

Avaliação da interferência de salinidade e dureza da água no processo de micelização com sabão base

Evaluation of interference of salinity and water hardness in micellization process with the anionic surfactant SB

Makezia Mayara da Costa Freitas¹, Francisco Klebson Gomes dos Santos^{2,*}, Ricardo Henrique de Lima Leite²,
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega², Shirlle Kátia da Silva Nunes²

RESUMO: A utilização de gordura animal para produção de sabão vem sendo cada vez mais enfatizada, devido ao fato deste apresentar um baixo custo. O sebo bovino é uma matéria-prima de grande relevância no Brasil, visto que, este é um subproduto da carne, que é produzida em larga escala no país. A adição de tensoativo a diferentes formulações apresenta comportamentos adversos quando se está analisando o processo de micelização. O presente trabalho tem como objetivo analisar o efeito de aditivos nesse processo: a adição de um eletrólito, onde se utilizou o KCl; a influência da água dura e de um agente complexante na formulação das soluções. As análises foram realizadas utilizando o método do peso da gota. Os resultados foram compatíveis aos da literatura. Os valores de c.m.c. obtidos mostraram que a presença do eletrólito diminui a c.m.c., devido este possibilitar uma menor repulsão eletrostática entre as moléculas de tensoativo. Já a água dura causou um aumento da c.m.c., fato que pôde ser explicado pela neutralização das moléculas tensoativas pelos metais contidos na água, este valor de c.m.c. foi diminuído com a adição de EDTA, que complexa os metais que interferem no processo de micelização.

Palavras-chave: Tensoativo, salinidade, água dura, EDTA.

ABSTRACT: The use of animal fat for soap industry is being increasingly emphasized due to the fact that this present a low cost. The tallow is a raw material of great relevance in Brazil, since this is a co-product of the meat, which is produced on a large scale in the country. The addition of different surfactants formulations presents adverse behaviors when it is analyzing the process of micellization. This study aims to analyze the effect of additives in this process: the addition of an electrolyte, which it used KCl; influence of hard water and a complexing agent in the formulation of solutions. Analyzes were performed using the drop weight method. The results were consistent with the literature. The values of c.m.c. showed that the presence of the electrolyte decreases the CMC because this enabling a smaller electrostatic repulsion between molecules of surfactant. Already hard water caused an increase in the c.m.c, a fact that might be explained by the neutralization of surface-active molecules by metals contained in water, this value of c.m.c. was decreased by the addition of EDTA to complex the metals that interfere in the process of micellization.

Keywords: Surfactant, Salinity, Hard water, EDTA.

INTRODUÇÃO

A grande maioria dos surfactantes disponíveis comercialmente é sintetizada a partir de derivados de petróleo. Entretanto, o crescimento da preocupação ambiental entre os consumidores, combinado com novas legislações de controle do meio ambiente levaram à procura por surfactantes naturais como alternativas aos produtos existentes (NITSCHKE; PASTORE, 2002, p. 774).

Segundo Desai (1997 apud TORRES et al., 2010, p. 6) muita atenção tem sido dirigida para biossurfactantes devido às suas diferentes vantagens, tais como baixa toxicidade, maior biodegradabilidade, à formação de

espuma mais elevada, atividade específica em temperaturas extremas e a capacidade de ser sintetizado dos estoques de alimentação renováveis.

O principal objetivo da agroindústria de abate animal é a produção de carne, porém, dentro deste sistema, vários subprodutos importantes são gerados. O sebo é um deles, e na sua produção atuam empresas com diversos graus de organização, de abatedouros que tratam o produto como resíduo até os grandes conglomerados de indústrias, com múltiplas áreas de atuação: alimentícia, química, de higiene e limpeza, rações, tintas e energia. Sem dúvidas o uso do sebo como matéria prima na fabricação de sabão, tensoativo, foi a melhor função encontrada para dar um fim adequado a um resíduo que se

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 14/10/2013; aprovado em 25/10/2013

¹Aluna da UFERSA, E-mail: makeziamayara@hotmail.com

²Professores da UFERSA, E-mail: klebson@ufersa.edu.br, ricardoleite@ufersa.edu.br, geraldinenobrega@ufersa.edu.br, shirllenunes@ufersa.edu.br

transformava em foco de doenças e mau cheiro quando não era aproveitado (BUENO et al., 2012, p. 2).

Os tensoativos quando em solução aquosa, devido à presença do grupo lipofílico, ocupam preferencialmente a superfície do líquido, diminuindo a força de coesão entre as moléculas do solvente e, conseqüentemente, diminuindo a tensão superficial (BEHRING et al., 2004, p. 492). Segundo Santos et al. (2009, p. 156) a presença de sais nessas soluções provoca a diminuição da c.m.c., em tensoativos iônicos, devido as interações eletrostáticas existentes entre a cabeça dessas moléculas e os eletrólitos.

