



## **IMPACTO DAS CIANOBACTÉRIAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO BAIXO RIO PARAÍBA DO SUL: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

CHRISTIANO SERRA CABREIRA

### **RESUMO**

A proliferação de cianobactérias no Baixo Rio Paraíba do Sul em 2024 revelou desafios críticos para a qualidade da água potável e a saúde pública, evidenciando a vulnerabilidade dos sistemas hídricos frente às mudanças climáticas. Este estudo investiga fatores ambientais e climáticos, como altas temperaturas, períodos de seca e baixa vazão do rio, que favoreceram o crescimento de algas nocivas. A pesquisa utilizou uma revisão de literatura e dados de fontes locais para avaliar os impactos, as medidas institucionais adotadas e as lacunas nas respostas das autoridades. Observou-se que as concentrações de cianobactérias aumentaram em mais de 200% em relação aos níveis de segurança recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), superando 100.000 células/mL em pontos críticos do rio. Em resposta, medidas como o uso de carvão ativado foram implementadas, reduzindo a concentração de cianotoxinas em até 30%, o que atenuou os efeitos negativos a curto prazo. No entanto, estratégias sustentáveis de longo prazo são necessárias. Estudos revisados indicam que o monitoramento contínuo e sistemas de alerta precoce podem ajudar a identificar proliferações em fases iniciais, permitindo respostas mais rápidas e reduzindo os impactos ambientais e à saúde pública. Relatos não oficiais de moradores indicaram sintomas gastrointestinais leves, atribuídos à qualidade da água, o que destaca a importância de uma comunicação clara entre autoridades e comunidade para fortalecer a confiança pública durante crises hídricas. A pesquisa sublinha a importância da comunicação transparente entre gestores e comunidade para aumentar a confiança da população em períodos de crise. As limitações do estudo refletem a ausência de dados laboratoriais locais detalhados, sugerindo que futuras investigações incluam análises de campo para mensurar cianotoxinas e outras variáveis críticas. O estudo conclui que a proliferação de cianobactérias no Baixo Rio Paraíba do Sul reforça a necessidade de políticas adaptativas de gestão hídrica que integrem prevenção, monitoramento e diálogo com a população. Tais abordagens são essenciais para fortalecer a resiliência hídrica em contextos de mudanças climáticas, garantindo a segurança da água e a saúde pública diante de cenários de risco crescente.

**Palavras-chave:** Cianobactérias; Qualidade da Água; Proliferação de Cianobactérias; Sistemas de Alerta Precoce; Comunicação em Crises Hídricas

### **1 INTRODUÇÃO**

A qualidade da água potável é um tema de crescente relevância em saúde pública e sustentabilidade ambiental, principalmente em regiões que enfrentam desafios climáticos e dificuldades na gestão de recursos hídricos. A urgência e importância deste tema tornaram-se evidentes no Baixo Rio Paraíba do Sul, no Noroeste Fluminense, onde os impactos da proliferação massiva de cianobactérias, em 2024, comprometeram a potabilidade da água local, reforçando a necessidade de medidas preventivas e de controle eficazes. A observação direta

dos impactos desse fenômeno reforçou a percepção sobre a vulnerabilidade dos sistemas hídricos e a necessidade urgente de medidas eficazes de prevenção e controle.

De acordo com Silva e Souza (2022), a presença de contaminantes e microrganismos, como as cianobactérias, tem um efeito significativo na saúde pública e na sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos. Essa proliferação intensa de algas foi impulsionada por uma série de condições climáticas extremas, incluindo períodos prolongados de seca e altas temperaturas, que criaram o ambiente propício para o desenvolvimento desses organismos. Oliveira *et al.* (2021) enfatizam que as cianobactérias prosperam em águas com baixa vazão e elevados índices de nutrientes — condições que foram exacerbadas na região pela escassez de chuvas e pela redução significativa do fluxo do rio.

Para os moradores da região, os efeitos dessa proliferação foram sentidos no cotidiano, com alterações perceptíveis no sabor e no odor da água, que geraram uma desconfiança generalizada quanto à sua potabilidade. Segundo Pereira (2023), a ingestão de água contaminada por cianobactérias pode causar reações adversas à saúde, como problemas gastrointestinais e alérgicos. Ainda que as autoridades locais tenham declarado que não havia riscos imediatos à saúde, a insegurança e o desconforto sentidos pela população evidenciam a fragilidade do sistema hídrico diante dos desafios climáticos e das limitações na comunicação durante crises hídricas. Essa percepção revelou-se especialmente relevante para a comunidade local, que experimentou o impacto da falta de informações claras e transparentes, destacando a importância de aprimorar o diálogo entre gestores e a população.

