

OBTENÇÃO DE REGIÕES EM DIAGRAMAS TERNÁRIOS UTILIZANDO ÓLEOS DE COCO E MILHO

João Paulo da Costa Leite¹, Manoel Reginaldo Fernandes²

¹ Graduando do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: jpcostaleite@gmail.com

² Professor Dr. na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: manoel.fernandes@ufersa.edu.br

Resumo: Os tensoativos são amplamente utilizados em diferentes campos, e tem como uma de suas propriedades a redução da tensão interfacial entre estes dois compostos de afinidades distintas, formando misturas homogêneas. As microemulsões (ME) são sistemas termodinamicamente estáveis, isotrópicos formados a partir de uma mistura de dois líquidos imiscíveis, usualmente água e óleo, estabilizados por um terceiro componente, o tensoativo, localizado na interface óleo/água. Os diagramas ternários representam as microemulsões formadas por três componentes, sendo eles: água destilada (fase aquosa), óleo (fase oleosa) e tensoativo (agente emulsificante). Cada um deles compõe um vértice do diagrama triangular, sendo a região de microemulsão definida pelas condições e proporções dos componentes. O presente trabalho teve como finalidade conhecer e caracterizar regiões em diagramas ternários utilizando sistemas microemulsionados contendo óleos de coco/milho, água e tensoativo. Após experimentos no laboratório e diante de algumas pesquisas e estudos feitos, foram então construídos diagramas ternários por inspeção visual das misturas utilizando sistemas microemulsionados contendo óleos de coco/milho, água e Tween® 80. Através das titulações, foi possível a determinação de regiões de microemulsão, de emulsão e uma região de gel turvo, classificadas pelo modelo de Winsor. Foram feitas análises de área de região microemulsionada de cada sistema ternário e os óleos contribuíram para uma diferença no tamanho das regiões de Microemulsão (Winsor IV - WIV) em ambos os diagramas. Foi verificado que o óleo de coco se destaca pela sua maior região de microemulsão.

Palavras-chave: Tensoativos; óleo de coco; óleo de milho; diagramas de fases.

1. INTRODUÇÃO

A descoberta dos tensoativos, também conhecidos como surfactantes, mudou o conceito de que água e óleo não se misturam, pois os tensoativos, com suas propriedades de reduzir a tensão interfacial entre estes dois componentes de afinidades distintas, propiciam interações entre eles, formando misturas homogêneas. As microemulsões são misturas interdispersas de dois líquidos imiscíveis, água e óleo, estabilizados por um terceiro componente, o tensoativo, localizado na interface óleo/água [1].

Os tensoativos possuem em sua cadeia uma parte polar, capaz de se misturar a substâncias polares e outra apolar capaz de se misturar a compostos apolares ou orgânicos. Esses tensoativos quando adicionados a um meio aquoso ou oleoso tendem a formar, acima da CMC (concentração micelar crítica), pequenos aglomerados coloidais chamados de micelas. Essas micelas podem ser do tipo direta, ou seja, óleo/água (O/A), ou do tipo inversa, água/óleo (A/O). Essas estruturas internas das micelas (geometrias) existentes em microemulsão podem ser variadas, complexas e podem ser físico-quimicamente entendidas. Dependendo das concentrações dos constituintes da microemulsão uma grande diversidade de estruturas entre a fase contínua e dispersa pode ser identificada [2].

A relação entre a composição e o número de fases apresentadas por determinada mistura pode ser expressa com a ajuda de diagramas ternários. A representação de um sistema de três constituintes é feita em um triângulo equilátero, onde cada vértice é ocupado por um dos constituintes do sistema (água/óleo/tensoativo) [3]. Na preparação dos sistemas microemulsionados é essencial levar em consideração a proporção dos componentes, a estrutura do tensoativo, a estrutura e o tipo de óleo. Deste modo, a construção de um diagrama de fases pode ser considerada uma ferramenta fundamental para caracterizar em que condições experimentais as

microemulsões existem para, posteriormente, poder selecionar a região do diagrama com as proporções dos componentes que se deseja trabalhar [4].

Assim, o presente trabalho busca conhecer e caracterizar regiões em diagramas ternários utilizando sistemas microemulsionados contendo óleos de coco/milho, água e tensoativo para que se possa administrar bem a quantidade de matéria-prima que será utilizada nas microemulsões, assim, podemos obter as condições e proporções dos constituintes, delimitando as regiões de microemulsão usando diagramas de fases.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Óleo de Coco

O óleo de coco é extraído do coco, um fruto pertencente à família das Arecaceae gênero e espécie *Cocos nucifera* L. Possui em sua composição química composta de Ácidos Graxos de cadeia Média (triglicerídeos de cadeia média – TCM), que apesar de serem gorduras saturadas, são de fácil metabolização pelo organismo. Além de sofrerem menos oxidação, tanto no ambiente como no nosso organismo [5]. O óleo foi comprado em um supermercado na cidade de Apodi/RN.

