

INFLUENCIA DE SAIS NO PONTO DE NÉVOA DO TENSOATIVO NÃO IÔNICO

Letícia Gabriele Marcolino da Silva¹, Alessandro Alisson de Lemos Araújo²

Resumo: Os tensoativos não-iônicos são constituídos por substâncias cuja as moléculas, em solução aquosa, não se ionizam. A solubilidade dos tensoativos não-iônicos diminui com o aumento da temperatura, caracterizado pelo ponto de névoa, observado pela formação de duas fases líquidas. A solubilidade destes tensoativos deve-se pela presença de grupamentos funcionais que possuem forte afinidade pela água. Os Tensoativos não-iônicos apresentam diferentes comportamentos em solução aquosa, dependendo de sua concentração e a presença de pequenas quantidades de sais. Neste trabalho foram avaliados o ponto de névoa de soluções de tensoativos não iônicos, na ausência e na presença de sais como (NaCl, KCl, CaCl₂) a diferentes concentrações (2.5%, 5%, 10%, 15%, 20% de tensoativos). Desta forma determinou-se dados experimentais da temperatura do ponto de névoa das soluções de tensoativos, através dos dados experimentais foi feita A modelagem termodinâmica, considerando o modelo de Flory-Huggins O tensoativo utilizado neste estudo foi o nonilfenol 11EO. O ponto de névoa variou, consideravelmente, entre as concentrações do tensoativo e, também, com a presença de sais, observando que o sal reduz a solubilidade do tensoativo. A presença dos sais diminuiu os valores do ponto de névoa na seguinte sequência: NaCl > CaCl₂ > KCl. Estes resultados demonstram que a presença de sais influencia o ponto de névoa do nonilfenol 11EO.

Palavra-chave: Solubilidade; Tensoativos não-iônicos; Ponto de névoa; Flory-Huggins; Sais.

1. INTRODUÇÃO

Os tensoativos não-iônicos possuem uma característica em relação a solubilidade que depende da temperatura. O qual se tornam menos solúveis com o aumento da mesma. Este fenômeno é denominado ponto de névoa do tensoativo que depende da estrutura e concentração do tensoativo além da presença de aditivos como sais ou polímeros [1]. Alguns tensoativos quando sujeitos a certas condições, tais como aumento da temperatura e adição de sal, pode se separar espontaneamente em duas fases aquosas imiscíveis [3]. A partir de certa temperatura, o comportamento de uma solução aquosa micelar de tensoativo não iônico varia, de modo que se inicia o aparecimento de uma névoa de tensoativo insolúvel na solução. A temperatura em que ocorre a separação de fases é conhecida como ponto de névoa, ela é observada através do aumento da turbidez da solução, que pode ser observada visualmente [4]. Além disso, a adição de sais na solução de tensoativos não iônicos provoca modificações no ponto de névoa, visto que reduz a solubilidade do tensoativo em água. O objetivo deste trabalho é estudar os parâmetros que podem influenciar a temperatura do ponto de névoa de um tensoativo não iônico apresentando um estudo sobre a influência dos sais de cloro na temperatura do ponto de névoa do tensoativo nonilfenol. Os experimentos foram realizados alternando os diferentes sais (NaCl, CaCl₂, KCl) e a concentração do tensoativo (0,025; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2). Diante disso, o presente trabalho, determinou dados experimentais de pontos de névoa mediante as variações da concentração do tensoativo e na presença de diferentes sais [5].

2. TENSOATIVOS

Os tensoativos são um tipo de molécula que apresentam duas regiões de solubilidade distintas, ou seja, uma parte com características apolares ligada em outra parte com características polares.

A estrutura apolar da molécula de tensoativo é originada em uma cadeia carbônica (linear, ramificada ou com partes cíclicas), os carbonos dessa cadeia não formam polos de concentração eletrostática, apesar de serem mais eletronegativos que os átomos de hidrogênio. A estrutura polar da molécula de tensoativo é formada por átomos que possuem forte afinidade por água [1].

Por ter uma parte apolar e outra polar os tensoativos podem ser usados como conciliadores de fases imiscíveis formando emulsões, espumas, suspensões, microemulsões ou propiciar a umectação, formação de filmes líquidos e detergentes de superfícies. Essas propriedades fazem com que os tensoativos sejam utilizados em aplicações tão diversas como detergentes, agroquímicos, cosméticos, tintas, cerâmica, alimentos, tratamento de couros e têxteis, formulações farmacêuticas, óleos lubrificantes [2].

