

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MICELAR CRÍTICA DE TENSOATIVOS OBTIDOS A PARTIR DE ÓLEOS VEGETAIS PARA USO NA RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO

Francisco Klebson G. Santos¹ (UFRN), Juan Vinícius A. Alves¹ (UFRN), Tereza N. Castro Dantas¹ (UFRN),
Afonso A. Dantas Neto¹ (UFRN), Tarcílio Viana Dutra Jr¹ (UFRN), Eduardo L. Barros Neto¹ (UFRN)

¹Departamento de Engenharia Química - DEQ, Centro de Tecnologia - CT, Núcleo de Pesquisa em Petróleo e
Gás - NUPEG, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Av. Senador Salgado Filho 3000 - Campus Universitário CEP 59.072-970 - Natal/RN - Brasil
klebson@yahoo.com

Determinar a Concentração Micelar Crítica (c.m.c) é de fundamental importância para quaisquer processos envolvendo tensoativos, pois o efeito desses compostos é maior quando uma quantidade significativa de micelas encontra-se presente. Além disso, a perda por adsorção na rocha-reservatório é menor em concentrações acima da c.m.c. Neste trabalho, as c.m.c's foram determinadas com e sem salinidade. Os valores obtidos com a presença do sal (solução KCl 2 %) podem ser utilizados para os ensaios de recuperação e adsorção, enquanto que os valores obtidos com água destilada são usados no cálculo da área da cabeça do tensoativo, parte polar. A concentração micelar crítica (c.m.c.) dos tensoativos pode ser determinada através de mudanças bruscas no comportamento de algumas de suas propriedades físicas em solução. Para este trabalho, a c.m.c. dos tensoativos foi determinada através de mudanças na Tensão Superficial, utilizando-se o equipamento *SensaDyne Tensiometer* para várias concentrações em tensoativo. O método utilizado foi o da máxima pressão da bolha, o qual trabalha com dois capilares de diâmetros diferentes onde é bombeado um gás inerte (nitrogênio). Foram utilizados tensoativos iônicos saponificados a partir de óleos vegetais, que são indiscutivelmente bem mais viáveis economicamente; são eles: OCS, OMS, OGS, OSS e SB. Os resultados mostraram que os tensoativos iônicos apresentaram valores elevados de c.m.c, quando comparados com valores de c.m.c de tensoativos não-iônicos. Este fato se deve a existência do trabalho eletrostático existente devido à polaridade iônica dessas moléculas. O efeito da salinidade reduziu o valor de c.m.c. devido à competição dos íons do sal com a cabeça, polar, do tensoativo. O OMS obteve menor c.m.c, pois cerca de 89,5 % do óleo de mamona é composto pelo ácido ricinoléico, e a presença do (OH) no 12º carbono da estrutura molecular deste composto explica o efeito causado pelo íon Cl⁻, presente na solução de KCl, que aumentou a solubilidade do tensoativo e conseqüentemente reduziu o valor da c.m.c em 70 % em relação à água destilada.

tensoativos, cmc, tensão superficial, recuperação, petróleo.

1. INTRODUÇÃO

Determinar a c.m.c é de fundamental importância para quaisquer processos envolvendo tensoativos, pois o efeito desses compostos é maior quando uma quantidade significativa de micelas encontra-se presente. Além disso, a perda por adsorção na rocha-reservatório é menor em concentrações acima da c.m.c.

Os tensoativos iônicos, carboxilatos de ácidos graxos, além de apresentarem em geral os maiores fatores de recuperação, são bastante atrativos do ponto de vista econômico, podendo ser obtidos através da saponificação de óleos vegetais. O Brasil apresenta grandes vantagens para produção de oleaginosas, pois apresenta geografia favorável, situa-se em uma região tropical, com altas taxas de luminosidade e temperaturas médias anuais. Associada a disponibilidade hídrica e regularidade de chuvas, torna-se o país com maior potencial para produção dessas sementes. Além disso, a produção de oleaginosas em lavouras familiares torna-se uma alternativa importante para a erradicação da miséria no país.

Outra grande vantagem dos tensoativos produzidos a partir de óleos vegetais é que não possuem cadeia carbônica ramificada nem grupo aromático acoplado a mesma. Os compostos que apresentam essas características tornam-se resistentes a biodegradação, pois a ramificação forma pontos de impedimento da oxidação e reduz os elétrons disponíveis para a ação das desidrogenases específicas (Okpokwasili e Olisa, 1991). Outra grande vantagem dos ácidos carboxílicos é a sua estabilidade térmica (Leite, 1995), podendo suportar altas temperaturas.

