



ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE TRÊS DIFERENTES COAGULANTES NA REMOÇÃO DA TURBIDEZ DE ÁGUA DE MANANCIAL DE ABASTECIMENTO

Diana Janice Padilha¹, Fabiane Cristina Ceruti², Carlos Magno de Sousa Vidal³, Carlos Humberto Martins⁴

RESUMO: O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a utilização de três diferentes coagulantes nos processos de tratamento de água para abastecimento, levando em consideração os fatores influentes nas etapas de coagulação, floculação e sedimentação, e tendo como parâmetro a turbidez remanescente. Os ensaios foram realizados em equipamento de bancada *Jar-test*, empregando-se como agentes coagulantes o cloreto férrico, o sulfato de alumínio e o policloreto de alumínio (PAC). O tempo e o gradiente de mistura rápida foram, respectivamente, de 60 segundos e 500 s^{-1} . Em seguida, a floculação ocorreu com gradiente de floculação igual a 10 s^{-1} e tempo de floculação de 20 minutos. As coletas de amostras para análise de turbidez ocorreram nas velocidades de sedimentação $V_{s1} = 5,33\text{ cm/min}$, $V_{s2} = 2,67\text{ cm/min}$ e $V_{s3} = 1,14\text{ cm/min}$. Com esta análise foi possível verificar que o PAC demonstrou maior eficiência, uma vez que com a menor dosagem do estudo, de 10 mg/L , obteve-se o menor valor de turbidez remanescente. Evidenciou-se, com isso, que os ensaios com diferentes tipos de coagulantes auxiliam na escolha dos produtos utilizados no tratamento de água para abastecimento, partindo dos parâmetros disponíveis e das características próprias de cada manancial.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulação, floculação, *Jar-test*, sedimentação.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento de água para abastecimento constitui-se de uma operação importante, visto que é dele que dependerá a qualidade da água utilizada pela população. Considera-se que o modelo mais utilizado no Brasil, dentre diversos outros, é o tratamento em ciclo completo, que engloba as etapas de coagulação, floculação, decantação (ou sedimentação), filtração e desinfecção.

De todas estas etapas, as duas primeiras são consideradas por Campos, Di Bernardo e Vieira (2005) como as responsáveis pela eficiência na remoção de partículas presentes na água bruta, algumas das quais estão ligadas à turbidez. Esta é conceituada por Von Sperling (2005) como a interferência na transmissão de luz através da água,

¹ Mestranda do curso de Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, Paraná. Bolsista Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. diana_jpa@yahoo.com.br

² Professora PhD do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Irati, Paraná. biaceruti@yahoo.com.br

³ Professor Doutor do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Irati, Paraná. cacavidal@yahoo.com.br

⁴ Professor Doutor do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, Paraná. chmartins@uem.br

ocasionada pela presença de partículas suspensas, e pode ser considerada como fator de extrema importância nos estudos que tangem a qualidade de águas para abastecimento.

A coagulação é entendida como o processo de desestabilização das partículas através da adição de um produto químico, o coagulante, ocorrendo em momento de intensa agitação. Os fatores interferentes neste processo são o tipo de coagulante a ser utilizado, a alcalinidade e o pH da água bruta. Libânio *et al.* (1997) justifica que a escolha do coagulante adequado será baseada nas características da água bruta, nos custos e na configuração da Estação de Tratamento de Água (ETA). No entanto, salienta-se que a adaptabilidade da água ao produto pode ser considerada de grande importância, visto que o coagulante poderá não surtir efeito algum se não forem respeitadas as peculiaridades do manancial.

As partículas, após a desestabilização sofrida anteriormente, serão mais facilmente agregadas e formarão flocos, o que ocorrerá sob menor agitação na etapa denominada floculação. Para Libânio (2005), os principais fatores interferentes na floculação são a eficiência da etapa anterior, a coagulação, o gradiente de velocidade aplicado e o tempo determinado para a floculação. Depois de ocorrida a formação de flocos, ocorrerá a decantação dos mesmos, quando estes tenderão a descer de acordo com a força da gravidade.