Um grupo específico de tensoativos, os aniônicos, que são geralmente sais orgânicos de Na^+ e K^+ , reagem com os cátions Ca^{+2} e Mg^{+2} presentes na água dura, formando compostos insolúveis, reduzindo assim a quantidade de tensoativo na solução e causando grande desequilíbrio de cargas (RAMOS; ARAÚJO, 2006). Agentes quelantes, sendo o mais importante o ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), são capazes de remover Ca^{+2} e Mg^{+2} de soluções, formando complexos solúveis de cálcio e magnésio, permitindo a ação do tensoativo (IMPERATO, 2008).

Baseado na ação de tensoativo aniônico, no que diz respeito à tensão superficial, o presente trabalho tem como objetivo estudar a influência de eletrólitos na formação da c.m.c., utilizando uma adaptação do método do peso da gota. Mais especificamente, este estudo deve analisar a variação da c.m.c. na presença e na ausência do meio salino em água destilada, bem como em água da torneira, e na presença de um agente complexante, utilizando o tensoativo sintetizado a partir do sebo bovino.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Foram utilizados: Ácido clorídrico PA, fornecido por Vetec Química Fina. Pureza: 37%; Ácido sulfúrico PA, fornecido por Synth. Pureza: 95,0 - 98,0%; Álcool etílico absoluto PA, fornecido por Dinâmica Química Contemporânea Ltda. Pureza: 99,6%; Éter dietílico PA, fornecido por Vetec Química Fina. Pureza: 99,5%; Fenoltaleína PA, fornecido por Dinâmica Química Contemporânea Ltda; Hidróxido de potássio PA, fornecido por ALPHATEC Química Fina. Pureza: 90%; Hidróxido de sódio PA, fornecido por Dinâmica Química Contemporânea Ltda. Pureza: 97%; Álcool metílico PA, fornecido por Química Especializada ErichLtda. Pureza: 99,85%; Papel indicador de pH universal, fornecido por Macherey-Nagel; Ácido etilendiaminotetraacético, fornecido por Vetec Química Fina. Pureza: 99,0-101,0%; O sebo bovino foi adquirido no Abatedouro Frigorífico Industrial de Mossoró, AFIM, localizado na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte.

Síntese do tensoativo

Para realizar a síntese do tensoativo, tendo como matéria-prima a gordura animal, primeiramente isolou-se

o material saponificável, seguido da quantificação de base necessária para poder realizar a reação de saponificação da qual será obtida o tensoativo.

Em um balão de fundo redondo de 250 mL, pesou-se 6g de hidróxido de potássio e dissolveu-o em 80 mL de álcool etílico absoluto, com o auxílio de um banho de ultrassom. Adicionou-se à solução 30 g de sebo bovino picado. A mistura foi levada a um sistema de refluxo, no qual foi mantido sob uma temperatura de 30°C, por um período de 2hs.

Em seguida transferiu-se o material para um becker de 500mL e aguardou-se o resfriamento até a temperatura ambiente, adicionou-se então 300mL de água, misturando cuidadosamente, para não formar bolhas.

Para o isolamento do material saponificável dividiu-se o volume de forma equivalente. A primeira porção foi transferida para um funil de decantação de 250mL, onde foi adicionado 60mL de éter etílico absoluto. Em seguida agitou-se bem e aguardou-se a separação de fases, sendo a parte inferior correspondente ao material saponificável, solúvel em água, e a superior correspondente ao material insaponificável, solúvel em éter. O procedimento foi repetido com a segunda porção.

O material saponificável foi acidulado com ácido sulfúrico concentrado, adicionando-se, gota a gota, até o pH 4, verificado com um papel indicador de pH (o que é necessário para que se libere completamente um ácido orgânico de seu sal alcalino). Obtendo-se uma mistura bifásica, a fase sobrenadante, ácidos graxos, foi separada e levada a estufa, à 45°C, por 48 horas para que o solvente fosse evaporado.

O índice de saponificação foi determinado utilizando-se o método descrito por Lara et al. (1976). Pesou-se 2g do sebo bovino em um balão de fundo redondo de 150mL, adicionou-se 20mL de KOH 4% em metanol.

Em seguida adaptou-se o balão a um sistema de refluxo, onde permaneceu por 30 minutos, em ebulição branda. Resfriou-se um pouco, adicionou-se 2 gotas de fenoltaleína e titulou-se com ácido clorídrico 0,5N, previamente padronizado, até o desaparecimento da coloração rosa. O mesmo procedimento foi realizado, com exceção da presença da amostra. A diferença entre o volume, em mL, de ácido clorídrico gastos nas duas titulações é equivalente à quantidade de KOH gasto na saponificação. A Equação 1 foi utilizada para a obtenção do índice de saponificação.

$$IS_{\text{KOH}} = \frac{V \cdot f \cdot 28}{P} \quad (1)$$

Onde:

IS_{KOH} = índice de saponificação da amostra em relação ao KOH;

V = diferença de volume (mL) gasto de ácido clorídrico entre a titulação sem a presença da amostra e com a presença da amostra;

f = fator de correção do ácido clorídrico 0,5 N;

P = número de gramas da amostra (g);

28 = Massa molecular do KOH multiplicado pela concentração da solução do ácido.