2.2. Óleo de Milho

O Óleo de Milho é extraído do gérmen do milho ou farelo de milho e é considerado um óleo bastante saudável por dificultar a formação de gordura no sangue, reduzindo o nível de colesterol. Apresenta-se como um óleo límpido, de cor amarelo-claro, odor e sabor suave característico. Apesar de ser um produto com importância secundária para o mercado produtor de milho, o Óleo de Milho é considerado um produto nobre para fins alimentícios, sendo um produto muito saudável. Devido a sua excelente qualidade, esse óleo tem aplicações muito variadas, dentre as quais podemos citar: indústria farmacêutica, cosmética, alimentícia, veterinária, ração animal, massagem, entre outros [6]. O óleo foi comprado em um supermercado na cidade de Apodi/RN. Na Tabela 1 temos as características Físico-Químicas do óleo de milho.

Tabela 1. Características Físico-Químicas do óleo de milho [7].

ÍNDICES	UNIDADES	VALORES DE REFERÊNCIA
Peso Específico (20°C)	g/cm ³	0,917 - 0,925
Iodo	g I ₂ /100g	107 - 135
Saponificação	mg KOH/g	187 - 195
Matéria Insaponificável	%	< 3,0
Acidez, óleo refinado	% (ácido oleico)	< 0,3
Índice de Peróxido	mEq/kg	< 10,0

2.3. Tween® 80 (polissorbato)

O Tween 80 ou polissorbato 80 (C₆₄H₁₂₄O₂₆) é um surfactante não-iônico utilizado para emulsificar óleo em água [8]. A linha tween é composta por ésteres de sorbitan etoxilados. Conforme o tipo de ácido graxo de origem e grau de etoxilação pode ser obtido produtos com diferentes Balanços Hidrofílico-Lipofílico (BHL), que se adaptam as diversas aplicações. A característica hidrofílica da cadeia de polioxietileno faz dos produtos da linha TWEEN, tensoativos hidrofílicos, geralmente solúveis ou dispersíveis em água e empregados para obter emulsões do tipo óleo em água (O/A), como dispersantes ou solubilizantes de óleos e como cotensoativos em xampus [9]. Na figura 1 podemos ver a representação esquemática de uma molécula de Tween 80 (polissorbato 80).

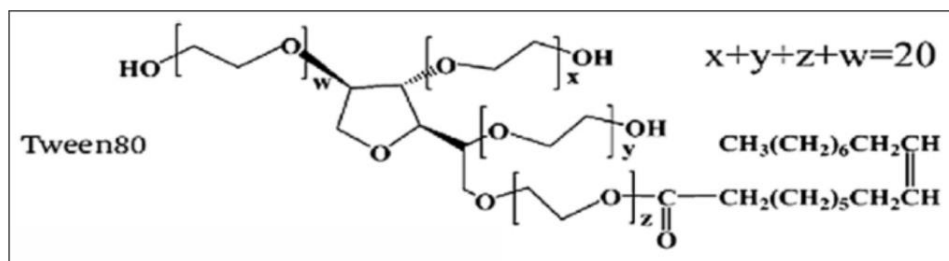


Figura 1. Representação esquemática de uma molécula de Tween 80 (polissorbato 80) [10].

Estas características da linha TWEEN são determinantes para suas aplicações em cosméticos: cremes e loções. A presença de grupos hidrofílicos e lipofílicos nas moléculas dos produtos da linha desse tensoativo promove redução da tensão interfacial entre os componentes da formulação, permitindo a obtenção de emulsões estáveis. Os diferentes ácidos graxos de origem e graus de etoxilação permitem que se escolha a combinação de

maior afinidade química com o sistema a ser emulsionado [9]. Na Tabela 2 temos as características Físico-Químicas do Tween 80.

Tabela 2. Características Físico-Químicas do Tween 80 [9].

Nome Químico	Monooleato de Sorbitan Etoxilado 20 EO
INCI Name	Polysorbate 80
No CAS	9005 - 65 – 6
DCB	05680.01-8
Fórmula	$C_{64}H_{124}O_{26}$
Peso Molecular	1310,0

2.4. Tensoativos

O tensoativo é um tipo de molécula que apresentam uma parte com característica apolar ligada a outra parte com característica polar. Dessa forma, esse tipo de molécula é polar e apolar ao mesmo tempo. Para representar esse tipo de molécula, usa-se tradicionalmente a figura de uma barra (que representa a parte apolar da molécula – portanto solúvel em hidrocarbonetos, óleos e gorduras) e um círculo (que representa a sua parte polar, solúvel em água), como representado na figura 2 [11].

