

OTIMIZAÇÃO DE MÉTODO EXTRATOR UTILIZANDO EDTA PARA A EXTRAÇÃO DE COBRE EM ÓLEO MINERAL ISOLANTE

Diego Guimarães¹ (IC), Flávio Soares Silva (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá

Palavras-chave: Complexação. Potenciometria. Regeneração.

Introdução

O referente projeto tem como tema: O aperfeiçoamento da técnica de extração de cobre (Cu^{2+}) presente em fluido isolante, utilizando agente complexante quelante, de modo a obter o melhor desempenho. Em relação ao objetivo geral de tal pesquisa, o mesmo trata da análise do efeito matriz da complexação de cobre (Cu^{2+}) com ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado (EDTA).

Por outro lado, os objetivos específicos se baseiam na avaliação da resposta do eletrodo íon seletivo para cobre em meio aquoso e em meio complexante. Ao mesmo tempo, a avaliação dos parâmetros de mérito analíticos como faixa de trabalho, sensibilidade e correlação, junto da estimativa do procedimento para contribuir com uma metodologia para regenerar o fluido isolante, são partes constituintes dos objetivos específicos do estudo em questão. Como indicado por Laurentino (2003), um transformador de transmissão como ilustrado abaixo, pode conter de cinco à quarenta mil litros de óleo mineral isolante, obviamente, dependendo da potência e projeto da máquina.

Figura 1- Transformador de energia contendo óleo mineral isolante.



Fonte: Própria (2022)

O desenvolvimento do referido trabalho, leva em consideração, a necessidade da evolução de metodologia de tratamento e reciclagem do líquido isolante que, conforme Eletrorede Engenharia (2019), pode proceder-se inicialmente por meio de filtros para remover partículas sólidas, sendo sequencialmente submetido à diversas colunas constituídas de material adsorvente, retendo as impurezas e corrigindo sua cor. Tendo em vista que a grande maioria ainda são derivados de

petróleo de acordo com Laurentino (2003), ao realizar procedimentos de tratamento do óleo mineral isolante, evita-se que mais combustível fóssil seja extraído e refinado, reduzindo os impactos consideráveis ao meio ambiente. O método empregado foi a potenciometria, em que utilizou-se um peagâmetro munido de um eletrodo íon seletivo para cobre, que ao ser inserido na solução de trabalho, obteve-se o valor de potencial, colaborando para a construção da curva de calibração.

Metodologia

Por meio da fórmula da molaridade, calculou-se primeiramente, a massa teórica de cloreto de cobre II dihidratado ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que se deve medir na balança analítica, para se obter uma solução de concentração de $0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ com um volume igual à $25,00 \text{ mL}$. Com a posse desse valor teórico, mediu-se na balança em questão, com auxílio de um béquer de volume igual à $100,00 \text{ mL}$, uma quantidade de $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ que se aproximasse o máximo possível. Sequencialmente, calculou-se a molaridade real da solução resultante da adição deste sólido em água destilada. Em seguida, no béquer citado acima, contendo sal, inseriu-se $25,00 \text{ mL}$ de água destilada, agitando para que se dissolvesse.

Com auxílio da fórmula da diluição ($C_I \times V_I = C_{II} \times V_{II}$), efetuou-se os cálculos de volumes em microlitros ($V / \mu\text{L}$) de alíquotas que eram necessários retirar da solução de $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ produzida inicialmente, para originar outras soluções com concentrações e volumes, variando conforme a figura abaixo:

Figura 2 - Soluções de cloreto de cobre II dihidratado com suas respectivas concentrações e volumes que foram formadas a partir da solução inicial produzida.

Concentrações (mol L^{-1})	Volumes (mL)
$1,000 \times 10^{-4}$	51,00
$5,000 \times 10^{-4}$	51,05
$1,000 \times 10^{-3}$	51,25
$5,000 \times 10^{-3}$	51,51
$1,000 \times 10^{-2}$	53,58

Fonte: Própria (2022)

OTIMIZAÇÃO DE MÉTODO EXTRATOR UTILIZANDO EDTA PARA A EXTRAÇÃO DE COBRE EM ÓLEO MINERAL ISOLANTE

Diego Guimarães¹ (IC), Flávio Soares Silva (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá

Analogamente ao início do procedimento, calculou-se a massa teórica de nitrato de sódio necessária para preparar uma solução de concentração 5,00 mol.L⁻¹ e volume igual à 25,00 mL. Posteriormente, mediu-se na balança analítica, uma massa de nitrato de sódio (NaNO₃) que se aproximava o máximo possível do valor teórico aqui ressaltado. Por fim, calculou-se a molaridade real da solução que se obteria ao dissolver o sólido em determinado volume de água destilada e adicionou-se 25,00 mL de água destilada agitando para formar solução de interesse.