O índice de saponificação encontrado está relacionado ao KOH, no entanto, a extração dos ácidos graxos é feita com outra base, o NaOH, fazendo-se necessário a conversão do índice de saponificação para esta base. Isto é feito relacionando os índices com os pesos moleculares de cada base de acordo com a Equação 2:

$$IS_{NaOH} = \frac{IS_{KOH} \cdot 40}{56} \quad (2)$$

Onde:

IS_{KOH} = índice de saponificação da amostra em relação ao KOH;

IS_{NaOH} = índice de saponificação da amostra em relação ao NaOH;

40 = massa molar do NaOH

56 = massa molar do KOH

Em seguida, para encontrar a massa de NaOH necessário para a extração dos ácidos graxo, é aplicada a Equação 3:

$$m_{NaOH} = \frac{IS_{NaOH} \cdot m_A}{1000} \quad (3)$$

Onde:

m_{NaOH} = massa de NaOH (g) ;

IS_{NaOH} = índice de saponificação da amostra em relação ao NaOH;

m_A = massa da amostra (g);

1000 = fator de conversão de mg para g.

Dos ácidos graxos isolados, pesou-se 15 g em um balão de fundo redondo de 125 mL e adicionou-se uma solução contendo 60 mL de álcool etílico absoluto e 2,13 g de NaOH, massa obtida através dos cálculos do índice de saponificação. A mistura foi levada a um sistema de refluxo, no qual foi mantido sob uma temperatura de 30°C, por um período de 2hs, a fim de que os ácidos graxos que fossem neutralizados, formando um sabão livre de glicerina e outras impurezas.

O sabão foi obtido deixado secar até a massa de aproximadamente 15 g, referente a quantidade de ácidos graxos utilizados, e então macerado, com a utilização de um almofariz com pistilo, até a obtenção do sabão em pó.

Influência de sal na concentração micelar crítica

Com o objetivo de avaliar a interferência de sais e de cálcio e magnésio na ação do tensoativo, no que diz respeito à tensão superficial, foram analisadas as tensões superficiais em diferentes soluções.

Preparo das soluções

O método descrito a seguir foi aplicado variando as concentrações do tensoativo produzido em cinco meios: água destilada; solução de KCl 2% w/w em água destilada; água da torneira (Obtida no Prédio de Laboratório de Química, Física e Matemática da UFERSA); solução de KCl 2% w/w em água da torneira; e esta mesma solução com a presença de EDTA.

A quantidade de EDTA utilizado foi especificado por uma análise titrimétrica de complexação, para determinar a dureza da água da torneira, pelo método descrita por Mendham et al. (2002).

Titulou-se 100mL de água da torneira na presença de 1mL de solução tampão pH = 10 e 2 gotas do indicador negro de eriocromo, tendo como agente titulante uma solução de EDTA 0,01M.

O volume de EDTA gasto na titulação fornece a quantidade de EDTA necessário para complexar os íons de cálcio e magnésio presentes na amostra de 100 ml de água da torneira.

A dureza da água é determinada utilizando a Equação 4:

$$ppm_{(CaCO_3)} = \frac{M_{EDTA} \cdot V_{EDTA} \cdot MM_{CaCO_3} \cdot 1000}{V_{amostra}} \quad (4)$$

Onde:

$M (Ca^{2+} + Mg^{2+})$ = Concentração de íons cálcio e magnésio (dureza) (mol.L⁻¹);

V_{EDTA} = Volume de EDTA gasto na titulação (mL);

M_{EDTA} = Concentração do EDTA (mol.L⁻¹);

$V_{amostra}$ = Volume da amostra (mL).

Obtenção da tensão superficial

Para o estudo da tensão superficial utilizou-se uma adaptação do método do peso da gota, proposto por Behring et al. (2004) tratando-se de uma técnica simples de e bastante acessível, realizando o controle da temperatura à 25°C.

O aparato utilizado, (Figura 1), consiste em uma bureta de 50 mL, fixada em um suporte universal e acoplada a um erlenmeyer de 25 mL, de forma que a parte inferior da torneira ficasse toda dentro do recipiente coletor, o erlenmeyer foi colocado sobre uma balança analítica, de forma adequada.

