



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS CARAÚBAS
CURSO CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LUCAS EMANUEL SALES DA SILVA

**REMOÇÃO DE CORANTE TÊXTIL UTILIZANDO SISTEMAS MICELARES DO
TIPO A/O (INVERSOS).**

CARAÚBAS-RN
2015

LUCAS EMANUEL SALES DA SILVA

**REMOÇÃO DE CORANTE TÊXTIL UTILIZANDO SISTEMAS MICELARES DO
TIPO A/O (INVERSOS).**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA), como exigência final para
obtenção do título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Guymmann Clay da
Silva – UFERSA

Coorientadora: Prof.^a Dra. Pollyanna Freire
Montenegro Agra - UFERSA

CARAÚBAS-RN

2015

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Campus Caraúbas (BCC)
Setor de Informação e Referência

S586r Silva, Lucas Emanuel Sales da.

Remoção de corante têxtil utilizando sistemas micelares do tipo A/O (inversos)/ Lucas Emanuel Sales da Silva -- Caraúbas, 2015.

57f.: il.

Orientador: Prof. Dra. Guymmann Clay da Silva

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

1. Corantes têxtil. 2. Indústria têxtil. 3. Micelas inversas. I.
Título.

RN/UFERSA/BCC

CDD: 677.3

Bibliotecário: Eugênio Pacelli Ferreira da Costa
CRB-15/658

LUCAS EMANUEL SALES DA SILVA

REMOÇÃO DE CORANTE TÊXTIL UTILIZANDO SISTEMAS MICELARES DO TIPO A/O (INVERSOS).

Trabalho de conclusão do curso apresentado a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Caraúbas como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

APROVADA EM: 02/02/2015

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dr. Guymmann Clay da Silva – UFERSA
Presidente


Prof. Dr. Daniel Freitas Freire Martins – UFERSA
Primeiro Membro


Prof.^a Dr.^a Pollyanna Freire Montenegro Agra – UFERSA
Segundo Membro

Aos meus pais **Manoel** e **Vanilma** por nunca terem desacreditado que eu era capaz e por sempre ter se dedicado a mim. Onde esse título de bacharel em Ciência e Tecnologia dedico inteiramente a vocês. A vocês meu muito obrigado!

AGRADECIMENTO

A Deus em primeiro lugar, por ele ter me dado o dom da vida e a capacidade de realizar esse trabalho e porque sei que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus pais, o senhor Manoel Firmino da Silva Filho (Dedé Bacatela) e a senhora Vanilma Corina da Sales da Silva, por todo o amor, carinho, educação que os mesmos me deram. E pelo exemplo de luta e dedicação que eles são para mim. E por sempre me incentivarem a não desistir nos momentos de pouca fé.

Aos meus Irmãos Lilian Emanuele e Pedro Victor por sempre estarem ao meu lado me motivando.

Aos meus familiares por terem me apoiado nessa escolha e por acreditarem que eu era capaz.

A minha namorada, Kelma Lima por sempre está presente ao meu lado, me incentivando a lutar pelos sonhos. E por todo amor e carinho dedicado a minha pessoa e pelas suas palavras que sempre me fizeram acreditar que eu iria conseguir.

Aos meus amigos, Layon, Luiz, Paulista, Ceara, Edgley, pela amizade que temos onde todos sempre me deram força de vontade para conseguir.

A minha orientadora Prof.^a Dra. Guymmann Clay Silva, pela amizade, pelo conhecimento que me repassaste tanto nos semestre de monitoria quanto em nossa pesquisa e também por não ter feito questão de me orientar mesmo tendo pouco tempo para a realização deste trabalho, e sempre com suas palavras de incentivo fazendo com que eu acreditasse que iria conseguir.

A minha coorientadora Prof.^a Dr. Pollyanna Freire Montenegro Agra por ter me ajudado na realização deste trabalho e por todo conhecido repassado.

A todos meus amigos da turma da universidade, em especial Jessica, Domilene, Cristina, John Deere, Tayla e Carlos Costa quando mesmo por alguns imprevistos tivemos que nos afastar, mas nunca deixaram de me apoiar.

A todos os professores que me acompanharam durante a graduação, onde os mesmo sempre me incentivaram a busca de novos conhecimentos, de pesquisas, e por todos terem contribuído para que eu pudesse chegar ao fim dessa graduação.

A todos que fazem parte do Laboratório de catálise, ambiente e materiais, LACAM da UERN em especial ao Prof. Luiz Souza, que contribuíram para este realização deste trabalho.

A todos que fazem parte do laboratório de Química Geral, em especial aos técnicos Deuzilene e Wagner.

“Alguns homens vêem as coisas como são, e dizem ‘Por quê? Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo ‘Por que não?’”
(Geroge Bernard Shaw)

RESUMO

A escassez de água vem sendo um dos maiores problemas enfrentados pela população mundial, o crescimento desenfreado e desordenado da população e também das indústrias onde, as mesmas, utilizam água em todo o seu processo de produção e toda essa água que é utilizada é liberada ao meio como efluente. O setor têxtil é um dos responsáveis pela geração de uma grande quantidade de efluente. Visto a necessidade de solucionar ou até mesmo remediar o problema da indústria têxtil, sendo que este problema é causado pela grande quantidade de corante lançados em efluentes, o objetivo principal desse trabalho foi à remoção do corante das soluções de azul de metileno (efluentes têxteis) com um sistema microemulsionado (microemulsão) tipo A/O (inversa) utilizando Tween 80 como tensoativo, xileno, como fase óleo e água destilada como fase aquosa. Os resultados mostram que para a microemulsão com $r_{C/T} = 0,5$ foi mais eficiente na remoção do corante para concentrações de 1 e 3 mg/L, para $r_{C/T} = 2,0$ a eficiência da remoção ocorreu a concentrações de 3 e 5 mg/L, já para $r_{C/T} = 1$ não foi possível medir, pois o sistema ficou turvo, pelo fato que ela é fácil de ser desestabilizada, uma vez que a estabilidade da micela está relacionada a quantidade de cotensoativo/tensoativo.

Palavras-Chave: Tensoativo. Microemulsão. Micelas inversas. Efluente têxtil.

ABSTRACT

One of the biggest problems faced by the world population is the water scarcity. With the rampant and uncontrolled population growth, the number of industries has increased, too; The industries use water in all its manufacturing process and the used water is released as effluent to the environment. The textile sector is an example due to the generation of a large amount of effluent. So, there is a need for solving or even remedy the problem of the textile industry, caused by a large amount of colorant present in the waste water. Therefore, in order to solve this problem, the main objective of this study is the removal of the colorant methylene blue solution (effluent textiles) with a microemulsion system (microemulsion) A/O type (reverse) using Tween 80 as surfactant, xylene as the oil phase, and distilled water as the aqueous phase. The results show that for the microemulsion with $\phi = 0.5$ was more efficient in removal of dye concentrations of 1 and 3 mg/L; for $\phi = 2.0$ the removing efficiency occurred at concentrations of 3 and 5 mg/L. For $\phi = 1$, it could not be measured because the system was turbid because it is easily destabilized, since the stability of the micelle is related to the amount of cosurfactant/surfactant.

Keywords: Surfactant. Microemulsion. Micelles reverse. Effluent textiles.

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Representação de uma molécula de um tensoativo(ROSSI, 2007).....	21
Figura 2. Adsorção de tensoativo na interface líquido-líquido e orientação das micelas neste sistema (ROSSI, 2007).....	21
Figura 3. Como se distribui um tensoativo em solução aquosa (FARIAS <i>et al.</i> , 2006).....	23
Figura 4. (a) Estrutura micelar (a) direta e (b) inversa (DEUS, 2014).	24
Figura 5. Representação esquemática de diferentes estruturas de microemulsão (ROBERTO, 2013).	25
Figura 6. Ilustração esquemática (1) fase lamelar e (2.a) fase hexagonal (2.b) fase hexagonal reversa (FORMARIZ, 2005).	26
Figura 7. Representação esquemática da estrutura cúbica de monoleato de glicerila-água em três dimensões com ampliação mostrando bicamada lipídica (FORMARIZ, 2005).	27
Figura 8. Representação esquemática de diferentes estruturas de microemulsão (NESAMONY, MANEK, KOLLING, 2006; SILVA, 2011).	27
Figura 9. Representação da classificação de Winsor (NETO, 2008).....	29
Figura 10. Representação dos sistemas de Winsor (DEUS, 2014).....	29
Figura 11. Estrutura de microemulsão a) direta (O/A) e b) inversa (A/O) (DEUS, 2014).	30
Figura 12. Diagrama ternário mostrando a região de microemulsão em um sistema de três constituintes (VALE, 2009).....	34
Figura 13. Diagrama quaternário mostrando a região de microemulsão em sistema de quatro constituintes (VALE, 2009).....	34
Figura 14. Diagrama pseudoternário com razão cotensoativo/tensoativo constante (VALE, 2009).	35
Figura 15. Fórmula molecular do tensoativo Tween 80 (TIBURTINO, 2014).....	37
Figura 16. Fórmula molecular do azul de metileno (OLIVEIRA; DUARTE, 2012).	37
Figura 17. Diagrama pseudoternário com $r_{CT} = 0,5$	41
Figura 18. Diagrama pseudoternário com $r_{CT} = 1,0$	42
Figura 19. Diagrama pseudoternário com $r_{CT} = 2,0$	42
Figura 20. Curva de calibração da solução do corante azul de metileno.	45
Figura 21. A Figura mostra a remoção do corante após a centrifugação.	46
Figura 22. Sobrenadante após a remoção do corante.....	46

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Consumo médio de água por kg do material, segundo o tipo da fibra ou segundo o tipo de acondicionamento. (ESTRUCPLAN, 2003).....	17
Tabela 2. Comparação da Emulsão com Microemulsão (TENJARLA, 1999).	31
Tabela 3. Informações dos materiais e reagentes utilizados.	36
Tabela 4. Mostra as extensões das regiões de microemulsão.....	43
Tabela 5. Quantidade de massa de tensoativo, cotensoativo, fase óleo e fase aquosa para obter a microemulsão para cada razão C/T num volume de 25 mL.	44
Tabela 6. Valor da absorbância para cada concentração dos padrões de azul de metileno.	44
Tabela 7. Valores de absorbância dos sobrenadantes de cada padrão após a remoção com....	47
Tabela 8. Concentração dos sobrenadantes.	47
Tabela 9. Quantidade de corante removido pela microemulsão do tipo A/O (inversa) no efluente.	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 INDÚSTRIA TÊXTIL.....	16
2.1.1 Processo Produtivo.....	16
2.2 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E O SEU REUSO.....	17
2.3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	18
2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DO SETOR TÊXTIL.....	19
2.5 GESTÃO AMBIENTAL	20
2.6 TENSOATIVOS OU SURFACTANTES	20
2.6.1 Micelização	23
2.6.2 Geometria das Micelas	24
2.6.3 Regiões de Winsor	28
2.7 MICROEMULSÃO.....	29
2.8 FATORES QUE INFLUENCIAM A MICROEMULSÃO.....	31
2.8.1 A Influência do cotensoativo	31
2.8.2 A influência da isomeria do álcool.....	32
2.8.3 A influência da razão cotensoativo/tensoativo (r_{CT}).....	32
2.8.4 A influência da estrutura do hidrocarboneto.....	32
2.8.5 A influência da Salinidade	32
2.8.6 A influência do pH	33
2.9 DIAGRAMA DE FASES	33
2.9.1 Diagramas Ternários	33
2.9.2 Diagramas Quaternários.....	34
2.9.3 Diagramas Pseudo-ternários.....	35
3. METOLOGIA EXPERIMENTAL.....	36
3.1 MATERIAS E REAGENTES.....	36
3.2 OBTENÇÕES DOS DIAGRAMAS PSEUDOTÉRNARIOS	37
3.3 OBTENÇÃO DAS EXTENÇÕES DAS REGIOES DE MICROEMULSÃO	38

3.4	OBTENÇÃO DOS SISTEMAS MICROEMULSIONADOS	38
3.5	OBTENÇÃO DOS PADRÕES DE CORANTE.....	39
3.6	OBTENÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO	40
3.7	REMOÇÃO DO CORANTE	40
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1	OBTENÇÃO DOS DIAGRAMAS PSEUDOTERNÁRIO	41
4.2	OBTENÇÃO DO SISTEMA MICROEMULSIONADO	43
4.3	OBTENÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO	44
4.4	REMOÇÃO DO CORANTE	45
5.	CONCLUSÕES	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

O processo de racionalização da água é uma questão que vem ganhando importância nos últimos anos, uma vez que este recurso está se tornando cada vez mais escasso (TOZE, 2006). Segundo Schulz (2005), o consumo mundial aumentou 35 vezes ao longo dos três últimos séculos em função do aumento do consumo em residências, indústrias, dentre outras. Outro problema é a poluição da água, que é um fator preocupante. Os rios são poluídos por esgotos domésticos, efluentes industriais, resíduos hospitalares, agrotóxicos, entre outros elementos que alteram as propriedades físico-químicas da água (TOZE, 2006).

