

CLARIFICAÇÃO DE ÁGUA BRUTA ATRAVÉS DE FILTRAÇÃO DIRETA ANTECEDIDA POR PRÉOXIDAÇÃO E COAGULAÇÃO

Mayra de Araújo Bezerra DANTAS (1); Marco Antônio Calazans DUARTE (2); Hugo Mozer Barros EUSTÁQUIO (3); André Luiz Calado ARAÚJO (4)

(1) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000, e-mail: may.bez@hotmail.com

(2) IFRN, e-mail: marco.duarte@ifrn.edu.br

(3) Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária (UFRN – PPgES), Campus Universitário, BR 101 s/n Lagoa Nova, CEP: 59072-970, e-mail: hugombeustaqui@yahoo.com.br

(4) IFRN, e-mail: acalado@cefetrn.br

RESUMO

O estudo da melhoria da qualidade da água é de importância ímpar para a possibilidade do abastecimento público. O açude Gargalheiras, que abastece municípios do interior do Rio Grande do Norte, encontra-se eutrofizado, sendo necessária atenção no seu tratamento e distribuição. Apesar da conseqüente formação de trihalometanos, a análise da clarificação por meio da pré-oxidação com cloro é válida, bem como sua associação com o coagulante HCA. Foram realizados ensaios de bancada para verificação do percentual de remoção de cor e turbidez (ou clarificação), sendo encontrada a dosagem ideal de 2 mg/L de cloro.

Palavras-chave: eutrofização, clarificação, préoxidação, coagulação.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste na análise e estudo acerca da qualidade de um determinado corpo aquático através de amostras coletadas do mesmo, no caso do trabalho apresentado pelo grupo em questão, as amostras analisadas foram retiradas da barragem Marechal Dutra comumente conhecida como Açude Gargalheiras que se situa no município de Acari, estado do Rio Grande do Norte, com capacidade máxima de 40.000.000 de metros cúbicos de água.

Objeto de estudo pela sua importância no abastecimento da região Seridó, o açude encontra-se em um avançado processo de eutrofização ocasionado pelo despejo de efluentes sem tratamento ao longo dos anos, o que acarreta problemas sociais e econômicos aos atores sociais que se utilizam da sua água para as mais variadas atividades, podendo ser um entrave ímpar para o desenvolvimento futuro das cidades que dele se abastecem.

Na tentativa de recuperar de maneira mais efetiva a qualidade da água do Açude Gargalheiras para fins de abastecimento, são muitos os métodos utilizados, entre eles o uso de cloro e coagulantes que irão atuar diretamente na técnica de clarificação do corpo aquático, configurando o processo de préoxidação.

Tais processos têm como objetivo tornar a água captada no açude em condições de potabilidade que atendam aos valores máximos permitidos (VMP) estabelecidos pela legislação brasileira (MS, 2004).

2 REVISÃO DA LITERATURA

O lançamento de efluentes líquidos tratados ou não provoca alterações significativas a um corpo aquático quanto as suas características físicas, químicas e biológicas. Uma das consequências desse lançamento indevido é a eutrofização, que consiste em um fenômeno causado pelo excesso de nutrientes, que são compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio, normalmente causado pela descarga de efluentes agrícolas, urbanos ou industriais num corpo de água. No Açude Gargalheiras observa-se que tal efeito foi

causado pelo despejo inadequado de efluentes líquidos sem tratamento derivados de esgoto doméstico e hospitalar.

Dentre as causas da eutrofização apresentam-se o aumento do fósforo e nitrogênio e o aumento da turbidez da água. Macêdo (2006) destaca que a água torna-se turva em função do aumento excessivo de nutrientes que desequilibra a sucessão normal da cadeia alimentar, havendo um grande desenvolvimento de algas e vegetais com raízes. Tal ação irá ocasionar um bloqueio à entrada dos raios solares o que irá dificultar a fotossíntese, resultando em déficit de oxigênio para os organismos aeróbios, como peixes e mamíferos aquáticos. Estabelece-se um ciclo com a morte dos organismos e animais aeróbios, que irá aumentar ainda mais a concentração de matéria orgânica do meio, até a exaustão final do oxigênio dissolvido.