Estes três primeiros processos do tratamento de água devem ser realizados a partir de parâmetros ótimos, uma vez que a utilização de um coagulante sem qualquer estudo prévio resultaria na diminuição da qualidade da água tratada, bem como demandaria maiores investimentos. Neste âmbito, inserem-se os ensaios realizados em bancadas, nos equipamentos denominados *Jar-Test*, os quais Abramovich *et al.* (2004) consideram como o método mais prático e fácil de otimizar as dosagens de coagulantes a serem utilizados, bem como Di Bernardo *et al.* (2003) atentam para o fato de que, com estes ensaios, será possível a otimização dos parâmetros influentes nos processos de coagulação e floculação, tais como o tempo e o gradiente de mistura rápida, e o tempo e o gradiente de floculação.

Visto isso, a presente pesquisa consistiu na utilização de três coagulantes no processo de coagulação de manancial superficial utilizado para o abastecimento do município de Irati, Paraná, com o intuito de verificar quais dosagens dos coagulantes resultariam em menores valores de turbidez remanescente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A água bruta utilizada, proveniente do manancial denominado “Rio Imbituvão”, utilizado para abastecimento do município, foi coletada na entrada da ETA no período matutino. No processo de coagulação da mesma foram utilizados o cloreto férrico, o sulfato de alumínio e o policloreto de alumínio (PAC). Os ensaios de coagulação, floculação e sedimentação foram realizados em equipamento de bancada *Jar-Test*, no Laboratório de Saneamento e Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO.

Os jarros do equipamento foram preenchidos com 2 litros de água, nos quais foram adicionadas dosagens pré-determinadas de 10, 15, 20, 30 e 40 mg/L de cada coagulante. Os parâmetros hidráulicos adotados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros hidráulicos dos ensaios para os três tipos de coagulantes

Tempo de mistura rápida (s)	Gradiente de mistura rápida (s ⁻¹)	Tempo de floculação (min)	Gradiente de floculação (s ⁻¹)	Tempo de sedimentação (min)		
60	500	20	10	1,5	3	7

As paletas do equipamento foram posicionadas no interior dos jarros, enquanto que o mesmo era ligado e o gradiente de mistura rápida, ajustado. Em seguida, adicionou-se o coagulante e cronometrou-se o tempo de mistura rápida estipulado. Ao fim deste, o gradiente foi reduzido ao determinado para floculação, e o tempo da operação foi cronometrado. Após esta etapa, observou-se os tempos de sedimentação, sendo que em cada um deles foi retirada uma amostra de água com uma seringa de 20 mL, amostra esta que era armazenada em frascos plásticos numerados. O mesmo procedimento foi realizado para cada coagulante. Sabendo-se a medida na qual foram realizadas as coletas, a 8 cm da superfície da água dos jarros, e com os tempos de sedimentação pré-determinados, obteve-se três velocidades de sedimentação: $V_{s1} = 5,33$ cm/min; $V_{s2} = 2,67$ cm/min; $V_{s3} = 1,14$ cm/min.

Depois de concluídas as etapas de coagulação, floculação e sedimentação conforme descritas, as amostras foram analisadas quanto à turbidez em turbidímetro do mesmo laboratório.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A turbidez da água bruta, analisada primeiramente, foi de 41,5 uT, em pH igual a 6,6. Na utilização de cloreto férrico como coagulante, a remoção da turbidez de maior representatividade ocorreu com a dosagem de 15 mg/L, como demonstrado na Figura 1.