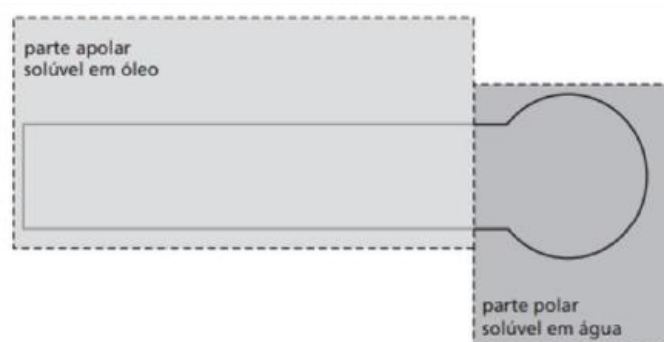


Figura 2. Representação esquemática de uma molécula de tensoativo com suas partes apolar e polar [11].

Na química os tensoativos, também conhecidos como surfactantes, possuem uma grande importância devido a sua capacidade em modificar propriedades reacionais com o intuito de melhorar a sensibilidade e a seletividade analítica. Tendo como principais características a formação de ambientes organizados, também conhecidos como ambientes micelares [12].

Os tensoativos podem ser classificados de acordo com a natureza do grupo hidrofílico, pois podem possuir cargas elétricas ou não em suas cabeças polares. Estas cargas são responsáveis por diversas afinidades químicas entre os íons, provocando repulsões entre as cabeças e, com isso, aumentando ou diminuindo a solubilização nos solventes polares. Os tensoativos estão divididos em quatro classes, de acordo com a sua parte polar, em: catiônicos, aniônicos, anfóteros e não-iônicos. [1]. Podemos ver a representação esquemática de uma molécula de tensoativo representado na figura 3.

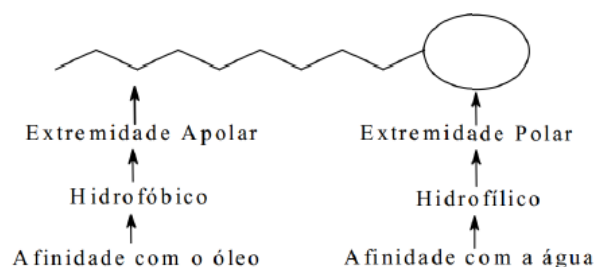


Figura 3. Representação esquemática de uma molécula de tensoativo com suas partes apolar e polar [13].

2.4.1. Classificação

2.4.1.1. Tensoativos não-iônicos

Os tensoativos não-iônicos são a classe em que não à formação de íons em solução aquosa, pois não apresentam moléculas dissolvidas. A sua solubilidade em água se deve à presença, em suas moléculas, de

grupos funcionais que possuem forte afinidade pela água. Possui um poder hidrófilo devido à presença de grupos polares do tipo éter, álcool, carbonila e amina, sendo derivados do polioxietileno e polioxipropileno ou polialcoóis, éteres de carboidratos, amidas de álcoois graxos e óxidos de amidas graxas [14].

Apresentam características bem particulares, pois são compatíveis quimicamente com a grande maioria dos demais tensoativos e suas propriedades são pouco afetadas pela variação de pH. Estes aspectos combinados aumentam consideravelmente as suas possibilidades de aplicação, tornando-os bastante atrativo industrialmente, podendo ser aplicados na formulação de cosméticos, detergentes, produtos farmacêuticos, flotação de minérios e extração [14]. A figura 4 mostra a representação esquemática de um tensoativo não-iônico.

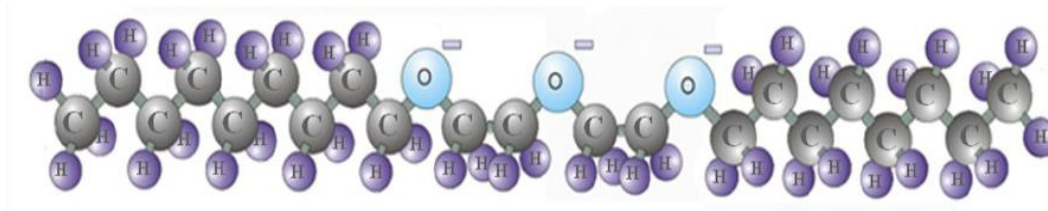


Figura 4. Representação esquemática de um tensoativo não-iônico. [1].

2.4.2. Microemulsão (ME)

Ao misturar dois líquidos imiscíveis, sob agitação constante, as duas fases tendem, inicialmente a formar gotículas dispersas de um dos líquidos no interior do outro. Quando a agitação cessa, as gotículas tendem a coalescer e os líquidos separam-se novamente. Se um tensoativo for adicionado ao sistema, diminui-se a tensão interfacial entre as fases, com papel fundamental na estabilidade de emulsões e microemulsões. No entanto, as MEs diferem das emulsões não somente por serem opticamente transparentes, mas, essencialmente, pela maior estabilidade termodinâmica [15].

