



I-046 - AMIDO DE BATATA COMO AUXILIAR DE FLOCULAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS COM BAIXA TURBIDEZ

Felipe Antônio Lopes Cardoso Silva⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestrando em Engenharia Sanitária pela UFRN.

Hélio Rodrigues dos Santos⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre e Doutor em Engenharia Sanitária pela EESC/USP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Francisco Teófilo, 26 - Tirol - Natal - RN - CEP: 59020-190 - Brasil - Tel: (84) 9 9424-7166 - e-mail: felipe-mdg@hotmail.com

Endereço⁽²⁾: UFRN - Campus Universitário Lagoa Nova – LARHISA - CEP 59078-970 - Caixa postal 1524 - Natal/RN - Brasil - e-mail: heliordgs@gmail.com

RESUMO

Águas com turbidez e cor baixas a moderadas são geralmente desafiadoras de se tratar, devido principalmente à dificuldade de ajuste da dose de coagulante. Os auxiliares de floculação podem melhorar a remoção de partículas dessas águas, pois auxiliam na agregação das mesmas, aumentando o tamanho dos flocos formados. Apesar dessa característica geral, variáveis como a massa molecular, a estrutura e a densidade de carga dos polímeros implicam em comportamentos distintos, como o tamanho e a resistência dos flocos, a depender da qualidade da água bruta. Os polímeros naturais, com destaque para os amidos, têm sido utilizados como auxiliares de coagulação, floculação e filtração, e têm obtido resultados satisfatórios, pois reduzem a necessidade de grandes doses de coagulante primário e geram um lodo com maior massa biodegradável.

Neste trabalho foi analisada, em escala de bancada, a aplicabilidade do amido de batata como auxiliar de floculação na tratabilidade da água de uma lagoa costeira que apresenta baixa turbidez e cor moderada. O emprego do amido possibilitou a redução da dose do coagulante, sem perda de qualidade na água filtrada. Além disso, foi possível atingir valores de turbidez de até 0,5 NTU ao combinar doses de coagulante com doses de amido.

PALAVRAS-CHAVE: Auxiliar de floculação, Coagulação, Filtração Direta, Tratamento Convencional, Melhoria da Qualidade.

INTRODUÇÃO

A aplicação de auxiliares de floculação no tratamento de água se destina a aumentar a eficiência da remoção de partículas indesejadas. Apesar dessa característica geral, variáveis como a massa molecular, a estrutura e a densidade de carga dos polímeros implicam em comportamentos distintos, como o tamanho e a resistência dos flocos, a depender da qualidade da água bruta. Portanto, realizar experimentos para que se escolha um auxiliar e dose adequados são necessários.

Os polímeros naturais, com destaque para os amidos, têm sido utilizados como auxiliares de floculação, e têm obtido resultados satisfatórios em certos casos, pois reduzem a necessidade de grandes quantidades de coagulante primário e geram um lodo com maior massa biodegradável.

O amido de batata pode ser utilizado como auxiliar de floculação natural, reduzindo as doses de coagulante em até 25% quando em comparação com a utilização apenas do coagulante primário. Além disso, a água que chega aos filtros é mais clarificada, aumentando assim as carreiras de filtração (GROSSL *et al.*, 2009).

Neste trabalho foi analisada, em escala de bancada (“jar test”), a aplicabilidade do amido de batata como auxiliar de floculação na tratabilidade da água de uma lagoa costeira que apresenta baixa turbidez e cor moderada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento experimental

Para avaliar a aplicabilidade do amido de batata como auxiliar de floculação foram realizados ensaios em *jar test* para que fossem simuladas duas possibilidades de tratamento: ETA em ciclo completo e ETA por filtração direta. O experimento determinou inicialmente a melhor dose de coagulante a ser utilizada em cada um dos tratamentos. Para isso foram preparadas seis doses distintas de coagulante de acordo com a **Tabela 1**.

Tratamento	Doses de Coagulante (mg/L)
Convencional	1.0 / 2.0 / 4.0 / 6.0 / 8.0 / 10.0
Filtração Direta	1.0 / 2.0 / 4.0 / 6.0 / 8.0 / 10.0

Tabela 1: Delineamento experimental com as doses de coagulante e em mg/L.