Os contaminantes presentes nestes efluentes industriais são os mais diversos possíveis: corantes, sólidos suspensos, metais pesados, matéria orgânica, nutrientes, nitratos, taninos, ligninas, princípios ativos, dentre outros (ATTIA, 2006). A maioria dos corantes utilizados são sintéticos, os quais normalmente são tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos. Além de corantes, outros contaminantes perigosos, como metais pesados (chumbo, cromo, mercúrio e cádmio) podem estar presentes em efluentes produzidos por outros tipos de indústrias (MORAIS, 2007).

Nos processos realizados na indústria têxtil, o impacto ambiental desses efluentes têxteis (MORAIS, 2007), caracterizados por serem altamente coloridos (BELLO, 2000), vai muito além do efeito visual e desobediência a requisitos ambientais.

A água que é utilizada em todos os processos da indústria é liberada como efluente para o meio ambiente. De acordo com Kunz (2002), na indústria têxtil os processos de tratamentos estão fundamentados nos ensaios de sistemas físico-químicos de precipitação-coagulação, seguidos de tratamento biológico via sistema de lodos ativados. O sistema de lodos ativados apresenta uma eficiência relativamente alta, permitindo a remoção de aproximadamente 80% da carga de corantes. Infelizmente, o problema relacionado com o acúmulo de lodo torna-se crítico, uma vez que o teor de corantes adsorvido é bastante elevado, impedindo qualquer possibilidade de reaproveitamento.

Para que esses efluentes sejam liberados no meio ambiente, os seus aspectos físicos, químicos e biológicos, são determinados alguns parâmetros que indicam a sua qualidade e que constituem impurezas quando alcançam índices superiores a valores determinados, dependendo do seu uso, como estabelecido na Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) do dia 18 de junho de 1986 (UEDA, 2006). Diante disso, surge

o questionamento: como podemos tratar esses efluentes de forma ecologicamente correta e financeiramente viável?

Diante da necessidade de encontrar novas técnicas para tratar efluentes têxteis, viu-se a possibilidade da utilização de um sistema microemulsionado que sejam eficazes na remoção não só de corantes, mas também de outros resíduos (STICKDORNT, 1995). As microemulsões são sistemas micelares, que podem ser diretos ou inversos. Esses sistemas já são aplicados em diversos campos industriais (STICKDORNT, 1995) tais como: na indústria farmacêutica (STICKDORNT, 1995; ESPOSITO, 2003; FENG-FENG, 2005; FANUN, 2008) e de cosméticos (STICKDORNT, 1995; FANUN, 2008), na indústria têxtil (STICKDORNT, 1995), na indústria de petróleo (SCHULZ, 2005), dentre outros, devido suas características típicas (VIANA *et al.*, 2010). Suas propriedades e seu grande poder de solubilização as tornam excelentes solventes para contaminantes polares e apolares, ampliando em muito as vantagens de aplicação de tensoativos em solução (SIROKY, 2010).

Uma microemulsão é formada por dois líquidos imiscíveis e um tensoativo ou, na maioria dos casos, uma mistura de tensoativo e cotensoativo (ARAÚJO, 2009). Esses sistemas são estáveis, de fácil preparo, espontâneo, facilitando a solubilização de diversos compostos (STICKDORNT, 1995).

Com esses sistemas é possível separar o corante da água, pois de acordo com Ueda (2006), a utilização de surfactantes aniônicos ou catiônicos em fase oleosa (orgânica) em contato com a fase aquosa contendo corante forma micelas reversas, levando-as para seu interior – através de interações químicas – as moléculas de corante, excluindo-as da água, promovendo assim a remoção da cor.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi obter diagramas pseudoternários com diferentes razões cotensoativo/tensoativo, $r_{C/T} = 0,5, 1,0$ e $2,0$, escolher os pontos de microemulsão que apresente micelas inversas e indentificar qual desses pontos é mais eficaz na remoção do corante azul de metileno (padrões) com concentração de 1, 3 e 5 mg/L que simulam efluentes da indústria têxtil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INDÚSTRIA TÊXTIL

A produção de tecidos pode ser considerada uma das primeiras tecnologias desenvolvida pelo o homem, pois a indústria têxtil é muito antiga, existente desde os primórdios tanto no Brasil como em todo mundo. Devido a isso, o setor têxtil foi de suma importância para o desenvolvimento de algumas civilizações.

Segundo FINEP (2005, apud UEDA, 2006, p.3) o desenvolvimento deste setor só veio a partir do aparecimento de novas técnicas de produção. Isso foi devido principalmente a fatores, como: o acirramento da concorrência, a incorporação de novos métodos (*just-in-time*) e novas tecnologias (microeletrônica) no processo produtivo, o desenvolvimento de novos produtos (fibras sintéticas) e a segmentação de cadeia (migração para países com custos de produção mais baixos).

2.1.1 Processo Produtivo

A linha de produção da indústria têxtil é seguida por processos distintos, onde o primeiro é a obtenção da matéria prima, constituído pela tecelagem da fibra e o acabamento final.

A fibra têxtil pode ser dividida em naturais e sintéticas. Segundo Ueda (2006) o algodão e a lã destacam-se como fibras de origem natural, sendo o algodão uma matéria-prima básica de grande importância, devido às suas características de absorção de água, conforto e seu preço acessível. Entre as fibras manufaturadas (sintéticas) destacam-se a viscose e o acetato de celulose, produzidos a partir de celulose regenerada, já o poliéster e a poliamida são totalmente sintéticos.

Sabendo que basicamente todos os processos da fabricação do setor têxtil ocorrem em meio aquoso, é notável que o setor têxtil é um dos maiores utilizadores de água no processo produtivo (UEDA, 2006). Essa quantidade de água varia de acordo com a fibra a ser fabricada como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Consumo médio de água por kg do material, segundo o tipo da fibra ou segundo o tipo de acondicionamento. (ESTRUCPLAN, 2003).

Segundo o tipo de fibra	Consumo médio de água (L/kg do material)
Algodão	50-120
Lã	75-250
Fibras sintéticas	10-100
Segundo o tipo de acondicionamento	
Novelo	100-200
Tecido	80-120
Tecido estampado	0-400

2.2 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E O SEU REUSO

Temos consciência de quanto à água é importante para a nossa vida. Segundo Toze (2006), o nosso planeta é coberto por 70% de água, só que uma pequena parte desse volume é água doce, sendo que grande parte dessa se encontra nas geleiras, assim restando apenas 1% para o consumo humano. As indústrias utilizam uma grande quantidade de água em seus processos e essa quantidade utilizada nem sempre está sendo descartada ou reutilizada de maneira correta.

Na indústria, a água pode ser utilizada de várias maneiras, sendo as mais importantes a incorporação em produtos específicos, atuação como fluido térmico e eliminação de componentes indesejáveis (PUIGJANER *et al.*, 2000).

O controle dos efluentes que são liberados pela indústria têxtil se dá através da política de resíduos sólidos, instituída pela lei nº 12.305/10, onde a mesma prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (MINISTERIO, 2014).

Apesar da existência de uma política de prevenção e redução de resíduos liberados e também com o avanço das técnicas de produção o setor têxtil não conseguiu diminuir a quantidade de água utilizada em seu processo. Segundo Martins (1997), nos anos de 1970 as fábricas de beneficiamento têxtil utilizavam cerca de 100 L por quilo de tecido produzido. Enquanto atualmente se utiliza cerca de 117 L (MELO, 2005).

Sabendo que a quantidade de água utilizada no processo aumentou com decorrer dos anos onde, despertando a necessidade de novas técnicas que reduzam a quantidade utilizada e também que possibilite o seu reuso no processo.

As técnicas de tratamento fundamentadas em processos de coagulação, seguidos de separação por flotação ou sedimentação, apresentam uma elevada eficiência na remoção de material particulado. No entanto, a remoção de cor e compostos orgânicos dissolvidos mostram-se deficientes. Os processos de adsorção em carvão ativado apresentam uma eficiência significativamente maior. Contudo em função da superfície química do carvão ser positiva, a adsorção de corantes de caráter catiônico é uma limitação bastante importante.

2.3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A proteção ambiental é um termo bastante discutido nos últimos anos, nem mesmo se sabe se é por modismo ou até mesmo por que as pessoas estão se tornando mais conscientes. O fato é que as leis ambientais veem se tornando mais rígidas e mais diversificadas. Desde 1988 a Constituição Federal deixa claro em seu capítulo IV, Art.225, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O segundo passo neste sentido foi dado através da Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6.938/81 através da qual foram criados os órgãos os quais possuem as competências de elaborar as resoluções, fiscalizar e punir quem descumpra as leis ambientais, sendo eles o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Em seu Art.8, inciso I, afirma que é competência do CONAMA, estabelecer, mediante proposta do IBAMA normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos estados e supervisionado pelo IBAMA. Também cabe ao CONAMA segundo o Art.8, inciso III, da mesma Lei, decidir como última instância administrativa em grau de recursos, mediante depósito prévio, sobre as multas e outras penalidades impostas pelo IBAMA, sendo esses órgãos os responsáveis pelas questões que necessitam de licenciamento ambiental.

Neste contexto se encaixam as atividades que de forma direta ou indireta possam afetar os cursos d'água. A resolução 001/86 do CONAMA que rege sobre as atividades que

são passíveis de licenciamento ambiental na resolução 430/11 do CONAMA que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução número 357. E no Art. 3 desta resolução mostra que, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DO SETOR TÊXTIL

O setor têxtil, no seu processo produtivo, gera resíduos químicos que são considerados poluentes de grau elevado e que abrange cinco campos distintos, sendo eles efluentes líquidos, emissões de gases e partículas, resíduos sólidos, odores e ruídos (MORAES, 1999). Dentre estes impactos ambientais causados pela indústria têxtil, temos a poluição da água como um dos mais ofensivos, pois a mesma usa água em todo seu processo. Então o efluente que a mesma libera é composto por grande quantidade de corante, metais pesados amido, proteínas, substâncias gordurosas e surfactantes (SILVA, 2005).

Esses componentes sendo liberados no meio ambiente podem degradar tanto a fauna quanto a flora e também ser nocivo ao ser humano. Desta forma, surge a preocupação em se adotar um processo de produção sustentável, onde as empresas procuram um processo que gere resíduos em quantidades menores e menos tóxicos, utilizando menos energia, água e produtos químicos nocivos ao meio ambiente e por consequência à saúde humana (SANTOS, 1997). Um dos males que o efluente pode causar é quando se tem esses componentes químicos em grandes concentrações, os metais pesados possuem ação tóxica sobre os microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, reduzindo a capacidade autodepurativa dos corpos aquáticos (ANDRADE *et al.*, 1997).

A água como um bem tão precioso para vida na terra e que nos é garantida, a sua qualidade, pela constituição, é um recurso que vem sendo fortemente afetado pelas ações humanas nestas atividades pode ser o CONAMA indica quais padrões devem ter a água para ser liberada no meio ambiente no Capítulo III da resolução 357 de 17 de março de 2005, que especifica qual deve ser a qualidade da água, e quantidade de cada componente que é permitido. No Art. 14 da mesma resolução mostra que a concentração de substância de tensoativo que reagem com azul de metileno tem que possuir uma quantidade menor que 5 mg/L.

2.5 GESTÃO AMBIENTAL

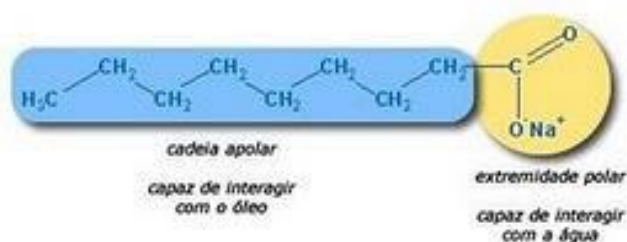
Atualmente como o termo prevenção ambiental não só chama a atenção dos consumidores, mas também dos empresários, pois já são obrigados por lei a cumprir certos parâmetros, onde assim conseguem atrair os consumidores modernos que estão preocupados com o tema da sustentabilidade. Sendo assim, as empresas implantam dentro delas um sistema de gestão ambiental para que possa conseguir alguns certificados que declara que a empresa tem responsabilidade ambiental, sendo um desses certificados o ISO 14001. O plano de gestão ambiental tanto pode ser inserido na etapa de implantação do empreendimento quanto no funcionamento do mesmo.