Para remediar o problema da eutrofização existem tratamentos químicos que reduzem a densidade de fitoplâncton responsável pela provável existência de espécies tóxicas de cianobactérias. O objeto de estudo do presente trabalho é o percentual de clarificação utilizando cloro na pré-oxidação com auxílio do coagulante HCA 23%. A clarificação consiste em uma técnica de remoção de turbidez e cor da água utilizando coagulantes que fazem com que as finas partículas que determinam a turbidez se agrupem, formando flocos cuja precipitação e remoção são bastante simples. (UNITEK, 2009)

No processo, o cloro é injetado na préoxidação, isto é, no início do processo de tratamento da água bruta, com o auxílio de um coagulante aglomera a sujeira, formando flocos, facilitando a remoção dos mesmos. Na análise, o coagulante utilizado foi HCA 23%, isto é, hidróxi-cloreto de alumínio líquido contendo um valor de alumina de 23%. (SALES, AVELINO, MOTTA, PÁDUA, 2004). Ainda segundo os mesmos autores, a utilização desse coagulante consome menos alcalinidade. Como a água tratada não recebe alcalinizante, esse fato adiciona outra vantagem ao uso da filtração direta, pois a água distribuída passou a ser menos corrosiva.

Após a utilização do cloro com auxílio de tal coagulante espera-se uma diminuição da turbidez do corpo aquático, na ocasião do açude Gargalheiras, aumentando dessa forma a porcentagem da clarificação da água. Tal método tem como possíveis vantagens a necessidade de quantidades menores de compostos químicos, maior remoção de matéria orgânica, entre outros fatores relevantes. (UNITEK, 2009)

O uso de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção (destruição dos microorganismos patogênicos), a oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes) ou ambas as ações ao mesmo tempo. (Bazzoli, 1993).

Dessa forma a utilização de tal método na água bruta do açude Gargalheiras como supracitado, reveste-se de relevância singular para o processo de tratamento de água captada no corpo aquático e na consequente melhoria para a população que se utiliza do mesmo para suas atividades rotineiras, o que se considera de fundamental importância no que se refere ao desenvolvimento sócio-econômico da região do Seridó do RN.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho tem natureza aplicada, pois a geração de conhecimento advém de procedimentos práticos; de abordagem qualitativa, sendo, quanto aos objetivos, classificada como explicativa, possibilitando a construção de hipóteses para pesquisas futuras, e no tocante aos procedimentos técnicos é experimental, visto que algumas variáveis influenciam o objeto de estudo.

As investigações foram realizadas em laboratório instalado nas dependências da ETA Gargalheiras, situada em Acari, Rio Grande do Norte.

A água estudada advém do açude Gargalheiras, localizado na região do Seridó do Rio Grande do Norte, distante cerca de 220 km de Natal, nas coordenadas geográficas UTM 9.288.384 Norte e 751.016 Oeste a uma altitude de 296 m. Possui capacidade de armazenamento de 40×10^6 m³ e abastece aproximadamente 50.000 habitantes dos municípios de Acari e Currais Novos, e as comunidades de Bulhões, Barra Verde e Brejuí.

Para cada ensaio foram coletados 12 litros de água bruta através de derivação da adutora de água bruta, na chegada da ETA GARGALHEIRA. A alíquota foi previamente homogeneizada e o ensaio foi processado imediatamente após a coleta.

Inicialmente foi analisada a qualidade de entrada da água bruta nos aspectos: cor aparente e turbidez. A seguir, as amostras foram processadas utilizando parâmetros previamente fixos, tais como:

- Tempo de pré-oxidação (Mistura Lenta – TML): 20 minutos.
- Gradiente de Mistura Lenta (GMR): 90 rpm.
- Coagulante: Hidróxicloreto de alumínio (HCA 23%).
- Meio Filtrante: Areia Tipo 1
- Tempo de Mistura Rápida (TMR): 17 s
- Gradiente de Mistura Lenta (GML): 317 rpm.
- Taxa de Filtração: 14 m³/m².s

Após a etapa de filtração, a amostra remanescente foi coletada e analisada imediatamente através dos parâmetros cor aparente e turbidez remanescentes, para efeito de comparação com as características da água bruta.

Materiais utilizados:

- Aparelho de JARTESTE:

Os ensaios de tratabilidade foram realizados em equipamento estático de jarreste, modelo 218/LDB06 de marca NOVA ÉTICA com 6 jarros, 18 cubetas dosadoras, 24 cubetas de coleta, 6 cubetas de descarte e motor com variação de rotação de 20 a 600 rpm (Figura 1). A filtração direta após a coagulação no mecanismo de neutralização de cargas e adição de cloro (oxidação) foi simulada com filtros de laboratório de areia (FLAs). Utilizou-se cronômetro digital com precisão de 0,01 s para medição dos tempos de mistura rápida e filtração.



Figura 1 – Equipamento de jarreste modelo 218/LDB06

- Solução de HCA:

A aplicação do coagulante escolhido foi efetuada a partir de uma solução mãe de HCA com 23% de alumina, preparada com concentração igual a 2mg/mL.

