA, G.H.G. (2012). “Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management”. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(1), 103–118.

BARROSO, H.S., H. BECKER, AND V.M.M. MELO. (2016). “Influence of river discharge on phytoplankton structure and nutrient concentrations in four tropical semiarid estuaries. *Brazilian Journal of Oceanography*” 64 (1): 37-48

Brasil, J., Attayde, JL, Vasconcelos, FR *et al.* (2016). “A redução do nível de água induzida pela seca favorece a proliferação de cianobactérias em lagos tropicais rasos”. *Hidrobiologia* 770, 145-164.

C.A. AMORIM, Ê.W. DANTAS, A.N. MOURA. (2020). “Modeling cyanobacterial blooms in tropical reservoirs: the role of physicochemical variables and trophic interactions”. *Sci. Total Environ.*, 744, Article.

CHAVES, F. I B.; LIMA, P. F.; LEITÃO, R. C.; PAULINO, W. D.; SANTAELLA, S. T. (2013). “Influence of rainfall on the trophic status of a brazilian semiarid reservoir”. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 35(4), 505-511.

DANTAS, EW. e BARBOSA, JEL. (2005). “Comparação qualitativa da comunidade de algas perifíticas do epifíton, epilíton e epizoon em três ambientes lênticos da bacia do rio Taperoá, Paraíba”. In Sociedade Brasileira de Ficologia, org. Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos. Rio de Janeiro: Museu Nacional. vol. 10, p. 399-410.

H. Cavalcante, F. Araújo, N.P. Noyma, V. Becker. (2018) “Phosphorus fractionation in sediments of tropical semiarid reservoirs”. *Science of The Total Environment*, Volumes 619–620, Pages 1022-1029.

NAITHIRITHI T. CHELLAPPA, THIAGO CHELLAPPA, FABIANA R.A. CÂMARA, ODETE ROCHA, SATHYABAMA CHELLAPPA. (2009). “*Impact of stress and disturbance factors on the phytoplankton communities in Northeastern Brazil reservoir*”, *Limnologia*, Volume 39, Issue 4, Pages 273-282.

LORENZI, A.S., CORDEIRO-ARAÚJO, M.K., CHIA, M.A. ET AL. (2018). “*Cyanotoxin contamination of semiarid drinking water supply reservoirs*”. *Environ Earth Sci* **77**, 595.

LUCENA-SILVA, D.; MOLOZZI, J.; SEVERIANO, J.D.S.; BECKER, V.; BARBOSA, J.E.D.L. (2019). “*Removal efficiency of phosphorus, cyanobacteria and cyanotoxins by the “flock & sink” mitigation technique in semi-arid eutrophic waters*”. *Water Res.* **159**, 262–273.

MELO FILHO, J. F. de; SOUZA, A. L. V. (2006). “*O manejo e a conservação do solo no semiárido baiano: desafios para a sustentabilidade*”. In: *Revista Bahia Agrícola*, v.7, n.3.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D.G. (2009). “*The PRISMA Group-Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement*”. *PLoS Med*, 2009.

NAITHIRITHI T. CHELLAPPA, THIAGO CHELLAPPA, FABIANA R.A. CÂMARA, ODETE ROCHA, SATHYABAMA CHELLAPPA. (2009). “*Impact of stress and disturbance factors on the phytoplankton communities in Northeastern Brazil reservoir*”. *Limnologia*; Vol. 39, Issue 4. P. 273-282.

ONU - United Nations organization. (2022). “*A água para o desenvolvimento sustentável justo e igual*”. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/122875-artigo-agua-para-o-desenvolvimento-sustentavel-justo-e-igual>>. Acesso em: 2 mai. 2022.

SANCHES, S. M.; VIEIRA, E. M.; PRADO, E. L.; BENETTI, F.; TAKAYANAGUI, A. M. M. (2007). “*Estudo da presença da toxina microcistina-LR em água utilizada em clínica de hemodiálise e validação de um método analítico*”. *Eclética Química*; vol.32 n.4, 2007.

SANTOS, J.C.N.; ANDRADE, E.M.; ARAÚJO NETO, J.R.; MEIRELES, A.C.M.; PALÁCIO, H.A.Q. (2014) “*Land use and trophic state dynamics in a tropical semi-arid reservoir*”. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 1, p. 35-44.

Walter JM, Lopes FAC, Lopes-Ferreira M, Vidal LM, Leomil L, Melo F, de Azevedo GS, Oliveira RMS, Medeiros AJ, Melo ASO, De Rezende CE, Tanuri A, Thompson FL (2018). “*Occurrence of harmful cyanobacteria in drinking water from a severely drought-impacted semi-arid region*”. *Front Microbiol* **9**:176.