Após a determinação da melhor dose de coagulante para cada tratamento, foram aplicadas seis doses distintas do auxiliar de floculação natural de acordo com a **Tabela 2**. Elas foram combinadas à dose de coagulante selecionada para ambos os tratamentos. Posteriormente, o experimento foi repetido com a segunda dose de coagulante que apresentou melhor turbidez remanescente para cada tratamento, seguido da terceira melhor dose.

Tratamento	Doses de Amido (mg/L)
Convencional	0.1 / 0.2 / 0.4 / 0.6 / 0.8 / 1.0
Filtração Direta	0.1 / 0.2 / 0.3 / 0.6 / 0.8 / 1.0

Tabela 2: Delineamento experimental com as doses de amido de batata e em mg/L.

Procedimentos para realização dos ensaios

Cada jarro do *jar test* tinha capacidade para 2 litros, com o ponto de coleta situado 7 cm abaixo do nível da água. Para o tratamento convencional foram simuladas as etapas de mistura rápida, com adição do coagulante, mistura lenta com gradientes de floculação decrescentes, seguido de decantação. Já para a filtração direta, simulou-se a mesma mistura rápida com adição de coagulante, seguida de um minuto de mistura lenta, simulando o trajeto da água para os filtros. Para ambas as configurações, a água foi encaminhada para um filtro de areia com granulometria variando de 0.3 a 0.6 mm, diâmetro de 3.0 cm e altura do leito de 15 cm. Todos os ensaios realizados seguiram os procedimentos padrões de acordo com a APHA *et al.* (2005). Os jarros foram preenchidos com água bruta e submetidos às condições do experimento de acordo com a **Tabela 3**:

Tratamento	Gradiente de Coagulação	Tempo de Coagulação	Gradientes de Floculação	Tempo de Floculação	Velocidade de Sedimentação
Convencional	1000s ⁻¹	30s	90s ⁻¹ / 60s ⁻¹ / 30s ⁻¹ por 5 minutos	5 minutos para cada gradiente	20,16 m/dia
Filtração Direta	1000s ⁻¹	30s	20s ⁻¹ por 1 minuto	1 minuto	-

Tabela 3: Gradientes e tempos utilizados nos tratamentos.

O coagulante utilizado no experimento foi o Policloreto de Alumínio (PAC), para a sua aplicação foi preparada uma solução de 1 mg/L. Já o auxiliar de floculação natural foi preparado conforme Campos (1980):

- 1) Dissolve-se 1 g de amido em cerca de 5 mL de água destilada;
- 2) Dissolve-se 0,25 g de hidróxido de sódio num mesmo volume de água destilada;
- 3) Misturam-se ambas as soluções com um bastão de vidro até obter-se uma solução de característica gelatinosa;

4) Dissolve-se a solução num balão de 1 L para obter-se uma solução com concentração de 1 g/L de amido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água bruta da lagoa apresentava turbidez remanescente média de **1.72 NTU**. Para a determinação da dose de PAC, foram realizados ensaios para simulação da ETA por Tratamento em ciclo completo (TC) e Filtração Direta (FD). Os seguintes resultados (**Figura 1**) foram obtidos:

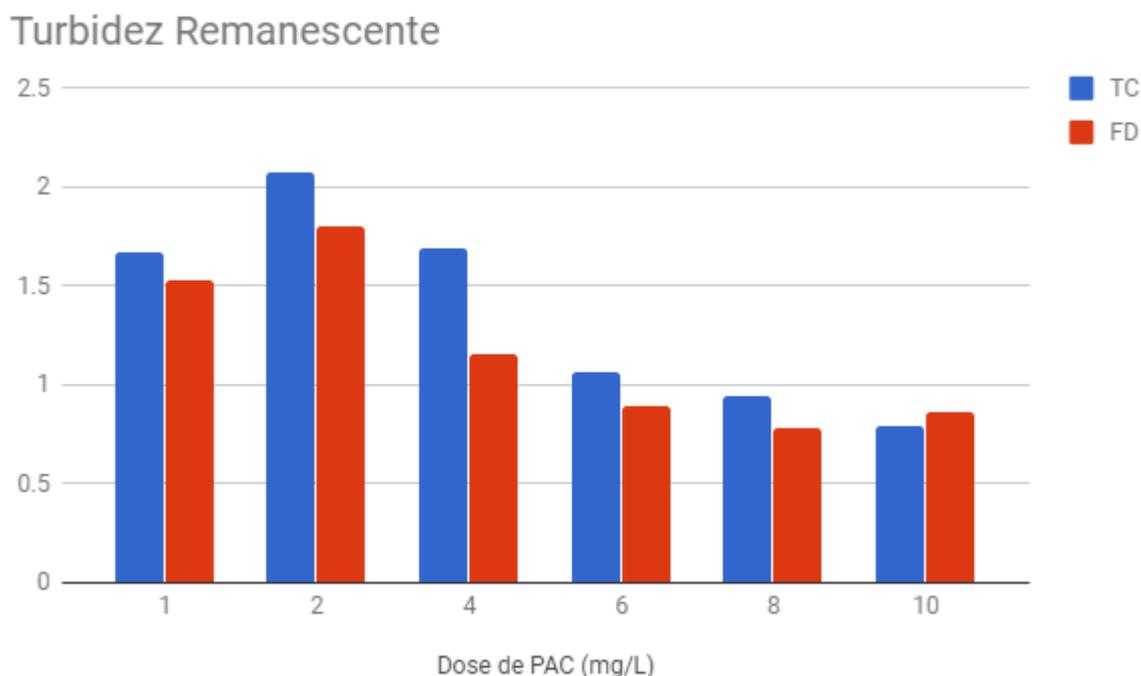


Figura 1: Turbidez Remanescente para o tratamento Convencional (Mistura Rápida: $1000s^{-1}$ por 30 segundos. Mistura Lenta: $90/60/30s^{-1}$ por 5 minutos cada, Sedimentação: 1,4 cm/min) e Filtração Direta (Mistura Rápida: $1000s^{-1}$ por 30 segundos. Mistura Lenta: $20s^{-1}$ por 1 minuto, seguido de filtração), respectivamente, de acordo com as seis doses distintas de PAC.

Para o TC, a dose que obteve menores valores de turbidez remanescente foi de **10 mg/L**, seguido das doses de **8 mg/L** e **6 mg/L**.

Já na FD a melhor dose foi a de **8 mg/L**, seguido de **6 mg/L** e **4 mg/L**.

A seguir, foram adicionadas seis doses distintas da solução de amido de batata em conjunto com a dose que obteve o melhor resultado, seguida das duas doses imediatamente inferiores.

O pH medido em todas as condições, variando da água bruta a todas as variações de tratamento, excetuando as aplicações de amido, oscilou dentro da faixa de **7.31 a 7.9**. Dentro das aplicações de amido, a faixa de pH variou de **7.22 a 7.74**, permitindo que o PAC atuasse dentro da faixa ótima que é de **6 a 9**.

Usualmente, os polímeros naturais são mais eficazes em águas de maior turbidez (CAMPOS, 1980). Entretanto, ao considerar a turbidez média da água bruta, de **1.72 NTU**, foi observado que para todas as configurações do experimento, a turbidez removida foi de até **71.51%**, enquanto que na ausência dos amidos, a remoção não ultrapassou **54.65%**, mostrando que os amidos podem melhorar a eficácia das remoções em aproximadamente **25%**. Além disso, as melhores remoções ocorreram em doses inferiores de coagulante, sendo que para o TC, a melhor combinação testada foi de **6 mg/L** de PAC aliada a **0.8 mg/L** de amido (**Figura 2**). Para a FD, a melhor combinação foi de **4 mg/L** de PAC junto com **0.2 mg/L** de amido (**Figura 3**).

Turbidez remanescente após aplicação das doses de amido combinadas com doses de PAC para o Tratamento Convencional

