

ANÁLISE DE CUSTO DE COAGULANTE PARA A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA TERRAS BAIXAS

CAMILA MACIEL PEREIRA¹; GABRIEL BORGES DOS SANTOS²; MARIANA CORRÊA RACHINHAS³; MARÍLIA GUIDOTTI CORRÊA⁴; FRANCINE VIANNA⁵; BRUNO MÜLLER VIEIRA⁶

¹*Universidade Federal de Pelotas – camilotmp@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – gabrielwxsantos@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – rachinhasmariana@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – mariliaguidotti@yahoo.com.br*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – fravivi@gmail.com*

⁶*Universidade Federal de Pelotas – bruno.prppg@hotmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A água fornecida para o Campus do Capão do Leão – UFPel, Empresa Embrapa Clima Temperado, Escola M. E. F. Prof.^a Margarida Gastal e domicílios próximos é captada do Arroio Padre Doutor e tratada pela estação de tratamento de água (ETA) Terras Baixas. Essa ETA é administrada pela Empresa Embrapa Clima Temperado, juntamente com a Universidade Federal de Pelotas (LOPES, 2014).

O tratamento de água feito no município Capão do Leão serve para o abastecimento público, precisando atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Uma ETA normalmente segue as seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção com cloro (LIBÂNIO, 2010).

A coagulação faz parte da clarificação da água, que envolve também a floculação e a decantação, com o intuito de remover a turbidez e os sedimentos da água. Nessa etapa é adicionado o coagulante com o objetivo de aglutinar as partículas coloidais suspensas (RICHTER, 2009).

Os coagulantes mais usados no Brasil são o sulfato de alumínio, cloreto férrico, sulfato ferroso e o policloreto de alumínio (PAC). A escolha do coagulante utilizado depende de fatores como o custo, adequabilidade à água bruta, tempo de validade e modo de estocagem do produto (RICHTER, 2009). A “dose ótima” de coagulante será aquela com mínimo de quantidade, maior efeito clarificante e maior limpidez (PAIVA, 2011).

Dito isso, o custo do coagulante é um fator importante na escolha dele. Como a ETA Terras Baixas é direcionada ao abastecimento público, o custo é advindo de verba governamental, sendo de interesse reduzir desperdícios e gastos desnecessários (WERNECK, 2005).

O presente estudo foi realizado com base em três coagulantes, com o intuito da redução de custos da ETA Terras Baixas, a partir de testes pilotos em Jar Test, cujo objetivo foi observar a quantidade de coagulante utilizado com a relação custo-benefício.

2. METODOLOGIA

Os ensaios de coagulação foram realizados em aparelho Jar Test com água bruta superficial captada no Arroio Padre Doutor, fonte de abastecimento de água para a Estação de Tratamento de Água Terras Baixas, localizada na cidade do Capão do Leão no Estado do Rio Grande do Sul. Os testes foram realizados

no Laboratório de Águas e Efluentes da Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim, utilizando os coagulantes Sulfato de Alumínio, PAC e Tanino.

Foram realizados pré-testes para observar o intervalo de volume do coagulante, onde se visualizava a formação de melhores flocos, para assim iniciar os testes nos intervalos estabelecidos.

O levantamento dos dados foi obtido por meio de equipamento Jar Test Nova Ética – Modelo 218-6. Baseado em SILVA (2007), os seguintes parâmetros foram mantidos constantes durante os ensaios: a velocidade de mistura rápida de 200 rpm, com tempo de coagulação de 1 minuto, a velocidade de mistura lenta de 50 rpm, com tempo de 10 minutos e o tempo de decantação de 20 minutos. Após o término das etapas de clarificação, feita em triplicata, para os coagulantes estudados, foi coletada uma amostra de aproximadamente 30 mL de cada cuba que foi posteriormente analisada em função da remoção de turbidez e pH para a avaliação da eficiência do processo.

Com os dados obtidos construiu-se uma tabela com os três coagulantes usados, relacionando o preço e a dosagem usada, em seguida calculou-se o custo total de cada coagulante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No final do estágio de clarificação é importante que as substâncias dissolvidas estejam em menor concentração possível e que, entre outros fatores, o pH fique na faixa recomendável pela Portaria 2.914 (SKORONSKI, 2014). Por isso é importante considerar o valor dos produtos utilizados para correção de pH, como o carbonato de sódio.

Após o acréscimo dos diferentes coagulantes e do carbonato de sódio nas amostras, mediu-se a turbidez, onde todas as amostras ficaram entre os valores 0,4 e 0,16 uT, seguindo o proposto pela portaria responsável na regulamentação da potabilidade da água. O pH foi ajustado o mais próximo possível de 7, para prevenir contra a corrosão da tubulação e favorecer uma melhor eficiência na desinfecção. Os resultados dos coagulantes PAC, sulfato de alumínio e tanino estão representados na Tabela 1, com a média das triplicatas. Na Tabela 2 são apresentados os preços por litro de cada produto usado, que foram considerados nos cálculos de custo total de reagentes para a clarificação de 1m³ de água bruta.