2.1 TENSOATIVOS NÃO-IÔNICOS

A segunda classe de tensoativos mais utilizada é a dos tensoativos não iônicos, que são constituídos por substâncias cujas moléculas, em solução aquosa, não se ionizam. Seus poderes hidrófilos provêm da presença de grupos polares do tipo éter, álcool, carbonila ou mesmo amina [6]. Exemplos comuns deste tipo de tensoativo são o nonilfenol etoxilado, os álcoois graxos etoxilados e o propileno glicol etoxilado. Na maioria dos tensoativos não iônicos a solubilidade decresce com o aumento da temperatura [2]. A parte polar dessa molécula não possui cargas. Sendo assim esse tensoativo é obtido pela reação do composto graxo com óxido de eteno. E conforme se aumente a quantidade de moléculas de óxido de eteno, maior será a polaridade da molécula final e maior a sua solubilidade em água [1].

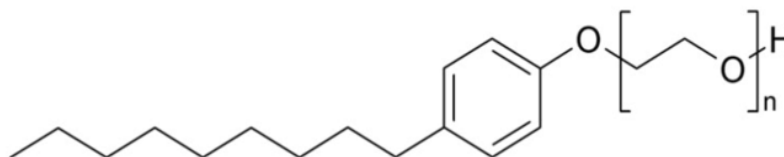


Figura 1- Estrutura do nonilfenol etoxilado

Fonte: eCyle

Esses tensoativos são compatíveis com todas as outras classes de tensoativos, possuem propriedades de alto poder de redução da tensão superficial e interfacial, porém, apresentam menor poder de detergência e formação de espuma, sendo utilizados em formulações de detergentes juntamente com tensoativos aniônicos e possuem compatibilidade com a maioria das matérias-primas utilizadas em cosméticos [1].

3. CONCENTRAÇÃO MICELAR CRÍTICA

A concentração micelar crítica pode ser considerada a mais baixa concentração em que o tensoativo livre está em equilíbrio com as micelas, ou então pode ser considerado o ponto onde há a formação de micelas, e depende da temperatura, da natureza do meio e das impurezas presentes [7]. 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. A concentração micelar crítica 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. Uma característica dos tensoativos é a capacidade de reduzir a tensão interfacial em meio aquoso. Isto porque a parte polar do tensoativo tende a se orientar preferencialmente e a parte apolar tende a ser repelida pela fase aquosa [8].

3.1 FATORES QUE AFETAM A CONCENTRAÇÃO MICELAR CRÍTICA

Os principais fatores que modificam a c.m.c. estão diretamente relacionados com certas características de estrutura e aos efeitos de temperatura e força iônica. Em tensoativos não-iônicos, o acréscimo de um grupo CH₂ à molécula causa o decréscimo da c.m.c. até, aproximadamente, um terço do valor inicial [15]. Porém os fatores mais importantes para esse trabalho são a temperatura e a adição de sais, que foram usados na resolução dos experimentos. A temperatura atua de forma diferente sobre a solubilidade dos diferentes tipos de tensoativos em água. Os tensoativos não iônicos tem sua solubilidade diminuída com o aumento da temperatura, esperando-se, portanto, a redução da C.M.C com a temperatura, pois o aumento da temperatura causa uma ruptura das estruturas de água, efeito que desfavorece a micelização desse tipo de tensoativo. A adição de outros solutos a uma solução de tensoativo pode alterar sua C.M.C. Em tensoativos não iônicos a variação do teor de sal na solução interfere pouco a C.M.C, mesmo que o teor de sal interfira na solubilidade. A concentração de sal pode, nesse caso ser elevada ao ponto em que a solubilidade do tensoativo fique abaixo da C.M.C, fazendo com que está não seja atingida [1].