As ME do tipo óleo em água (regular) se caracterizam pela existência de uma fase interna, dispersa ou descontínua composta pela fase oleosa em um meio dispersante, fase externa ou contínua constituída pela fase aquosa. De modo semelhante, as ME do tipo água em óleo (reversa) possuem a fase interna hidrofílica e a fase externa lipofílica. Ambas as estruturas de gotículas (O/A) ou (A/O) são revestidas por um filme interfacial misto de tensoativo e cotensoativo (quando presentes) arranjados alternadamente, cujas frações apolares encontram-se voltadas para a fase oleosa (apolar) enquanto as porções polares fazem fronteira com o componente aquoso (polar) da ME [16].

A principal desvantagem das microemulsões em relação as emulsões e a utilização de elevadas concentrações de tensoativos e cotensoativos [17]. A tabela 3 mostra as principais diferenças entre as emulsões e microemulsões.

Tabela 3. Principais diferenças entre as emulsões e microemulsões [18].

EMULSÕES	MICROEMULSÕES
Instáveis, com separação de fases	Termodinamicamente estáveis
Gotículas de tamanho relativamente grande (1-10 μm)	Agregados pequenos (< 0,1 μm)
Sistemas relativamente estáticos	Sistemas altamente dinâmicos
Área interfacial moderadamente alta	Alta área interfacial
Pouca quantidade de tensoativo é necessária	Grande quantidade de tensoativo é necessária
Pequena curvatura da interface água-óleo	O filme interfacial pode estar altamente curvado

2.4.3. Sistemas de Winsor

Winsor (1948) propôs uma classificação que define os vários equilíbrios existentes entre a microemulsão e as fases aquosa e oleosa. Em função dos equilíbrios, foram estabelecidos quatro sistemas:

- Winsor I (WI): É representado pelo equilíbrio entre a fase microemulsão e a fase oleosa em excesso. Por possuir densidade menor que a da microemulsão, a fase óleo se posiciona acima da microemulsão.
- Winsor II (WII): Representa o equilíbrio entre a fase microemulsão e uma fase aquosa em excesso. Devido a microemulsão ser uma mistura de água/óleo/tensoativo e cotensoativo, sua densidade é menor que a da fase aquosa, assim a microemulsão se posiciona na parte superior do equilíbrio.
- Winsor III (WIII): Este sistema representa as três fases em equilíbrio, fase óleo, microemulsão e fase aquosa, onde o óleo é a fase superior, a microemulsão a fase intermediária e a fase aquosa a fase inferior.
- Winsor IV (WIV): É um sistema em que apenas existe a fase microemulsão, isto é, um sistema pseudo monofásico. A figura 5 mostra os quatros tipos de sistemas de Winsor [19].

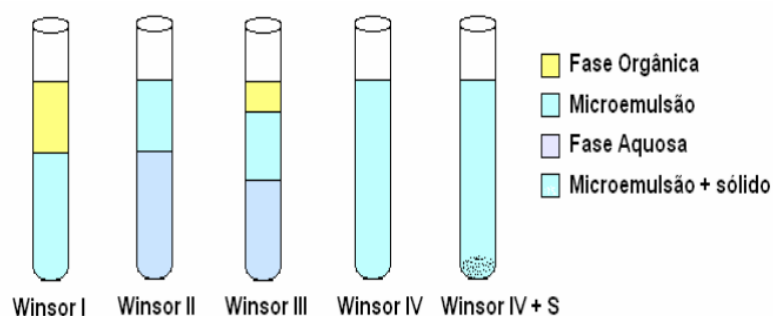


Figura 5. Sistemas de Winsor [19].

2.5. Diagramas de fases

As microemulsões são representadas por diagramas de fases, ternários, quaternários e pseudoternários [20].

2.5.1 Diagramas ternários

Os diagramas ternários representam as microemulsões formadas por três componentes, sendo eles: água, óleo e tensoativo. Cada um deles assume um vértice do diagrama triangular, sendo a região de microemulsão delimitada pelas condições e proporções dos constituintes. Cada lado do diagrama representa uma mistura binária e um ponto no interior do triângulo é formado por uma mistura ternária com proporções especificadas de cada um dos componentes [20]. Este tipo de diagrama é representado na figura 6 abaixo.



Figura 6. Diagrama ternário mostrando a zona de microemulsão em um sistema de três constituintes [20].

2.6. Metodologia

Os experimentos foram realizados no laboratório de Análises Química da Universidade Federal Rural do Semi - Árido (UFERSA).

2.6.1. Reagentes utilizados

Para os experimentos foram utilizados os reagentes descritos na tabela 4.

Tabela 4. Reagentes.