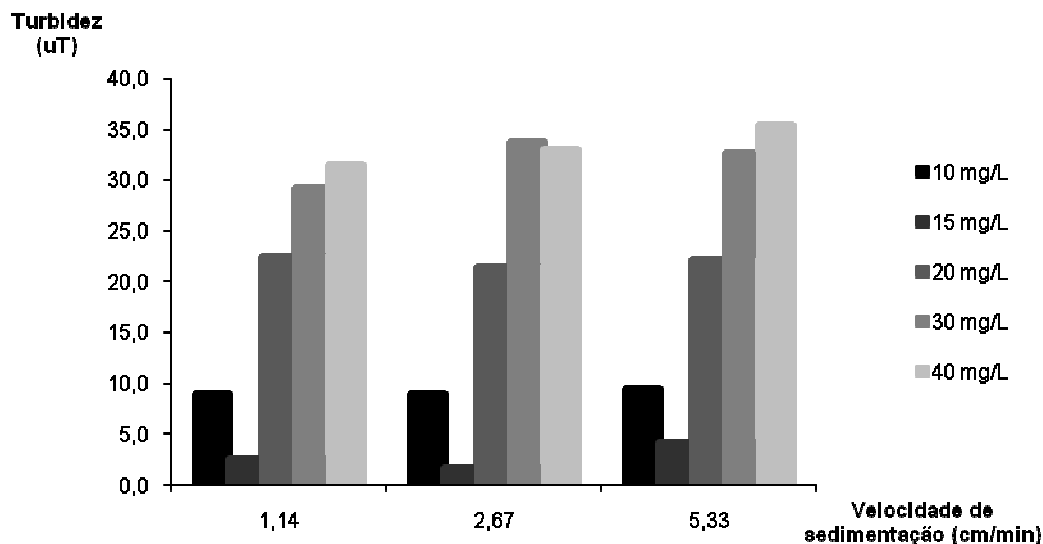


Figura 1 – Valores de turbidez remanescente utilizando-se cloreto férrico como coagulante.

No que diz respeito às análises realizadas com o sulfato de alumínio, observou-se que a dosagem de 15 mg/L também foi neste caso a que demonstrou menor valor de turbidez remanescente. E, de acordo com a Figura 2, percebe-se que os resultados apresentados pelo sulfato de alumínio foram melhores se comparados aos do cloreto férrico.

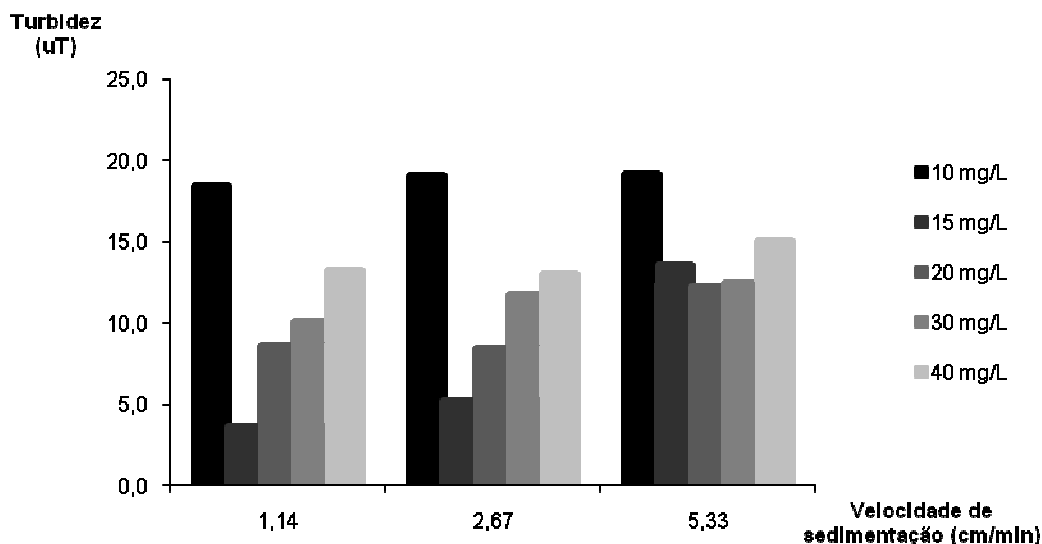


Figura 2 - Valores de turbidez remanescente utilizando-se sulfato de alumínio como coagulante.