4. DIAGRAMA DE FASES PARA SOLUÇÕES DE TENSOATIVOS

Além do formato ou conformação das micelas de tensoativos, sua concentração e temperatura também influenciam na formação de cada tipo de fase micelar. O Diagrama de fases é a forma gráfica de mostrar as regiões de estabilização de cada tipo de fase com a variação da concentração e temperatura. Um diagrama de fase é montado ponto a ponto experimentalmente, em cada solução sendo preparado e levado a temperatura de avaliação. A avaliação do tipo de fase presente pode ser visual, como no caso desse trabalho que há uma turvação ao chegar ao ponto de névoa [1]. O diagrama de fases é útil para predição da possibilidade de diluições dos tensoativos em variadas temperaturas. A fase identificada como “dois líquidos” é a referente ao tensoativo não iônico insolubilizado em água acima da temperatura do seu ponto de névoa da solução de tensoativo com a variação de sua concentração em água. Essa fase turva de dois líquidos (tensoativo insolubilizado em água) é de baixa viscosidade e, caso tenha sua temperatura reduzida, volta a se apresentar em apenas uma fase, pois o tensoativo não iônico volta a solubilizar com a redução da temperatura. A linha de separação entre as fases de um líquido para dois líquidos é a variação do ponto de névoa da solução com a concentração, mostrando que a solubilidade dos tensoativos não iônicos em água é reduzida pela elevação da temperatura [12].

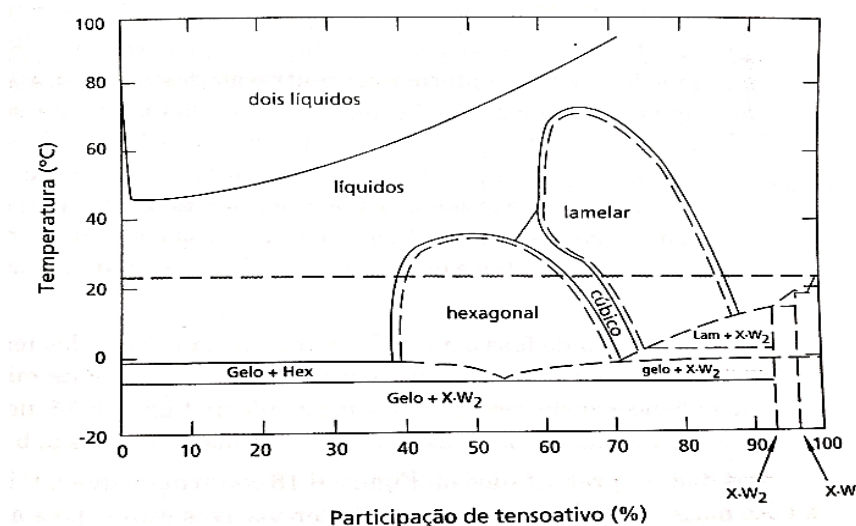


Figura 2 - Diagrama de Fases
Fonte: Laughlin

5. PONTO DE NÉVOA

Quando se aquece uma solução aquosa de um tensoativo não iônico, como as forças de atração são fracas, a agitação provocada pelo aquecimento consegue vencer as forças de atração do tensoativo com as moléculas de água. Quanto mais se aquece a solução, mais moléculas de água deixam de estabilizar o tensoativo, até o ponto em que ele se torna insolúvel e precipita na forma de uma névoa ou turvação. Essa temperatura é conhecida como ponto de névoa e é uma característica dos tensoativos não iônicos derivados de óxido de eteno [1]. Este ponto é determinado através da elevação da temperatura a uma determinada concentração. A partir deste ponto os tensoativos não-iônicos, quando em solução, formam duas fases, uma rica em tensoativo chamada coacervato e outra pobre, denominada de fase diluída. A solubilidade dos tensoativos não-iônicos diminui com o aumento da temperatura, e esses podem perder suas propriedades tensoativas acima desse ponto. Isto ocorre porque, acima do ponto de névoa, há a formação de duas fases, uma com alta concentração de tensoativos, e outra com baixa concentração de tensoativos, e esta separação em duas fases é, normalmente, acompanhada por um aumento da turbidez da solução, que pode ser observada visualmente. Desta forma a micelização para este tipo de tensoativo acontece abaixo do ponto de turbidez [10].

Na figura abaixo, tem-se que o ponto de mínimo é denominado “ponto crítico de turbidez”. Somente abaixo do ponto de névoa é possível a formação de soluções micelares.