Baseado no exposto, este trabalho tem como objetivo determinar a concentração micelar crítica de tensoativos obtidos a partir de óleos vegetais para uso na recuperação avançada de petróleo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Tensoativos

Os tensoativos, também chamados de surfactantes, são compostos anfifílicos, orgânicos ou organometálicos que formam colóides ou micelas em solução.

A definição da palavra surfactante é baseada na contração da frase em inglês que descreve “*surface-active agents*”. Estes possuem uma superfície ativa, devido à concentração de determinadas espécies em uma região interfasica: ar-água, óleo-água ou sólido-líquido (Maniasso, 2001).

Substâncias anfifílicas ou anfílicas são moléculas possuidoras de regiões distintas e características como hidrofóbicas e hidrofílicas. Como nestas substâncias apenas a polaridade das diferentes regiões varia enormemente, as mesmas são também denominadas de moléculas anfipáticas, heteropolares ou polar-não polares (Preston, 1948; Rosen, 1978).

Em solução aquosa com tensoativo, esta distorção da água pelo grupo liofóbico (hidrofóbico) do tensoativo resulta no aumento da energia livre do sistema. Quando este é dissolvido, o trabalho necessário para trazer uma molécula surfactante para a superfície é menor do que aquele relativo a uma molécula de água. A presença do tensoativo diminui o trabalho necessário para criar uma unidade de área de superfície (superfície de energia livre ou tensão superficial) (Fendler, 1992).

O termo “interface” indica o limite entre as duas fases imiscíveis, e o termo “superfície” indica uma interface onde uma fase é líquida e a outra é gasosa, geralmente ar. A quantidade mínima de trabalho para criar a interface é chamada de energia interfacial livre, medida por unidade de área, quando a tensão superficial entre as duas fases é determinada.

Um tensoativo típico possui a estrutura R-X, onde R é uma cadeia de hidrocarboneto variando de 8-18 átomos (normalmente linear) e X é o grupo cabeça, polar (ou iônico). Dependendo de X, os tensoativos podem ser classificados como não-iônicos, catiônicos, aniônicos ou anfóteros (Pelizzetti e Pramauro, 1985).

O uso de tensoativos tem sido considerado na indústria do petróleo na recuperação avançada de petróleo. Os dois principais mecanismos induzidos por tensoativos para recuperação avançada de petróleo são redução da tensão interfacial e alteração da molhabilidade (Subhash et al., 2004).

Produzir tensões interfaciais ultra-baixas é um dos mais importantes mecanismos para recuperação de óleo com respeito ao influxo de tensoativos. Óleo cru, no entanto, são as misturas mais complicadas, com milhares de composições e que são distintas uma das outras. Tensões interfaciais relacionadas à Recuperação Avançada de Petróleo dependem de várias variáveis, que vem sendo extensivamente estudadas, dentre elas pesos moleculares de tensoativos, concentrações de tensoativos, eletrólitos, e álcalis (Zhang, 2004).

2.1.1. Tensoativos catiônicos

Um tensoativo catiônico possui em geral a fórmula R_nX^+Y , onde R representa uma ou mais cadeias hidrofóbicas, X é um elemento capaz de formar uma estrutura catiônica e Y é um contra íon. Em princípio, X pode ser N, P, S, As, Te, Sb, Bi e os halogênios (Saunders, 1966 e Attwood et al., 1970). Os principais representantes desta classe são os sais quaternários de amônio.

2.1.2 Tensoativos aniônicos

A dissociação desses tensoativos em água origina íons carregados negativamente na superfície ativa.

Dentre os tensoativos aniônicos mais frequentemente utilizados, estão aqueles que possuem sais de ácidos carboxílicos (graxos) monopróticos ou polipróticos com metais alcalinos ou alcalinos terrosos, ácidos como sulfúrico, sulfônico e fosfórico contendo um substituinte de hidrocarboneto saturado ou insaturado (Geer et al., 1971).

2.1.3 Tensoativos anfóteros

Para os anfóteros (os quais possuem ambos os grupos aniônicos e catiônicos no meio hidrofóbico), e dependendo do pH da solução e da estrutura, pode prevalecer a espécie aniônica, catiônica ou neutra.

Os tensoativos anfóteros mais comuns incluem N-alquil e C-alquil betaína e sultaína como também álcool amino fosfatidil e ácidos (Kurz, 1962).