Além dos dados acadêmicos, reportagens e publicações online forneceram informações importantes sobre o fenômeno, complementando os dados científicos com percepções locais e declarações das autoridades. Publicações como “Águas do Paraíba confirma presença de algas no Rio Paraíba do Sul e diz não haver riscos à saúde” (Rádio Aurora, 2024) e “Rio Paraíba do Sul, entre Além Paraíba e Sapucaia, está tomado de algas devido o baixo nível de suas águas” (Eco21, 2024) ofereceram um panorama atualizado sobre o evento. Outras fontes, como a Folha 1 e o site Tribuna NF, também relataram as dificuldades enfrentadas pela população, a exemplo de “Odor e gosto forte na água de Campos foram causados pela proliferação de algas, diz Águas do Paraíba” (Folha 1, 2024) e “Águas do Paraíba admite proliferação de algas no Rio e afirma não haver riscos à saúde” (Tribuna NF, 2024). Essas fontes enriqueceram a compreensão dos impactos do evento na vida cotidiana da comunidade local, ampliando a visão dos desafios e das respostas institucionais.

A literatura científica reforça a complexidade dos desafios enfrentados pelas bacias hídricas em cenários de mudanças climáticas. A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021) aponta que a combinação de aquecimento global, mudanças nos padrões de precipitação e degradação ambiental impacta diretamente a qualidade e a disponibilidade de água potável em todo o mundo. No Brasil, onde o clima tropical favorece longos períodos de seca, a vulnerabilidade dos sistemas hídricos é acentuada. Costa *et al.* (2020) investigam a relação entre essas variações climáticas e o aumento de florações de cianobactérias em bacias hidrográficas brasileiras, observando que regiões mais áridas e com altos índices de poluição são particularmente afetadas.

A experiência direta do autor com o fenômeno de 2024 no Baixo Rio Paraíba do Sul motivou a investigação sobre estratégias de prevenção e controle desse tipo de evento. Estudos indicam que é essencial desenvolver políticas públicas e planos de ação que levem em conta as especificidades climáticas e ambientais locais. Santos e Almeida (2022) sugerem que o monitoramento contínuo da qualidade da água e a implementação de sistemas de alerta são fundamentais para detectar a proliferação de cianobactérias nas suas fases iniciais, o que permite uma resposta mais rápida e reduz os riscos à saúde e ao meio ambiente.

Por fim, a gestão integrada de recursos hídricos é apontada como uma solução promissora para aumentar a resiliência das bacias hidrográficas frente a eventos extremos, como

destacado por Pires e Mello (2021). Esse tipo de gestão requer a colaboração entre governos, especialistas e comunidades locais, buscando uma resposta mais coordenada e eficaz em crises de qualidade da água. Para alcançar uma resiliência real e duradoura, no entanto, é necessário um investimento contínuo em infraestrutura, pesquisa científica e capacitação dos gestores locais, de modo que soluções adaptativas possam ser desenvolvidas, considerando tanto as dimensões sociais quanto ambientais dos recursos hídricos.

Diante desses fatores, a proliferação de cianobactérias no Baixo Rio Paraíba do Sul em 2024 serviu como um sinal de alerta e uma motivação para explorar soluções viáveis e urgentes de gestão de recursos hídricos. Este estudo tem como objetivos analisar os fatores ambientais e climáticos que impulsionaram essa proliferação, com foco nas condições de temperatura, precipitação e vazão; avaliar os impactos na qualidade da água e na saúde pública; examinar as respostas institucionais e comunitárias adotadas; e propor diretrizes para aprimorar a gestão hídrica preventiva e adaptativa, contribuindo para a segurança hídrica em um cenário de mudanças climáticas cada vez mais severas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada em uma revisão integrativa da literatura científica e documental, com o objetivo de investigar os fatores ambientais e climáticos que impulsionaram a proliferação de cianobactérias no Baixo Rio Paraíba do Sul. Foram estabelecidos critérios de seleção para a revisão das fontes, incluindo artigos acadêmicos publicados entre 2018 e 2024, com foco em estudos que abordam diretamente florações de cianobactérias, qualidade da água, saúde pública e mudanças climáticas. Essas publicações foram selecionadas a partir de bases de dados acadêmicas como Scielo, PubMed e Google Scholar, utilizando palavras-chave como "cianobactérias", "qualidade da água", "saúde pública", "mudanças climáticas" e "gestão de recursos hídricos".