Realizou-se a medida dos valores de potenciais em milivolts (mV), utilizando-se o peagâmetro, munido com sensor de temperatura e o eletrodo de íon seletivo para cobre. Para isso, inseriu-se em um béquer de capacidade igual à 100,00 mL, 50 mL de água destilada, 1,00 mL da solução aquosa de nitrato de sódio produzida. Sucessivamente, incorporou-se em todo o sistema resultante, aproximadamente, os volumes (V/ μ L) da solução de CuCl₂.2H₂O já calculados. A cada volume adicionado, incluiu-se em todo aparato, o eletrodo de íon seletivo para cobre junto ao sensor de temperatura, agitou-se, leu-se a medida de potencial no visor do peagâmetro, retirou-se o eletrodo e repetiu-se o processo até completar três vezes. Como a medição do potencial foi realizada em triplicata e, em alguns casos, foram obtidos mais de um valor de potencial que distanciavam-se relativamente um dos outros, tornando-se um valor duvidoso, foi aplicado o teste Q para saber se poderia ou não descartar o valor de potencial incerto. Após isso, trabalhou-se com o cálculo da média desses potenciais não descartados.

Por intermédio da molaridade, calculou-se a massa teórica de ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado necessária para preparar uma solução de concentração 0,010 mol.L⁻¹ e volume igual à 50,00 mL. Com o conhecimento da massa teórica, mediu-se uma determinada massa da substância em questão, que se aproximasse o máximo possível do valor de interesse. Em seguida efetuou-se o cálculo da concentração real (M /mol.L⁻¹) da solução que se obteria ao introduzir a substância em água destilada.

Ao ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado, inseriu-se 50,00 mL de água destilada sobre agitação, para que formasse a solução pretendida. Por fim, similar ao que foi feito quando se utilizou água desti-

lada, determinou-se os valores de potenciais, com a única diferença que ao invés de 50,00 mL de água destilada, empregou-se a solução de ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado com volume igual à 50,00 mL.

Resultados e discussão

Figura 3 - Valores de concentração constante, cologaritmo da concentração de Cu²⁺, valores médios das médias de potenciais e temperatura média, referente à água para a plotagem do gráfico da curva de calibração 1 para o Cu²⁺.

Concentração constante (C/(mol.L ⁻¹))	Log(1/[Cu ²⁺])	Valores médios das médias de potenciais (E _m /mV)	Temperatura média (T/°C)
0,0001	4,000	69,833	21,770
0,0005	3,301	85,333	22,000
0,001	3,000	94,000	22,330
0,005	2,301	113,500	22,430
0,01	2,000	121,000	22,500

Fonte: Própria (2022)

Figura 4 - Valores de concentração constante, cologaritmo da concentração de Cu²⁺, valores médios das médias de potenciais e temperatura média, referente ao ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado para a plotagem do gráfico da curva de calibração 2 para o Cu²⁺.

Concentração constante (C/(mol.L ⁻¹))	Log(1/[Cu ²⁺])	Valores médios das médias de potenciais (E _m /mV)	Temperatura média (T/°C)
0,0001	4,000	-7,583	19,470
0,0005	3,301	5,500	19,600
0,001	3,000	24,111	20,200
0,005	2,301	68,944	20,300
0,01	2,000	69,556	20,670

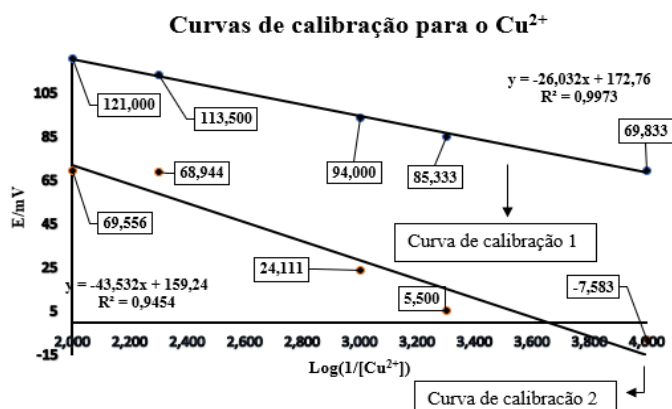
Fonte: Própria (2022)

OTIMIZAÇÃO DE MÉTODO EXTRATOR UTILIZANDO EDTA PARA A EXTRAÇÃO DE COBRE EM ÓLEO MINERAL ISOLANTE

Diego Guimarães¹ (IC), Flávio Soares Silva (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá

Figura 5 – Gráfico oriundo das figuras 3 e 4, que demonstra a curva de calibração 1 (Referente à água) e a curva de calibração 2 (Referente ao ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado) para o Cu^{2+} .



Fonte: Própria (2022)

No gráfico acima, de comportamento linear, tanto referente à água, quanto ao ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado, observa-se que o potencial medido em millivolts (E/mV), é uma variável dependente da variável cologarítmo da molaridade de Cu^{2+} , constituindo-se assim, uma função. Também é notório que a variável dependente diminuiu com o decréscimo da concentração, revelando que tais grandezas são diretamente proporcionais.