2.1.4 Tensoativos não-iônicos

Esta classe de tensoativo não apresenta moléculas dissociadas em solução aquosa.

Os tensoativos não-iônicos são derivados do polioxietileno e polioxipropileno (de compostos com alquil fenol e álcool, ésteres de ácidos graxos, alquilaminas, amidas e mercaptanas) ou polialcoóis, ésteres de carboidratos, amidas de álcoois graxos e óxidos de amidas graxas (Fendler et al., 1972).

3. METODOLOGIA

Os tensoativos utilizados são os seguintes: Óleo de Soja Saponificado (OSS) - *Glycine max L*; Óleo de Coco Saponificado (OCS) - *Cocos nucifera*; Óleo de Mamona Saponificado (OMS) - *Ricinus communis L*; Óleo de Girassol Saponificado (OGS) - *Helianthus annuus* e Sabão Base (SB) – cebo de boi.

As Tabelas 3.1 e 3.2 apresentam os ácidos graxos, precursores dos tensoativos citados acima, e sua composição média.

Tabela 3.1. Fórmulas moleculares dos ácidos graxos mais comuns.

Nome do ácido	Nº de carbonos	Fórmula molecular
Cáprico	10	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$
Láurico	12	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$
Mirístico	14	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{COOH}$
Palmítico	16	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$
Estearico	18	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$
Oléico	18	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
Linoléico	18	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
Ricínoléico	18	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$

Fonte: Adaptado (Ambrogi et al., 1987).

Tabela 3.2. Composição percentual média em ácidos graxos de óleos vegetais.

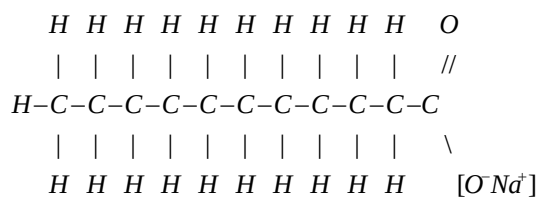
Ácidos	Óleo vegetal			
	coco	mamona	soja	girassol
Cáprico	6%			
Láurico	47%			
Mirístico	18%			
Palmítico	9%	1%	6,8%	3,7%
Estearico	3%		4,4%	1,6%
Oléico	6%	3%	34%	42%
Linoléico	2%	4,2%	51%	52%
Ricínoléico		89,5%		

Fonte: Adaptado (Villela et al., 1976; Silvestre Filho, 2001).

O sabão base é sintetizado a partir de ceto bovino, com composição aproximada de: 5% de ácido mirístico, 29% de ácido palmítico, 25% de ácido esteárico, 36% de ácido oléico, 1,5% de ácido linoléico e 3% de ácido palmitoléico.

3.1. Saponificação

O sabão é uma substância obtida pela reação de gorduras ou óleos com hidróxido de sódio ou de potássio. O produto desta reação é um sal (reação de um ácido com uma base). Sabe-se que os sais são substâncias que possuem, pelo menos, uma ligação com caráter tipicamente iônico. As ligações iônicas são caracterizadas quando os elementos ligantes apresentam acentuada diferença de eletronegatividade, o que dá origem a uma forte polarização, já que se forma um dipolo elétrico. Desta forma dizemos que os sabões, por serem sais, apresentam pelo menos um ponto de forte polarização em sua molécula. As Figuras 3.1 e 3.2 apresentam a molécula de um sabão e a reação de saponificação de uma gordura. Observe o produto resultante: e a polaridade (zona marcada) características das moléculas de sabão (Zago Neto e Del Pino, 2006).



Laurato de sódio (um sabão)
Fórmula mínima: $C_{12}H_{23}O_2Na$

Figura 3.1. Molécula de sabão (Zago Neto e Del Pino, 2006).

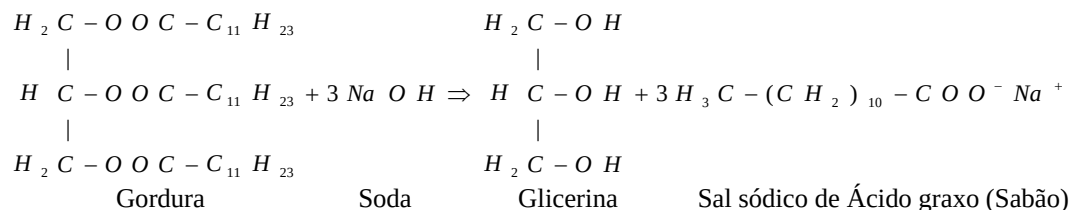


Figura 3.2. Reação de saponificação (Zago Neto e Del Pino, 2006).