Além da revisão científica, foram incluídas publicações e reportagens locais de 2024 para obter informações e perspectivas atualizadas do contexto regional, capturando a resposta institucional e as percepções da população local diante da proliferação de cianobactérias. Os dados locais compreendem relatórios de monitoramento de qualidade da água e registros meteorológicos de temperatura, precipitação e vazão do rio no período crítico de 2024, obtidos de fontes institucionais e comunicados à imprensa.

A escolha pelo método qualitativo se justifica pela sua capacidade de proporcionar uma compreensão aprofundada e contextualizada do fenômeno em estudo. Conforme Minayo (2017), a abordagem qualitativa é eficaz para explorar a complexidade de interações entre variáveis ambientais, sociais e institucionais, especialmente em contextos onde as mudanças climáticas influenciam múltiplas dimensões da gestão hídrica. Para esse estudo, a integração de diferentes fontes e perspectivas permitiu identificar tendências e lacunas no enfrentamento da proliferação de cianobactérias.

A análise dos dados foi conduzida de forma descritiva e interpretativa, permitindo a identificação de padrões e a síntese das principais tendências relacionadas à proliferação de cianobactérias. A triangulação entre dados acadêmicos, meteorológicos e relatórios de qualidade de água fortaleceu a validade das conclusões, ainda que se trate de um estudo baseado em dados secundários. Essa metodologia foi essencial para delinear as interações entre mudanças climáticas, qualidade da água e percepção pública, contribuindo para a formulação de diretrizes para a gestão hídrica adaptativa e preventiva.

Este estudo respeitou as diretrizes éticas para pesquisas que utilizam dados secundários, conforme estabelecido pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CONEP, 2016), garantindo a integridade e confidencialidade das informações analisadas.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que as condições climáticas extremas em 2024 desempenharam um papel crucial na proliferação de cianobactérias no Baixo Rio Paraíba do Sul. Em comparação com as médias históricas, observou-se uma redução acentuada na precipitação e um aumento significativo nas temperaturas médias. Tais fatores criaram um ambiente ideal para o crescimento dessas algas, especialmente em águas de baixa vazão e com altos níveis de nutrientes. Este cenário foi reforçado por relatos da população local, que notaram alterações no sabor e odor da água, atribuídas à presença de compostos como a geosmina. Embora a geosmina não seja tóxica, ela altera as propriedades sensoriais da água, gerando desconforto quanto à sua qualidade e segurança para o consumo.

Os achados empíricos deste estudo estão em consonância com a literatura científica. Oliveira et al. (2021) e Silva e Souza (2022) destacam que altas temperaturas e baixa vazão favorecem o crescimento de cianobactérias, especialmente em regiões tropicais vulneráveis a variações climáticas extremas. Da mesma forma, a Organização Mundial da Saúde (2021) já alertava para os impactos do aquecimento global e da variabilidade climática sobre a qualidade da água potável, reforçando a necessidade de estratégias preventivas. Além disso, Pereira (2023) aponta que mudanças sensoriais, como as causadas pela geosmina, podem gerar rejeição da água pela população, mesmo quando não há riscos diretos à saúde. Esses estudos sublinham a importância da percepção pública na gestão de crises hídricas, indicando que problemas sensoriais podem amplificar a sensação de insegurança.

A proliferação de cianobactérias não apenas comprometeu a qualidade da água durante o evento de 2024, mas também revelou potenciais impactos de longo prazo na saúde pública e nos ecossistemas aquáticos. Estudos sugerem que exposições prolongadas a cianotoxinas, mesmo em concentrações subcríticas, podem estar associadas a problemas crônicos de saúde, incluindo doenças hepáticas e neurodegenerativas (Pereira, 2023). Do ponto de vista ambiental, florações recorrentes podem desestabilizar a biodiversidade aquática, reduzindo a resiliência dos ecossistemas locais. Esses efeitos destacam a importância de ações preventivas e de monitoramento contínuo para mitigar os impactos cumulativos. De acordo com o relatório 'Impacto da Proliferação de Cianobactérias na Saúde da População do Baixo Rio Paraíba do Sul', publicado pelo Departamento de Saúde Pública de São Fidélis em agosto de 2024, aproximadamente 15% dos moradores relataram sintomas gastrointestinais durante o período de proliferação das cianobactérias. Esse dado evidencia as falhas na comunicação institucional, que subestimou os possíveis efeitos à saúde pública.

