

QUANTIFICAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE COAGULANTE EM ÁGUA DE REÚSO

QUANTIFICATION OF COAGULANT CONCENTRATIONS IN REUSE WATER

Gabrielle Leal da Silva Rosa

Aluna de Graduação de Engenharia Química, 2º período

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Período PIBIC: janeiro de 2024 a agosto de 2024

gabriellelealdasilvarosa@gmail.com

Leonardo da Costa Bastos

Coorientador, Químico, D.Sc.

lbastos@cetem.gov.br

RESUMO

A água reciclada proveniente das bacias de rejeitos, dos espessadores, das operações de filtração empregadas nas usinas de concentração pode reduzir de forma significativa a necessidade de água nova ou a adição de reagentes nos processos de flotação. Neste trabalho foi realizada a determinação colorimétrica da concentração de coagulante em água de processo visando reduzir o consumo de água nova na flotação. As análises feitas com diferentes concentrações de coagulante, após a reação com o dicromato de potássio, foram examinadas a partir de um espectrofotômetro de absorção molecular UV/VIS e a partir do método dos mínimos quadrados construiu-se uma curva de linearidade para os resultados obtidos. Os coeficientes de determinação (R^2) para as 6 análises observadas foram de 0,9994, 0,9997, 0,9995, 0,9990, 0,9998, 0,9923 respectivamente. Esses valores indicam uma alta linearidade nos dados, garantindo a precisão e confiabilidade das medições realizadas. O estudo demonstrou que a utilização de água reciclada pode não apenas reduzir o consumo de recursos hídricos, mas também oferecer benefícios significativos em termos de eficiência e sustentabilidade nos processos industriais de flotação.

Palavras chave: água reciclada; coagulante; flotação.

ABSTRACT

Recycled water from tailings ponds, thickeners, and filtration operations used in concentration plants can significantly reduce the need for fresh water or the addition of reagents in flotation processes. This study conducted colorimetric determination of coagulant concentration in process water to minimize fresh water consumption in flotation. Analyses were performed with varying coagulant concentrations, following reaction with potassium dichromate, using a UV/VIS molecular absorption spectrophotometer. A linearity curve was constructed using least squares method for the obtained results. The coefficients of determination (R^2) for the 6 analyses were 0,9994, 0,9997, 0,9995, 0,9990, 0,9998, 0,9923 respectively, indicating high data linearity, ensuring measurement precision and reliability. The study demonstrated that recycled water use can not only decrease water resource consumption but also provide significant benefits in terms of efficiency and sustainability in industrial flotation processes.

Keywords: coagulant; flotation; recycled water.

1. INTRODUÇÃO

Embora a água possua papel essencial na sociedade, de acordo com Jacobi (2005) cerca de 1/6 da população mundial não possui água potável, tal dado elucida a proposta de que, embora a água seja um elemento socialmente inestimável apresenta-se como um recurso finito e de distribuição desigual. Ademais, segundo o relatório do Instituto Mundial da Água, apenas 2,5% dela está acessível para o uso humano, sendo que somente dessa porcentagem 0,008% pode ser considerada água potável. Assim, a utilização de água de reuso surge como alternativa para a escassez hídrica iminente.

Lavrador Filho (2015) define água de reuso como o reaproveitamento de águas que foram utilizadas previamente em atividades humanas a fim de atender a outras necessidades benéficas, incluindo a original. Ou seja, o reuso de água se constitui em uma prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, reciclagem, também conhecida como reciclagem interna, é o reuso da água internamente às instalações industriais, com o objetivo de reduzir o consumo de água nova e controlar, por exemplo, a poluição. No processamento mineral entende-se como água de reciclagem aquela retornada ao processo, após tratamento ou não, e cujas características físicas e químicas são adequadas ao processo (LUZ; SAMPAIO; FRANÇA, 2010)