3.2. Preparação dos óleos vegetais saponificados

Para preparação do óleo vegetal saponificado, pesam-se 17,84 g de NaOH (quantidade determinada pelo índice de saponificação) com excesso de 20 % para garantir a saponificação total do óleo e dissolve-se em 80 mL de água destilada. Depois, em um balão de fundo redondo de 1000 mL, coloca-se 100 g do óleo vegetal, 300 mL de álcool etílico e a solução de NaOH. Este balão é acoplado a um condensador de refluxo e aquecido em uma manta por 2 horas, até que a reação se complete.

Após a reação completar-se, leva-se a amostra do balão a um becker, e a mantém em uma placa aquecedora a 100 °C sob agitação constante, com a finalidade de evaporar todo o álcool e promover a cristalização do sabão.

3.3. Concentração Micelar Crítica

A concentração micelar crítica (c.m.c.) dos tensoativos pode ser determinada através de mudanças bruscas no comportamento de algumas de suas propriedades físicas em solução, tais como, espalhamento de luz, viscosidade, condutividade elétrica, tensão superficial, pressão osmótica e capacidade de solubilização de solutos. Neste trabalho, a c.m.c. dos tensoativos foi determinada através de mudanças na Tensão Superficial, para várias concentrações em tensoativo. A Figura 3.3 mostra um esquema do comportamento do tensoativo na superfície do líquido e no seio da solução, isto em função da tensão superficial.

A adição de tensoativos à água tende a saturar todas as interfaces (situação B e C) de modo que a partir de uma concentração denominada Concentração Micelar Crítica (c.m.c.) tem-se a saturação do meio e a formação de micelas (situação D). A micela é a configuração das moléculas de tensoativo com melhor estabilidade na solução, com as cadeias hidrofóbicas agrupadas e a parte hidrofílica das moléculas voltada para a água.

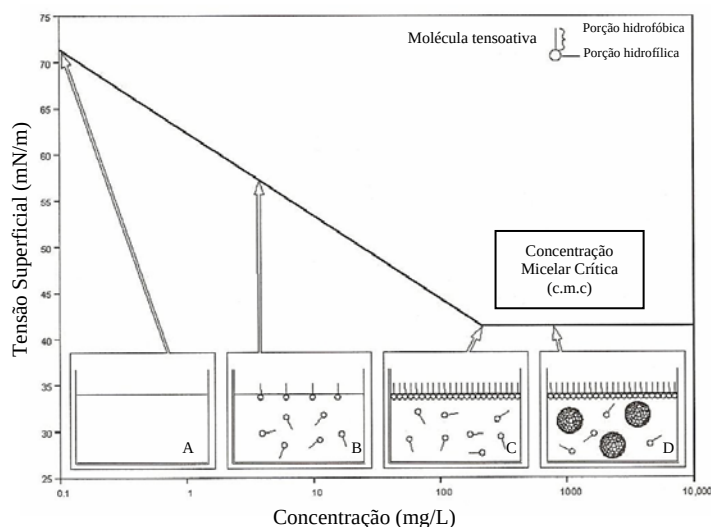


Figura 3.3. Esquema do comportamento do tensoativo entre as fases fluida e superficial, em função da tensão superficial, indicando a c.m.c.

Neste trabalho, determinou-se a c.m.c. utilizando-se o equipamento *SensaDyne Tensiometer* (Figura 3.4). Utilizou-se o método da máxima pressão da bolha, o qual trabalha com dois capilares de diâmetros diferentes onde é bombeado um gás inerte (nitrogênio). Os capilares são imersos no fluido e a frequência de borbulhamento do gás é determinada. O bombeamento do nitrogênio através desses dois capilares produz um diferencial de pressão (ΔP) que é diretamente relacionado com a tensão superficial do fluido, mostrado na equação (3.1) e ocorre somente no instante em que o raio da bolha é igual ao raio dos capilares.

