ESTUDO DA MACAXEIRA COMO COAGULANTE NATURAL PARA TRATAMENTO DE ÁGUA PARA FINS POTÁVEIS

Bruna Nogueira FROZ[1]; Ézio Sargentini JUNIOR[2]; Edilene Cristina Pereira SARGENTINI[3]
[1]Bolsista PIBIC/CNPq; [2]Orientador INPA/CPPN; [3]Co-Orientadora Pesquisadora

1. Introdução

Nos municípios situados na região do Alto Rio Negro no Estado do Amazonas, a principal fonte de abastecimento de água dos moradores locais é o rio Negro e seus tributários, e no que se refere às dificuldades enfrentadas por essas comunidades é em geral a coloração da água usada para consumo diário, a qual é altamente escura, contendo material sólido em suspensão, bactérias e outros microrganismos (OLIVIERA, 2008). De acordo com a Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade, ou seja, os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos devem ser atendidos. Como a água do rio Negro não obedece a esse padrão de potabilidade, principalmente no que se refere aos parâmetros de turbidez e cor, faze-se necessária a utilização de um coagulante químico para remoção da cor e turbidez da água. O sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) é o coagulante químico mais utilizado pelas Estações de Tratamento de Água (ETAs), porém, o alumínio não é biodegradável; e elevadas concentrações desse composto podem ocasionar problemas à saúde humana, inclusive o aceleramento do processo degenerativo do Mal de Alzheimer (CLAYTON, 1989). Assim, uma das alternativas para o tratamento da água bruta é o uso de coagulantes naturais, que têm demonstrado vantagens em relação aos químicos, especificamente em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodos residuais (RITCHER e AZEVEDO NETO, 2003). Considerando esses aspectos, o estudo da macaxeira e seus derivados como possíveis coagulantes naturais e/ou auxiliares de coagulação no tratamento de água, tem como objetivo testar a viabilidade de proporcionar uma maneira rápida, prática e de baixo custo para os moradores ribeirinhos, como uma alternativa para tratar a água de consumo.

2. Material e Métodos

Foram coletados 100 litros de água do rio Negro em garrafas de Nalgene com capacidade de 20 litros no sítio de amostragem localizado à margem esquerda do rio Negro-AM, entre as confluências dos rios Tarumã Mirim e Tarumã Açu, a cerca de 20 km a oeste da cidade de Manaus-AM. Após a coleta foram feitas as análises físico-químicas para obtenção dos parâmetros determinados de cor, turbidez, pH e condutividade da água do rio Negro. Os materiais utilizados para determinação dos parâmetros da água bruta e tratada foram: peagâmetro da HANNA instruments, modelo HI 223, condutivímetro CORNING, modelo CD-55 e calorímetro e turbidímetro da Alfakit. Os procedimentos para as determinações dos parâmetros foram feitos seguindo as metodologias descritas no *"Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 20th edition* (APHA, 1995)*".*

A parte experimental dessa pesquisa foi realizada, no laboratório de Química Analítica Ambiental/INPA, onde foram feitos os ensaios de coagulação/floculação e determinação dos parâmetros necessários para avaliar a clarificação da água do rio Negro, usando a macaxeira e derivados testados como coagulantes naturais, além do sulfato de alumínio, que é frequentemente utilizado nas ETAs. Os ensaios foram baseados em dados da literatura descrita por BORBA (2001), onde foram primeiramente analisados os parâmetros: pH, condutividade, cor e turbidez da água bruta. Posteriormente foram adicionadas massas que variaram de 0,005 a 2 g/L de $Al_2(SO_4)_3$. Depois ligou-se o Jar Test, numa velocidade máxima de 120 rotações por minuto (rpm), durante 2 minutos, para propiciar uma mistura rápida, em seguida diminuiu-se a velocidade para 30 rpm, por cerca de 15 minutos, com o objetivo de consolidar a coagulação/floculação. As amostras contidas nos reatores ficaram em repouso por 2hs, para que ocorresse a decantação/sedimentação do material floculado. Após este período retirou-se uma alíquota de 80 mL de cada reator para análise dos parâmetros (turbidez, cor, e pH), a cada 2 horas por um período de 6 horas. O mesmo procedimento foi feito com a macaxeira e tapioca, utilizando-se concentrações 0,04 a 12 g/L dos dois