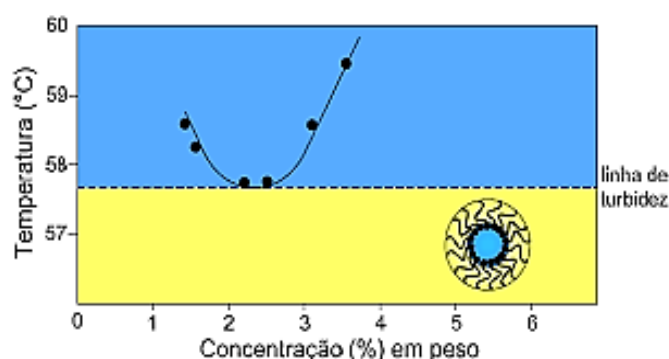


Figura 3- Representação esquemática de um diagrama de fases com tensoativo em água
Fonte: Ribeiro Neto

5. ANÁLISE DA CURVA DO PONTO DE NÉVOA COM BASE NO MODELO FLORY-HUGGINS

O Modelo de Flory-Huggins considera o tamanho das moléculas de soluções poliméricas, realizando ajustes para uma nova entropia, podendo representar o comportamento dos sistemas tensoativos/água.

A curva de ponto de névoa é considerada como uma curva de solubilidade mútua com menor temperatura de solução crítica. À temperatura acima da curva do ponto névoa, de duas fases líquidas, uma é uma solução diluída e a outra é concentrada, coexistem em equilíbrio e as concentrações de cada fase são dadas por uma linha de ligação. A curva do ponto névoa de tensoativos não iônicos tem sido frequentemente analisada pela aplicação do modelo Flory-Huggins para a separação de fases. A relação entre o T_c e a composições das duas fases líquidas coexistentes é dada pela seguinte equação [11].

$$T_{Névoa} = \frac{H_{12}\varphi_m^2}{R\left[\ln(1-\varphi_m) + \left(1-\frac{1}{N}\right)\varphi_m\right] + S_{12}\varphi_m^2} \quad (\text{Eq. 1}) [15]$$

onde R é a constante de gás, φ_m e φ_m^2 representam as frações volumétricas de micela em soluções diluídas e concentradas, respectivamente, e N o número de agregação micelar. H_{12} e S_{12} correspondem a uma contribuição entálpica e entrópica para a energia de interação [11].

6. SÉRIE DE HOFMEISTER

A série de Hofmeister é uma classificação de íons em ordem de sua capacidade de sal ou sal em proteínas. Os efeitos dessas mudanças foram primeiramente elaborados por Franz Hofmeister, que estudou os efeitos de cátions e ânions na solubilidade de proteínas [2].

A adição de sais em uma solução aquosa contendo tensoativo não iônico resulta em interações eletrostáticas com a água mais fortes que as ligações de hidrogênio, que ocorrem entre a parte polar do tensoativo e a água. Com isso, as moléculas de água tendem preferencialmente para a solvatação dos íons, interagindo menos com as moléculas do tensoativo [13]. Esses efeitos contribuem para a diminuição da solubilidade do tensoativo na água e, consequentemente, pela diminuição do ponto de névoa. Porém, o tipo de sal provoca intensidades variáveis nesse efeito. Hofmeister observou uma habilidade particular de certos sais em precipitar proteínas em solução aquosa. Verificou-se que os íons alteram a formação natural das ligações de hidrogênio e as moléculas da água se ordenam de forma diferente ao redor de cada íon. Assim, os íons foram classificados em cosmotrópicos (fortemente hidratados) e caotrópicos (fracamente hidratados), na série conhecida como série de Hofmeister [14].

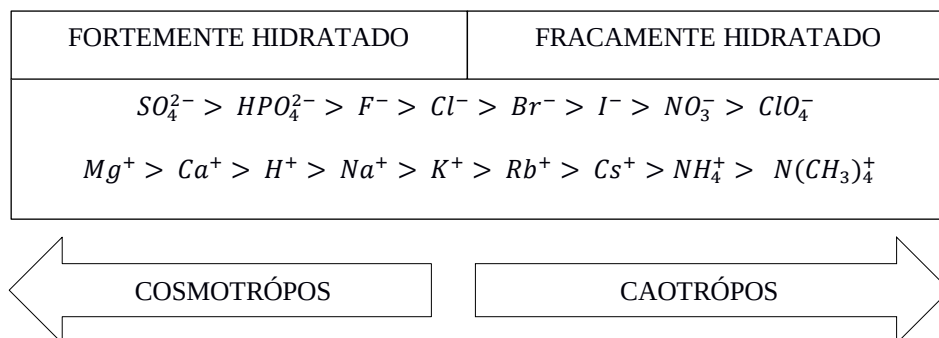


Figura 4 - Efeito de solubilidade dos cátions e ânions
Fonte: Autoria Propria

6. PARTE EXPERIMENTAL

6.1 MATERIAIS

O tensoativo não iônico utilizado foi o nonilfenol EO11 fornecido pela oxiteno, para o estudo dos aditivos foram usados os sais de Cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de potássio e também foi utilizada água destilada. Os equipamentos utilizados foram um banho termostático da marca Quimis, uma célula encamisada de vidro, um agitador magnético, e um termômetro.