Reagente	Descrição	Fonte
Água destilada	Fase aquosa	UFERSA
Tensoativo	Agente emulsificante	UFERSA
Óleo de Coco	Fase oleosa	Comercial
Óleo de Milho	Fase oleosa	Comercial

2.6.2. Materiais utilizados

Foram utilizados os seguintes materiais para a realização do experimento:

- Tubos de ensaio
- Béqueres
- Seringas descartáveis (10ml)
- Agulhas descartáveis

2.6.3. Equipamentos utilizados

Para os experimentos foram utilizados os equipamentos descritos na tabela 5.

Tabela 5. Métodos analíticos e equipamentos

Parâmetro	Aparelho	Faixa	Fabricante/modelo
Pesagem	Balança Analítica	0,01-220g	Marte - AY220
Agitação	Agitador Vortex	60Hz	Fisatom - 772

2.6.4. Obtenção dos sistemas microemulsionados e construção dos diagramas ternários

Para a determinação das regiões microemulsionadas, é necessária a construção de diagramas de fases. Esse método baseia-se na titulação volumétrica com pesagem analítica das proporções volumétricas, com a finalidade de se obter as proporções mássicas respectivas. O comportamento de fases de um sistema que consiste em água, óleo e tensoativo podem ser descrito através de um triângulo de fases cujos vértices representam os componentes puros [20].

Na figura 7 (a) temos o sistema experimental montado na bancada, onde podemos ver as vidrarias e reagentes utilizados no procedimento. Primeiro o tubo de ensaio e o béquer foram postos dentro da balança analítica, como podemos ver na Figura 7 (b). Segundo pesou-se o óleo (fase oleosa), e logo após foi adicionado o tensoativo não-iônico (agente emulsificante). Após esta preparação as misturas foram tituladas com água destilada (fase aquosa), sendo o acréscimo de cada gota de água destilada seguida por vigorosa agitação no agitador de tubo de ensaio. O ponto de viragem foi determinado deixando-se o sistema em repouso a cada gota. As alterações de fases das amostras examinadas foram determinadas visualmente pela observação da formação de mais de uma fase e aparência de um aspecto turvo ou gelatinoso. Durante a titulação, os tipos de sistemas formados foram analisados visualmente e as gotas de água adicionadas foram anotadas.

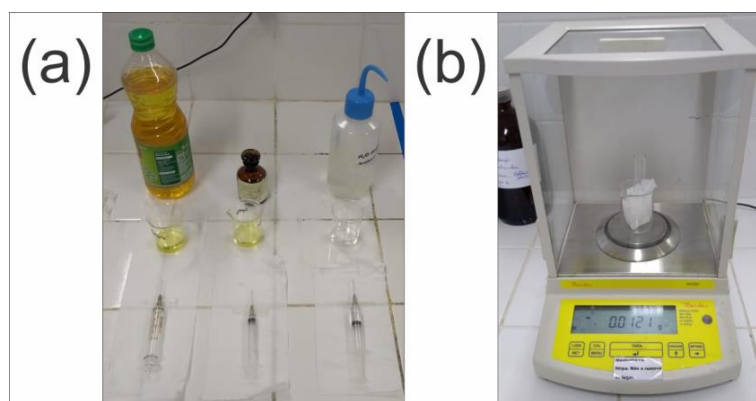


Figura 7. (a) Vista do sistema experimental montado na bancada. (b) Tubo de ensaio e o béquer postos dentro da balança analítica. (Autoria própria)

Na Figura 8 (A) podemos ver a óleo e o tensoativo não-iônico (Tween® 80) no tubo de ensaio. Na Figura 8 (B) podemos ver a microemulsão formada pelos três componentes. Na Figura 8 (C) podemos ver a formação do gel.

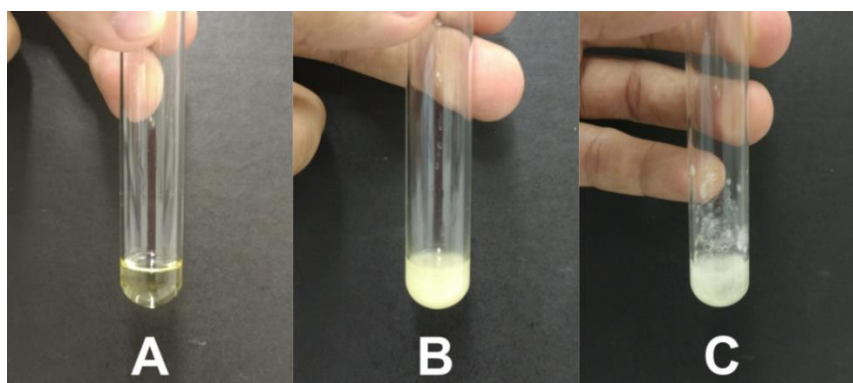


Figura 8. No tubo de ensaio com sistema: água destilada, Tween® 80, Óleo de Milho. Em (A) podemos ver o óleo e o Tween® 80. (B) Microemulsão formada pelos três componentes. (C) Formação do gel. (Autoria própria)

2.6.5. Cálculo da área da região microemulsionada

Para a determinação da área da região microemulsionada é preciso efetuar o cálculo integral da curva que delimita a região de miscibilidade, visto que a região não tem forma geométrica definida [20].