materiais botânicos a serem testados como coagulante natural. Depois foram feitas duas soluções utilizando a macaxeira para obtenção do amido catiônico, seguindo as metodologias descritas por DI BERNARDO (2000) que utilizou o amido de mandioca (sol.1) e GROSSL (2009) que utilizou o amido de batata (sol. 2) como auxiliar de coagulação no tratamento de água. Na solução 1 pesou-se 0,5 g de macaxeira pulverizada, que foi diluída em 0,5 L de água destilada e aquecida em banho-maria até a temperatura de gelatinização de 80 $\pm$ 5 ºC. Na solução 2 pesou-se 1 g de macaxeira, que foi diluída em 1 L de água destilada, acrescentando-se 0,25 g de hidróxido de sódio (NaOH) a solução. O ensaio de auxiliar de coagulação com sulfato de alumínio foi feito em Jar Test utilizando 1, 2 e 3 mg de macaxeira catiônica das soluções 1 e 2 com 20 mg de $Al_2(SO_4)_3$ em cada reator.

Os resultados das análises foram comparados com os valores máximos permitidos para cor aparente, turbidez e pH, estabelecidos na Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

3. Resultados e discussão

As informações sobre as características físico-químicas de cor, turbidez, condutividade e pH da água do rio Negro-AM coletada no mês de abril de 2011 estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos de cor, turbidez e pH da água do rio Negro-AM.

PARÂMETROS DETERMINADOS	VALOR	PARÂMETROS ACEITÁVEIS*
Cor (mg/L Pt)	115,86	15
Turbidez (UTN)	21,54	5
Condutividade (μ S cm^{-1})	12,00	----
Ph	5,30	6,0 a 9,5

* Parâmetros aceitáveis de acordo com a Portaria 518 (BRASIL, 2004).

Os resultados de turbidez e cor visualizados na Tabela 1, estão com valores acima e a medida de pH abaixo, comparados com os valores da Portaria 518 do Ministério da Saúde, comprovando que a água do rio Negro-AM não é adequada para o consumo humano, sendo necessário que esta passe por um processo de tratamento de água.

Para o desenvolvimento experimental de clarificação da água do rio Negro foram feitos vários ensaios utilizando sulfato de alumínio, macaxeira e tapioca que estão plotados nas Figuras de 1 a 3.

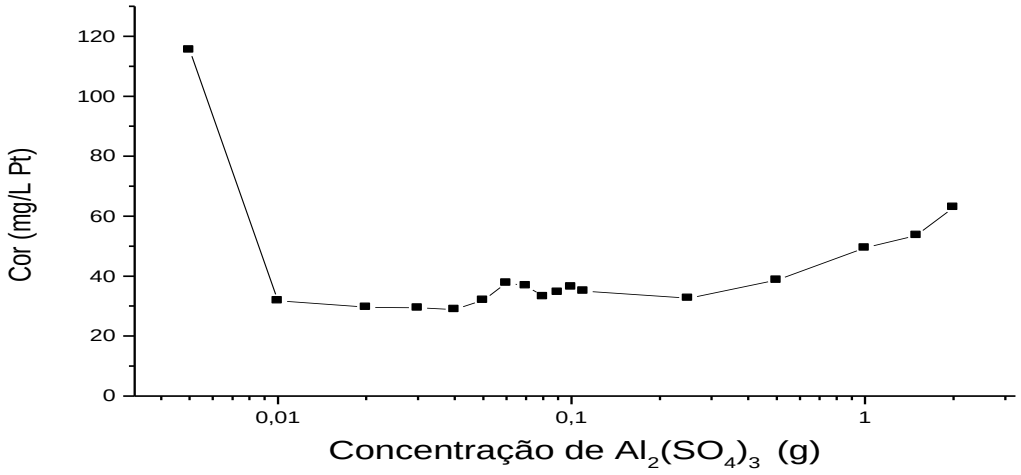

Figura 1: Ensaio de clarificação de água do rio Negro na presença de sulfato de alumínio em tempo de 2 horas de decantação.

Na Figura 1 observou-se que com a adição crescente de $Al_2(SO_4)_3$ em um litro de água do rio Negro, houve a redução da cor, mantendo-se estável até 0,04 g/L de sulfato de alumínio. A partir de 0,05 g/L aumentou gradativamente as medidas de cor nos ensaios. Visualiza-se na

Figura que as diferentes concentrações de sulfato de alumínio não foram suficientes para se enquadrar dentro dos valores aceitáveis da Portaria 518, fixando-se a quantidade de 0,02 g de $Al_2(SO_4)_3$ para cada litro de água do rio Negro-AM nos ensaios seguintes, devido apresentar a menor concentração com o melhor resultado para os ensaios de cor.