6.2 PREPARO DE SOLUÇÃO

Todas as amostras foram preparadas usando as concentrações de 2.5%, 5%, 10%, 15%, 20% em massa de tensoativo não iônico. Para preparar a solução foram usados 5% para cada sal respectivamente (NaCl, KCl e CaCl₂).

6.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O método usado para determinação do ponto de névoa foi o visual. O tensoativo não iônico utilizado foi o nonilfenol. O procedimento experimental consistiu na preparação de soluções sintéticas de 2.5%, 5%, 10%, 15%, 20% em concentração de tensoativo. Inicialmente foram preparadas as soluções de tensoativo sem a presença de sal, e em seguida as soluções eram homogeneizadas com agitadores magnéticos, posteriormente foram colocadas em uma célula encamisada de vidro e submetidas a uma agitação através de uma barra magnética para manter a solução homogeneizada, esse aparato experimental foi conectado a um banho termostático. No decorrer dos experimentos a temperatura do banho foi aumentando gradativamente ao passo que a temperatura de turbidez da solução foi verificada através de um termômetro. Para efeito de confirmação do ponto de névoa o procedimento era repetido com o propósito de confirmação. O mesmo procedimento foi feito usando as soluções na presença dos sais. Esses experimentos foram feitos em duplicata.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise do modelo de Flory-Huggins, foi utilizada a eq. 1. Onde foram estimados os parâmetros de entalpia, entropia e o número de agregações da molécula. As curvas de ponto de névoa calculadas a partir da Eq. (1) são comparados com os experimentais na Fig. 5; o cálculo foi limitado a uma faixa de concentração um tanto estreita, onde as composições das duas fases de solução coexistentes podem ser estimadas de forma confiável a partir dos pontos de dados experimentais. Os valores de H_{12} e S_{12} utilizados para o cálculo estão listados na Tabela 1. Os valores calculados de T_c com os resultados experimentais é satisfatória, pois estão bem aproximados. O modelo de Flory-Huggins se ajustou bem com os dados experimentais, porém é visualmente perceptível que o ajuste das curvas foi bem mais próximo na solução com NaCl e KCl que apresentaram temperaturas mais baixas.