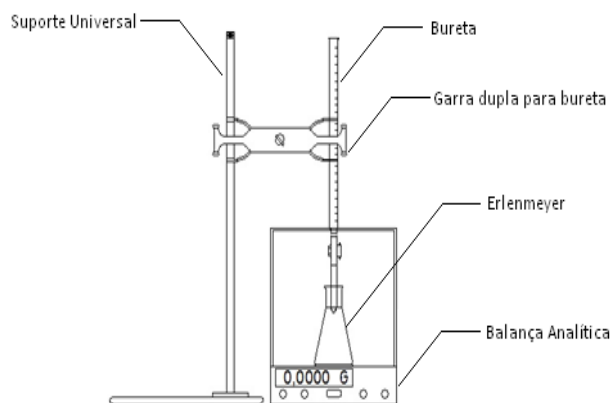


Figura 1 – Sistema utilizado para obtenção da tensão superficial.

Primeiramente obteve-se o raio da bureta, utilizando-se a Equação 5, na qual se estabelece uma relação linear entre a massa de uma gota e raio da extremidade do tubo onde esta se formou.

$$r = -0,02815 + 3,81292 \cdot m \quad (5)$$

Onde:

r = raio interno da bureta (cm);

m = massa de uma gota (g).

Com o auxílio da torneira ajustou-se a queda das gotas em intervalos regulares de aproximadamente 1 min. Para cada solução foram coletadas 10 gotas sendo os experimentos realizados em triplicata e a uma temperatura de 25°C.

A tensão superficial para cada solução foi obtida através da Equação 6:

$$\gamma = \frac{m \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot f} \quad (6)$$

Onde:

γ = Tensão superficial (mN/m²);

m = massa de uma gota (g);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

r = raio da bureta (m);

f = fator de correção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quantidade de material saponificável

Nesta etapa é realizada a separação dos ácidos graxos da matéria insaponificável.

A Figura 2 mostra a separação do material saponificável do insaponificável, onde se observa uma leve diferença de coloração. A parte inferior é composta pela porção saponificável, solúvel em água, e a superior pela porção insaponificável, solúvel em éter.



Figura 2 – Funil de separação com produto da hidrólise.

A porção aquosa ao ser acidulada forma novamente uma mistura heterogênea, a porção inferior contendo glicerina solubilizada em água e a fase superior, sólida, formada pelos ácidos graxos. Daltin (2011) diz que a importância da hidrólise está em obter um sabão livre de glicerina, pois além desta não contribuir para o tensoativo, deixa o sabão muito higroscópico, o que pode provocar sua dissolução rápida quando em contato com água, reduzindo sua vida útil.

Após a evaporação dos solventes, pesou-se a quantidade de ácidos graxos, foram obtidos 26,57 g de material saponificável, o que indica que 88,56 % do sebo bovino pode ser convertido em sabão.

$$\begin{aligned} \%_{(material\ saponificável)} &= \frac{26,57\ g_{(material\ saponificável)}}{30\ g_{(gordura)}} \cdot 100 \\ \%_{(material\ saponificável)} &= 88,56 \end{aligned}$$

A Figura 3 mostra os ácidos graxos obtidos após a acidulação do material saponificável.

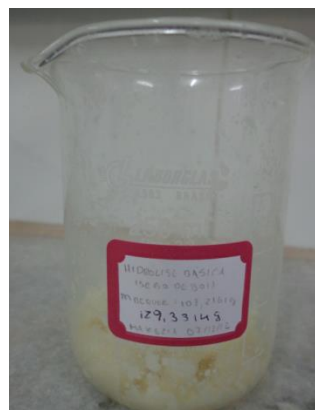


Figura 3 – Ácido graxos.

Determinação da quantidade de base necessária para a saponificação dos ácidos graxos

O índice de saponificação foi calculado a partir da composição de ácidos graxos presentes na amostra. Os dados obtidos, aplicados à Equação 3.1 forneceu um valor do índice de saponificação de 190 mgKOH/g amostra, este valor representa a quantidade de hidróxido de potássio necessário para saponificar um grama do sebo bovino. Este valor de índice de saponificação está dentro do limite determinado para o sebo bovino que é 190-200 (Campestre ind. e com. de óleos vegetais Ltda, 2005).

No entanto, o sabão foi preparado com hidróxido de sódio, deste modo se fez necessário a conversão do índice de saponificação para esta base, para isso utilizou-se a Equação 3.1, obtendo-se um valor de 136 mgNaOH/g amostra.

Assim, para o preparo de sabão utilizando-se 15 g de sebo bovino, necessitou-se 2,13 g de hidróxido de sódio, valor determinação por meio da Equação 3.

Saponificação dos ácidos graxos

Nesta etapa foi realizada a neutralização dos ácidos graxos obtidos na hidrólise, utilizando-se a massa de hidróxido de sódio de acordo com o índice de saponificação, o produto obtido é um sal de ácido carboxílico, sabão, também chamado de carboxilato.

Após decorrer o tempo determinado, no sistema de refluxo, o sabão obtido foi seco em uma estufa à 40°

por cerca de 20 horas, quando se atingiu uma massa de 15,3 g. Ou seja, um sabão praticamente livre de umidade.