De acordo com British Standards Institution (2015), a ISO 14001 é uma norma aceita internacionalmente que define como colocar um sistema eficaz de gestão ambiental em vigor. E para conseguir essa certificação é necessário fazer a solicitação junto à organização, e logo após essa solicitação a empresa passara por auditorias para comprovar que está cumprindo todos os critérios que a norma pede, se sim a empresa esta apta a receber o certificado e para mantê-lo o mesmo é necessário continuar com a mesma praticas de cuidado com meio ambiente. Na indústria têxtil seguir as resoluções e leis anteriormente faladas e montar um plano de gestão ambiental, visando à obtenção dos certificados da ISO 14001 irá contribuir para reduzir os impactos ambientais, aperfeiçoar o processo produtivo, melhorar a visão da empresa e atender aos princípios da sustentabilidade.

2.6 TENSOATIVOS OU SURFACTANTES

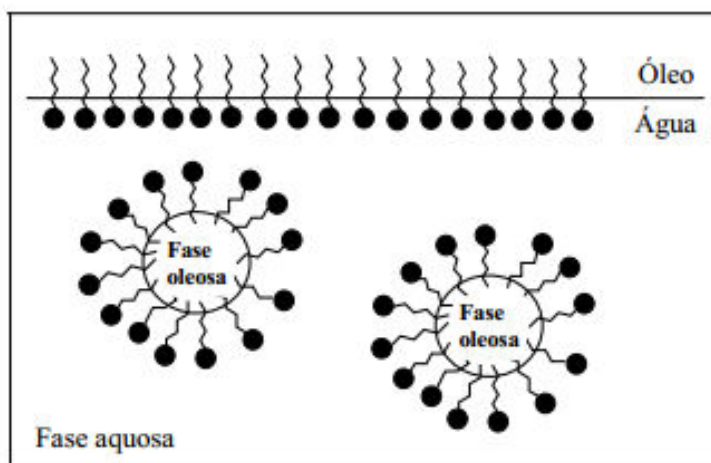
Os tensoativos ou surfactantes são substâncias anfifílicas naturais ou sintéticas, que possuem em sua estrutura uma parte hidrofóbica (afinidade pela fase orgânica) e uma parte hidrofílica (afinidade pela fase aquosa), onde essas características são responsáveis pela sua adsorção nas interfaces líquido-líquido, sólido-líquido ou líquido-gás de um dado sistema (HUNTER, 1992; ROSSI, 2007). Na Figura 1 pode-se observa a representação esquemática de uma molécula de tensoativo.

Figura 1. Representação de uma molécula de um tensoativo (ROSSI, 2007)



Pelo fato do tensoativo possuir uma cauda apolar e a cabeça polar, para cada parte tem-se uma diferença de solubilidade em diferentes solventes. Dessa forma, tende a orientar a interface entre as duas fases, de maneira que o grupo polar fique voltado para parte polar (fase aquosa) e grupo apolar para parte apolar (fase oleosa) (DANTAS *et al*, 2003), formando uma camada interfacial em que as suas propriedades mecânicas estão diretamente ligadas às propriedades do tensoativo. A estabilidade dessa camada depende da natureza dos grupos hidrofílicos que compõem o tensoativo (SOUZA, 2006). A Figura 2 mostra como se dá a orientação das moléculas em cada fase.

Figura 2. Adsorção de tensoativo na interface líquido-líquido e orientação das micelas neste sistema (ROSSI, 2007).



O grupo lipofílico do tensoativo responsável pela solubilidade em óleo é geralmente formado por cadeias hidrocarbônicas lineares ou ramificadas, contendo ou não, grupos aromáticos (HUNTER, 1992; ROSSI, 2007). O grupo hidrofílico, determinante da solubilidade do tensoativo em água, é altamente polar, podendo ser iônico ou não-iônico (ROSSI, 2007).

De acordo com Hunter (1992), os tensoativos são classificados como iônicos, não-iônicos e anfóteros.

- Os tensoativos iônicos: ao se dissociarem em meio aquoso, apresentam cargas elétricas na parte hidrofílica, formando íons carregados negativamente (tensoativos aniônicos) ou positivamente (tensoativos catiônicos) (ROSSI, 2006; ROSSI, 2007).
 - Tensoativos aniônicos: por eles serem os mais usados mundialmente, são os mais importantes, mais estudados e os que possuem sua estrutura molecular mais compreendida. Exemplos são os sabões (ou alquil alcanatoatos) que são derivados de óleos vegetais, por reações de saponificação ou de gorduras vegetais (TIBURTINO, 2014).
 - Tensoativos catiônicos: existem os de aminas de cadeias longas (utilizados como coletores de flotação na indústria de minérios, como óleos lubrificantes e como inibidores de corrosão em superfícies), os sais de amônio quaternários (solúveis tanto em meio ácido como em meio alcalino, proporcionando aumento de viscosidade e ação bactericida) (TIBURTINO, 2014).
- Os tensoativos não-iônicos: estes tensoativos ao se dissolverem em água não liberam íons em solução, onde sua solubilidade em água deve-se a presença de grupamentos funcionais que possuem forte afinidade com água. Temos como exemplo desta classe de tensoativos o nonilfenol etoxilado, álcoois graxos etoxilados e o propilenoglicoletoxilado (ROSSI *et al.*, 2006; ROSSI, 2007)
- Os tensoativos anfóteros: os tensoativos anfóteros, dependem do pH da solução para serem aniônicos (pH entre 9 e 10) e catiônico (pH entre 4 e 9). Mais diferentemente dos anfóteros, tem-se os zwitteriônicos possuem tanto carga negativa quanto positiva independente do pH do meio (ROSSI *et al.*, 2006; SILVA, 2011).

Os tensoativos anfífilos são diferenciados pelo balanço hidrofílico lipofílico (BHL), onde o BHL corresponde a uma classificação semi-empírica baseada nas contribuições hidrofílicas e lipofílicas de cada tensoativo. Quando se possui um baixo BHL é uma indicação de que o material é menos hidrofílico. Mas, em termos gerais, o BHL correlaciona às diversas propriedades físico-químicas das soluções aquosas dos tensoativos como: solubilidade, energia de adsorção interfacial, CMC, podendo ser usada para seleção e caracterização de algum tensoativo. A solubilidade em água e a classificação dos grupos funcionais são úteis

para orientar a escolha ou caracterização de um tensoativo em relação a seu BHL (SOUSA, 2006).

Onde, na relação matemática usando a soma algébrica de seus componentes BHL presente na Equação 1, pode-se obter o valor aproximado para o BHL (SOUSA, 2006).

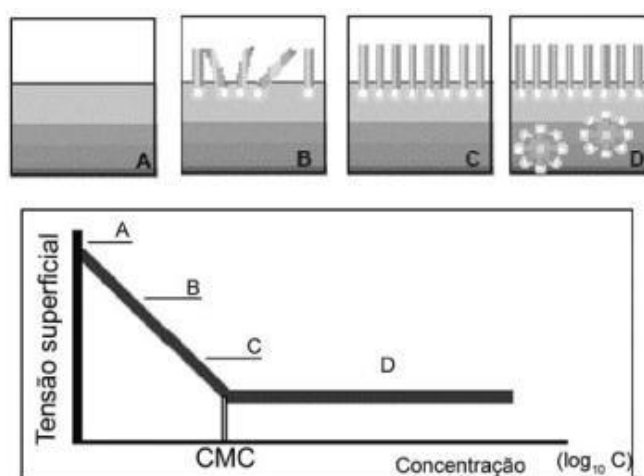
$$BHL_m = \frac{BHL_1 \cdot BHL_2 \cdot (100 - x)}{100} \quad \text{Eq.: 1}$$

onde o BHL_m corresponde ao balanço da mistura, o BHL_1 , BHL_2 correspondem ao balanço do tensoativo lipofílico e hidrofílico respectivamente e o x corresponde a quantidade do tensoativo lipofílico em gramas.

2.6.1 Micelização

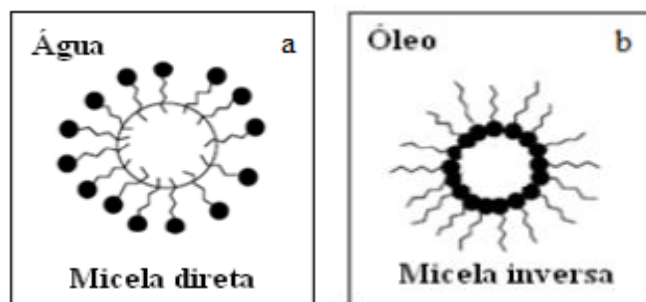
O processo de formação das micelas está totalmente ligado com a concentração micelar crítica (CMC). No entanto, quando se coloca certa quantidade de tensoativo dentro de uma solução aquosa, (Figura 3B), com a concentração a baixo da CMC começa a saturar a interface da solução, (Figura 3C), e quando a CMC é atingida, a interface é saturada, e com adição de mais tensoativo, e as próximas moléculas colocadas migram, para a solução e começam a se agrupar formando pequenos aglomerados coloidais esféricos que são chamados de micelas, (Figura 3D) (CHERN, 2006; FARIAS *et al.*, 2006; SILVA, 2011; ROSSI, 2006).

Figura 3. Como se distribui um tensoativo em solução aquosa (FARIAS *et al.*, 2006)



Para cada meio temos uma maneira de como as micelas vão se comportar, em meio aquoso a parte hidrofóbica (apolar) se agrupará no interior da micela evitando total contato com a água da solução e a parte hidrofílica (polar) voltada para fora. Esta configuração é conhecida como micela direta (Figura 4 (a)). Em meio oleoso tem-se a parte hidrofílica (polar) voltada para dentro da micela e a parte hidrofóbica voltada para fora em contato com a solução. Este tipo de configuração é conhecida como micelas inversas (Figura 4 (b)) (ROSSI, 2006).

Figura 4. (a) Estrutura micelar (a) direta e (b) inversa (DEUS, 2014).



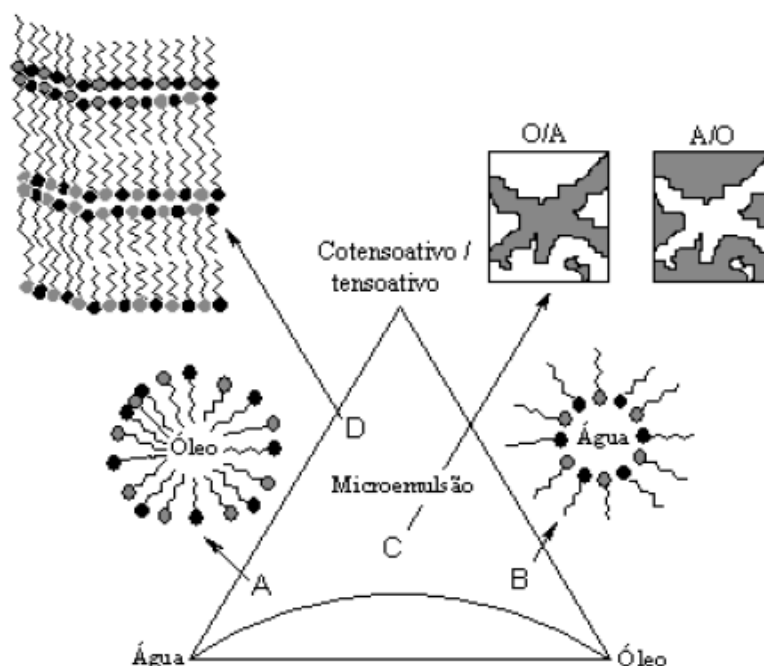
2.6.2 Geometria das Micelas

As estruturas dos tensoativos influenciam na forma como irão se organizar as micelas, essa organização varia de acordo com o comprimento da cauda apolar, o volume ocupado pela cauda apolar e área superficial da parte polar da molécula. Sendo assim, obtém-se o modelo aproximado que não leva em consideração outros fatores que estão envolvidos. Existe entre as cabeças polares uma repulsão que se leva em consideração elas ficarão o mais longe possível uma das outras, diminuindo assim a repulsão entre as cabeças polares. Para se determinar a curvatura no agregado pode-se correlacionar com parâmetro “ p ”, chamado de parâmetro de empacotamento. O efeito causado por esse parâmetro está diretamente ligado com redução da energia livre no agregado (SILVA, 2011). Sendo assim pode-se encontrar micelas com geometria esférica, cilíndricas, bicamada, bicontínua, esférica invertida e vesícula esférica (FORMARIZ, 2005).