O primeiro passo é transformar o diagrama ternário em um diagrama retangular. Por meio de regressão linear obtém-se a equação que representa a curva - $f(x)$. Os limites de integração são as concentrações da fase orgânica [20]. A subtração da área do triângulo da área da sob a curva equivale à região microemulsionada (Equação 1).

$$S = S_{\text{triângulo}} - \int_a^b f(x)dx \quad (1)$$

A figura 9 tem-se a aplicação da equação 1, apresentando as áreas microemulsionadas pela região cinza.

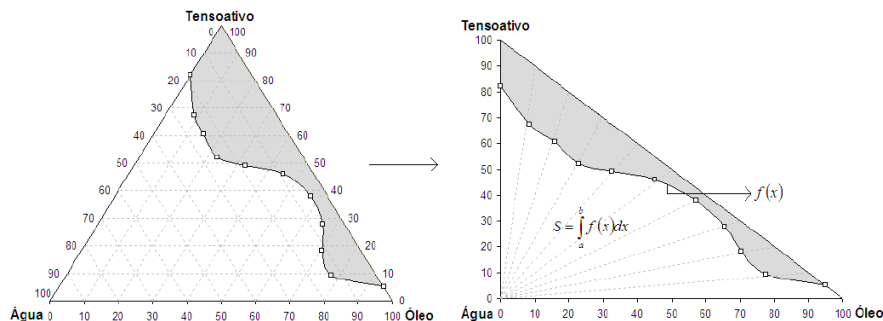


Figura 9. Representação do cálculo integral da área microemulsionada [20].

Após a titulação foram calculadas as concentrações de cada reagente da formulação obtendo-se pontos os quais foram utilizados na demarcação das diferentes regiões existentes no diagrama ternário. Dessa forma marcaram-se os pontos em que se deu a transição de fases dos sistemas emulsionados. Os pontos determinados foram plotados com o auxílio de um editor gráfico (Microsoft Excel 2010).

3. Resultados e Discussões

Com o intuito de estudar sistemas microemulsionados foram construídos diagramas ternários para a temperatura de 22°C.

3.1. Óleo de Coco

O diagrama da figura 9 foi constituído de: Tween® 80 (polissorbato); óleo de coco como fase orgânica e água destilada como fase aquosa. Observou-se que o diagrama obtido apresentou regiões de Winsor IV (WIV) duas regiões de emulsão e uma região de gel turvo. Entretanto, não foram observadas regiões de Winsor I (WI), Winsor II (WII) e Winsor III (WIII). Na região WIV, presente no gráfico, se têm a presença de uma região de única fase. Foi observado que o óleo de coco apresentou o início de processo de solidificação com temperaturas menores que 22°C.

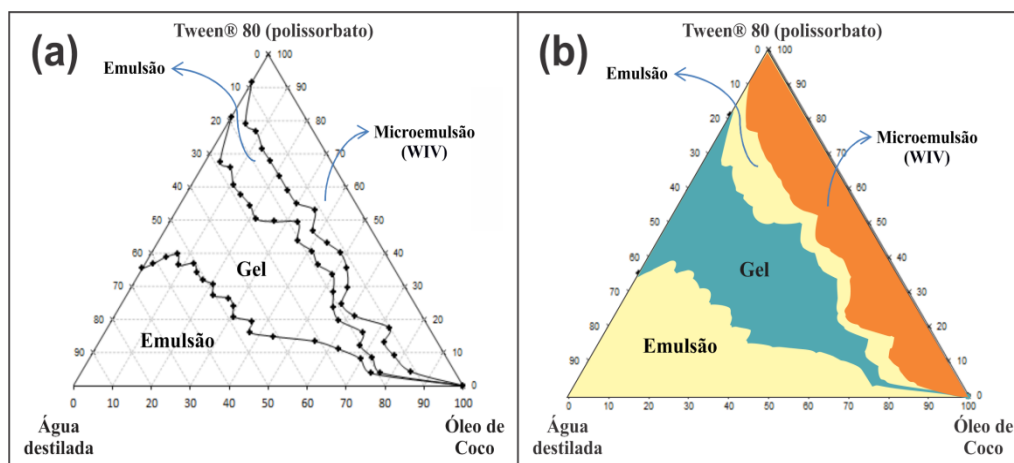


Figura 9. (a) Diagramas de fases ternários (22°C) para os sistemas: água destilada, Tween® 80, Óleo de Coco. (b) Diagramas com as regiões coloridas. (Autoria própria)

3.2. Óleo de Milho

O diagrama da figura 10 foi constituído de: Tween® 80 (polissorbato); óleo de milho como fase orgânica e água destilada como fase aquosa. Observou-se que o diagrama obtido apresentou regiões de Winsor IV (WIV) duas regiões de emulsão e uma região de gel turvo. Entretanto, não foram observadas regiões de Winsor I (WI), Winsor II (WII) e Winsor III (WIII).