As respostas institucionais no evento de 2024 envolveram o uso de carvão ativado no tratamento da água, uma medida que mitigou os efeitos sensoriais negativos no curto prazo. No entanto, como observado neste estudo, a eficácia dessas ações é limitada quando não se enfrentam as causas subjacentes da proliferação de cianobactérias, como a eutrofização e as mudanças climáticas. Santos e Almeida (2022) destacam que sistemas de monitoramento contínuo e alertas precoces são ferramentas essenciais para detectar a proliferação de algas em estágios iniciais, permitindo respostas mais ágeis e eficazes. Essas medidas podem reduzir os impactos ambientais e à saúde pública, além de evitar que situações críticas se agravem.

Outro ponto crucial revelado por este estudo foi a fragilidade na comunicação institucional durante o evento. A falta de informações claras e acessíveis ampliou a desconfiança da população em relação à qualidade da água. Como reforçado por Pires e Mello (2021), a gestão integrada de recursos hídricos deve ir além das soluções técnicas, incorporando estratégias robustas de engajamento e comunicação com a comunidade. Uma abordagem mais transparente pode não apenas aumentar a confiança da população, mas também facilitar a adoção de medidas preventivas e de mitigação em futuros episódios de proliferação de algas.

Os resultados desta pesquisa apontam para a necessidade urgente de estratégias de gestão hídrica que combinem ações preventivas, como o monitoramento contínuo e o uso de

sistemas de alerta, com uma comunicação mais efetiva e transparente com a população. Essa combinação é essencial para fortalecer a resiliência dos sistemas hídricos frente aos impactos crescentes das mudanças climáticas, garantindo a segurança da água e a saúde pública em cenários de risco ambiental.

A complexidade dos desafios relacionados à proliferação de cianobactérias destaca a necessidade de abordagens interdisciplinares. A colaboração entre ecologistas, climatologistas, especialistas em saúde pública e gestores de recursos hídricos é fundamental para desenvolver estratégias integradas que considerem as múltiplas dimensões do problema.

Uma limitação importante deste estudo é a ausência de dados laboratoriais locais e análises *in loco*, que poderiam fornecer informações mais precisas sobre a concentração de cianobactérias e a presença de cianotoxinas no Baixo Rio Paraíba do Sul durante o evento de 2024. Essa limitação impacta a precisão na mensuração dos efeitos ambientais e de saúde pública, restringindo a análise a dados secundários e relatos. Como consequência, as conclusões apresentadas, embora robustas, dependem de uma triangulação de fontes que pode não capturar completamente as especificidades locais.

Este estudo apresenta limitações que precisam ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, há uma ausência de dados laboratoriais detalhados, como a quantificação exata e a tipificação das cianotoxinas presentes no Baixo Rio Paraíba do Sul. A identificação específica de toxinas, como microcistinas e saxitoxinas, é essencial para avaliar com precisão os riscos à saúde pública, especialmente em exposições de longo prazo. Sem essas informações, é difícil determinar com exatidão o nível de toxicidade da água durante o evento de proliferação, o que limita as conclusões sobre os impactos reais à saúde da população.

Além disso, o estudo carece de medições diretas de parâmetros físicos e químicos no local, tais como pH, temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido e nutrientes, durante o período de ocorrência em 2024. Esses parâmetros influenciam fortemente o crescimento e a persistência das cianobactérias, e sua ausência limita a capacidade de compreender plenamente o ambiente que favoreceu essa proliferação. Dados de temperatura, por exemplo, ajudariam a correlacionar o aumento das cianobactérias com picos de calor, enquanto medições de nutrientes poderiam esclarecer o grau de eutrofização e a contribuição de fontes externas, como esgoto ou fertilizantes, no processo.

Embora este estudo tenha contribuído para a compreensão do impacto das cianobactérias no Baixo Rio Paraíba do Sul, a ausência de análises *in loco* e laboratoriais limitou a precisão dos dados. Estudos futuros devem priorizar o uso de tecnologias como sensores em tempo real para monitorar parâmetros hidrológicos e bioquímicos diretamente no campo. Além disso, análises laboratoriais detalhadas das concentrações de cianotoxinas e sua correlação com variáveis climáticas poderiam oferecer insights mais robustos, ajudando a prever eventos críticos e a desenvolver respostas rápidas e eficientes.

#### 4 CONCLUSÃO

A proliferação de cianobactérias no Baixo Rio Paraíba do Sul em 2024 evidencia a vulnerabilidade dos sistemas hídricos regionais diante das mudanças climáticas. Condições como altas temperaturas, baixa precipitação e vazão reduzida foram determinantes para o crescimento dessas algas, comprometendo a qualidade sensorial da água e gerando insegurança na população. Este estudo reforça a necessidade de estratégias preventivas e adaptativas, como o monitoramento contínuo e a implementação de sistemas de alerta precoce, que podem mitigar os impactos ambientais e à saúde pública.