Os ensaios de clarificação utilizando a macaxeira e tapioca como um potencial de coagulante natural, são mostrados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

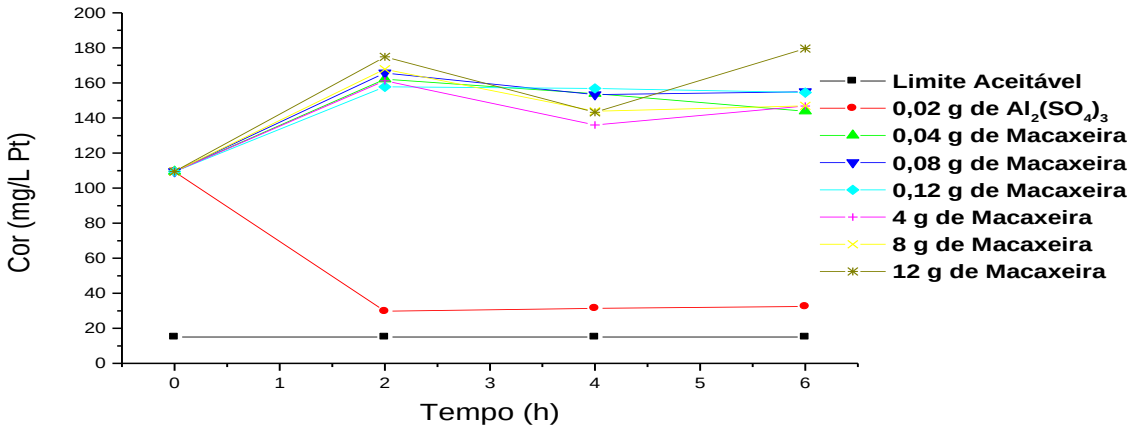

Figura 2: Ensaio de clarificação utilizando concentrações de 0,04 a 12 g de macaxeira em 1 L de água do rio Negro-AM, em tempo de 2 a 6 horas de coagulação.

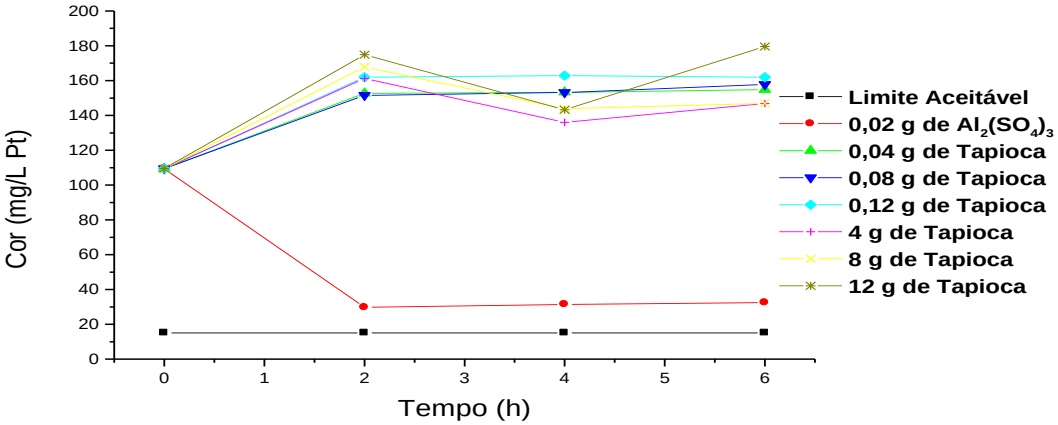

Figura 3: Ensaio de clarificação utilizando concentrações de 0,04 a 12 g de tapioca em 1 L de água do rio Negro-AM, em tempo de 2 a 6 horas de coagulação.

Nas Figuras 2 e 3, os ensaios de clarificação não se mostraram eficientes, pois os valores de cor se mantiveram muito altos, e distantes do limite pré-estabelecido na Portaria 518 do Ministério de Saúde. Devido esses resultados insatisfatórios, foram planejados outros ensaios com amido catiônico de macaxeira (sol. 1 e sol.2), para testar a macaxeira como agente em potencial para auxiliar na floculação/coagulação obtida pelo sulfato de alumínio. Os resultados desses ensaios foram plotados na Figura 4.