A flotação é um processo físico-químico de superfície usado na separação de minerais que dá origem à formação de um agregado, partícula mineral e bolha de ar, que, em meio aquoso, flutua sob a forma de espuma. Esta técnica é amplamente empregada para a concentração de minério de ferro, onde impurezas são removidas através da adesão seletiva a bolhas de ar. Nessa etapa, a água é o meio onde ocorre a diferenciação das partículas. Logo, a composição química da água, precisamente sua concentração iônica, constitui um parâmetro de eficiência empregado na flotação. Por conseguinte, os compostos orgânicos, inorgânicos, até mesmo os resíduos sólidos contidos na água de reciclagem podem inviabilizar a flotação ou, pelo menos, causar sérios danos ao mecanismo. (LUZ; SAMPAIO; FRANÇA, 2010)

Liu, Moran e Vink (2013) apontam que a não avaliação dos parâmetros recomendáveis para a flotação podem gerar efeitos adversos tais como a redução da hidrofobicidade da superfície das partículas por íons metálicos, alteração na carga superficial da partícula por íons metálicos, ativação inadvertida de minerais indesejados pelo metal e interações com reagentes de flotação.

Em muitos circuitos de recuperação de água, provenientes de usina de flotação, espessadores e filtros são utilizados para sedimentação dos particulados, com auxílio do emprego de coagulantes /floculantes (VALADÃO, 2007; REIS, 2010), o que altera as características químicas e físico-químicas da água, podendo interagir com os reagentes residuais de flotação presentes na fase aquosa

Assim, para otimização do processo de flotação, haja visto os efeitos deletérios provenientes da interação entre o coagulante e o processo de flotação, faz-se necessário o monitoramento da composição química da água reciclada, através de métodos como a análise espectrofotométrica. A espectrofotometria é um método analítico baseado na capacidade das moléculas em uma solução de absorver luz em comprimentos de onda específicos. (HARRIS, 2012)

Este artigo explora a inter-relação entre o reuso da água de processo e o desempenho da flotação reversa catiônica de minério de ferro, destacando a importância dos métodos espectrofotométricos na monitorização e controle da qualidade da água. A análise com dicromato de potássio, em particular, será discutida como uma ferramenta essencial para garantir que a água reciclada atenda aos padrões necessários para uma flotação eficiente e sustentável, garantindo um uso mais racional dos recursos hídricos e a viabilidade econômica das operações.

2. OBJETIVO

Desenvolver uma metodologia quantitativa para a identificação das concentrações de coagulante na água de reuso.

3. METODOLOGIA

Para o estudo em questão, utilizou-se o coagulante Zalta™ MC526LAD. A fórmula molecular empregue para o coagulante foi gerada levando em conta a ficha de informação de segurança de produto químico fornecida pela empresa Solenis, detentora da marca comercial Zalta™ MC526LAD. Na primeira folha desta ficha, na qual há o número de CAS (designação numérica atribuída a substâncias químicas pelo *US Chemical Abstracts Service*): 26062-79-3. Numeração referente à substância cloreto de polidialildimetilamônio, Figura 1, também comumente nomeada de PDADMAC.

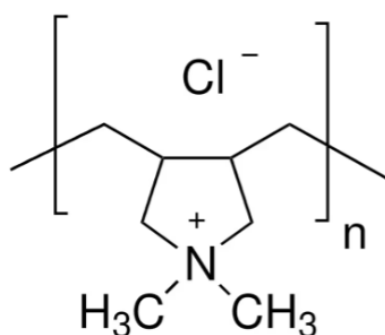


Figura 1: Estrutura do coagulante PDADMAC (Zalta™ MC526LAD).

As soluções foram preparadas utilizando água ultrapura (resistividade mínima de $18 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$) obtida de um purificador de água Milli-Q A10 Gradiente da Millipore (EUA). A solução padrão de dicromato de potássio foi preparada utilizando 147,1 g da amostra estoque P.A de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, em 500 mL de água ultrapura sob aquecimento e agitação até a completa solubilidade da amostra, resultando na solução com concentração de $0,5 \text{ mol L}^{-1}$. As soluções analisadas foram preparadas com os reagentes: Zalta™ MC526LAD da Solenis como coagulante e o dicromato de potássio da Neon.

