

I-054 – AVALIAÇÃO DO USO DE ALGICIDA E DIFERENTES OXIDANTES NA REMOÇÃO DE CIONABACTÉRIAS

Selma Souza Alves Santos⁽¹⁾

Bacharel e licenciada em Química pela UFBA. Especialista em Gestão Ambiental- Escola de Engenharia de Agrimensura. Especialista em Ciências da Natureza e matemáticas e suas Tecnologias para professor do ensino médio - UnB. Especialista em Mídias na Educação- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Mestre em química Analítica, pela UFBA. Professora da disciplina Tratamento de Água da Faculdade AREA1. Doutoranda em Química analítica pela UFBA.

Danielle Souza de Jesus

Estudante de Engenharia Química pela UFBA.

Endereço⁽¹⁾: Rua Professor Jairo Simões, 279 - Imbuí - Salvador - Ba - CEP: 41720-375 - Brasil - e-mail: selmachina15@yahoo.com.br

RESUMO

A contaminação dos recursos hídricos e dos mananciais de abastecimento público por rejeitos oriundos das atividades humanas trazem como consequência, nos ecossistemas aquáticos, a ocorrência de acelerados processos de eutrofização, causando um enriquecimento artificial desses ecossistemas pelo aumento das concentrações de nutrientes na água, principalmente compostos nitrogenados e fosfatados, que resulta num aumento dos processos naturais da produção biológica em rios, lagos e reservatórios.

A presença de algas e cianobactérias na água bruta aduzida às estações de tratamento podem causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatação dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção (Di Bernardo, 1995).

Este trabalho teve como objetivo testar a eficiência de diferentes oxidantes (permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio e cloro) e o algicida sulfato de cobre, em uma mesma dosagem, 0,3 mg L⁻¹, frente a diferentes tipos de algas.

A análise dos resultados demonstraram uma eficiente alternativa para remoção de cianobactérias, com a aplicação combinada de KMnO₄:H₂O₂, na proporção 0,3:0,3 mg L⁻¹, em detrimento ao algicida sulfato de cobre, proibido pela Portaria 2914/11MS, os quais foram avaliados de forma comparativa, na água bruta e após aplicação dos produtos químicos (algicidas e oxidantes), através dos resultados hidrobiológicos quantitativos e qualitativos, das espécies fitoplânctons e zooplânctons.

PALAVRAS-CHAVE: Água Bruta, Cianobactérias, Oxidantes.

INTRODUÇÃO

As atividades humanas levam a usos múltiplos dos recursos hídricos tais como: abastecimento público, irrigação, uso industrial, navegação, recreação e aquíicultura. Embora essas atividades variem de acordo com a população na bacia de drenagem e com a organização econômica e social da região, essas atividades geram impactos e deterioração da qualidade da água, assim como interferem na quantidade de água disponível (FUNASA, 2003).

A contaminação dos recursos hídricos e dos mananciais de abastecimento público por rejeitos oriundos das atividades humanas trazem como consequência, nos ecossistemas aquáticos, a ocorrência de acelerados processos de eutrofização, causando um enriquecimento artificial desses ecossistemas pelo aumento das concentrações de nutrientes na água, principalmente compostos nitrogenados e fosfatados, que resulta num aumento dos processos naturais da produção biológica em rios, lagos e reservatórios.

A eutrofização dos corpos de água pode ser um processo natural, também conhecido como envelhecimento, ou um processo artificial provocado pela ação antrópica. Em razão do aumento expressivo das fontes poluidoras dos ambientes aquáticos nas últimas décadas, a eutrofização vem recebendo atenção especial da comunidade científica, órgãos de controle e monitoramento ambiental, concessionárias de saneamento, etc , pois a maioria

dos mananciais apresenta condições favoráveis ao crescimento de cianobactérias durante o ano inteiro, com destaque à predominância de florações de *Mycrocystis* e *Cylindrospermopsis*.