A Figura 4 apresenta o sabão sintetizado, depois de triturado.



Figura 4. – Sabão sintetizado.

Determinação da concentração micelar crítica

A tensão superficial surge nos líquidos como resultado do desequilíbrio entre as forças agindo sobre as moléculas da superfície em relação àquelas que se encontram no interior da solução (BEHRING et al., 2004). A concentração micelar crítica (c.m.c.) é a mais importante característica físico-química de um tensoativo, pois ela representa uma barreira entre concentrações em que as moléculas apresentam comportamentos diferentes. Sua definição, utilizando como propriedade a tensão superficial, é a concentração a qual a adição de tensoativo não apresenta variação significativa na tensão superficial (DALVIN, 2011).

A c.m.c. do tensoativo estudado foi determinada com e sem sal em soluções preparadas com água destilada e água da torneira, esta representando uma água dura, no intuito de se analisar o efeito do mesmo no processo de micelização. Ainda realizou o ensaio com uma solução de água da torneira na presença de EDTA visando obter dados que descreva o seu comportamento na captura dos metais de cálcio e magnésio presentes na água dura, e liberação do tensoativo para ação do mesmo, no que diz respeito a tensão superficial.

O raio da bureta foi determinado utilizando a Equação 5, este foi aplicado no método do peso da gota, utilizando-se a água como referência. Os dados obtidos foram aplicados na Equação 6, em que o valor de tensão superficial conferiu com o encontrado nas literaturas.

Devido ao fato da gota não se separar de forma esférica, utilizou-se um fator de correção para (f) para corrigir o seu volume.

A Figura 5 mostra a relação entre o fator de correção e a razão $r/V^{1/3}$.

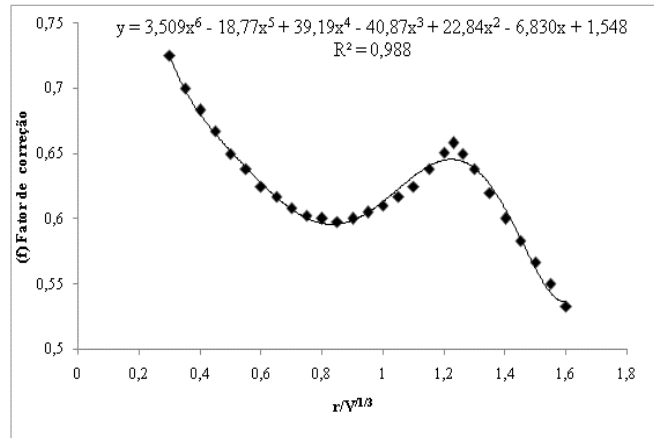


Figura 5 – Dependência entre o fator de correção (f) e a razão $r/V^{1/3}$.

Harkins e Brown (1919, apud BEHRING et al., 2004) propuseram que o fator de correção (f) depende da razão $r/V^{1/3}$, onde r é o raio na extremidade do tubo e V o volume de uma gota. Assim realizando experimentos com Behring et al. (2004) propôs a utilização da Figura 5 como parâmetro para a determinação do fator de correção, onde no polinômio obtido, y representa o fator de correção e x a razão $r/V^{1/3}$. Assim determinou-se o fator de correção para os experimentos.

Efeito da salinidade no processo de micelização

Os gráficos foram plotados a partir da determinação da tensão superficial para cada concentração de tensoativo, esta foi calculada por meio da Equação 3.6, cujos dados foram obtidos na realização do método sugerido por Behring et al. (2004).

A Figura 6 mostra os resultados obtidos para a solução de tensoativo preparada com água destilada.

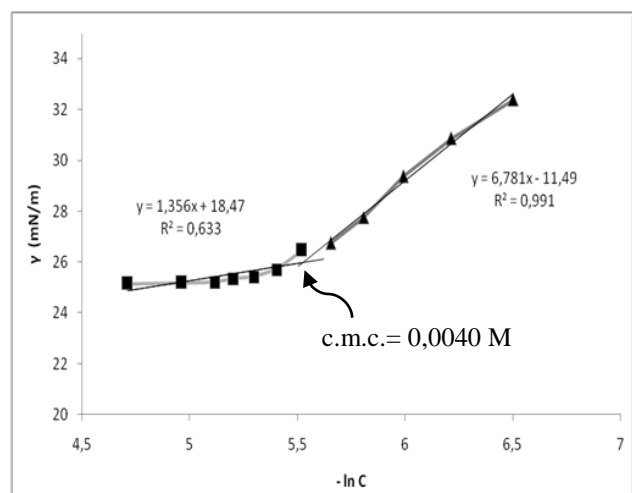


Figura 6 – Efeito da concentração do surfactante SB sobre a tensão superficial em solução com água destilada.