Em relação à curva de calibração 1 (Referente à água), é destacado um coeficiente de correlação bastante satisfatório ($R^2 = 0,9973$), tendo em vista sua grande proximidade do valor ideal que é um. Por outro lado, a curva de calibração 2 (Referente à solução aquosa do ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado) ressaltou, apesar da pequena diferença em comparação ao caso anterior, um coeficiente de correlação também satisfatório ($R^2 = 0,9454$), e próximo do valor máximo desejável, mostrando que os pontos do gráfico em questão, assim, como no primeiro caso, se alinham, de modo que suas disposições no espaço se aproxima de uma reta.

É importante abordar o quesito estabilidade das espécies formadas com o sal de cobre nos procedimentos seguidos. O que diferencia os dois casos é que em um, é utilizado água destilada e no outro, o ácido etilenodiami-

notetraacético dissódico diidratado. A primeira substância é um ligante monodentado, enquanto a segunda, trata-se de um ligante hexadentado. Esta, do ponto de vista termodinâmico, forma-se um íon complexo bastante estável, devido o efeito quelato presente, o que não acontece com a primeira substância o que também pode ser verificado matematicamente pela expressão do cálculo da constante de formação e pelo valor da constante de formação ($K_{MY} = 6,3 \times 10^{18}$) conforme a literatura (SKOOG, 2006). De acordo com Skoog (2006), o cobre bivalente, ao se coordenar ao ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado, forma uma estrutura semelhante à uma gaiola, o que protege o centro metálico do contato com as moléculas de solvente, influenciando na estabilidade. Entretanto, uma das possíveis respostas para o comportamento do gráfico referente ao ácido em questão, está vinculado a hipótese que ocorre um efeito de distorção do complexo metálico, ocorrendo o contato do cobre com o eletrodo de íon seletivo gerando resposta no Potenciômetro.

Conclusões

Através deste projeto de iniciação científica, pode-se concluir a grande linearidade no gráfico da curva de calibração para o Cu^{2+} em ambos os casos, devido os valores obtidos dos coeficientes de correlação (R^2), utilizando-se do método da potenciometria. Ao mesmo tempo, percebeu-se a relação de proporcionalidade existente entre potencial e molaridade. A medida que esta diminuiu, o potencial compartilha do mesmo comportamento, mostrando que são grandezas diretamente proporcionais. Por outro lado, potencial e o cologarítmo da molaridade de cobre bivalente, se comportam de maneira oposta, ou seja, são inversamente proporcionais, pois de acordo que o potencial diminuiu, o cologarítmo citado, aumenta.

Por fim, concluiu-se a grande estabilidade e o favorecimento da formação da espécie oriunda de Cu^{2+} e ácido etilenodiaminotetraacético dissódico diidratado, devido o efeito quelato. Além disso, foi possível compreender a importância da curva de calibração no presente projeto, pois através dela conseguiu-se quantificar, de forma aproximada, a concentração de Cu^{2+}

OTIMIZAÇÃO DE MÉTODO EXTRATOR UTILIZANDO EDTA PARA A EXTRAÇÃO DE COBRE EM ÓLEO MINERAL ISOLANTE

Diego Guimarães¹ (IC), Flávio Soares Silva (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá

sendo no caso, a molaridade.

Agradecimento

Por intermédio desse projeto, foi possível desenvolver não só habilidades técnicas referente à manuseios de equipamentos como também proporcionou significativamente, a evolução do lado profissional. Tal experiência não seria possível, sem colaboração.

Assim, venho agradecer ao meu orientador professor e doutor Flávio Soares Silva, que sempre esteve do meu lado sanando minhas dúvidas e me direcionando ao melhor caminho na presente pesquisa, sendo um contribuidor importante para meu desenvolvimento. Por fim, venho agradecer aos técnicos do Centro de Estudos em Química (CEQ) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e à Diretoria de Pesquisa (DPI) da universidade em questão, pela confiança e oportunidade.

Referências

ELETROREDE ENGENHARIA (Brasil). **Tratamento de óleo isolante: o que você precisa saber?**: o que você sabe sobre o tratamento de óleo isolante? leia o post para se informar melhor sobre o assunto!. O que você sabe sobre o tratamento de óleo isolante? Leia o post para se informar melhor sobre o assunto!. 2019. Eletrorede. Disponível em: <https://eletrorede.eng.br/blog/2019/09/20/tratamento-de-oleo-isolante/>. Acesso em: 28 set. 2022.

LAURENTINO, Adriana Collares. **Estudo do Comportamento da Oxidação de Óleo Mineral Isolante**. 2003. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SKOOG, Douglas A.. Reações e Titulações de Complexação. In: SKOOG, Douglas A.. **FUNDAMENTOS De Química Analítica**. [S.L.]: Thomson, 2006. p. 427-460.