As florações de cianobactérias nem sempre são compostas por espécies tóxicas, contudo, muitos estudos mostraram que durante seus eventos de florecimentos, cerca de 50 a 70% são constituídas por espécies tóxicas. De modo geral, diferentes gêneros de espécies de cianobactérias formadoras de florações podem apresentar capacidade de produzir esses compostos tóxicos. (BERNARDO, et al., 2010).

A principal preocupação com o aumento da ocorrência de florações de cianobactérias em mananciais de abastecimento de água é a capacidade desses microorganismos produzirem e liberarem para o meio líquido toxinas (cianotoxinas) que podem afetar a saúde humana, tanto pela ingestão de água como por contato em atividades de recreação no ambiente, ou ainda pelo consumo de pescado contaminado. Entretanto, a principal via de intoxicação é pelo consumo oral da água sem um tratamento adequado para remoção dessas toxinas.

A presença de algas e cianobactérias na água bruta aduzida às estações de tratamento podem causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatção dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção (Di Bernardo, 1995). Como consequência desses problemas operacionais, verifica-se, geralmente, a redução na eficiência dos processos de tratamento e o surgimento de problemas na água tratada associados à presença de algas, cianobactérias e seus subprodutos extracelulares (FUNASA, 2003).

Este trabalho teve como objetivo testar, separadamente e combinados, a eficiência de diferentes oxidantes (permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio e cloro) e o algicida sulfato de cobre, em uma mesma dosagem, 0,3 mg L⁻¹, frente a diferentes tipos de algas, na água bruta, antes da mesma adentrar a estação de tratamento. Os ensaios foram realizados de forma comparativa antes e após a aplicação dos produtos químicos, através dos resultados hidrobiológicos quantitativos e qualitativos, das espécies fitoplânctons e zooplânctons.

MATERIAIS E MÉTODOS

A água bruta utilizada nos testes foi coletada no canal de captação da água no rio Paraguaçu, na região de metropolitana de Salvador. A amostra de água bruta coletada se encontrava isenta de qualquer produto químico.

Foram realizadas análises dos parâmetros: cor, turbidez, pH, DQO, amônia, fósforo, nitrato e nitrito da água bruta, conforme tabela 1, e tabela 4 dos resultados hidrobiológico. A água foi coletada em condições de tempo bom para os testes de bancada, utilizando aparelho de teste de jarro.

Tabela 1: Qualidade da água bruta utilizada nos ensaios.

Parâmetro	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (NTU)	pH	DQO (mg/L)	Amônia (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)
Água Bruta	50	4,12	8,15	17,5	0,949	0,059	0,026	0

A quantidade de água bruta coletada, para a realização dos ensaios, foi calculada de forma que fosse suficiente para a produção dos ensaios, evitando interferência na qualidade da água, como por exemplo, alteração de temperatura, exposição ao excesso de luz e realizando os ensaios e as análises em, no máximo, 24 horas após a coleta, mesmo após preservação com lugol. Desta forma os ensaios ocorreram no mesmo dia com a mesma água.

Os ensaios foram realizados em quatro equipamentos de teste de jarro, todos com 6 jarros, capacidade de 2L, das marcas: Nova Ética (02), Policontrol (01), NILAM (01), e as análises físico-químicas realizadas no aparelho DR 2800 da HACH e turbidímetro da Policontrol. As análises hidrobiológicas obedeceram aos procedimentos baseados no Standard Methods (APHA, 2005).

Para os ensaios de jarro, deixou-se a água sob uma rotação de 100 RPM durante 4 h, tempo necessário para a água fazer o percurso da captação à entrada da ETA.

Para uma melhor logística das tomadas das amostras, após o término do ensaio, foi estabelecido uma diferença de 10 minutos para o início de cada teste de jarro, pois todos os aparelhos de teste de jarro foram colocados para trabalhar simultaneamente. O volume necessário para a realização das análises era de 5 L, onde a melhor logística foi reservar 3 jarros, 2L cada, para cada oxidante/ algicida e/ou mistura a serem testadas, conforme tabela 3.