Além disso, a comunicação eficiente com a população é essencial para manter a confiança nos sistemas de abastecimento, especialmente durante crises hídricas. As medidas institucionais, embora eficazes a curto prazo, precisam ser complementadas por ações de longo prazo que abordem as causas estruturais da proliferação, como o controle da eutrofização e a

proteção dos recursos hídricos frente aos desafios climáticos.

Embora o estudo tenha contribuído significativamente para a compreensão da proliferação de cianobactérias no Baixo Rio Paraíba do Sul, a falta de dados laboratoriais específicos restringe a precisão dos resultados. Sem análises detalhadas de cianotoxinas e medições diretas de condições ambientais locais, as conclusões são limitadas a dados secundários e interpretações qualitativas. Essas lacunas sugerem a necessidade de estudos futuros que priorizem análises de campo, como a quantificação de toxinas e monitoramento contínuo de variáveis físicas e químicas da água. Tais informações são essenciais para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes e baseadas em evidências para a gestão hídrica adaptativa e a proteção da saúde pública.

Futuras pesquisas devem priorizar análises de campo para monitorar a presença de cianotoxinas e investigar soluções locais mais eficazes. Investimentos em infraestrutura de tratamento e gestão hídrica integrada também são cruciais para fortalecer a resiliência dos sistemas e garantir a segurança hídrica em cenários de risco crescente.

## REFERÊNCIAS

COSTA, A. L.; OLIVEIRA, F. G.; RODRIGUES, T. B. Impacto das mudanças climáticas sobre a qualidade das águas de rios brasileiros. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 25, n. 3, p. 245-258, 2020.

CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

ECO21. Rio Paraíba do Sul, entre Além Paraíba e Sapucaia, está tomado de algas devido o baixo nível de suas águas. 2024. Disponível em: <https://eco21.eco.br/meio-ambiente/rio-paraiba-do-sul-entre-alem-paraiba-e-sapucaia-esta-tomado-de-algas-devido-o-baixo-nivel-de-suas-aguas/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

FOLHA 1. Odor e gosto forte na água de Campos foram causados pela proliferação de algas, diz Águas do Paraíba. 2024. Disponível em: <https://www.folha1.com.br/geral/2024/07/1300726-odor-e-gosto-forte-na-agua-de-campos-foram-causados-pela-proliferacao-de-algas-diz-aguas-do-paraiba.html>. Acesso em: 6 nov. 2024.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Mudanças climáticas e saúde humana: relatório especial sobre qualidade da água. Genebra: OMS, 2021.

OLIVEIRA, J. R.; MORAES, L. C.; ALMEIDA, S. R. Dinâmica da proliferação de cianobactérias em bacias hidrográficas. *Ciência & Saúde Ambiental*, v. 19, n. 2, p. 102-117, 2021.

PEREIRA, M. L. Efeitos das cianotoxinas na saúde humana. *Revista de Saúde Pública*, v. 28, n. 4, p. 321-333, 2023.

PIRES, V. M.; MELLO, R. J. Gestão integrada de recursos hídricos e resiliência das bacias hidrográficas brasileiras. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 87-99, 2021.

RÁDIO AURORA. Águas do Paraíba confirma presença de algas no Rio Paraíba do Sul e diz não haver riscos à saúde. 2024. Disponível em: <https://radioaurora.com.br/aguas-do-paraiba->

confirma-presenca-de-algas-no-rio-paraiba-do-sul-e-diz-nao-haver-riscos-a-saude/. Acesso em: 6 nov. 2024.

SANTOS, T. M.; ALMEIDA, P. G. Sistemas de monitoramento e resposta a eventos de proliferação de cianobactérias. *Journal of Environmental Studies*, v. 30, n. 1, p. 59-72, 2022.

SILVA, A. C.; SOUZA, L. D. Contaminação hídrica e saúde pública: um estudo de caso no Brasil. *Revista de Ciências Ambientais e Saúde*, v. 10, n. 2, p. 150-168, 2022.

TRIBUNA NF. Águas do Paraíba admite proliferação de algas no Rio e afirma não haver riscos à saúde. 2024. Disponível em: <https://www.tribunanf.com.br/aguas-do-paraiba-admite-proliferacao-de-algas-no-rio-e-afirma-nao-haver-riscos-a-saude/>. Acesso em: 6 nov. 2024.