Analisando a Figura 6, observa-se que o aumento da concentração do tensoativos causa a diminuição da tensão superficial, até o ponto de intersecção das retas, que representa a c.m.c., sendo esta igual a 0,0040M. Segundo Daltin (2011) isto se deve ao fato de que em concentrações menores as moléculas de tensoativos encontram-se nas interfaces, causando a quebra das forças que provoca o aumento da tensão superficial, reduzindo esta. A partir da c.m.c. agregados de moléculas são formados, devido não haver mais espaço nas interfaces, deste modo o aumento da quantidade de tensoativo não mais afeta a tensão superficial de forma significativa (MANIASSO, 2001).

A Figura 7, mostra os resultados obtidos para a solução de tensoativo preparada com água destilada na presença de um eletrólito, KCl 2%.

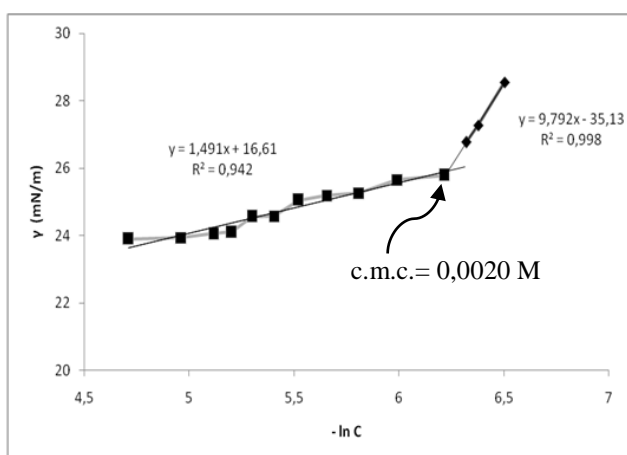


Figura 7 – Efeito da concentração do surfactante SB sobre a tensão superficial em solução de KCl 2%.

Analisando a Figura 7 nota-se que a c.m.c. foi obtida em concentração muito inferior a do experimento 1, Figura 6. O valor obtido foi de 0,0020M, representando a metade da c.m.c. da solução sem o sal. Os dados apresentados estão de acordo com a literatura, bem como similar à outros experimentos.

Daltin (2011) afirma que a adição do eletrólito provoca o aumento de moléculas tensoativas na interface devido à diminuição das repulsões existentes entre as moléculas aniônicas, a interação com um maior número de cátions em solução e a redução da solubilidade do tensoativo aniônico na solução, provocado pela competição com o sal pela solubilidade em água. A redução da c.m.c. pode chegar à ordem de grandeza de 100 vezes menor em tensoativos iônicos.

Torres et al. (2011) trabalhando com o tensoativo aniônico KD Texapon, em meio salino também obteve tensão superficial menor, bem como observou a redução da c.m.c., quando comparado a solução correspondente preparada com água. Bera et al. (2011) estudando a dinâmica interfacial de tensoativos em meio salino afirmou que a salinidade possibilita a diminuição da c.m.c., e que o aumento dela causa a diminuição continua da tensão interfacial.

Efeito da presença de cálcio e magnésio no processo de micelização

A Figura 8 mostra os resultados obtidos para a solução de tensoativo preparada com água da torneira.

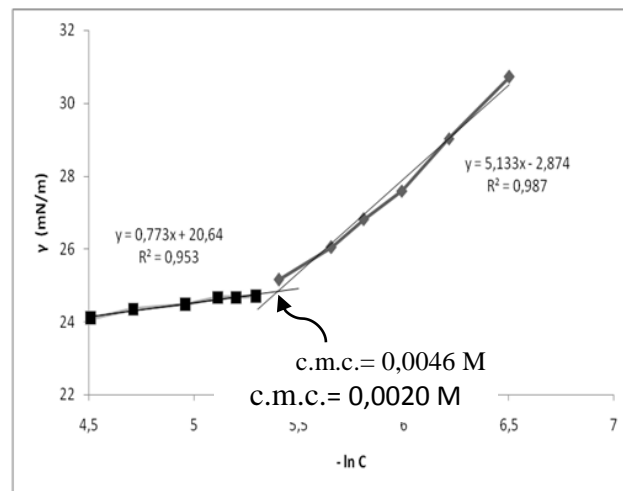


Figura 8 – Efeito da concentração do surfactante SB sobre a tensão superficial em solução com água da torneira.

A Figura 8 mostra como a tensão superficial é variada na presença de água dura. A c.m.c. obtida foi de 0,0046M, que apresenta um acréscimo de 15% quando comparado com a solução correspondente preparada com água destilada.

Maniasso (2001), baseado em seus experimentos, afirmou que a presença de metais promove a formação de complexos metálicos que apresenta precipitação indesejada. Segundo Skoog et al.(2006) este comportamento ocorre na maioria dos cátions de cargas múltiplas.

Segundo Harris (2012) quando a água é dura, o sabão tem de consumir todo o Ca^{2+} e Mg^{2+} antes de tornar-se funcional.