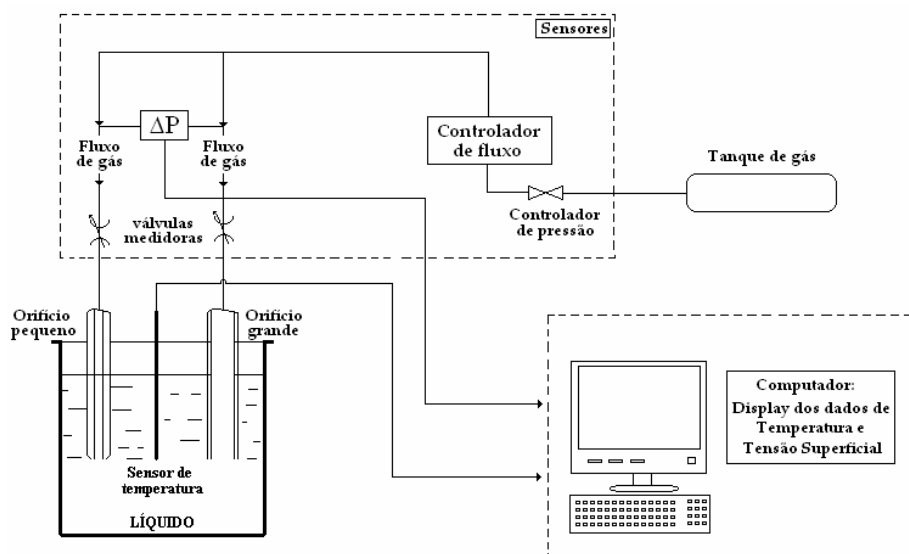


Figura 3.4. Esquema do Tensiômetro.

A utilização de dois capilares de diâmetros diferentes elimina a interferência de componentes hidrostáticos (a diferença de densidade entre o líquido e o gás multiplicada pela aceleração da gravidade e a profundidade de imersão capilar), que o tensiômetro de um capilar não consegue eliminar.

O capilar de maior diâmetro mede o efeito da profundidade de imersão (elimina componentes hidrostáticos) e o valor da pressão máxima da bolha do capilar menor é a tensão superficial. Uma precisão maior é obtida quando a profundidade de imersão do capilar é $2/3$ do raio do orifício.

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \left(\rho gh + \frac{2\gamma}{r_1} \right) - \left(\rho gh + \frac{2\gamma}{r_2} \right) = \frac{2\gamma}{r_1} - \frac{2\gamma}{r_2} \quad (3.1)$$

sendo: $\gamma \propto \Delta P$

Para a realização do ensaio, utilizou-se 20 mL da solução de tensoativo. As concentrações das soluções variaram desde altas concentrações até concentrações com valores de Tensão Superficial próximo a da água ($\gamma_{H_2O} = 72,8 \text{ mN/n}$) na temperatura de 25 °C.

A partir dos valores do Logaritmo da Concentração ($\log c$) versus Tensão Superficial (γ) obtém-se um gráfico onde o ponto da intersecção de duas retas corresponde a c.m.c.

4. RESULTADOS

4.1. Concentração Micelar Crítica

As concentrações micelares críticas foram determinadas com e sem salinidade. Os valores obtidos com a presença do sal (solução KCl 2 %) serão utilizados para os ensaios de recuperação e adsorção. Os valores obtidos com água destilada servirão para o cálculo da área da cabeça do tensoativo, parte polar, que será utilizada no estudo de perdas por adsorção.

As Figuras 4.1 a 4.5 mostram os resultados de c.m.c para os tensoativos estudados.

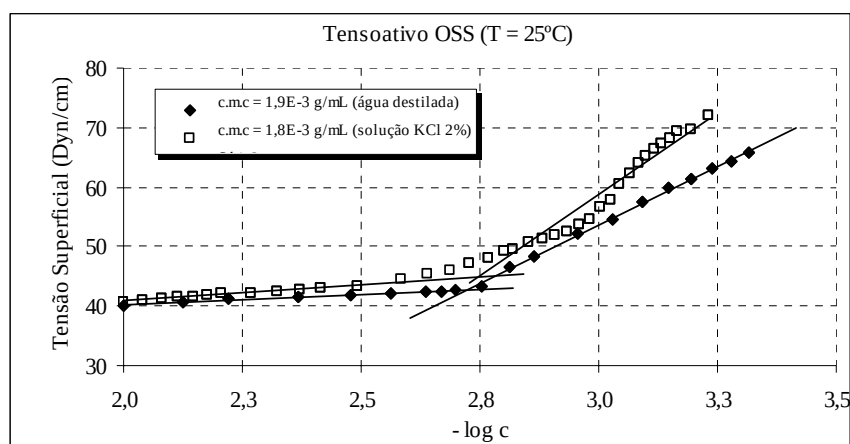


Figura 4.1. Concentração micelar crítica do OSS.