A estrutura de uma micela possui uma grande variedade entre a fase contínua e a fase dispersa de acordo com a concentração dos constituintes da microemulsão. Visto que, as micelas podem ser complexas e também físico-quimicamente entendidas (MOULIK, PAUL, 1998). Na Figura 5 teremos diferentes estruturas de agregados micelares encontradas num sistema microemulsionado (SHULMAN, PAUL, 1998). De acordo com Silva (2011), a região

A: representa uma microemulsão contínua em água com micelas de óleo em água (O/A). Região B: microemulsão contínua em óleo com micelas de água em óleo (A/O). Região C: microemulsão que apresenta estrutura bicontínua (O/A ou A/O). Região D: microemulsão rica em tensoativo, possivelmente apresentando estruturas lamelares L_a .

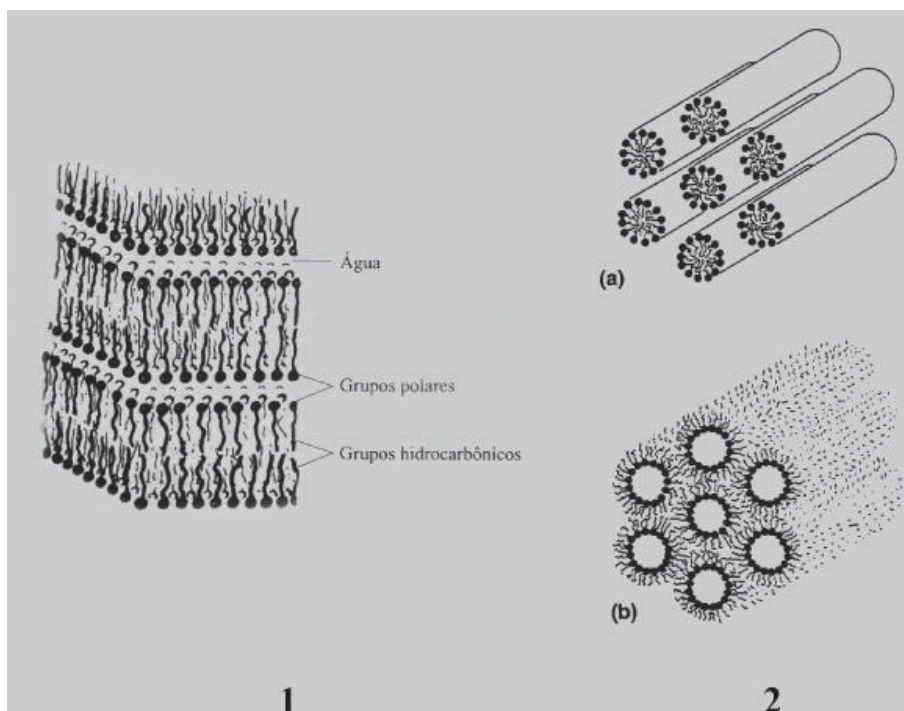
Figura 5. Representação esquemática de diferentes estruturas de microemulsão (ROBERTO, 2010).



Partindo os agregados percebe-se que eles se organizaram em fases diferentes de acordo com o seu tipo. Na hexagonal percebe-se que os agregados são formados de arranjos cilíndrico longos, dando origem a uma estrutura bidimensional (SILVA, 2011). Na fase H_I (fase normal), as moléculas do tensoativo se agrupam de maneira que formam micelas cilíndricas circulares, e contendo água preenchendo o volume do cilindro, pois é formado por micelas diretas (Figura 6-2(a)), e na fase H_{II} (fase reversa) da mesma forma da outra as micelas se agrupam formando cilindros circulares, só que nesta fase os cilindros contem canais de água que são circundados pelas cabeças polares do tensoativo e uma solução oleosa preenchendo o volume do cilindro (Figura 6-2(b)) (FORMARIZ, 2005). Já na fase lamelar (L_a), percebe-se que os agregados se agrupam como camadas paralelas e planas de bicamadas

separadas por camadas de solventes (água), sendo formando uma rede unidimensional (Figura 6-1) (FORMARIZ, 2005).

Figura 6. Ilustração esquemática (1) fase lamelar e (2.a) fase hexagonal (2.b) fase hexagonal reversa (FORMARIZ, 2005).



Temos também as fases cúbicas liotrópicas que apresentam estruturas mais complicadas e visualizadas com maior dificuldade que as outras descritas anteriormente (Figura 7). Quase todas as fases fluidas tridimensionais observadas são de simetria cúbica, apesar das romboédricas, tetragonais e ortorrômbicas de topologia inversa também serem detectadas em alguns sistemas (FORMARIZ, 2005). Desta forma temos um diagrama ternário mostrando todas as estruturas na figura 8.

Figura 7. Representação esquemática da estrutura cúbica de monoleoato de glicerila-água em três dimensões com ampliação mostrando bicamada lipídica (FORMARIZ, 2005).

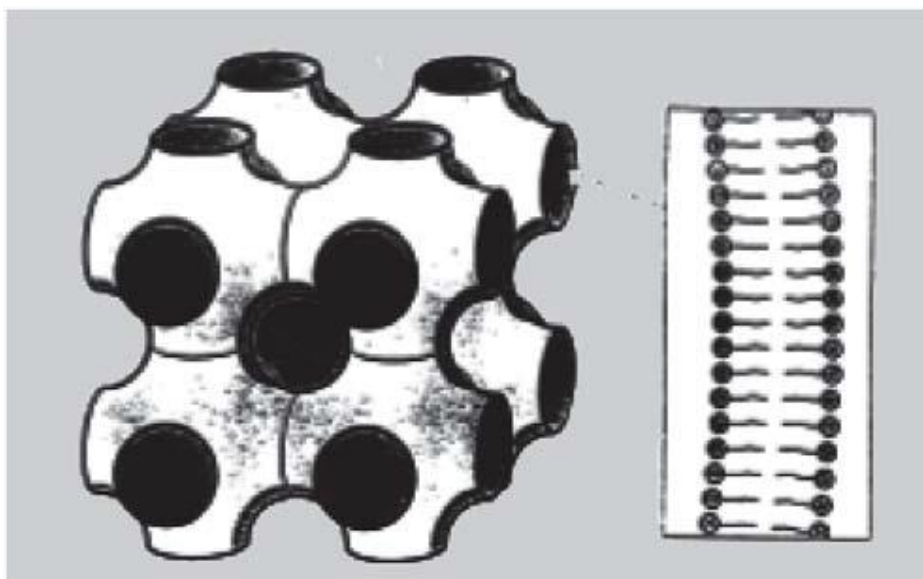
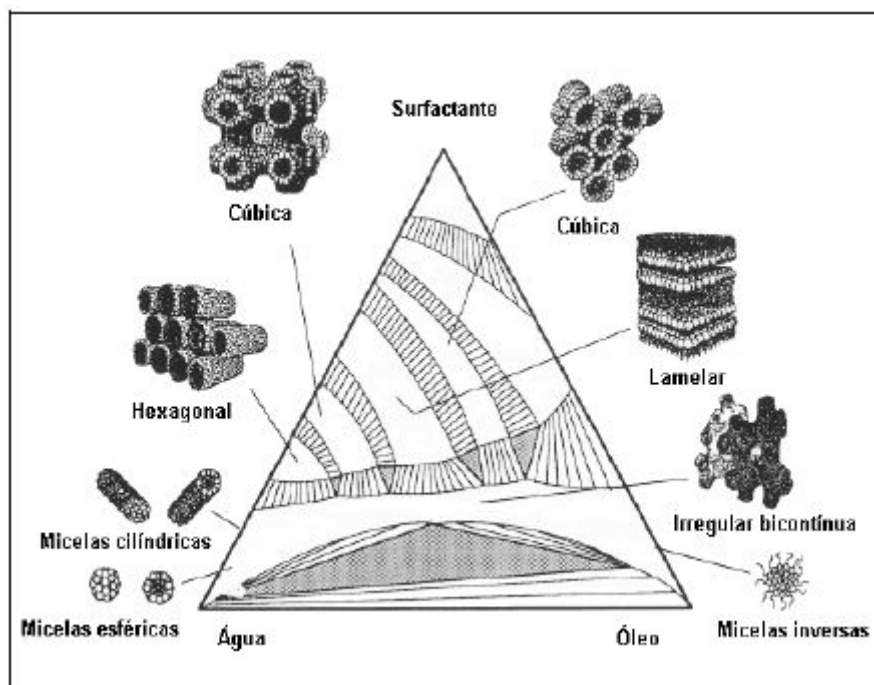


Figura 8. Representação esquemática de diferentes estruturas de microemulsão (NESAMONY, MANEK, KOLLING, 2006; SILVA, 2011).



2.6.3 Regiões de Winsor

Em 1948 o sistema proposto por Winsor define as regiões de equilíbrio existentes nas microemulsões entre a fase aquosa e fase oleosa (FORMARIZ, 2005; SANTANNA *et al.*, 2009). Nem sempre que coloca-se os constituintes de uma microemulsão em solução vai formar um sistema homogêneo, pode ser que eles não se homogeneizem aparecendo outras fases, onde, esses tipos de variações foram classificadas por Winsor onde o mesmo dividiu-as em quatro regiões que se diferem de acordo com o número e a da natureza das diferentes fases diferentes. As quatro regiões estabelecidas são divididas da seguinte forma:

- Winsor I: é composto por uma fase que a microemulsão (O/A) e outra fase que é fase oleosa. Onde as duas fases estão em equilíbrio e pelo fato da fase oleosa possuir densidade menor do que a microemulsão vai ficar na superfície (FORMARIZ, 2005; SANTANNA *et al.*, 2009).
- Winsor II: Como a primeira essa região também possui duas fases, onde uma é a microemulsão (A/O) e outra é fase aquosa. Onde nesta região temos o equilíbrio entre a fase microemulsionada e fase aquosa em excesso. Pelo fato de que a água possui a densidade maior do que a da microemulsão se encontra na fase inferior (FORMARIZ, 2005; SANTANNA *et al.*, 2009).
- Winsor III: Esta região é composta por três fases, tendo uma fase oleosa, fase aquosa e outra fase microemulsionada, onde a fase microemulsionada separa as duas fases. Tendo óleo na fase superior e a microemulsão na fase intermediária e a água na fase inferior (FORMARIZ, 2005; SANTANNA *et al.*, 2009).
- Winsor IV: Esta região composta por uma fase, onde temos uma microemulsão homogênea. Neste sistema considerável que existe somente uma fase macroscopicamente isto é um sistema microemulsionado (FORMARIZ, 2005; SANTANNA *et al.*, 2009). Na Figura 9 e 10 se encontra a classificação de Winsor.

Figura 9. Representação da classificação de Winsor (NETO, 2008).

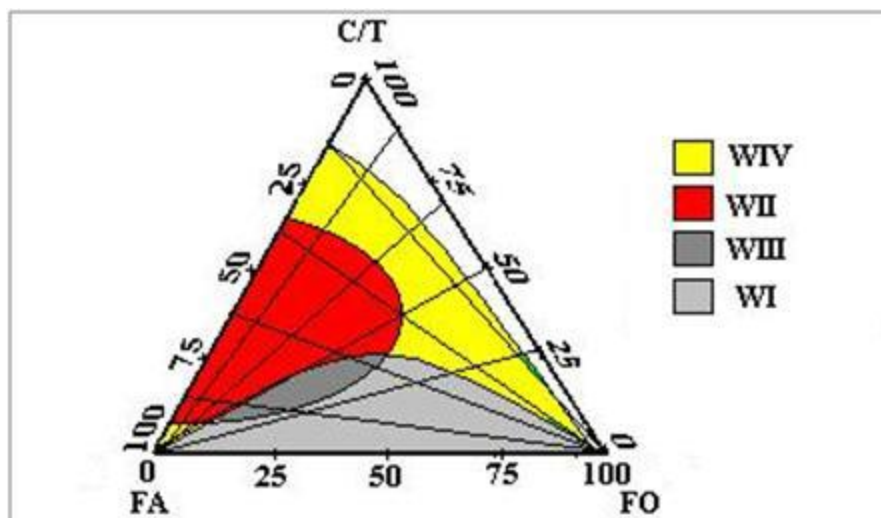
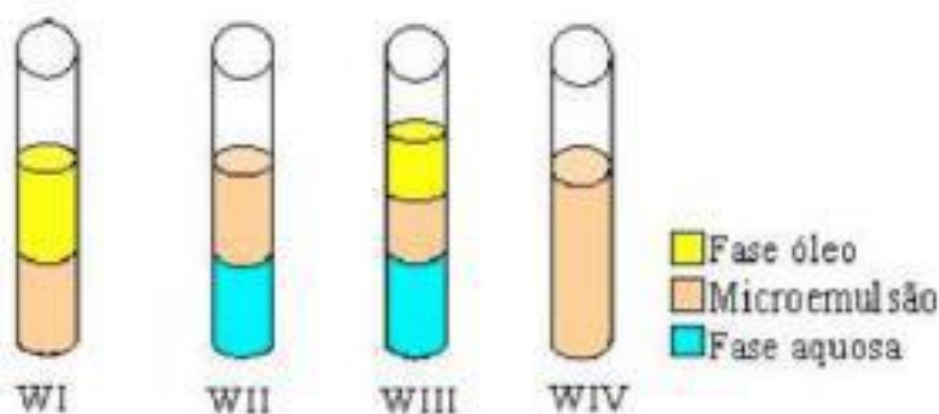


Figura 10. Representação dos sistemas de Winsor (DEUS, 2014).