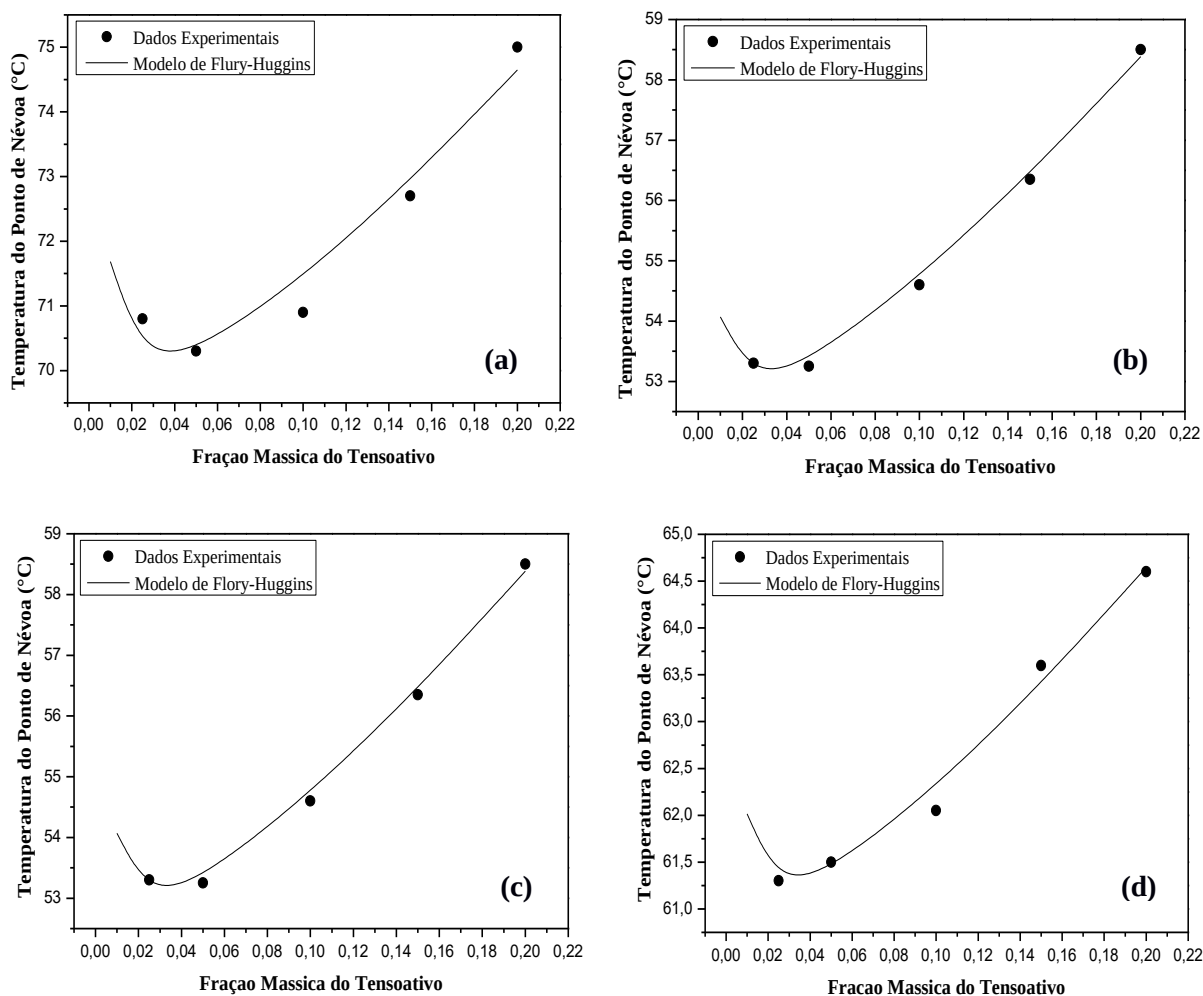


Figura 5 - Comparação dos dados experimentais do Ponto de Névoa e os calculados a partir do modelo de Flory-Huggins para separação de fases. (a) Solução sem a adição de sais; (b) Solução com NaCl; (c) Solução com KCl; (d) Solução com CaCl₂. Fonte: Autoria Própria

Tabela 1 - Parâmetros de interação usados para o cálculo de curvas de pontos de nuvens de acordo com o modelo de Flory-Huggins para separação de fases. Fonte: Autoria Própria

	H12	S12	N	Ø DESVIO PADRÃO
Sem adição de sais	12,56781	40,96215	2500	0,382241
Com NaCl	10,15287	35,44581	3562,217	0,146412
Com KCl	10,35727	35,77693	3791,192	0,043898
Com CaCl₂	16,4786	53,60572	3255,752	0,126445

A Figura 6 mostra o gráfico construído a partir da determinação da temperatura do ponto de névoa do tensoativo, em cada solução de diferentes concentrações. Para cada sal de cloro utilizado, foi construída uma curva, que mostra a relação entre o ponto de nuvem e a concentração do tensoativo na solução contendo um determinado sal. Para comparar a influência da salinidade no ponto de nuvem do tensoativo, foi construída também uma curva da temperatura do ponto de névoa em relação à concentração de tensoativo em soluções sem a presença de sais.

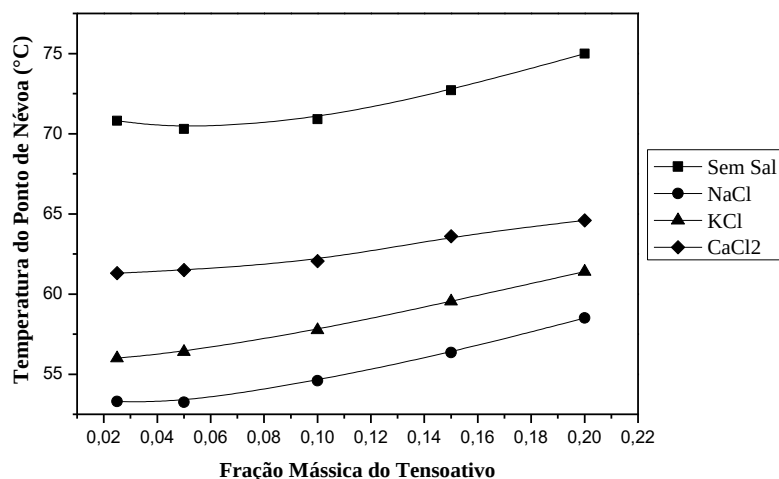


Figura 6 - Análise do ponto de névoa do tensoativo Renex-110
Fonte: Autoria Própria