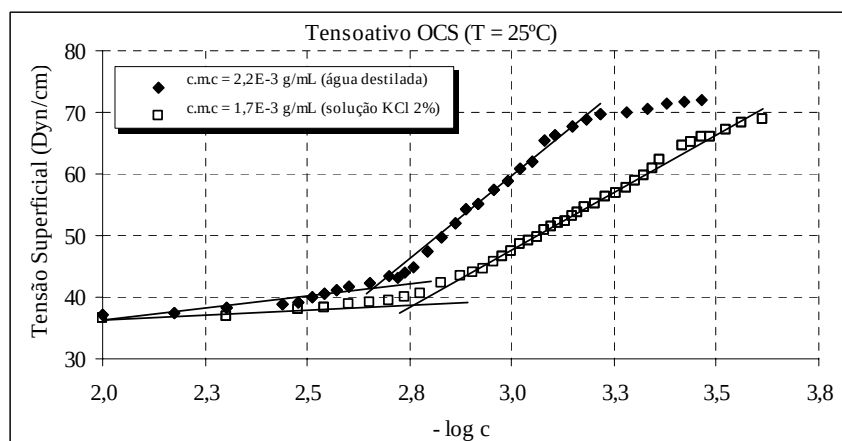


Figura 4.2. Concentração micelar crítica do OCS.

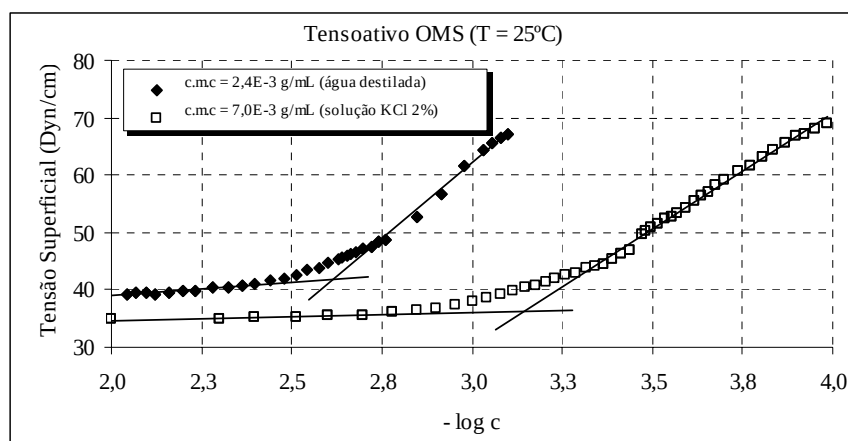


Figura 4.3. Concentração micelar crítica do OMS.

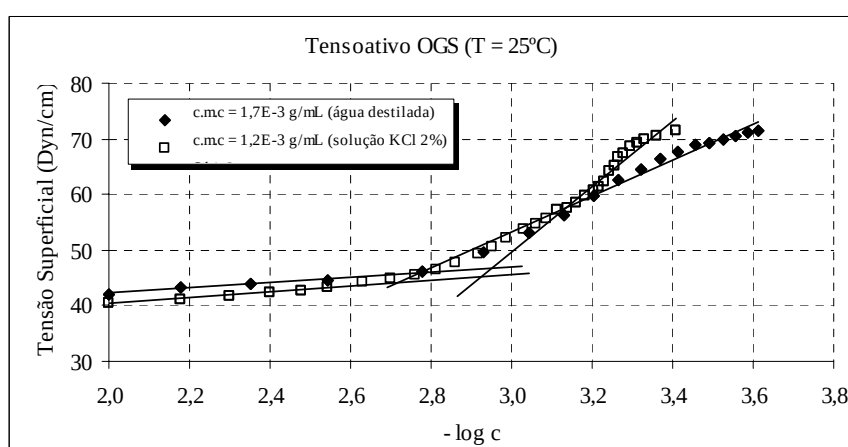


Figura 4.4. Concentração micelar crítica do OGS.