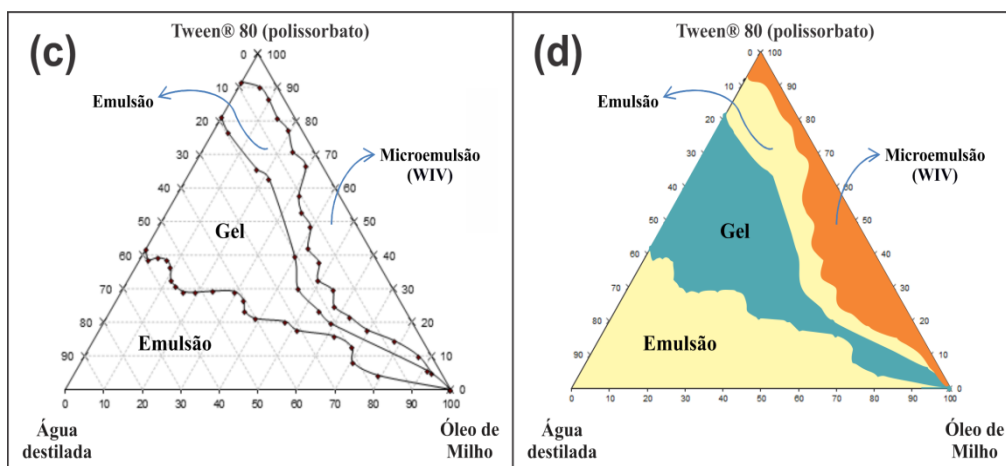


Figura 10. (c) Diagramas de fases ternários (22°C) para os sistemas: água destilada, Tween® 80, Óleo de Milho. (d) Diagramas com as regiões coloridas. (Autoria própria)

3.3. Área de microemulsão

Através do cálculo integral, foram determinadas as áreas de região microemulsionada de cada sistema ternário, com o intuito de conhecer a maior área da região Winsor IV. Na tabela 6 estão mostradas as áreas de cada sistema com sua respectiva temperatura.

Tabela 6. Área da região microemulsionada contendo óleos de coco/milho, para 22°C, com limite de integração de 100 a 00% em fase oleosa.

Fase oleosa	Área Microemulsionada	Temperatura (°C)
Óleo de coco	1306,93	22
Óleo de milho	890,80	22

De acordo com a tabela 6 o óleo de coco se destaca pela sua maior região de microemulsão (Winsor IV - WIV), um sistema visualmente monofásico.

4. CONCLUSÕES

Os estudos foram considerados válidos, pois cada diagrama apresentou um tipo de variação que possibilitou o estudo de regiões em um diagrama ternário. Através das titulações, foi possível a determinação de regiões de microemulsão, de emulsão e uma região de gel turvo. Os óleos contribuíram para uma diferença no tamanho das regiões de Microemulsão (Winsor IV - WIV) em ambos os diagramas.

Assim, busca-se dar continuidade nos testes, para então poder encontrar uma melhor eficiência nos resultados. Onde poderemos determinar o equilíbrio hidrofílico-lipofílico (EHL) dos óleos, selecionar um ponto de microemulsão mais apropriado a partir das regiões obtidas no diagrama formado e caracterizar a microemulsão quanto em relação aos aspectos da condutividade elétrica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FERNANDES, M. R. **Formulação de novos combustíveis base diesel: avaliação de desempenho e emissões**. 2011. 138 f. Tese (doutorado) - Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.
- [2] SILVA, G. C. **Sistema microemulsionado: caracterização e aplicação na indústria de petróleo**. Departamento de química. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Doutora: 157, 2011.
- [3] OLIVEIRA, A. G.; SCARPA, M. V.; CERA, L. F. R.; FORMARIZ, T. P. **Microemulsões: estrutura e aplicações como sistema de liberação de fármacos**. Química Nova, 27: 131, 2004.
- [4] POLIZELLI, M. A. **Estudo da formação de microemulsões em misturas de surfactante/óleos vegetais e interação com vitaminas e sais**. 2007. 98 f. Tese (doutorado) - Biofísica Molecular, Universidade Estadual Paulista, São Jose do Rio Preto, 2007.
- [5] MAJEWSKI, Anna. **Óleo de Coco e suas propriedades**. 2017. Disponível em: <<https://www.farmaceuticas.com.br/oleo-de-coco-e-suas-propriedades/>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- [6] CAMPESTRE. **Óleo De Milho**. 2017. Disponível em: <<https://www.campestre.com.br/oleos-vegetais/oleo-de-milho/>>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- [7] CAMPESTRE. **Óleo de milho ficha técnica**. 2017. Disponível em: <<http://www.campestre.com.br/oleos-vegetais/oleo-de-milho/oleo-de-milho-ficha-tecnica/>>. Acesso em: 29 dez. 2019.