Deste modo o aumento da c.m.c. pode ser explicado pela sua utilização na precipitação dos metais antes de iniciar o processo de micelização. Daltin (2011) diz que sabão de sebo, por ser rico em C18, apresenta baixa solubilidade em água dura.

A Figura 9 mostra os resultados obtidos para a solução de tensoativo preparada com água da torneira com KCl 2%.

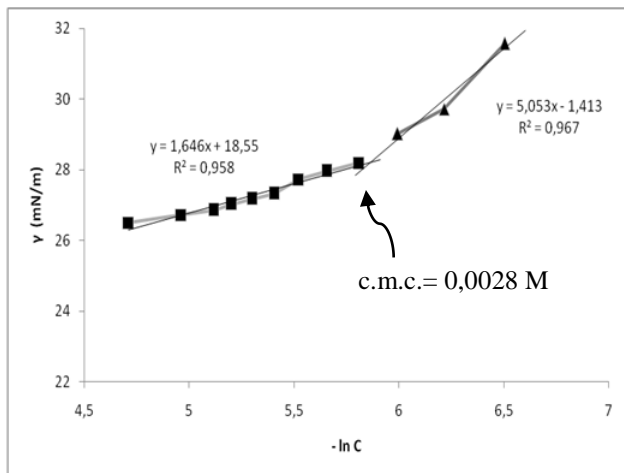


Figura 9 – Efeito da concentração do surfactante SB sobre a tensão superficial em solução com água da torneira e KCl 2%.

A Figura 9 mostra que a presença do eletrólito reduziu a c.m.c. em 39%, esta foi de 0,0028M, este comportamento é similar ao observado na Figura 8, no qual a presença do eletrólito diminui a repulsão eletrostática entre as moléculas, promovendo o processo de micelização a concentrações mais baixas.

Efeito da presença de cálcio, magnésio e EDTA no processo de micelização

A análise titrimétrica realizada com 100 mL de água da torneira consumiu 19,9 mL de uma solução de EDTA 0,01M (fator de correção 0,9). Aplicando os dados da análise na Equação 4 obtém-se que a dureza da água da torneira é 179,1 mg/L. De acordo com Harris (2012) uma água é considerada mole quando a dureza é menor que 60mg/L CaCO₃ e é dura quando a dureza é maior que 270mg/L CaCO₃.

Deste modo a água utilizada não é dura, porém contém uma quantidade significativa de metais, o que possibilita a análise de seu efeito no processo de micelização do tensoativo SB.

Preparou-se 500 mL de solução contendo 0,1024g de EDTA, quantidade determinada de maneira proporcional ao número de mol de EDTA utilizada na análise titrimétrica, visando a complexação dos metais presentes na água da torneira.

A Figura 10 mostra os dados obtidos para a solução de tensoativo preparada com água da torneira e EDTA.

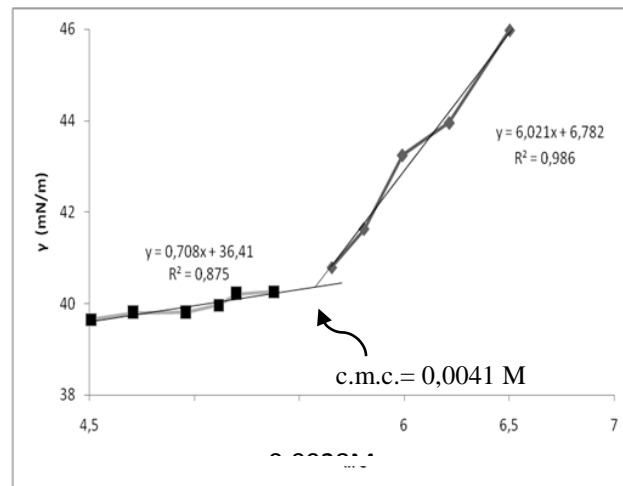


Figura 10 – Efeito da concentração do surfactante SB sobre a tensão superficial em solução com água da torneira e EDTA.

Analisando a Figura 10 observa-se que a adição do agente complexante, EDTA, reduziu a c.m.c. em 10%.

O agente complexante, EDTA, tem como finalidade capturar os cátions de cálcio e magnésio, reagindo em uma proporção de 1:1 com íons metálicos. Deste modo sua presença causa uma diminuição da c.m.c. devido não haver a neutralização do tensoativo pelos metais.

CONCLUSÃO

Os experimentos realizados foram compatíveis com os objetivos esperados no trabalho, ou seja, o tensoativo foi sintetizado, utilizando como matéria-prima o sebo bovino, e então se analisou o comportamento deste no processo de micelização em diferentes meios.

No que diz respeito à produção do tensoativo, a matéria-prima utilizada além de provir de um produto muito comercializado no Brasil, a carne bovina, ela apresenta um rendimento satisfatório de matéria saponificável, 88,6%, o que o torna uma matéria prima viável para a produção de sabão.