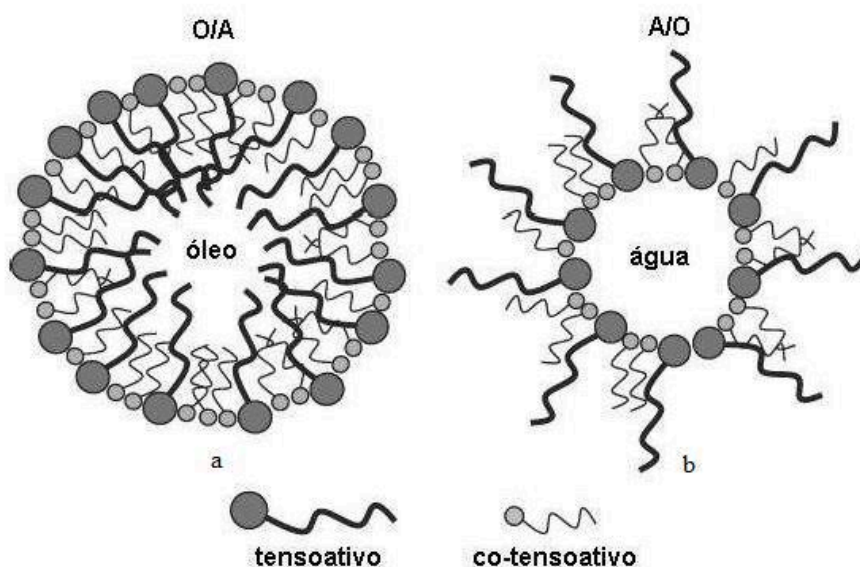


2.7 MICROEMULSÃO

O termo microemulsão foi introduzido na literatura pela primeira vez em 1943 por Hoar e Schulman (DEUS, 2014), os quais descreveram esses sistemas como transparentes ou translúcidos obtidos por titulação a partir de uma emulsão comum, a qual apresenta aspecto leitoso e, quando adicionado um álcool de cadeia média este sistema clarifica (FORMADIZ, 2005). O termo “micro” já diz tudo, pois é um sistema que é composto de partículas muito pequenas variando de 100-600 nm (CUNHA JÚNIOR *et al.*, 2003), sendo esta a principal característica desses sistemas, que é formar uma emulsão muito fina por homogeneização

suave com fase aquosa, cujas dimensões das gotículas das fases internas são da ordem de 10^{-9} m (ou seja ordem nanométrica) (FORMADIZ, 2005). As microemulsões são definidas como sistemas termodinamicamente estáveis, isotrópicos, transparentes, de dois líquidos imiscíveis, usualmente água e óleo, estabilizados por um filme de compostos tensoativos, localizados na interface óleo/água (FORMARIZ, 2005), podendo ser de óleo dispersas em água (Figura 11. a) e de água dispersas em óleo (Figura 11. b).

Figura 11. Estrutura de microemulsão a) direta (O/A) e b) inversa (A/O) (DEUS, 2014).



Alguns fatores são determinantes para que se possa formar um sistema microemulsionado. Segundo Formadiz (2005), o fator que pode influenciar na formação da microemulsão é o balanço entre as propriedades hidrofílicas e lipofílicas do tensoativo, determinada não somente pela sua estrutura química, mas também por outros fatores como temperatura, força iônica e a presença de cotensoativo. A microemulsão geralmente é composta de três a quatro componentes, sendo eles fase aquosa, fase oleosa, tensoativo, e quando necessário usa-se o cotensoativo.

Temos na literatura que cotensoativo é o agente responsável por tentar reduzir a interação entre as cabeças polares dos tensoativos nos agregados micelares, onde esse componente geralmente é um álcool de cadeia média (cadeia carbônica entre dois e dez carbonos) (CUNHA JÚNIOR *et al.*, 2003). Ao reduzir esta interação o cotensoativo consequentemente reduz a área ocupada pelos agregados, proporcionando, assim uma maior

região de microemulsão (KUNEIDA *et al.*, 1999), fazendo com que se possa variar mais quantidades diferentes para cada componente e ainda continuar dentro da região de microemulsão do sistema. Isso ocorre porque a mistura de tensoativo com um cotensoativo é mais eficiente em reduzir a tensão interfacial entre óleo-água do que os emulsificantes comuns (FORMADIZ, 2005).

A microemulsão pode ser diferenciada da emulsão, de maneira visual de modo que a emulsão é opaca e a microemulsão é translúcida isso pelo fato de existir a diferença no tamanho dos agregados. Na Tabela 02 teremos algumas características principais que as diferenciam.

Tabela 2. Comparação da Emulsão com Microemulsão (TENJARLA, 1999).

Propriedades	Emulsão	Microemulsão
O tamanho das gotículas da fase dispersa	Tipicamente 0,2 μ m-10 μ m	< 0,2 μ m
Aparência	Turvo ou leitoso	Translucido ou transparente
Formação	Entrada de energia externa necessária	espontânea; sem energia necessária
Estabilidade	Termodinamicamente instável	Termodinamicamente Estável

2.8 FATORES QUE INFLUENCIAM A MICROEMULSÃO

2.8.1 A Influência do cotensoativo

Segundo Souza (2006), o cotensoativo é uma molécula que está totalmente ligada ao fator de empacotamento da micela, logo influenciando na maneira de como as micelas vão se organizar, fazendo com que se diminua a interação entre as cabeças apolares, diminuindo assim a distância entre as moléculas de tensoativo tornando possível a formação da microemulsão. Geralmente os cotensoativos são álcoois com cadeias curtas, onde os cotensoativos desempenham três funções importantes dentro da solução. Permitem obter tensões interfaciais muito baixas, induzem várias possibilidades estruturais agindo sobre a camada interfacial e melhoram a fluidez do filme interfacial (SILVA, 2011).

A estrutura molecular do álcool (cotensoativo) influencia de forma bastante significativa na forma e extensão do domínio de existência das microemulsões em um diagrama pseudoternário. Um álcool de cadeia longa produzirá pequenas regiões com existência de zonas de solubilização, ou seja, uma pequena região de microemulsão. Já um álcool de cadeia curta produzirá no diagrama pseudoternário uma região que vai desde a parte rica em hidrocarbonetos até parte rica em fase aquosa, tendo desta forma uma grande região de microemulsão (SOUZA, 2006).

2.8.2 A influência da isomeria do álcool

Quando tivermos uma razão cotensoativo/tensoativo (r_{CT}), com os constituintes em mesma proporção, a isomeria do álcool não influenciará na região de microemulsão no diagrama pseudoternário (SOUZA, 2006).

2.8.3 A influência da razão cotensoativo/tensoativo (r_{CT})

Para a obtenção de uma microemulsão utilizando tensoativos iônicos faz-se necessária à presença de um cotensoativo mais hidrofóbico. A proporção ideal de tensoativo iônico para cotensoativo é um fator importante para o aumento da solubilização (SILVA, 2011). O poder solubilizante da mistura de cotensoativo/tensoativo sofre também a influencia do BHL (balanço hidrofílico lipofílico). A possibilidade da existência das microemulsões em um diagrama pseudoternário aumenta com a razão cotensoativo/tensoativo (SOUZA, 2006).

2.8.4 A influência da estrutura do hidrocarboneto

Com a redução do número de átomos de carbono no hidrocarboneto ou a substituição de um aromático por um alifático de cadeia longa, afeta o domínio de existência das microemulsões de modo idêntico ao que ocorre com o aumento do número de átomos de carbonos do álcool (cotensoativo) (SOUZA, 2006).

2.8.5 A influência da Salinidade

Os sais minerais presentes em um sistema microemulsionado promovem:

- A diminuição das interações eletrostáticas;

- A redução da rigidez da interface na relação cotensoativo/tensoativo constante;
- A melhora nas possibilidades de solubilização da fase orgânica, que se traduz por um aumento do domínio de existência da microemulsão na presença de pouca quantidade de sal. Excesso de sal reduz a ionização das moléculas de tensoativos e, ou consequência, o domínio de existência das microemulsões. Isto é válido para os tensoativos iônicos, os não-iônicos não sofrem muito esses efeitos (SOUZA, 2006; SILVA, 2011).

2.8.6 A influência do pH

Estudos realizados anteriormente demonstram que o pH possui uma forte influência sobre a formação das microemulsões pelas razões evidentes da presença ou não de tensoativos ou ionização das microemulsões (SILVA, 2011). A influência do pH sobre as tensões superficiais e interfaciais é que fornece importância a este parâmetro (SOUZA, 2006).

2.9 DIAGRAMA DE FASES

O diagrama de fases é utilizado basicamente para descrever em que condição experimental é possível se obter microemulsões e as regiões limites de transição entre emulsões, fases separadas e microemulsões O/A e A/O (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Sendo assim tornando possível variar dentro do diagrama vários pontos com concentrações diferentes de cada composto e obter várias microemulsões diferentes dentro da região de microemulsão obtida com a construção do diagrama de fases.

De acordo com Vale (2009), temos que a maneira mais comum de representar as microemulsões é através de diagramas de fases, ternários, quaternários e pseudo-ternários. Os quais serão descritos a seguir.

2.9.1 Diagramas Ternários

Os diagramas ternários representam diretamente microemulsões formadas por três constituintes: água, óleo e tensoativo, onde o mesmo é um triângulo e cada componente assume um dos vértices do triângulo. Sendo possível descrever a região de microemulsão de acordo com as condições e proporções dos constituintes, como mostra a Figura 12 (VALE, 2009).

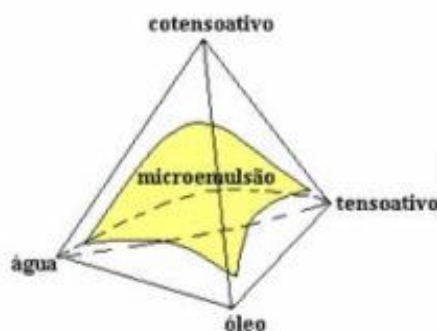
Figura 12. Diagrama ternário mostrando a região de microemulsão em um sistema de três constituintes (VALE, 2009).



2.9.2 Diagramas Quaternários

Os diagramas quaternários fazem uso de tetraedro para representar a região de microemulsão de um sistema formado por quatro constituintes sendo eles: água, óleo, tensoativo e cotensoativo, onde cada componente assume um lugar nos vértices do tetraedro, como mostra a Figura 13 (VALE, 2009). Geralmente este tipo de diagrama não é muito usual.

Figura 13. Diagrama quaternário mostrando a região de microemulsão em sistema de quatro constituintes (VALE, 2009).



2.9.3 Diagramas Pseudo-ternários

Como o nome já diz é um falso ternário, pois nele é composto um sistema com quatro constituintes diferentemente do ternário que se usa apenas três constituintes. Pois a representação dos sistemas de microemulsão com quatro constituintes torna-se mais fácil quando é fixada uma razão entre dois componentes, geralmente cotensoativo/tensoativo (r_{CT}), na qual origina a mesma representação de um sistema de três componentes (VALE, 2009), podendo também considerar constante a razão entre a água/tensoativo (OLIVEIRA, 2004). Na Figura 14 temos a ilustração de um diagrama pseudoternário.

Figura 14. Diagrama pseudoternário com razão cotensoativo/tensoativo constante (VALE, 2009).