- [8] GRIPPA, Gabriela de Almeida et al. Estudo genotóxico do surfactante Tween 80 em *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Toxicologia**, Vitória, v. 23, n. 1-2, p.11-16, 2010. Disponível em: <<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/lilacs/revbrastoxicol/2010v23n1-2/revbrastoxico2010v23np11-16.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- [9] GREENTECH COMPANY, Mapric -. **TWEEN 80**. 2019. Disponível em: <https://mapric.com.br/pdf/boletim544_21052008_113145.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.
- [10] RESEARCHGATE. **Molecular structure and properties of Tween-20 and Tween-80** (Adaptado). 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Molecular-structure-and-properties-of-Tween-20-and-Tween-80_fig1_307946315>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- [11] DALTON, Decio. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2011. 327p.
- [12] MANIASSO, N. **Ambientes Micelares em Química Analítica**. Quim. Nova, v.24, No. 1, p.87-93, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n1/4454.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2020.
- [13] CUNHA FILHO, F. J. V.. **Estudo reológico de um fluido de perfuração à base de n-parafina, utilizando argila modificada com tensoativo**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- [14] DE LA SALLES W. F. **Sistemas microemulsionados para a solubilização de depósitos parafínicos**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.
- [15] OLIVEIRA, A.G.; SCARPA, M.V.; CORREA, M.A.; CERA, L.F.R., FORMARIZ, T.P. **Microemulsões: estrutura e aplicações como sistema de liberação de fármacos**. Química Nova, vol.27, n.1, p. 131-138, 2004
- [16] MCCLEMENTS, D.J. **Nanoemulsions versus microemulsions: terminology, differences, and similarities**. Soft Matter, vol. 8, p. 1719-1729, 2012.
- [17] LOUZEIRO, Hilton Costa. **Microemulsões combustíveis a partir do óleo de babaçu para substituir o diesel em motores estacionários**. 2012. 99f. Tese (doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.
- [18] MARTINIANO, L. C. **Validação de um método para determinação de metais em microemulsões de combustíveis por voltametria de redissolução**. 105 p. Doutorado em Química. Programa de Pós-Graduação em Química, UFPB, João Pessoa, 2009.
- [19] VALE, T. Y. F. **Desenvolvimento de tensoativos e sistemas microemulsionados para recuperação de petróleo**. 2009. 156f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Química. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química.
- [20] NÓBREGA, Geraldine Angélica Silva da. **Estudo de uma coluna de absorção recheada para desidratação do gás natural utilizando microemulsão como absorvente**. 2007. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - CCEN
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 09:30 horas do dia 28 de janeiro do ano de dois mil e vinte, na sala 19 (dezenove) do CE II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, sob a presidência do professor Dr. Manoel Reginaldo Fernandes, reuniu-se a Banca Examinadora de Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso de autoria de **JOÃO PAULO DA COSTA LEITE**, aluno(a) do Curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia desta Universidade, N° de matrícula **2014020214**, com o título "**OBTENÇÃO DE REGIÕES EM DIAGRAMAS TERNÁRIOS UTILIZANDO ÓLEOS DE COCO E MILHO**". A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof. Dr. **MANOEL REGINALDO FERNANDES**, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso, Prof^ª. Dr^ª. **KALYANNE KEYLY PEREIRA GOMES - PRIMEIRO MEMBRO** e Prof^ª. Dr^ª. **GERALDINE ANGÉLICA SILVA DA NÓBREGA - SEGUNDO MEMBRO**, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, em reunião fechada, tendo o(a) aluno(a) obtido às seguintes notas: **7,0; 7,0; 7,0**. Apuradas as notas verificou-se que o(a) aluno(a) foi aprovado(a) com média geral **7,0**. E para constar, eu, **MANOEL REGINALDO FERNANDES**, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró-RN, 28 de janeiro de 2020.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

Manoel Reginaldo Fernandes
Prof. Dr. Manoel Reginaldo Fernandes – Presidente – UFERSA

Kalyanne K. P. Gomes
Prof^ª. Dr^ª. Kalyanne Keyly Pereira Gomes – Primeiro membro – UFERSA

Geraldine Angélica Silva da Nobrega
Prof^ª. Dr^ª. Geraldine Angélica Silva da Nobrega – Segundo membro – UFERSA