Tabela 1 – Dosagem e parâmetros

	Coagulante (mL)	Carbonato de Sódio (mL)	Turbidez (uT)	pH	
				Inicial	Final
Sulfato de Alumínio	3,5	60	0,16	5,21	6,97
PAC	0,8	15	0,05	6,56	7,13
Tanino	3,0	0	0,04	6,83	6,83

Tabela 2 – Preço do coagulante e carbonato de sódio

Coagulante	Tanino	Sulfato de Alumínio	PAC	Carbonato de Sódio
Preço por Litro	R\$2,70	R\$0,56	R\$2,20	R\$0,02

Para calcular os custos do tratamento com cada coagulante se multiplicou a quantidade necessária para tratar 1m³ de água bruta pelo valor do coagulante e

pela diluição da solução, e depois se somou com a quantidade de carbonato de sódio pelo preço desta, como demonstrado na Equação 1. Os resultados dos cálculos estão representados na Tabela 3.

$$\text{Custo Total} = Cc * 0.06 * Qc * 1000L + Cb * Qb * 1000L \quad (1)$$

Onde:

Cc é o Custo do Coagulante

Qc é a Quantidade de Coagulante

Cb é o Custo do Carbonato de Sódio

Qb é a Quantidade de Carbonato de Sódio

O preço estabelecido por litro dos coagulantes é referente a uma solução concentrada, enquanto os volumes utilizados nos testes de clarificação estão em uma solução de diluição a 6% (v/v). Já o carbonato de sódio é comprado sólido e dissolvido para a obtenção de uma solução 1% (m/v). A Tabela 3 já está considerando o preço da concentração final (diluída).

**Tabela 3 – Preço final de reagentes para clarificar
1m³ de água bruta**

Coagulante	Tanino	Sulfato de alumínio	PAC
Custo total	R\$0,24	R\$0,75	R\$0,20

O PAC foi o coagulante em menor quantidade utilizado e com o custo total mais baixo. Ele também apresenta vantagem em estocagem e transporte, em relação aos outros estudados, já que não precisa ser estocado em condições tão específicas. O policloreto de alumínio é um coagulante frequentemente usado em alternativa ao sulfato de alumínio, que vem sendo substituído em resposta ao excesso de resíduos químicos, incluindo metais, deixados na água (ROSALINO, 2011).

O sulfato de alumínio costuma ter o menor preço no mercado, porém como a dosagem muda para cada água captada, o preço final não necessariamente será o menor em custo benefício. Segundo Pascalicchio (2002), esse coagulante tem relação direta com o elemento deixado na água causador de doenças como o Alzheimer.

O tanino por ser um coagulante natural, além de não deixar resíduos metálicos, gera lodo biodegradável, por isso não precisa ser descartado em aterro sanitário específico, como previsto em lei para os outros dois citados. Além disso, o preço total do coagulante provavelmente diminuiria se o estudo de custos fosse mais aprofundado (NIERO, 2012).

4. CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas, foi possível concluir que mesmo o tanino apresentando melhor resultado em relação à turbidez e não precisando de correção do pH, o PAC conseguiu se manter dentro dos parâmetros analisados propostos pela Portaria nº 2.914 e ter o melhor custo-benefício.

A quantidade de coagulante muda conforme a característica da água, por isso testes periódicos sobre o assunto são importantes, a fim de nivelar a quantidade usada e rever a eficiência do processo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 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. Diário Oficial da União, 2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas: Editora Átomo, 2010.

LOPES, B. V. **Eficiência de Coagulantes na Remoção de Diferentes Concentrações de Ferro e Manganês para ETA Terras Baixas**. 2014 Monografia (Graduação em Eng. Ambiental e Sanitária) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas.

PASCALICCHIO, A. E. **Contaminação por Metais Pesados: Saúde Pública e Medicina Ortomolecular**. São Paulo: Annablume, 2002.

RICHER C. A. **Água: Métodos e tecnologia de tratamento de água**. São Paulo: Blucher, 2009.

SILVA, M. E. R. Pós-tratamento de efluentes provenientes de reatores anaeróbios tratando sanitários por coagulantes naturais e não-naturais. **Rev. Tecnol. Fortaleza**, Fortaleza. v. 28, n. 2, p. 178-190, 2007

Skoronki, E. Estudo da aplicação de tanino no tratamento de água para abastecimento captada no rio Tubarão, na cidade de Tubarão, SC, **Rev. Ambient. Água**, v.9, n.4, p.679-687, 2014.

WERNECK R. L. F. Além da Estabilização: Desafios da Agenda Fiscal . In: **CONFERÊNCIA PROFERIDA COMO AULA MAGNA DO ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA**, 1., Natal, 2005. Além da Estabilização: Desafios da Agenda Fiscal. Natal: Departamento De Economia, 2005. V.1

NIERO, B. Avaliação Do Potencial De Aplicação De Tanino No Tratamento De Água Para Abastecimento Captada No Rio Tubarão. **Cadernos Acadêmicos**, Palhoça, SC, v.4, n. 2, p.188-193, 2012.

PAIVA, E. C. R. Estudo De Tratabilidade Da Água Do Córrego Dos Mayrink, Município De Ponte Nova – Mg. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**, 2, Londrina, 2011.