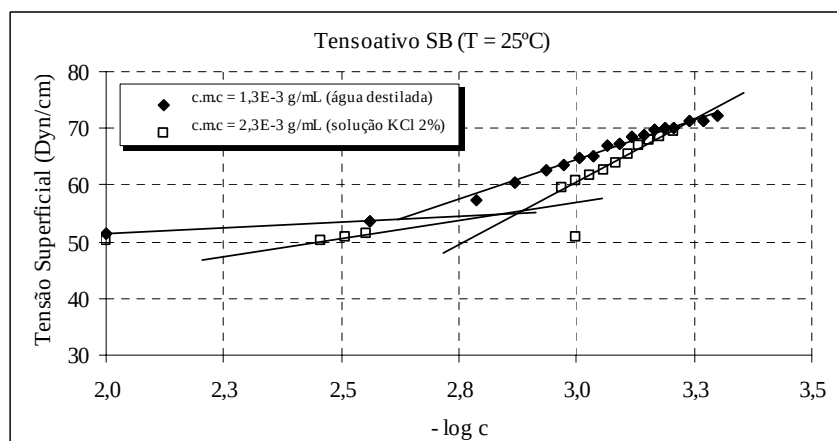


Figura 4.5. Concentração micelar crítica do SB.

Pode-se observar, a partir das Figuras 4.1 a 4.5, que os tensoativos iônicos apresentaram valores elevados de c.m.c, quando comparados a tensoativos não-iônicos. Este fato se deve a existência do trabalho eletrostático presente devido à polaridade iônica dessas moléculas.

O efeito da salinidade reduziu o valor de c.m.c. Isso se deve à competição dos íons do sal com a cabeça, polar, do tensoativo (Curbelo, 2006).

Cerca de 89,5% do óleo de mamona é composto pelo ácido ricinoléico (Silvestre Filho, 2001), cuja estrutura molecular está apresentada na Tabela 3.1. A presença do (OH) no 12º carbono da estrutura molecular deste composto explica o efeito causado pelo íon Cl^- , presente na solução de KCl, que aumentou a solubilidade do tensoativo e conseqüentemente reduziu o valor da c.m.c em 70% em relação à água destilada, reduzindo de $2,4 \times 10^{-3} \text{ g/mL}$ para $0,7 \times 10^{-3} \text{ g/mL}$.

A Tabela 4.1 mostra os valores de c.m.c, em água destilada e solução KCl 2 %, dos tensoativos iônicos estudados.

Tabela 4.1. c.m.c dos tensoativos iônicos estudados.

Tensoativo	c.m.c (g/mL) (água destilada)	c.m.c (g/mL) (solução KCl 2 %)
OSS	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-3}$
OCS	$2,2 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-3}$
OMS	$2,4 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-3}$
OGS	$1,7 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$
SB	$2,3 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-3}$

5. CONCLUSÃO

Os tensoativos iônicos apresentaram valores elevados de c.m.c quando comparados a tensoativos não-iônicos. Este fato deve-se a existência do trabalho eletrostático presente devido à polaridade iônica dessas moléculas.

Na salmoura, o valor da c.m.c foi reduzido, pois a cabeça do tensoativo, parte polar, compete com os íons do sal em solução.

A presença do (OH) no 12º carbono da estrutura molecular do OMS explica o efeito causado pelo íon Cl⁻, presente na solução de KCl, que aumentou a solubilidade desse tensoativo e conseqüentemente reduziu o valor da c.m.c em 70 % em relação à água destilada, reduzindo de $2,4 \times 10^{-3}$ g/mL para $0,7 \times 10^{-3}$ g/mL.

Os tensoativos iônicos, além de apresentarem baixo custo e alta interação com a rocha-reservatório, propiciam tensões interfaciais bem inferiores a tensoativos não-iônicos, favorecendo maiores interações com o óleo residual e assim favorecendo um aumento na recuperação de petróleo.

6. AGRADECIMENTOS

Os Autores agradecem ao Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis - convênio ANP-PRH14, pelo apoio financeiro.