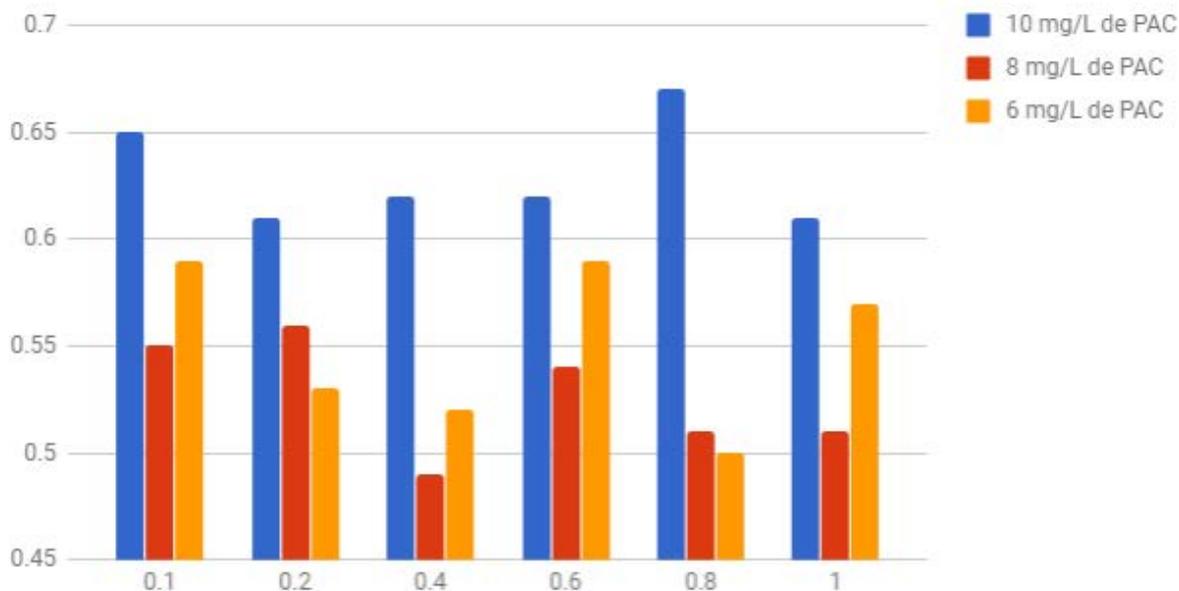


Figura 2: Turbidez Remanescente obtida com 10 mg/L, 8 mg/L e 6 mg/L de PAC em conjunto com seis doses distintas da solução de amido de batata para o Tratamento Convencional (Mistura Rápida: $1000s^{-1}$ por 30 segundos. Mistura Lenta: $90/60/30s^{-1}$ por 5 minutos cada, Sedimentação: 1,4 cm/min).

Turbidez remanescente após aplicação das doses de amido combinadas com doses de PAC na Filtração Direta

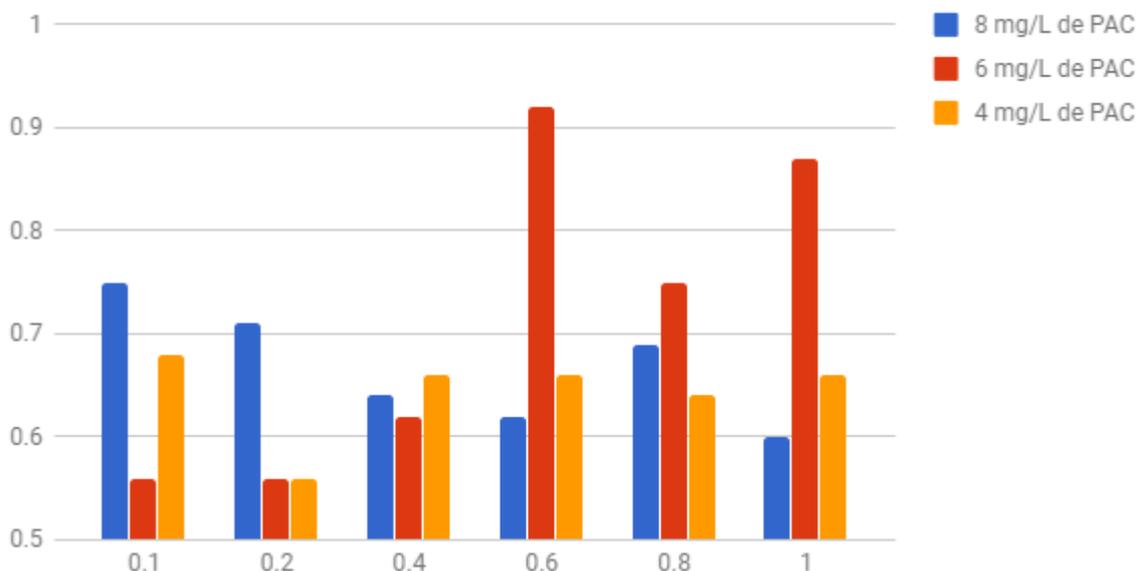


Figura 3: Turbidez Remanescente obtida com 8 mg/L, 6 mg/L e 4 mg/L de PAC em conjunto com seis doses distintas de amido de batata para a Filtração Direta (Mistura Rápida: $1000s^{-1}$ por 30 segundos. Mistura Lenta: $20s^{-1}$ por 1 minuto, seguido de filtração).