Foi utilizado o espectrofotômetro de absorção molecular UV/VIS da Mettler Toledo, modelo UV5, com varredura de comprimentos de onda de 190,0 a 1100,0 nm, o equipamento apresenta um desempenho óptico com exatidão fotométrica em análises de dicromato de potássio de $\pm 0,005 \text{ A}$ e do comprimento de onda na casa de $\pm 0,9 \text{ nm}$, condições que satisfazem as análises.

A determinação da concentração de coagulante na água de recirculação foi realizada através de uma adaptação a metodologia descrita por Clarke (1990) na qual é utilizado o flocculante catiônico epíclorohidrina-dimetilamina, cuja estrutura molecular pode ser observada na Figura 2.

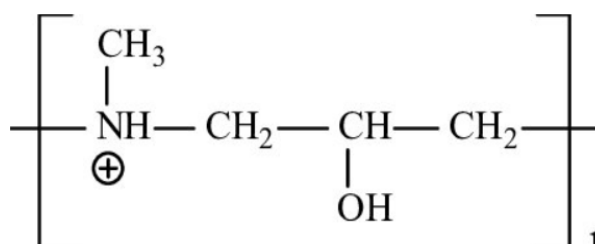


Figura 2: Fórmula estrutural do flocculante catiônico epíclorohidrina-dimetilamina.

Neste método, a determinação de coagulante baseia-se na formação de um composto entre o dicromato de potássio e o nitrogênio catiônico presente na cadeia cíclica do cloreto de polidialildimetilamônio.

A construção da curva de linearidade foi definida a partir da média das repetições de três curvas de calibração na faixa de 2,0 a 25,0 mg L⁻¹. Para a construção de cada curva foram preparadas soluções de coagulante nas concentrações 2, 5, 10, 15, 20 e 25 ppm, a partir de uma solução estoque de 0,1 mol L⁻¹, após completar o balão volumétrico de 10 mL com água ultrapura verteu-se a solução para um tubo de ensaio no qual é adicionado 0,5 mL da solução padrão de dicromato de potássio, logo após é necessário aguardar um total de 30 minutos antes de realizar as análises no espectrofotômetro de UV/VIS para. As leituras foram feitas em triplicatas no comprimento de onda em 550,0 nm, e usando cubetas de 10 mm e a linearidade foi estimada por regressão linear pelo método dos mínimos quadrados como se pode observar na Figura 3.

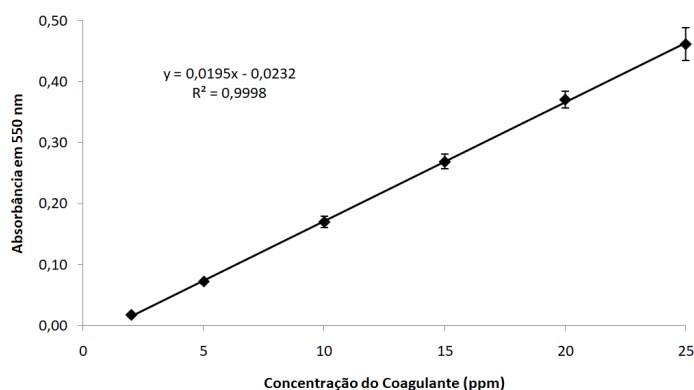


Figura 3: Curva de linearidade do coagulante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4 são apresentados os resultados obtidos a partir das análises realizadas no espectrofotômetro UV/VIS para a construção da curva de linearidade para o coagulante nas concentrações de 2, 5, 10, 15, 20 e 25 ppm. As medidas de absorbância das soluções estabelecidas com o padrão de dicromato de potássio e diferentes concentrações do coagulante forneceram as curvas com os coeficientes de determinação (R^2) para análise 1 de 0,9994, análise 2 de 0,9997, análise 3 de 0,9995, análise 4 de 0,9990, análise 5 de 0,9998, análise 6 de 0,9923 indicando a linearidade.