3. METOLOGIA EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas e em dois laboratórios. Para a obtenção dos diagramas pseudoternários os procedimentos experimentais foram realizados no laboratório de química geral na Universidade Federal Rural do Semi-Árido Campus Caraúbas. A segunda etapa foi para a construção da curva de calibração e obter a quantidade de corante que foi removido com as microemulsões inversas, que foi realizada no do laboratório de química, Laboratório de catálise, ambiente e materiais, LACAM, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, UERN.

3.1 MATERIAS E REAGENTES

Os matérias e reagentes utilizados neste trabalho estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Informações dos materiais e reagentes utilizados.

Balança Analítica	SHIMADZU, modelo: AUY220
Agitador Mecânico	Norte Científica NA 3600, modelo: agitador de amostras
Tween 80	110/220, POT: 130 W (CRQ) ^R
Fase aquosa	Água destilata
Xileno	P.A., Synth
UV-visível	SHIMADZU, modelo: UV Mini 1240
Álcool Butílico	PRQ químicos
Azul de Metileno Hidratado P.A	NEON
Centrífuga	QUIMIS, modelo: centrífuga de tubos

As Figuras 15 e 16 mostram respectivamente a estrutura de tensoativo Tween 80 e o corante azul de metileno.

Figura 15. Formula molecular do tensoativo Tween 80 (TIBURTINO, 2014).

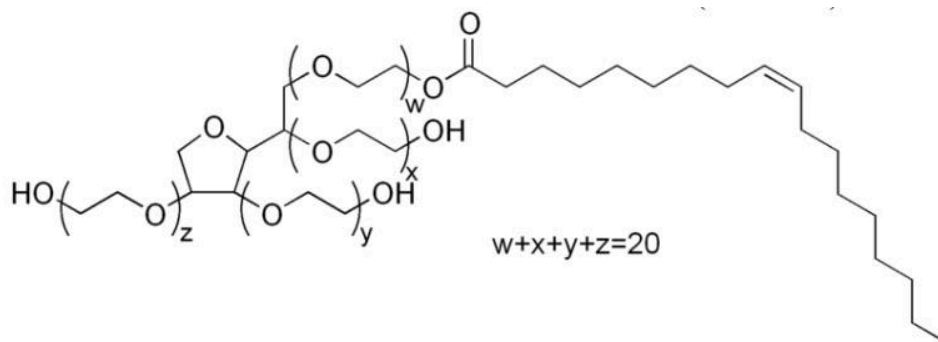
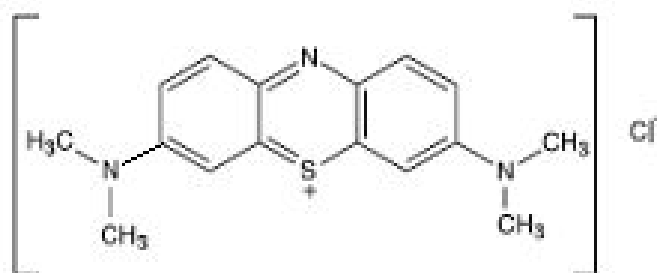


Figura 16. Formula molecular do azul de metileno (OLIVEIRA; DUARTE, 2012).



3.2 OBTENÇÕES DOS DIAGRAMAS PSEUDOTÉRNARIOS

Os sistemas de dispersão foram preparados utilizando o método de titulação da fração mássica, com uso de uma balança analítica, agitadores mecânicos, à temperatura ambiente, conforme já foi realizado e descrito em trabalhos anteriores (DANTAS et al., 2009). Para a obtenção dos diagramas pseudoternários, os valores da razão cotensoativo/tensoativo, r_{CT} , utilizados foram: $r_{CT} = 0,5$, $r_{CT} = 1,0$ e $r_{CT} = 2,0$. As massas de tensoativo, cotensoativo, fase oleosa e fase aquosa foram obtidos de acordo com as Equações, 2-5. Todos os experimentos foram feitos em duplicata.

$$\%m_r = \frac{m_r}{m_{TS}} \cdot 100\%$$

Eq.: 2

$$\%m_C = \frac{m_C}{m_{TS}} \cdot 100\% \quad \text{Eq.: 3}$$

$$\%m_{Fa} = \frac{m_{Fa}}{m_{TS}} \cdot 100\% \quad \text{Eq.: 4}$$

$$\%m_{Fo} = \frac{m_{Fo}}{m_{TS}} \cdot 100\% \quad \text{Eq.: 5}$$

Onde o m_{TS} é a massa total do sistema, o m_T é a massa do tensoativo, o m_C é a massa do contensoativo, m_{Fa} é a massa da fase aquosa e m_{Fo} é a massa da fase oleosa.

3.3 OBTENÇÃO DAS EXTENÇÕES DAS REGIÕES DE MICROEMULSÃO

Usando os resultados de cada percentagem mássica já determinada e com o auxílio do Software Oringin 8.0, os diagramas pseudo-ternários foram plotados para as diferentes razões cotensoativo/tensoativo: $r_{C/T} = 0,5$, $r_{C/T} = 1,0$ e $r_{C/T} = 2,0$. Os mesmos foram impressos, cortados e em seguida pesados. A percentagem das regiões de microemulsão foram determinados utilizando a Equação 6, como já descrito na literatura (MORAIS, 2009).

$$\%RM = \frac{PRM}{PD} \cdot 100\% \quad \text{Eq.: 6}$$

onde, $\%RM$ = percentagem da região microemulsionada, PRM = peso da região microemulsionada e PD = peso total do diagrama.

3.4 OBTENÇÃO DOS SISTEMAS MICROEMULSIONADOS

Para a obtenção das microemulsões, primeiramente foram escolhidos os pontos no diagrama pseudo-ternário na região de microemulsão: $C/T = 48\%$, $F_A = 2\%$, $F_O = 50\%$. O tensoativo utilizado foi, Tween 80, cotensoativo, N-butanol, fase óleo Xileno e fase aquosa, com razão cotensoativo/tensoativo, $r_{C/T} = 0,5$, $r_{C/T} = 1,0$ e $r_{C/T} = 2,0$. As massas de

tensoativo, cotensoativo, fase óleo e fase aquosa foram determinadas através das Equações 7-10.

$$m_T = \frac{\%C / T}{1 + r_{c/T}} \cdot V \quad \text{Eq.: 7}$$

$$m_C = m_T \cdot r_{c/T} \quad \text{Eq.: 8}$$

$$m_{Fo} = \%F_o \cdot V \quad \text{Eq.: 9}$$

$$m_{Fa} = V - (m_{Fo} + m_C + m_T) \quad \text{Eq.: 10}$$

Onde o m_T é quantidade de massa do tensoativo, o m_C é a quantidade de massa do cotensoativo, o m_{Fo} é quantidade de massa da fase óleo, o m_{Fa} é quantidade de massa da fase aquosa e o V o volume que deseja obter do sistema microemulsionado.

3.5 OBTENÇÃO DOS PADRÕES DE CORANTE

Inicialmente foi feito uma solução de padrão (solução aquosa), 100 mg/L, do corante azul de metileno. A partir dessa solução padrão, foi preparado cinco padrões com 1, 2, 3, 4 e 5 mg/L, utilizando a Equação 3.11.

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \quad \text{Eq.: 11}$$

Onde C_1 é concentração inicial, V_1 volume a ser utilizado da concentração inicial, C_2 é a concentração desejada e V_2 é o volume que se deseja obter da solução.

3.6 OBTENÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO

Para obter a curva de calibração, primeiramente foi feita a varredura de 190 a 1100 nm, num UV-visível, com o padrão 5 mg/L, com o objetivo de determinar o comprimento de onda, (λ), na qual a absorbância (Abs) é máxima, $\lambda = 664$ nm. Dessa forma, as soluções padrões de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 mg/L foram medidos e em seguida as absorbâncias adquiridas foram plotadas em função da concentração, utilizando o Software Origin 8.0. Todas as medidas foram feitas em duplicata. Estes procedimentos foram realizados em trabalhos anteriores por (UEDA, 2006; ARAÚJO, 2009).

3.7 REMOÇÃO DO CORANTE

5 mL de microemulsão foi colocado num tubo de centrífuga e, nele, foi adicionado 5 mL de solução de corante, com 1, 3 e 5 mg/L. Em seguida os mesmos foram levados para uma centrífuga por cinco minutos à oito rpm com o objetivo de remover o corante da água com as microemulsões obtidas. Após a separação, o sobrenadante foi levado ao UV-visível para medidas de absorbância e ver quanto de corante foi removido. Esse procedimento foi feito para as microemulsões com $r_{C/T} = 0,5$, $r_{C/T} = 1,0$ e $r_{C/T} = 2,0$, todas com $C/T = 48\%$, $F_A = 2\%$, $F_O = 50\%$. Todas as análises foram feitas em duplicata.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 OBTENÇÃO DOS DIAGRAMAS PSEUDOTERNÁRIO

Os diagramas obtidos são compostos por tensoativo, Twenn 80, contensoativo, N-butanol, a fase óleo, xileno e fase aquosa, água destilada. Para isso, variamos a razão contensoativo/tensoativo com os seguintes valores $r_{C/T} = 0,5$, $r_{C/T} = 1,0$ e $r_{C/T} = 2,0$. Sendo assim na Figura 17 temos o diagrama pseudoternário com $r_{C/T} = 0,5$, na Figura 18 o diagrama pseudoternário com $r_{C/T} = 1,0$ e na Figura 19 o diagrama pseudoternário com $r_{C/T} = 2,0$.

Figura 17. Diagrama pseudoternário com $r_{C/T} = 0,5$.

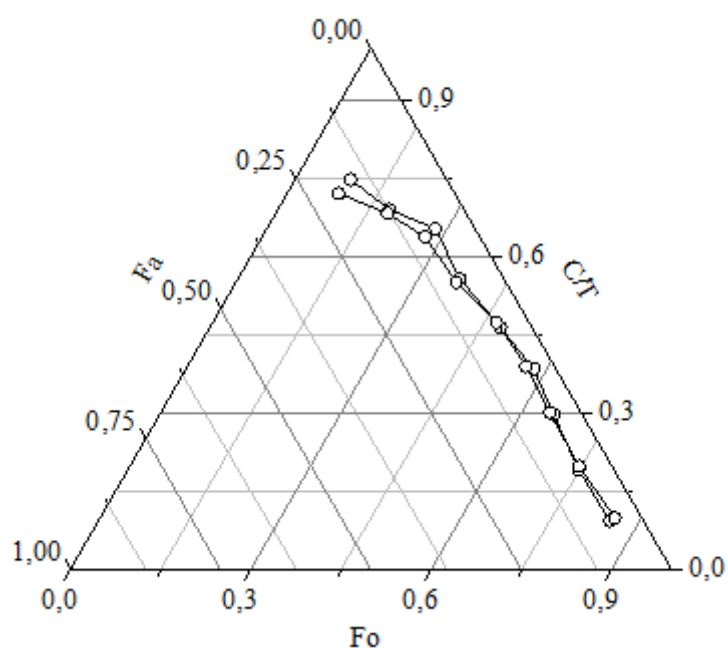


Figura 18. Diagrama pseudoternário com $r_{C/T} = 1,0$.