Os resultados de tensões superficiais obtidos permitem concluir que a presença do eletrólito em uma solução contendo tensoativo aniônico possibilita a diminuição da c.m.c., tanto em água contendo uma quantidade razoável de metais que caracterizam a água como dura como em água destilada.

Observou-se ainda que a presença do agente quelante, EDTA, provocou uma diminuição da c.m.c., o que mostra que a presença de cálcio e magnésio mesmo em concentrações baixas, provoca o aumento da c.m.c.

O método utilizado para se medir a tensão superficial foi satisfatório, visto que, os valores medidos estão de acordo com a literatura.

REFERÊNCIAS

- ALLINGER, N. L.; CAVA, M. P.; JONGH, D. C.; JOHNSON, C. R.; STEVENS, C. L. **Química Orgânica**. Rio de Janeiro: Guanabara. 961 p., 1978
- BEHRING, J. L.; LUCAS M.; BARCELLOS O. I.; MACHADO C. Adaptação no método do peso da gota para determinação da tensão superficial: um método simplificado para a quantificação da CMC de surfactantes no ensino da química. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 492-495, 2004.
- BERA, A.; OJHA, K.; MANDAL, A.; KUMAR, T. Interfacial tension and phase behavior of surfactant-brine-oil system. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**. 383, p. 114-119, 2011.
- BUENO, C. R. F.; FREITAS, S. M.; NACHILUK, K. Produção e aplicação do sebo bovino. **TD-IED** n.32. 17 p.2012.
- CAMPESTRE IND.E COM. DE ÓLEOS VEGETAIS LTDA. **Sebo bovino – especificações técnicas**. São Paulo, 2005. Disponível em <http://www.campestre.com.br/especificacao_sebo_bovino.o.shtml> . Acesso em 30 mar. 2013.
- CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas, SP: **Editora da UNICAMP**, 322 p., 1999.
- DALTIN, D. Tensoativos: Química, propriedade e aplicações. São Paulo: **Blucher**. 327 p., 2011.
- HARRIS, Daniel C. Análise química quantitativa. 8. ed. Rio de Janeiro: **LTC**. 898 p., 2012
- IMPERATO, D. T. S. **Higienização de instalações e equipamentos na indústria de alimentos**. 56f. Monografia (Pós-graduação em higiene e inspeção de produtos de origem animal) – Instituto Qualittas de Ensino, Jundiaí, 2008.
- LARA, A. B. W. H.; NAZÁRIO, G.; ALMEIDA M. E. W.; PREGNOLATTO, W. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**.v. 1, 2. ed. São Paulo. 1976.
- MANIASSO, N. Ambientes micelares em química analítica. **Química Nova**, v.24, p.87-93. 2001.
- MENDHAM, J. ; DENNEY, R. C.; BARNES, J. D.; THOMAS, M. J. K. VOGEL: Análise química quantitativa. 6. ed. Rio de Janeiro: **LTC**. 2002. 462 p.
- NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Biossurfactantes: propriedades e aplicações. **Química Nova**, v. 25, n. 5, p. 772-776. 2002.
- NÓBREGA, G. A. S. **Remoção da água do gás natural por absorção utilizando sistemas microemulsionados**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2003.
- RAMOS, H. H.; ARAÚJO. **Preparo de cauda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. 2006. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/V2/Index.htm > Acesso em 26 mar. 2013.
- SANTOS, F. K. G.; NETO, E. L. B.; MOURA, M. C. P. A.; DANTAS, T. N. C.; NETO. A. A. D. Molecular behavior of ionic and nonionic surfactants in saline medium. **Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects**. v. 333, p.156–162, 2009.
- SHAW, J.D. Colloids and Surfaces chemistry, fourth ed., **Butterworth-Heinemann Ltd.**, Great Britain, 1992.
- SKOOG, D.H.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica. 8. ed. São Paulo: **Thomson**. 999 p.2006.
- SOARES, B. G. Teoria de preparação, purificação e identificação de compostos orgânicos. Rio de Janeiro: **Guanabara**, 1998.
- SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. Química Orgânica, v. 2. 9 ed. Rio de Janeiro: **LTC**. 2011. 476 p.
- TADROS, F. T. Applied Surfactants: Principles and Applications. **Wiley-VCH**. 2005.
- TEIXEIRA, E. N.; MALTA, M. M.; SANTOS, R. G. Medidas de tensão superficial pelo método de contagem de gotas: descrição do método e experimentos com tensoativos não-iônicos etoxilados. **Química Nova**. V. 32, p. 323-327.. 2009.
- TORRES, L.; MOCTEZUMA, A.; AVENDANO, J. R.; MUNOZ, A.; GRACIDA, J. Comparison of bio-and synthetic surfactants for EOR. **Journal of Petroleum Science and Engineering**. v. 76, p. 6–11, 2011.