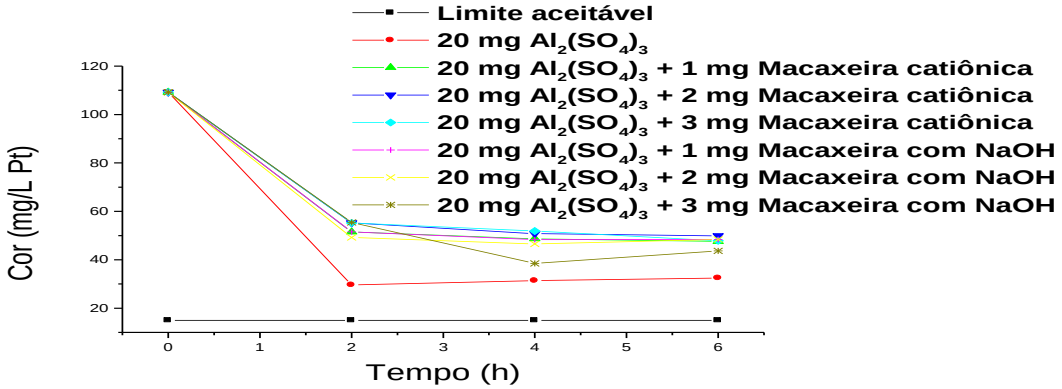

Figura 4.: Ensaios de clarificação usando amido catiônico de macaxeira (sol. 1; sol. 2), com concentrações de 1 a 3 mg.

Os resultados visualizados na Figura 4 mostram que a adição de amido catiônico da macaxeira e de NaOH auxiliaram na redução de cor na presença de sulfato de alumínio. No entanto os valores de cor foram maiores que com a utilização do sulfato de alumínio sozinho. Alem disso esses valores não ficaram dentro dos limites aceitáveis de acordo com Portaria 518.

Os ensaios para determinação de turbidez com concentrações crescentes de 0,005 a 2 gramas por litro de sulfato de alumínio em tempo de decantação em duas horas mostraram-se eficientes a partir da adição de 0,01 g de $Al_2(SO_4)_3$ conforme os valores estabelecidos na Portaria 518 do Ministério da Saúde. Porém, todos os valores de turbidez obtidos com a macaxeira e tapioca mantiveram-se acima do limite de 5 NTU da Portaria 518. Para os testes utilizando amido catiônico da macaxeira (sol. 1 e sol. 2) não foi observada nenhuma alteração significativa comparando-os com os resultados obtidos usando-se o sulfato de alumínio sem auxiliar de coagulação.

4. Conclusão

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios de turbidez e clarificação, e tomando como referência os limites aceitáveis de cor e turbidez estabelecidos pela Portaria 518 de 25 de março de 2004, Ministério da Saúde; a macaxeira e a massa de tapioca não foram eficazes como coagulante natural para águas coloridas e turvas como a do rio Negro. A utilização do amido catiônico da macaxeira não foi eficiente em auxiliar o sulfato de alumínio na redução de cor e turbidez da água do rio Negro-AM.

5. Referências Bibliográficas

APHA – American Public Health Association. 1995. *Standard methods for the examination for water and wastewater.* 19 ed. Washimgton, D.C. APHA, EPA (Environmental Protection Agency – EUA).

Borba, L. R. 2001. *Viabilidade do uso da Moringa oleifera Lam no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades.* Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, Fortaleza.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade,* e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 26/03/2004.

Clayton, B. E. 1989. Report of the Lowermoor Incident Advisory Group. *J. Ind. Med.*, London, 40 (3): 301-304.

Di Bernardo, A. S. e Di Bernardo, L. 2000. *Uso de amido de mandioca catiônico como auxiliar de floculação.* XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, RS. Anais Eletrônicos. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. p.1-11.

Grossl, K. *et al.* 2009. *Amido de batata como auxiliar de floculação no tratamento de águas para abastecimento.* VII Semana de Engenharia Ambiental de 01 a 04 de junho 2009. DENAM, UNICENTRO, Campus Irati. p. 1-7.

Oliviera, T. C. S. *et al*. 2008. *Qualidade de vida de ribeirinhos na Amazônia em função do consumo de água.* PROJETO PIATAM, IV Encontro Nacional da Anppas 4,5 e 6 de junho, Brasília - DF - Brasil.

RITCHER, C. A.; AZEVEDO NETO, J.M. 2003. Tratamento de água: tecnologia atualizada. Edgard Blücher. (www.deutschaethiopischer-verein.de/GateMoringa.pdf). São Paulo. Acesso: 09/11/08.