Na Figura 6 observa-se que a presença de sais diminui o ponto de névoa do tensoativo, isso pode ser explicado pela competição que há entre íons do sal com a parte polar da molécula do tensoativo, fazendo com que este reduza a afinidade com a água, diminuindo, portanto, a temperatura do ponto de névoa. O tipo de íon adicionado pode aumentar ou diminuir o valor do ponto de névoa de acordo com suas características. Dentre os sais estudados, o que mais contribuiu para a diminuição da temperatura de ponto de névoa foi o cloreto de sódio e o que menos contribuiu foi o cloreto de cálcio. Isso pode ser explicado pela série de Hofmeister, em que o cátion Na^+ apesar de só ter uma carga influenciou no ponto de névoa mais do que o cátion Ca^{2+} , o Na^+ por ser fortemente hidratado ele diminui a quantidade de moléculas de água disponível para interagir com o tensoativo, fazendo com que a solubilidade do mesmo diminua e, consequentemente, apresente uma menor temperatura de ponto de névoa. Enquanto que o Ca^{2+} , sendo fracamente hidratado, não contribuiu muito para a diminuição do ponto de névoa do tensoativo. Já o K^+ apesar de ser menos solúvel em água que o Na^+ , quando aquecido ele se torna mais solúvel que o Na^+ , por isso o KCl apresenta uma temperatura maior de ponto de névoa que o NaCl, apesar de ter temperaturas bem próximas de turbidez.

8. CONCLUSÕES

Foram realizados ensaios experimentais em diferentes concentrações para a determinação do ponto de névoa para o tensoativo nonilfenol, com a adição de sais e sem a adição de sais. Foram usados diferentes sais, especificamente, o NaCl, KCl e o CaCl_2 . Os resultados apontaram para um impacto significativo do tipo de sal na temperatura dos pontos de névoa nesse tipo de tensoativo não-iônico. Os dados obtidos experimentalmente mostram que a presença de sais de cloro contribuiu significativamente para a diminuição do ponto de névoa do tensoativo estudado. Foi observado que a solubilidade dos sais afeta diretamente a temperatura do seu ponto de névoa, pois quanto mais solúvel em água maior vai ser os valores desses pontos. O sal que mais influenciou os valores de ponto de névoa foram NaCl, seguido por KCl. Por outro lado, o CaCl_2 exerceu pouca influência sobre o ponto de névoa, pelo fato de ser mais solúvel em água que os outros sais e provavelmente também por causa do seu menor potencial de dispersão de íons cálcio quando comparado ao sódio e potássio. Foi possível observar que a adição de sais é bem mais eficiente na diminuição do ponto de névoa, em comparação com o tensoativo apenas com a solução de água. De acordo com a análise comparativa do modelo de Flory-Huggins realizado nesse trabalho observou-se que o modelo de Flory-Huggins se ajusta razoavelmente.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DALTIN, D. Tensoativos: Química, propriedades e aplicações. São Paulo, Blucher, 2011.
- [2] LIMA, L.R. Estudo de parâmetros que podem influenciar a temperatura do ponto de nuvem do tensoativo renex-120. 2016. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- [3] SANTOS-EBINUMA, V.C; LOPES, A.M; CONVERTI, A; JÚNIOR, A.P; RANGEL-YAGUI, C.O. Behavior of Triton X-114 cloud point in the presence of inorganic electrolytes. São Paulo, 2013.
- [4] HOLMBERG, K.; JONSSON, B.; KRONBERG, B.; LINDMAN, B.; Surfactants and polymers in aqueous solution, 2º Edição, Wiley, Inglaterra, 2004.
- [5] Curbelo, F. D. S., Guarnica, A.I.C., and Barros Neto, E. L. (2013). Salinity Effect in Cloud Point Phenomena by Nanionic Oil Recovery Tests. *Petrol. Sci. Technol.* v.31:15, p. 1544-1552.
- [6] NETO, V.C.R. Desenvolvimento de Sistemas a Base de Tensoativo para Recuperação Avançada de Petróleo. 2007. 98f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
- [7] CURBELO, F.D.S. Recuperação avançada de petróleo utilizando tensoativos. 2006. 190f. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- [8] SANTOS, F.K.G, ALVES, J.V.A, DANTAS, T.N.C, NETO, A.A.D, DUTRA, T.V, NETO, E.L.B. Determinação da concentração micelar crítica de tensoativos obtidos a partir de óleos vegetais para uso na recuperação avançada de petróleo. 9f. 2007, UFRN.
- [9] Curbelo, F. D. S., Guarnica, A.I.C., and Barros Neto, E. L. (2013). Salinity Effect in Cloud Point Phenomena by Nanionic Oil Recovery Tests. *Petrol. Sci. Technol.* v.31:15, p. 1544-1552.
- [10] Schramm, L. L. Surfactants: Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry, Cambridge University Press, United Kingdom, 2000.
- [11] INOUE, T; MISONO, T. Cloud point phenomena for POE-type nonionic surfactants in imidazolium-based ionic liquids: Effect of anion species of ionic liquids on the cloud point, Cambridge University Press, United Kingdom, 2000.
- [12] LAUGHLIN, R.G. The aqueous phase behavior of surfactants. New York: Academic Press, 1994.p.363
- [13] LOPES, André Moreni. Purificação da enzima glicose-6-fosfato desidrogenase por sistemas micelares de duas fases aquosas contendo ligantes de afinidade. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.
- [14] MACHADO, Dijanah Cota. Estudo da influência de substâncias cosmotrópicas e caotrópicas na interação de moléculas unitárias orgânicas com nanoporos individuais protéicos. 51 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2010.
- [15] INOUE, T.; OHMURA, H.; MURATA, D.; Cloud point temperature of polyoxyethylene-type nonionic surfactants and their mixtures. *Colloid And Interface Science*, v.258, p.374-382, 2003.