- Solução de Cloro:

A aplicação do cloro foi efetuada a partir de uma solução mãe de concentração desconhecida, medida no momento da aplicação, devido a elevada volatilização do cloro.

- Colorímetro:

Para medição de cor, foi utilizado um colorímetro da marca DIGIMED, com cubetas dosadoras, através da técnica de Espectrofotometria recomendada por APHA, AWWA e WEF (1999).

- Turbidímetro:

Para medição da turbidez, foi utilizado turbidímetro da marca DIGIMED, utilizando a técnica de Nefelometria recomendada por APHA, AWWA e WEF (1999).

- Espectrofotômetro para medição de cloro:

Para medição da concentração de cloro, foi utilizado um aparelho da marca Aquatol. A metodologia utilizada foi a de Colorimetria com DPD-SFA (APHA, AWWA e WEF, 1999).

A comparação entre os resultados foi feita com auxílio do software Microsoft Office Excel, para tabulação dos resultados e cálculo do percentual, bem como para confecção dos gráficos.

4 RESULTADOS, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A primeira etapa foi a verificação da dosagem de coagulante, tendo em vista a má qualidade da água no período dos ensaios.

A água iniciou o processo com um pH em torno de 8,7 e temperatura de 27,7° C.

A Figura 2 abaixo mostra o percentual de remoção de cor e turbidez para determinadas dosagens de coagulante, em cada jarro.

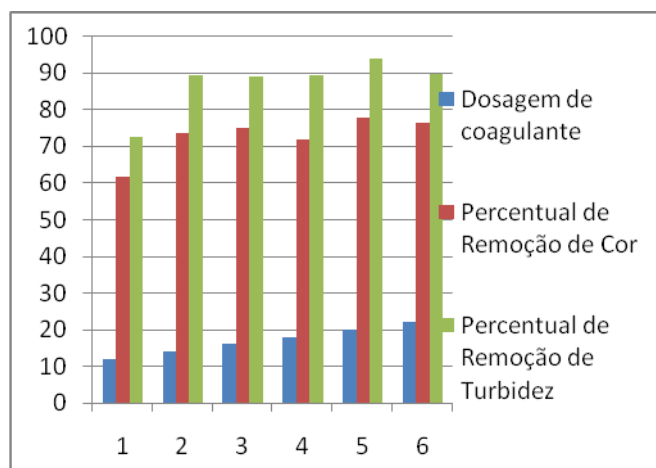


Figura 2 - Percentual de remoção de cor e turbidez para dosagens de coagulante.

A Tabela 1, mostra em números os resultados acima.

Tabela 1 – Remoção de cor e turbidez em ensaios para avaliar dosagens de coagulante

Jarro	Dosagem HCA 23(mg/L)	Remoção de Cor (%)	Remoção de Turbidez (%)
1	12	61,8	72,6
2	14	73,5	89,6
3	16	75,0	82,3
4	18	72,0	89,5
5	20	78,0	94,2
6	22	76,5	89,7

Por meio da análise do gráfico 1 e da Tabela 1, podemos observar que a dosagem de coagulante ideal para a amostra em questão é de 20 mg/L de HCA 23%. A seguir, iniciam-se os ensaios de verificação dos percentuais de remoção de cor e turbidez para variadas dosagens de oxidante, através da pré-oxidação.

Através da Tabela 2, observam-se as dosagens acrescentadas, bem como os resultados do ensaio 1.

Tabela 2: Remoção de cor e turbidez no ensaio 1, com préoxidação.

Jarro	Dosagem de Cloro (mg/L)	Remoção de Cor (%)	Remoção de Turbidez (%)
1	1,0	70	91
2	1,5	70	89,7
3	2,0	81,1	93,3
4	2,5	70	89,3
5	3,0	77,4	90,8
6	3,5	81,1	94,4

A Figura 3 mostra a variação destes resultados.

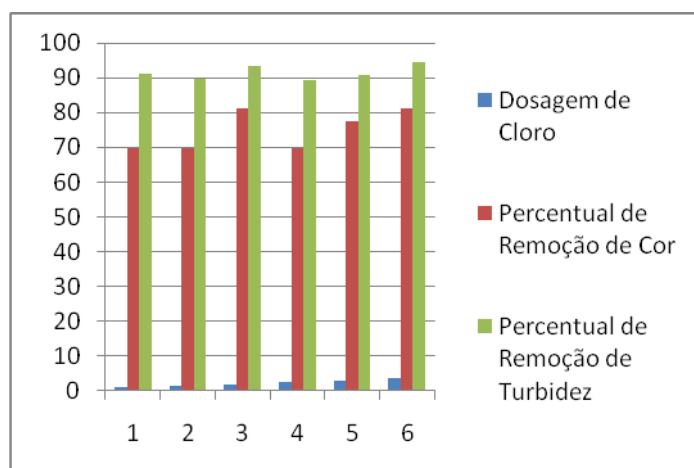


Figura 3: Percentual de remoção de cor e turbidez para dosagens de cloro no Ensaio 1.