7. REFERÊNCIAS

- AMBROGI, A et al.. Unidades Modulares de Química. in: Apostila do Instituto de Química da UFRS. **Hamburg**, São Paulo, 1987. v.1, p. 1-71, 2006.
- ATTWOOD, D.; ELWORTHY, P. H.; KAYNE, S. B. **J. Phys. Chem.** v.74, p.3529, 1970.
- CURBELO, F. D. S. **Recuperação avançada de petróleo utilizando tensoativos**. Março de 2006. p.169. Tese de doutorado. UFRN/DEQ/PPGEQ, Natal, RN, 2006.
- FENDLER, E. J.; DAY, C. L.; FENDLER, J. H. **J. Phys. Chem.** v.76, p.3529, 1972.
- FENDLER, J. H. **Membrane mimetic chemistry**. N.Y., Ed. John Wiley, 1992.
- GEER, R. D.; EYLAR, E. H.; ANACKER, E. W. **J. Phys. Chem.** V.75, p.369, 1971.
- KURZ, J. L. Effects of micellization on the kinetics of the hydrolysis of monoalkyl sulfates. **J. Phys. Chem.** v.66, p.2239, 1962.
- LEITE, R. H. L. **Extração de cromo de efluentes de curtumes utilizando microemulsões**. Outubro de 1995. p.113. Dissertação de mestrado. UFRN/DEQ/PPGEQ, Natal, RN, 1995.
- MANIASSO, N. Ambientes Micelares em Química Analítica. **Quim. Nova**, v.24, No. 1, p.87-93, 2001.
- OKPOKWASILI, G. C.; OLISA, A. O. River-water biodegradation of surfactants in liquid detergents and shampoos. **Wat. Res.**, v.25 (11), p. 1425-1429, 1991.
- PELIZZETTI, E.; PRAMAURO, E. Analytical applications of organized molecular assemblies. **Analytical Chimica Acta** v.169, p.1-29, 1985.
- PRESTON, W. C. **J. Phys. Chem.** v.52, p.848, 1948.
- ROSEN, M. J. **Surfactants and interfacial phenomena**. N.Y., Ed. Wiley-Interscience, 1978.
- SAUNDERS, L. Molecular aggregation in aqueous dispersions of phosphatidyl and lysophosphatidyl cholines. **Biochim Biophys Acta** v.125, p.70-74, 1966.
- SILVESTRE FILHO, G. D. **Comportamento mecânico do poliuretano derivado do óleo de mamona reforçado por fibra de carbono**. Setembro de 2001. p 95. Dissertação de mestrado. USP, São Carlos, SP, 2001.
- SUBHASH, C.; AYIRALA, D.; RAO, N. Multiphase flow and wettability effects of surfactants in porous media. **Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects** v.241, p.313-322, 2004.

- VILLELA, G. G. et al. - Bioquímica. in: Zago Neto, O. G.; Del Pino, J. C. Trabalhando a química dos sabões e detergentes. **Apostila do Instituto de Química da UFRS**. EDUSP, São Paulo, 1976.
- ZAGO NETO, O. G.; DEL PINO, J. C. Trabalhando a química dos sabões e detergentes. **Apostila do Instituto de Química da UFRS** v.1, p. 1-71, 2006.
- ZHANG, S.; XU, Y.; QIAO, W.; LI, Z. Interfacial tensions upon the addition of alcohols to phenylalkane sulfonate monoisomer systems. **Fuel** v.83, p.2059-063, 2004.

DETERMINATION OF CRITICAL MICELLE CONCENTRATION OF SURFACTANTS DERIVED FROM VEGETAL OILS FOR ENHANCE OIL RECOVERY

The determination of Critical Micelle Concentration (c.m.c) is of fundamental importance for any processes involving surfactant because its effect is bigger when a significant amount of micelles is present. Moreover, the loss of surfactant due to adsorption in rock-reservoir is lesser in concentrations above of c.m.c. In this paper c.m.c's values of surfactants were determined in aqueous media with and without salinity. The values obtained with the presence of the salt (solution KCl 2 %) can be used for recovery and adsorption assays, while the value obtained with distilled water can be used for the calculation of surfactant head area, its polar part. The surfactants c.m.c. can be determined through significant changes on the behavior of some physical properties. In this paper surfactants c.m.c. were determined through changes in superficial tension, using a SensaDyne Tensiometer. The used method was the maximum bubble pressure, which works with two capillaries of different diameters where an inert gas is pumped (nitrogen). It was used ionic surfactants from vegetal oils that are more economically viable; they are: OCS, OMS, OGS, OSS and SB. The obtained results showed that the ionic surfactants presented higher c.m.c values than the nonionic ones. This fact is due the electrostatic power on ionic polarity of these molecules. The effect of the salinity reduced c.m.c. value due to the competition between salt ions and surfactant head polar group. The OMS showed the smallest c.m.c value because about 89.5 % of mamona oil is composed by ricinoleic acid, and the presence of (OH) in 12º carbon of the molecular structure of this compound explains the effect caused by Cl⁻ ion, present in KCl solution, that increased solubility of the surfactant and consequently reduced its c.m.c value in 70 % comparing with distilled water.

Surfactant, c.m.c, Superficial Tension, Recovery, Petroleum.

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.