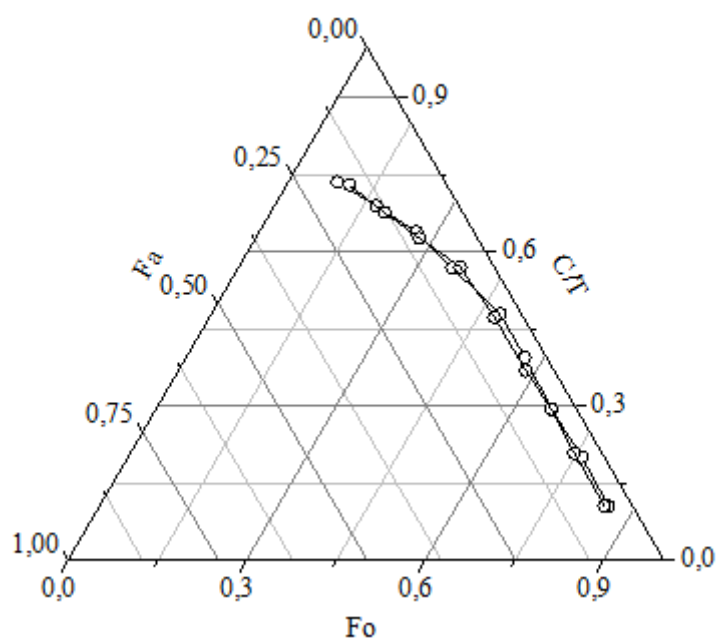
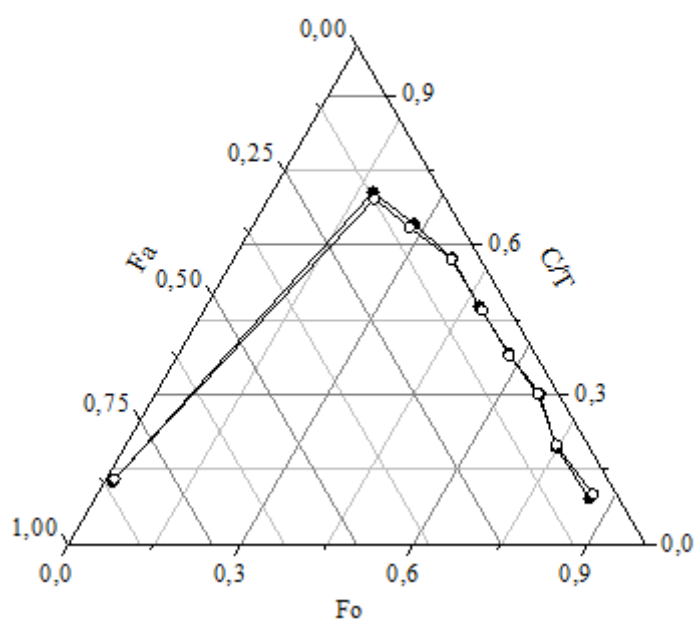


Figura 19. Diagrama pseudoternário com $r_{C/T} = 2,0$



O aumento da $r_{C/T}$ mostra o aumento significativo da região de microemulsão entre a $r_{C/T}$ igual a 0,5 e 2,0. A $r_{C/T}$ 0,5 mostra uma região de microemulsão com 16,56 % e a $r_{C/T}$ 2,0 mostra uma região de microemulsão com 29,22 %, como mostra a Tabela 4. De acordo

com Moraes (2009), a explicação para a elevação da região microemulsionada nos diagramas se deve ao fato da molécula de cotensoativo aumentar a solubilização dos sistemas e, assim, haver maior formação das micelas inversas. Para ele, Moraes (2009), não se pode afirmar que o cotensoativo age diminuindo as interações entre os tensoativos, já que o Triton X-100 e Unitol L-90 são tensoativos não-iônicos. No presente trabalho o tensoativo utilizado, também foi um tensoativo não-iônico, Tween 80, mostrando a influência do cotensoativo na solubilização das micelas, aumentando a região de microemulsão, uma vez que a microemulsão é um sistema transparente, estável e de uma única fase. O aumento da $r_{C/T}$ de 0,5 para 1,0, não apresenta variação ou mudança significativa da região de microemulsão. Isso pode ser explicado de acordo com a relação de quantidade de cotensoativo para cada tensoativo. Para a $r_{C/T}$ 0,5, significa que para cada cotensoativo tem-se dois tensoativos, para a $r_{C/T}$ 1,0, significa que para cada cotensoativo tem-se um tensoativo e para $r_{C/T}$ 2,0, significa que para cada dois cotensoativo tem-se um tensoativo. Isso mostra que independente da quantidade de tensoativo, o que vai aumentar a solubilização e consequentemente a região de microemulsão é a quantidade de cotensoativo.

Tabela 4. Mostra as extensões das regiões de microemulsão.

Razões C/T	<i>PD</i>	<i>PRM</i>	% <i>RM</i>
0,5	0,9064 g	0,1501 g	16,56 %
1,0	0,8994 g	0,1463 g	16,27 %
2,0	0,8987 g	0,2626 g	29,22 %

4.2 OBTENÇÃO DO SISTEMA MICROEMULSIONADO

Para obtenção dos sistemas microemulsionados escolheu-se os pontos que estivessem dentro da região de microemulsão de cada diagrama, onde o mesmo possui as seguintes percentagens de cada componente do diagrama $C/T = 48\%$, $F_A = 2\%$, $F_O = 50\%$, para os três sistemas com $r_{C/T} = 0,5$, $r_{C/T} = 1,0$ e $r_{C/T} = 2,0$. Utilizando as Equações 7-10 com volume de 25 mL temos as quantidades de cada componente como descrito na Tabela 5.

Tabela 5. Quantidade de massa de tensoativo, cotensoativo, fase óleo e fase aquosa para obter a microemulsão para cada razão C/T num volume de 25 mL.

Razões C/T	m_T	m_C	m_{Fo}	m_{Fa}
0,5	8,006 g	4,007 g	12,560 g	0,497 g
1,0	6,017 g	6,025 g	12,530 g	0,520 g
2,0	4,010 g	8,001 g	12,509 g	0,509 g

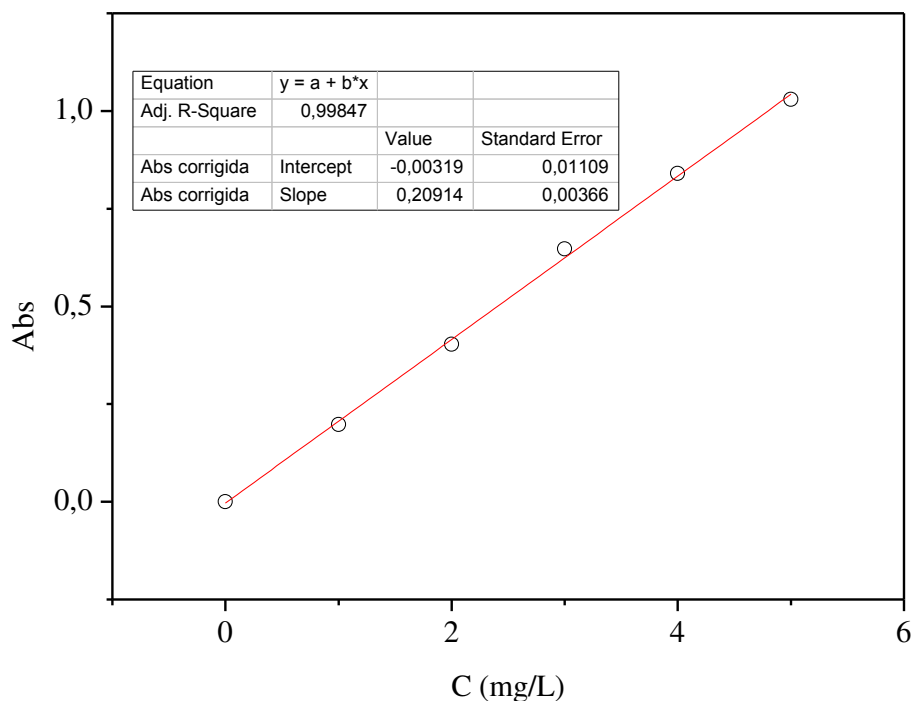
4.3 OBTENÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO

A curva de calibração foi obtida plotando as absorbâncias em função da concentração utilizando o Oringin 8.0, como mostra a Figura 20. A Tabela 6 mostra os valores de absorbância dos padrões e do branco. Após a regressão linear, utilizando a equação da reta $y = a + b \cdot x$, obteve-se, $R^2 = 0,9985$, $a = -0,00319$ e $b = 0,20914$.

Tabela 6. Valor da absorbância para cada concentração dos padrões de azul de metileno.

Concentração	Abs
0 mg/L	0,451
1 mg/L	0,649
2 mg/L	0,859
3 mg/L	1,098
4 mg/L	1,291
5 mg/L	1,481

Figura 20. Curva de calibração da solução do corante azul de metileno.



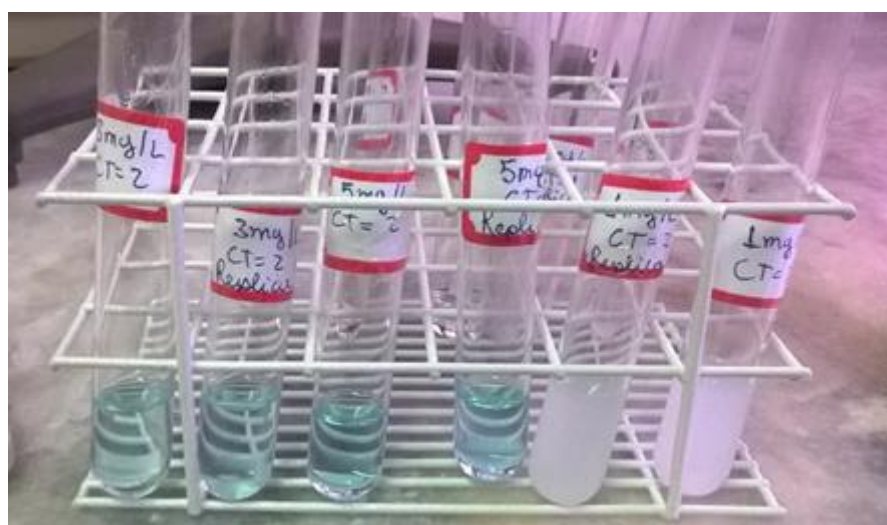
4.4 REMOÇÃO DO CORANTE

Num tubo de centrífuga foi colocado 5 mL das microemulsões com $r_{C/T} = 0,5$, $r_{C/T} = 1,0$ e $r_{C/T} = 2,0$ em seguida foi adicionado, no mesmo tubo, 5 mL das soluções de corante (padrões) com concentração de 1, 3 e 5 mg/L por 5 minutos a oito rpm, como mostra a Figura 21. Após a centrifugação, o sobrenadante, Figura 22, foi levado para o UV-visível para posterior quantificação da remoção do corante do efluente.

Figura 21. A Figura mostra a remoção do corante após a centrifugação.



Figura 22. Sobrenadante após a remoção do corante.



A Tabela 7 mostra os valores de absorbância obtido para cada padrão a três razões de cotensoativo/tensoativo diferentes.

Tabela 7. Valores de absorbância dos sobrenadantes de cada padrão após a remoção com microemulsão do tipo A/O (inversas).

C/T	Absorbâncias			
	Branco	1,0 (mg/L)	3,0 (mg/L)	5,0 (mg/L)
0,5	$0,034 \pm 0,0$	$0,023 \pm 0,0$	$0,286 \pm 0,0$	TURVO
1,0	$0,036 \pm 0,0$	TURVO	TURVO	TURVO
2,0	$0,3173 \pm 1,15 \times 10^{-3}$	TURVO	$0,2843 \pm 1,15 \times 10^{-3}$	$0,2237 \pm 5,57 \times 10^{-4}$

Após as análises e com os dados da curva de calibração, como mostra o item 4.3, foi possível calcular através das absorbâncias obtidas após a remoção do corante pela microemulsão do tipo A/O (inversas), as concentrações do sobrenadante, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8. Concentração dos sobrenadantes.

		Concentração do Sobrenadante (mg/L)		
Concentração dos padrões (mg/L)	Concentração real (mg/L)	$r_{C/T} = 0,5$	$r_{C/T} = 1,0$	$r_{C/T} = 2,0$
1,0	$0,94 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	$0,13 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	TURVO	TURVO
3,0	$3,11 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	$1,38 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	TURVO	$1,37 \pm 1,0 \times 10^{-3}$
5,0	$4,94 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	TURVO	TURVO	$1,08 \pm 1,0 \times 10^{-3}$

A quantidade de corante retirada pela microemulsão, em mg/L, foi obtida através da diferença entre a concentração real e a concentração do sobrenadante, como mostra a Tabela 10.

Tabela 9. Quantidade de corante removido pela microemulsão do tipo A/O (inversa) no efluente.