Embora o Jarro 6 tenha apresentado um excelente resultado, a opção pela dosagem do Jarro 4 é mais adequada. Devido a proximidade de resultados, a viabilidade do Jarro 4 é maior por causa da menor quantidade de oxidante, principalmente para um projeto em larga escala. Portanto, para este ensaio, a dosagem escolhida foi de 2,0 mg/L de Cloro.

Por meio da Tabela 3, observa-se as dosagens acrescentadas, bem como os resultados do ensaio 2.

Tabela 3: valores quantitativos da remoção de cor e turbidez (Ensaio 2).

Jarro	Dosagem de Cloro (mg/L)	Remoção de Cor (%)	Remoção de Turbidez (%)
1	2,0	68	88,9
2	3,0	72,4	89,5

3	4,0	78,7	93,3
4	5,0	80,9	94,1
5	6,0	78,7	92,8
6	7,0	65,9	86,2

A Figura 4 mostra a variação destes resultados:

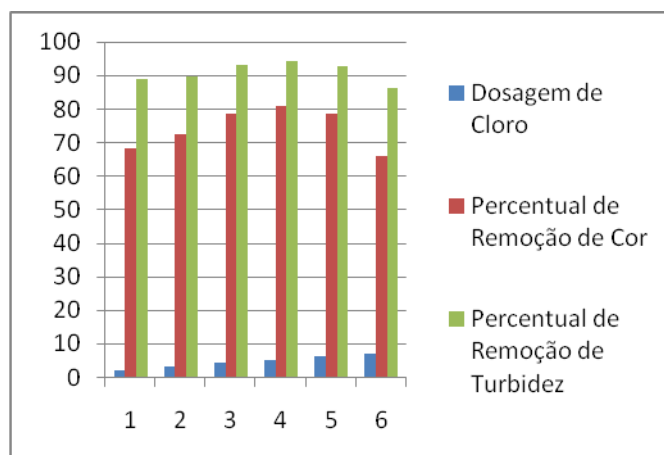


Figura 4: Percentual de remoção de cor e turbidez para determinadas dosagens de cloro no Ensaio 2.

Através da análise, a dosagem do Jarro 4 (5,0 mg/L) foi a mais eficaz, resultando em melhores índices de cor e turbidez.

Por meio da Tabela 4, observa-se as dosagens acrescentadas, bem como os resultados do ensaio 3.

Tabela 4: valores quantitativos da remoção de cor e turbidez (Ensaio 3).

Jarro	Dosagem de Cloro (mg/L)	Remoção de Cor (%)	Remoção de Turbidez (%)
1	1,5	80,3	91,3
2	2,5	85,7	92,4
3	3,5	87,5	93,8
4	4,5	91	95,4
5	5,5	91	91,9
6	6,5	89,3	93,3

A Figura 5 mostra a variação destes resultados:

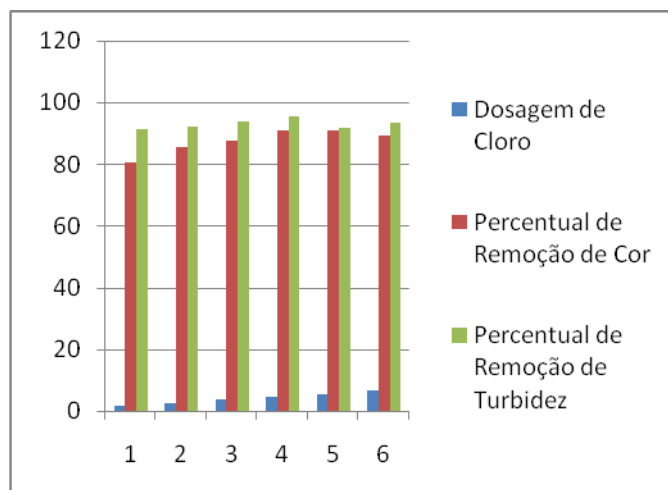


Figura 5: Percentual de remoção de cor e turbidez para determinadas dosagens de cloro no Ensaio 3.