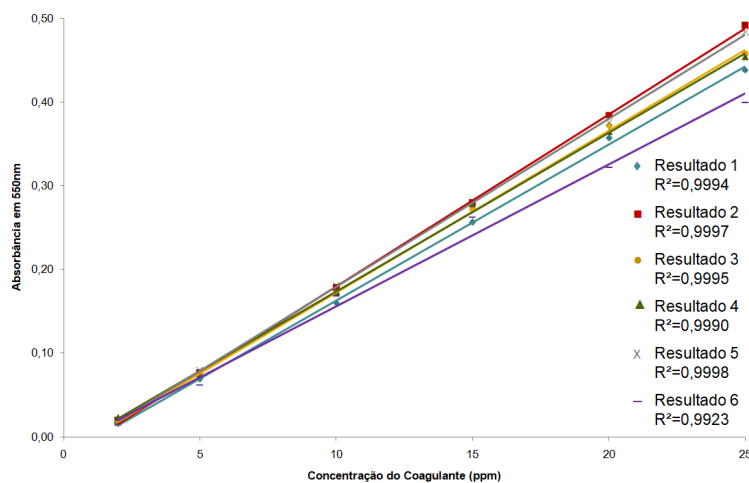


Figura 4: Curvas de linearidade do coagulante.

5. CONCLUSÕES

Diante do exposto, o método proposto para determinação do coagulante apresenta um resultado satisfatório e, por conseguinte, pode ser implementado em qualquer análise que contenha apenas o coagulante (cloreto de polidialildimetilamônio).

Conclui-se que as análises de seletividade do método são imprescindíveis devido às potenciais interferências presentes nas águas de reuso geradas nos processos de espessamento e filtração. Portanto, faz-se necessário o aprimoramento da técnica estabelecida para distinguir a resposta do coagulante na presença dos reagentes utilizados na flotação catiônica reversa do minério de ferro. Essa abordagem permitirá otimizar o uso de coagulantes, garantindo a eficiência do processo e a qualidade da água tratada, além de contribuir para a sustentabilidade das operações de mineração.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao ITV-Mi pela bolsa de iniciação científica, aos meus orientadores Iranildes Santos, Marisa Monte e Leonardo Bastos pela oportunidade de aprendizado e pela paciência e ao CETEM e à toda equipe do laboratório pelo suporte.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLARKE, M.C. An analytical method for the determination of cationic flocculants of the epichlorohydrin-dimethylamine condensate type. *British Polymer Journal*. n. 22, p. 47-51, 1990.

HARRIS, D.C. *Análise Química Quantitativa*. Tradução e revisão técnica Oswaldo Esteves Barcia; Júlio Carlos Afonso. Rio de Janeiro - RJ. LTC, 8ª Edição, 2012.

JACOBI, P.R. *A cidade e o meio ambiente*. São Paulo: Annablume, 1999.

LAVRADOR FILHO, J. (1987) *Contribuição para o entendimento do reúso planejado de água e algumas considerações sobre a suas possibilidades no Brasil*. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIU, W.; MORAN, C.J.; VINK, S. 2013 A review of the effect of water quality on flotation. *Australia*.

LIU, W.; MORAN, C.J.; VINK, S., 2013a. Managing the potential risks of using bacterialaden water in mineral processing to protect freshwater. *Environ. Sci. Technol.* 47, 6582-6588.

LUZ, A.B.D.; SAMPAIO, J.A.; FRANÇA, S.C.A. *Tratamento de minérios*. CETEM/MCT 2010.

Valadão, G.E.S.; Araújo, A.C. *Introdução ao Tratamento de Minérios*. 1ª Edição, Belo Horizonte, Editora UFMG, 2007.