Os testes foram realizados com os oxidantes: permanganato de potássio, cloro e peróxido de hidrogênio e o algicida: sulfato de cobre, que foram testados separadamente e depois combinados (significa dizer que foram preparadas soluções, de cada oxidante e/ou algicida e aplicados ao mesmo tempo, nos jarros, os volumes que correspondentes às dosagens utilizadas), conforme tabela 3, e mantida a dosagem para todos em 0,3 mg/L. Esta dosagem foi estabelecida após testes preliminares, realizados em bancada com alguns destes oxidantes, aplicado na água bruta captada neste mesmo ponto, os quais obtiveram ótimos resultados.

A tabela 2 mostra as concentrações das soluções dos produtos químicos (algicida e oxidantes) utilizadas nos testes.

Tabela 2: Concentração das soluções dos produtos químicos (oxidantes e algicidas) utilizadas nos testes.

Solução	Concentração (mg L ⁻¹)
Permanganato de potássio	500
Sulfato de Cobre	500
Peróxido de Hidrogênio	500
Cloro	276,53

Tabela 3 mostra a quantidade de testes realizados para os oxidantes e o algicida, as dosagens utilizadas e seus respectivos volumes aplicados nos ensaios, para os produtos químicos utilizados individualmente: KMnO₄, Cloro e H₂O₂ e Combinados: KMnO₄ / Cl₂; KMnO₄ / H₂O₂; KMnO₄ / CuSO₄; H₂O₂ / Cl₂; H₂O₂ / CuSO₄; Cl₂ / CuSO₄.

Tabela 3: Oxidantes e o algicida utilizados nos ensaios, com seus respectivos volumes e dosagem.

Teste	Oxidante / Algenicida	Volume (mL)	Dosagem (mg/L)
1	KMnO ₄	1,2	0,3
2	H ₂ O ₂	1,2	0,3
3	Cl ₂	2,2	0,3
4	Cu(SO ₄)	1,2	0,3
5	KMnO ₄ / H ₂ O ₂	1,2 / 1,2	0,3/0,3
6	KMnO ₄ / Cl ₂	1,2 / 2,2	0,3/0,3
7	KMnO ₄ / Cu(SO ₄)	1,2 / 1,2	0,3/0,3
8	H ₂ O ₂ / Cl ₂	1,2 / 1,2	0,3/0,3
9	H ₂ O ₂ / Cu(SO ₄)	1,2 / 1,2	0,3/0,3
10	Cl ₂ / Cu(SO ₄)	2,2 / 1,2	0,3/0,3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dificuldade amostral na tomada da alíquota dos jarros é um ponto crítico para a análise hidrobiológica, o que possibilita uma diferença nos organismos identificados, como podemos observar, comparativamente, na água bruta e com os resultados obtidos dos jarros para cada oxidante e algicida aplicados, onde algumas espécies que não são identificadas na água bruta são mencionados após aplicação dos produtos químicos como, por exemplo, *Cylindrospermopsis*.

A tabela 4 apresenta os resultados hidrobiológicos quantitativos e qualitativos encontrados conforme metodologia do Standard Methods, onde se observa uma variabilidade de algas, inclusive as cianobactérias, com percentuais que variam de 10-100%. Na análise quantitativa os maiores percentuais de redução foram para a combinação dos oxidantes permanganato e peróxido de hidrogênio, 77,2% , e para o algicida sulfato de cobre com 75,1% .

Na análise qualitativa, tabela 4, observa-se que a maior redução, da presença de espécies de algas, ocorreu com o peróxido de hidrogênio (4) seguido pelo permanganato de potássio (7) e o combinado cloro com sulfato de cobre (7), o que já mostra a eficiência do permanganato de potássio e do peróxido de hidrogênio quando aplicados separadamente. Quando combinados observa-se maior redução da espécie *oscillatoria* somente comparada ao uso do algicida sulfato de cobre.