No Jarro 4 observamos uma melhor remoção de cor aparente e turbidez com dosagem de 4,5 mg/L de Cloro.

Ensaio 4: A Tabela 5, nos permite observar as dosagens acrescentadas e os resultados referentes. Neste ensaio, o intuito é de refazer as melhores dosagens dos ensaios anteriores, e comparar seu comportamento entre si.

Tabela 5: valores quantitativos da remoção de cor e turbidez (Ensaio 4).

Jarro	Dosagem de Cloro (mg/L)	Remoção de Cor (%)	Remoção de Turbidez (%)
1	1,7	73,2	90,5
2	2,0	80,5	94,0
3	3,5	73,2	91,2
4	4,0	80,5	90,9
5	4,5	78,0	90,4
6	5	80,5	90,3

A Figura 6 mostra como esses resultados se comportaram.

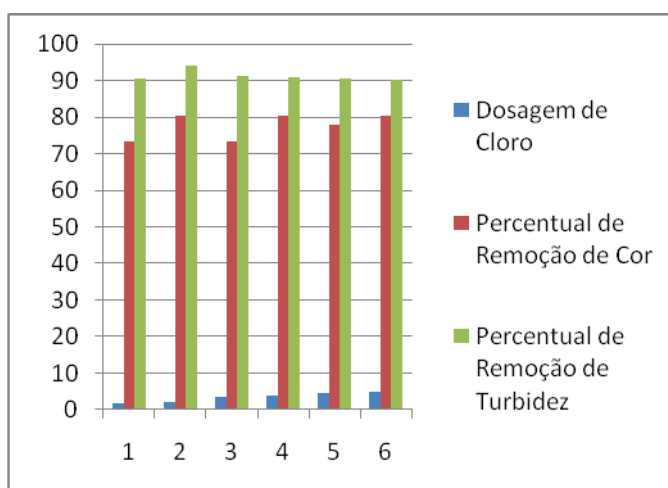


Figura 6: Percentual de remoção de cor e turbidez para determinadas dosagens de cloro no Ensaio 4.

Através da análise deste ensaio, notamos que a remoção foi mais eficaz no Jarro 2, com a dosagem de 2,0 mg/L de oxidante, sendo, portanto, a concentração de cloro ideal para clarificação da referida água.

5 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente trabalho, pode-se observar que a dosagem de oxidante ideal para clarificar a água eutrofizada do manancial Gargalheiras, em Acari, RN, é de 2 mgCl₂/L. O processo remove mais de 80% da cor, e acima de 90% da turbidez da água. Este fator é importante porque do ponto de vista sanitário, a turbidez é o fator mais importante. .

Deve-se considerar este resultado apenas para a água bruta estudada, devido as suas características particulares, que variam de acordo com fatores como clima e influências antrópicas externas, regime de chuvas, etc. Outro fator a ser considerado, é também a concepção da ETA.

Em alguns casos, pode-se utilizar um polímero como auxiliar ao coagulante. A opção pelo não uso, deu-se devido à análise exclusiva da pré-oxidação do cloro com auxílio do coagulante HCA 23%.

Entretanto, devemos considerar que apesar da utilização do cloro como um pré-oxidante muito eficaz para clarificação de águas eutrofizadas, devemos considerar que essa utilização pode resultar na formação de trihalometanos na água, subproduto da reação de cloro com a água com atividade cancerígena, causando efeitos adversos à saúde da população consumidora. Neste sentido, torna-se importante o desenvolvimento de estudos e pesquisas visando avaliar estes efeitos e respectivas tecnologias de remoção, como é o caso da adosrção ou utilização de outros produtos alternativos como dióxido de cloro, ozônio etc.

REFERÊNCIAS

BAZZOLI, N., 1993. O Uso da Desinfecção no Combate à Cólera. Apostila da Fundação Nacional de Saúde — Coordenação Regional de Minas Gerais. Recife: FNS/Opas. (Mimeo.)

Clarificação de águas e fluentes. Disponível em: <http://www.unitekdobrasil.com.br/aplicacoes-clarificacao-de-aguas-e-efluentes.php>. Acessado em 10 jul de 2010.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Introdução á Química Ambiental. CRQ-MG, 2006, 2º edição.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2004

SALES, Manoel do Vale; AVELINO, Francimeyre Freire; ARAÚJO, Cezar Motta de; PÁDUA, Valter Lúcio de. Conversão, em escala real, do tratamento convencional para a filtração direta descendente. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitaria e Ambiental. Saneamento Ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade?. Rio de Janeiro, ABES, 2005. p.1-11, .