Por fim, nos ensaios com PAC obtiveram-se os melhores resultados da pesquisa, como se vê na Figura 3, sendo que com a dosagem de 10 mg/L os valores para turbidez remanescente foram os menores.

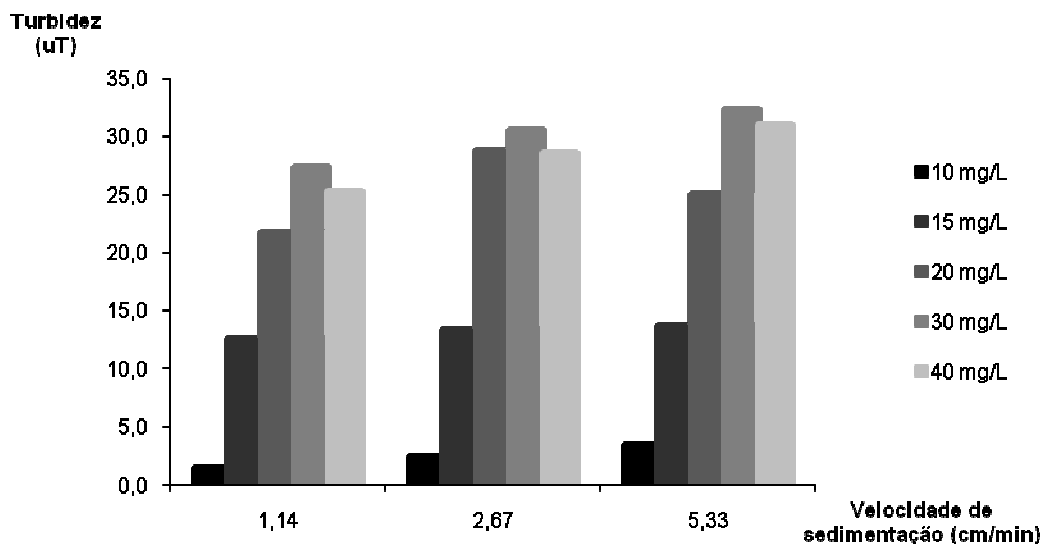


Figura 3 – Valores de turbidez remanescente utilizando-se PAC como coagulante

4 CONCLUSÃO

Os ensaios demonstraram a maior eficiência do PAC se comparado aos demais coagulantes, uma vez que este alcançou menor valor de turbidez remanescente com uma menor dosagem de coagulante. Pode-se considerar de grande valia os ensaios realizados em *Jar-test*, uma vez que estes guiarão os procedimentos aplicáveis em escala real. Além disso, deve-se levar em conta todos os fatores de influência nos processos de coagulação, floculação e sedimentação, uma vez que estas traduzirão a eficiência de todo o tratamento de água.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVICH, B.; LURA, M. C.; CARRERA, E.; GILLI, M. I.; HAYE, M. A.; VAIRA, S. **Acción de distintos coagulantes para la eliminación de *Cryptosporidium* spp. en el proceso de potabilización del agua.** Revista Argentina de Microbiología, v. 36, 2004, p. 92-96.

CAMPOS, S. X.; DI BERNARDO, L.; VIEIRA, E. M. **Influência das características das substâncias húmicas na eficiência da coagulação com sulfato de alumínio.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 3, 2005, p. 194-199.

DIBERNARDO, L.; BOTARI, A.; NICIURA, C. L.; SANTOS, D. C. G.; DE SOUZA, F. G. C.; PAZ, L. P. S.; CUNHA, M. C.; SANTOS, P. I. A. **Parâmetros de projeto de unidades de floculação de estações de tratamento de água a partir de ensaios em equipamentos de jarreste.** In: *22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2003, Joinville. 18p.

LIBÂNIO, M. et al. **Avaliação do emprego de sulfato de alumínio e do cloreto férrico na coagulação de águas naturais de turbidez média e cor elevada.** In: *19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 1997, Foz do Iguaçu. 9p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas: Editora Átomo, 2005. 1444p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** 3 ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2005. 452p.