Apesar dessa técnica ser utilizada e inspirar cuidados, pois induz a lise das células e liberação das cianotoxinas no corpo d'água, no Brasil, o uso de algicida para o controle do crescimento de cianobactérias em mananciais de abastecimento de água foi proibido pela Portaria 2914/11. Além da sua proibição pela portaria deve-se ter o cuidado, com os íons de cobre que são tóxicos, a dosagem deve ser muito bem controlada.

A tabela 4 mostra os resultados dos ensaios realizados através das análises hidrobiológicas quantitativa e qualitativa, das espécies fitoplânctons e zooplânctons. Exibidos de forma comparativa antes (água bruta) e após a aplicação dos produtos químicos utilizados individualmente: KMnO_4 , Cloro e H_2O_2 e Combinados: $\text{KMnO}_4 / \text{Cl}$; $\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{O}_2$; $\text{KMnO}_4 / \text{CuSO}_4$; $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{Cl}$; $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{CuSO}_4$; $\text{Cl} / \text{CuSO}_4$.

Tabela 4: Resultados das análises hidrobiológicas quantitativas e qualitativas.

			Fitoplânctons																Zooplânctons																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Unidade		cel/mL	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Tabela 5: Comparação dos resultados das análises com a Resolução CONAMA 357/2005.

Parâmetro	Amônia (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)
Água Bruta	0,949	0,059	0,026	0
CONAMA 357/2005	1,0	0,1	10	1,0

De acordo com esse resultado não se observou anormalidades, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.

CONCLUSÃO

Este trabalho mostra os ensaios realizados para uma análise de algas antes da água bruta entrar na ETA, o que permite uma redução ainda mais significativa após o processo de tratamento da água. Apesar dessa técnica ser utilizada e inspirar cuidados, pois induz a lise das células e liberação das cianotoxinas no corpo d'água, no Brasil, o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias em mananciais de abastecimento de água foi proibido pela Portaria 2914/11. Este trabalho mostra que outros produtos podem ser aplicados para a remoção de cianobactérias, com resultados satisfatórios, como por exemplo, a combinação dos oxidantes permanganato e peróxido de hidrogênio, observando as normas vigentes na região.

Desta forma podemos inferir que a aplicação combinada de $\text{KMnO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$, na proporção 0,3:0,3 mg L^{-1} , avaliados de forma comparativa, na água bruta e após aplicação dos produtos químicos (algicidas e oxidantes), através dos resultados hidrobiológicos quantitativos e qualitativos, das espécies fitoplânctons e zooplânctons, apresenta o melhor resultado.

Gostaríamos de destacar que na análise quantitativa os maiores percentuais de redução foram para a combinação dos oxidantes permanganato e peróxido de hidrogênio, 77,2% , e para o algicida sulfato de cobre com 75,1% . Como se trata de um oxidante ocorre à redução da matéria orgânica na água bruta e a ETA pode ser beneficiada tanto no tratamento como na redução de custo com produto químico.

Contudo para maior consolidação dos resultados é necessário a aplicação no processo ou até mesmo a repetição deste ensaio, pois o mesmo servirá de orientação para futuras ações nos “mananciais” ou entrada de ETA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the examination of Water & Wastewater. 21st ed. New York: USA, 2005.
2. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. – Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde-FUNASA, 2003.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA resolução 357: Dispõe sobre a Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências.17 mar. 2005.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2914 de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 14 dez. 2011.
5. DI BERNARDO, L.; MINILLO, Alessandro; DI BERNARDO, Angela Dantas. Florações de Algas e de Cianobactérias: Suas influências na qualidade da água e nas tecnologias de tratamento, Ed. LDiBe, 2010, São Carlos-SP.
6. Di Bernardo L. Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento. Rio de Janeiro: ABES; 1995