No TC foi possível reduzir a turbidez para até **0.49 NTU**, enquanto que para a FD, o valor mínimo medido foi de **0.56 NTU**.

Apesar da maioria dos valores de turbidez não serem inferiores a 0.5 NTU, turbidez remanescente mínima exigida pela Portaria 2914/11, o experimento não aplicou pré-oxidante. Portanto é possível inferir que os valores de turbidez poderão ser inferiores.

Devido às doses terem sido relativamente altas para se resultar no mecanismo da adsorção e neutralização de cargas, é provável que a coagulação tenha ocorrido no mecanismo da varredura, pois ainda que o coagulante estivesse dentro da faixa ótima de pH, as doses mais indicadas para a filtração direta por adsorção e neutralização de carga estão em torno de 0.5 a 1.5 mg Al/L. Contudo, o mecanismo da varredura aliado às doses de amido pode ter sido eficaz para águas de baixa turbidez, visto que os valores de turbidez remanescente do tratamento convencional se aproximaram, ou foram iguais ou inferiores, de 0.5 NTU, possibilitando a sedimentação dos flocos formados.

A aplicação do amido de batata como auxiliar de floculação apresentou um desempenho evidente. Foi possível perceber que ao reduzir as doses de PAC, a turbidez remanescente não aumentou, reforçando a vantagem do emprego desse polímero natural. Além de substituir a utilização de auxiliares de floculação sintéticos, que em contato com desinfetantes podem formar substâncias carcinogênicas.

CONCLUSÕES

A aplicação do amido de batata como auxiliar de floculação auxilia na redução de partículas presentes na água filtrada. Foi possível perceber uma redução de até 25% na turbidez remanescente ao variar as condições de ensaio.

O amido possibilita a redução da dose de coagulante, sem prejuízo na qualidade da água tratada.

O pH não é afetado pela aplicação do amido.

Ambos os tratamentos, convencional e filtração direta, demonstram redução da turbidez remanescente quando é aplicado o amido de batata, entretanto, o tratamento convencional pode ser mais adequado se forem considerados: a ETA já possui um decantador para ser utilizado; o mecanismo de coagulação provavelmente foi o de varredura, dadas as doses de coagulante oscilando entre 4 e 10 mg/L; tornando as carreiras de filtração na filtração direta seriam muito curtas, exigindo lavagens de filtros com intervalos menores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, 2005.**
2. BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2.914 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. Diário Oficial da União, 2011.**
3. CAMPOS, J. R. **Emprego do amido de batata como auxiliar de floculação de águas para abastecimento.** Tese de Doutorado. Universidade de Sao Paulo. Escola de Engenharia de Sao Carlos, 1981.
4. CONSTANTINO, A. F.; YAMAMURA, V. D. **Redução do gasto operacional em estação de tratamento de água utilizando o PAC.** Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Anais. Maringá-PR, 2009.
5. DI BERNARDO, L. **Tratamento de Água para Abastecimento por Filtração Direta,** São Carlos, SP, Brasil. 2003.
6. DI BERNARDO, L., DANTAS, A. D. B. – **Métodos e técnicas de tratamento de água.** ABES. 2ª Ed. Vols. 1 e 2. Rio de Janeiro. 2005.
7. GROSSL, K.; TOMAZZONI, G.; SANTOS, H. R. **Amido de batata como auxiliar de floculação no tratamento de águas para abastecimento.** VII Semana de Engenharia Ambiental. Unicentro. Irati, 2009.



8. KOOHESTANIAN, A.; HOSSEINI, M.; ABBASIAN, Z. **The separation method for removing of colloidal particles from raw water.** American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, v. 4, n. 2, p. 266-273, 2008.
9. LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de água.** Campinas, SP, Brasil, 2008.
10. SCARIOTTO, M. C. **Estudo da utilização da goma xantana como auxiliar no processo de floculação em tratamento de água para abastecimento. 2013.**
11. TOMAZZONI, G. **Goma xantana como auxiliar de floculação no tratamento de águas para abastecimento.** Unicentro, Irati, Anais da SIEPE – Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão 26 a 30 de outubro de 2009.