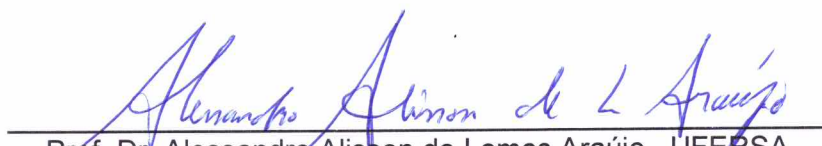
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

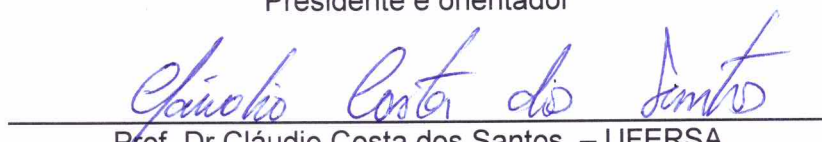
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

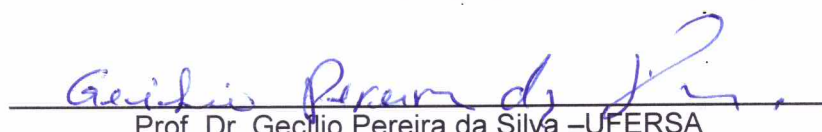
Às 10 horas e 40 minutos do dia quinze de março de dois mil e dezenove, no auditório do Centro de Engenharias - CE da Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria da aluna **LETÍCIA GABRIELE MARCOLINO DA SILVA**, aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° da matrícula **2015020862**, com o título **"INFLUÊNCIA DE SAIS NO PONTO DE NÉVOA DO TENSOATIVO NÃO IÔNICO"**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof. Dr. ALESSANDRO ALISSON DE LEMOS ARAÚJO, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Prof. Dr. CLÁUDIO COSTA DOS SANTOS e Prof. Dr. GECÍLIO PEREIRA DA SILVA, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo a aluna obtido as seguintes notas: **8,0 ; 8,0; 8,0**. Apuradas as notas verificou-se que a aluna foi aprovada com média geral **8,0**. E para constar, eu, ALESSANDRO ALISSON DE LEMOS ARAÚJO, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 15 de Março de 2019.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.


Prof. Dr. Alessandro Alisson de Lemos Araújo – UFERSA
Presidente e orientador


Prof. Dr. Cláudio Costa dos Santos – UFERSA
Primeiro Membro


Prof. Dr. Gecílio Pereira da Silva – UFERSA
Segundo Membro