C/T	Concentração real (mg/L)	Concentração do Sobrenadante (mg/L)	Quantidade removida (mg/L)	Quantidade Removida em percentagem
0,5	$0,94 \pm 1 \times 10^{-3}$	$0,13 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	$0,81 \pm 1 \times 10^{-3}$	86,29 %
	$3,11 \pm 1 \times 10^{-3}$	$1,38 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	$1,73 \pm 1 \times 10^{-3}$	55,63 %
	$4,94 \pm 1 \times 10^{-3}$	TURVO	TURVO	TURVO
1,0	$0,94 \pm 1 \times 10^{-3}$	TURVO	TURVO	TURVO
	$3,11 \pm 1 \times 10^{-3}$	TURVO	TURVO	TURVO
	$4,94 \pm 1 \times 10^{-3}$	TURVO	TURVO	TURVO
2,0	$0,94 \pm 1 \times 10^{-3}$	TURVO	TURVO	TURVO
	$3,11 \pm 1 \times 10^{-3}$	$1,37 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	$1,74 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	55,95 %
	$4,94 \pm 1 \times 10^{-3}$	$1,08 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	$3,86 \pm 1,0 \times 10^{-3}$	78,74 %

Os resultados mostram que a remoção ocorre para $r_{C/T} = 0,5$ e para $r_{C/T} = 2,0$. Para $r_{C/T} = 0,5$ a remoção do corante pela microemulsão diminui à medida que a concentração do mesmo aumenta, e, para $r_{C/T} = 2,0$ a remoção do corante aumenta à medida que a concentração do mesmo também aumenta. Já para $r_{C/T} = 1,0$ não foi possível determinar a quantidade de corante que foi removido, uma vez que a mistura ficou turva. Esses resultados podem ser explicado pelo fato que, para $r_{C/T} = 0,5$, ou seja, para cada cotensoativo, tem-se dois tensoativos, como mostra a Tabela 5, item 4.2. Como citado anteriormente a estabilidade da micela, dar-se a quantidade de cotensoativo na micela inversa, logo, a medida que aumentamos a quantidade do corante, o impedimento histórico de sua estrutura, catiônica, tende a desestabilizar a micela, diminuindo assim a quantidade de corante removido, ou seja, para $r_{C/T} = 0,5$ a remoção do corante para 1 mg/L foi de 86,29 % e para 3 mg/L é de 55,63 %, já para a concentração de 5 mg/L não foi possível fazer a quantificação, pois o mesmo ficou turvo, ou seja, a micela foi desestabilizada. Já para $r_{C/T} = 2,0$, como temos dois cotensoativo para cada tensoativo, Tabela 5, item 4.2, a micela formada é mais estável, logo, a medida que aumentamos a concentração a remoção também aumenta, ou seja, para 3 mg/L a remoção foi de 55,95 % e para 5 mg/L a remoção foi de 78,14%. Para 1 mg/L não foi possível fazer a

quantificação, devido ao sistema ficar turvo. Isso ocorre devido a quantidade de corante ser muita baixa e o “excesso de água” faz com que o álcool N-butanol, que está numa proporção de 2 para 1 em relação ao tensoativo, solubilize na água, através de ligações de hidrogênio formada entre o álcool e a água, desestabilizando a micela. Já para $r_{C/T} = 1,0$, não foi possível remover nenhuma das concentrações, uma vez que, para cada cotensoativo, tem-se um tensoativo, a micela desestabiliza mais facilmente, como citado anteriormente.

No Art. 14 da resolução 357 de 17 de março de 2005 diz que a concentração de substância de tensoativo que reagem com azul de metileno tem que possuir uma quantidade menor que 5 mg/L. O sistema com $r_{C/T} = 2,0$ é o mais indicado para tratamento têxtil, pois o mesmo apresenta maior remoção à medida que a concentração aumenta. Nos efluentes têxteis a concentração de corante é muito alta, necessitando de um sistema que se mostre eficaz na remoção a altas concentrações de corante.

5. CONCLUSÕES

Tomando como base os resultados obtidos e os objetivos do trabalho podemos dizer que:

- Utilizando a técnica de titulação mássica foi possível obter os diagramas pseudo-ternários com regiões de microemulsão a diferentes razões $r_{C/T}$, $r_{C/T} = 0,5, 1,0$ e $2,0$;
- Para o ponto escolhido, $C/T = 48\%$, $F_A = 2\%$, $F_O = 50\%$ foi possível obter microemulsões do tipo A/O;
- Os resultados mostram que a região de microemulsão é dependente da concentração de cotensoativo;
- O ponto de microemulsão escolhido, $C/T = 48\%$, $F_A = 2\%$, $F_O = 50\%$ se mostra eficaz para $r_{C/T} = 0,5$ e $2,0$;
- O sistema com $r_{C/T} = 2,0$ é o mais indicado para tratamento têxtil, pois o mesmo apresenta maior remoção à medida que a concentração aumenta;
- O sistema com $r_{C/T} = 1,0$ não conseguiu remover o corante azul de metileno, devido a desestabilização da micela, por motivo antes citado.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Regina Célia Bastos de; SOUZA, Marcelo Friederichs Landim de; COUTO, Erminda da Conceição Guerreiro. Influência de efluentes têxteis e alimentícios sobre o metabolismo e propriedades físicas e químicas do rio Piauitinga (Sergipe). **Química Nova**, São Cristovão, v. 21, n. 4, p.424-427, nov. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000400009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 23 jan. 2015.

ARAÚJO, Beth Aluana Tavares de. **Utilização de microemulsão na remoção da cor de efluentes têxteis contendo corantes dispersos**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

ATTIA, A. A. R., W. E.; KHEDR, S. A (2006). **Capacity of activated carbon in the removal acid dyes subsequent to its thermal treatment**. DyesPigments 69.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BELLO, L., **Água: a Mais Importante Commodity do Século XXI**. Banas Ambiental, 2000. 8: p. 34-42.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (Brasil). **ISO 14001 - Gestão Ambiental**. Disponível em: <<http://www.bsigroup.com/pt-BR/ISO-14001-Gestao-Ambiental/Introducao-a-ISO-14001/>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23> .Acesso em: 04 mai. 2011.

_____. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições

e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 04 set. 2011.

_____. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p. Disponível em: http://www.legislacao.mutua.com.br/pdf/diversos_normativos/conama/2011_CONAMA_RES_430.pdf. Acesso em: 18 julh. 2012.

CHERN, C.S., Emulsion polymerization mechanisms and kinetics. **Progress in Polymer Science**, v. 31, n. 5, p. 443-486, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6TX2-4JN2NND1/2/2c8c0dc12b6506b239ac7013cea8a06a>. Acesso em: 12 nov. 2014. doi:10.1016/j.progpolymsci.2006.02.001.

CUNHA JÚNIOR, Armando da Silva et al. Microemulsões como veículo de drogas para administração. **Arq Bras Oftalmol**, Belo Horizonte, v. 66, n. 3, p.385-391, jan. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abo/v66n3/v66n03a24.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

DANTAS, Tereza Neuma Castro et al. Counterion Nature and Alkylammonium Halide Adsorption Thermodynamics. **Journal Of Dispersion Science And Technology**, Natal, v. 20, n. 7, p.1046-1049, jul. 2009. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01932690802598747?journalCode=ldis20#previ>ew. Acesso em: 10 out. 2014.

DANTAS, Tereza Neuma de Castro et al. Rheological properties of a new surfactant-based fracturing gel. **Colloids And Surfaces A: Physicochemical And Engineering Aspects**, Natal, v. 225, n. 13, p.129-135, 15 set. 2003.

DEUS, Carlos Augusto Bezerra de. **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA FASE ÓLEO, DA FASE AQUOSA E DA RAZÃO COTENSOATIVO/TENSOATIVO (C/T) NOS DIAGRAMAS PSEUDO-TERNÁRIOS.** 2014. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2014.

ESPOSITO, E. (2003). **Amphiphilic association systems for Amphotericin B delivery.** International Journal of Pharmaceutics.

ESTRUCPLAN. 2003. Disponível em: <<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=224>>. Acesso em: 03 out. 2014.

FANUN, M. (2008). **A study of the properties of mixed nonionic surfactants microemulsions by NMR, SAXS, viscosity and conductivity.** Journal of Molecular Liquids.

FARIAS, K. V. et al. Estudo da reologia e espessura do reboco de fluidos de perfuração: influência de dispersantes e umectante aniônicos. **Cêramica**, Campina Grande, v. 52, n. 1-2, p.307-314, jul. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132006000400015. Acesso em: 13 nov. 2014.

FENG-FENG, L. V. p.-. (2005). **Phase behavior of the microemulsions and the stability of the chloramphenicol in the microemulsion-based ocular drug delivery system.** International Journal of Pharmaceutics.

FINEP - *Financiadora de Estudos e Projetos*, 2004. In: UEDA, Ana Cláudia. **Aplicação de Micelas Reversas na Remoção de Corantes Têxteis Catiônicos.** 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FORMARIZ, T. P. U. et al. Microemulsões e fases líquidas cristalinas como sistemas de liberação de fármacos. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 41, p. 301-313, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v41n3/a03v41n3.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2014.

HUNTER, R. J. **Introducion to Modern Colloid Science.** New York: Oxford University Press, 1992.

KUNEIDA, H.; UMIZU, G.; YAMAGUCHI, Y. Mixing effect of polyoxyethylene-type nonionic surfactants on the lipid crystalline structures. **J. Coll. Int. Sci.**, London, v.218, p.88-96, 1999.

KUNZ, A., ZAMORA, P. P., **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**. Quim. Nova, 2002. 25: p. 78-82.

LEÃO, M. M. D., CARNEIRO, E. V., SCHWABE, W. K., RIBEIRO, E. D. L., TORQUETTI, Z. S. C., SOARES, A. F. S., NETO, M. L. F. (2002). **Controle Ambiental na Indústria Têxtil: Acabamento de Malhas**. Belo Horizonte, SEGRAC Editora e Gráfica, 356 p.

MARTINS, G. B. H. (1997). **Práticas Limpas para a Redução da Poluição pelos Efluentes Gerados no Beneficiamento Têxtil das Indústrias de Santa Catarina**. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Dissertação de Mestrado, 113p.

MELO, A. R. (2005). **Otimização do Reuso de Água em Lavadores Contínuos da Indústria Têxtil**. Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Dissertação de Mestrado, 206p.

MINISTERIO do Meio Ambiente. 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/política-de-resíduos-sólidos>>. Acesso em: 07 out. 2014.

MORAES, Sandra Gomes de. **Processo fotocatalítico combinado com sistemas biológicos no tratamento de efluentes têxteis**. 1999. 159 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

MORAIS, W. A. (2009). **Determinação microemulsionadas utilizando tensoativos não iônicos**. Departamento de química. Natal, Universidade federal do Rio Grande do Norte: 31

MOULIK, S.P., PAUL, B.K. Structure, dynamics and transport properties of microemulsions. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 78, n. 2, p. 99-195, 1998. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V5F-3TCNWX->

[1/2/2eab4d9756d14d40e93ab8c4dde89a58](https://doi.org/10.1016/S0001-8686(98)00063-3) Acesso em: 08 nov. 2014. doi: 10.1016/S0001-8686(98)00063-3.

NESAMONY, J.; MANEK, R. V.; KOLLING, W. M. Characterizing Water States in Microemulsions Using Sub-Ambient Differential Scanning Calorimetry, 2006. **American Pharmaceuticals Review**. Disponível em: <http://americanpharmaceuticalreview.com/ViewArticle.aspx?ContentID=383>. Acesso em: 13 nov. 2014.

NETO, M. H. LUCENA et al. Estudo da influência do biodiesel em sistemas de microemulsões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 48., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/9/9-470-1356.htm>. Acesso em: 15 jul. 2014.

OLIVEIRA, Bianca Baumer de; DUARTE, Iberê Roberto. ESTUDO DE MÉTODOS DE DISPERSÃO DA BENTONITA PARA A ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO. Instituto Superior Tupy, Joinville, v. 12, n. 13, p.43-51, nov. 2012.

OLIVEIRA, Anselmo Gomes de et al. MICROEMULSÕES: ESTRUTURA E APLICAÇÕES COMO SISTEMA DE LIBERAÇÃO DE FÁRMACOS. **Quím. Nova**, Araraquara, v. 27, n. 1, p.131-138, jan. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000100023>. Acesso em: 26 dez. 2014.

PUIGJANER, L., ESPUÑA, A., ALMATÓ, M. (2000). "A Software Tool for Helping in Decision-Making About Water Management in Batch Process Industries." *Waste Management* 20: 645-649.

ROBERTO, E. C. **Caracterização e aplicação de sistema micelares emicroemulsionados como inibidores de corrosão**. 2010. 150f. Dissertação (Mestrado em Química) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN, 2010.

ROSSI, C. G. F. T. (2007). **Inibição à corrosão do aço AISI 1020, em meios ácidos e salino, por tensoativos e substâncias nitrogenadas microemulsionados**. Programa de Pós-Graduação em Química. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Doutora: 163.

ROSSI, Cátia Guaraciara Fenandes Texeira et al. **TENSOATIVOS: UMA ABORDAGEM BÁSICA E PERSPECTIVAS PARA APLICABILIDADE INDÚSTRIAL**. **Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da**, Seropédica, v. 25, n. 1-2, p.73-85, jan. 2006.

SANTANNA, V.C. et al. Microemulsion flooding for enhanced oil recovery. **Journal Of Petroleum Science And Engineering**. Natal, p. 117-120. 27 jan. 2009.

SCHULZ, C. K. (2005). **Tratamento de efluentes oleosos utilizando processos de separação por membranas**. Departamento de Engenharia Química. Rio de Janeiro Universidade Federal do Rio de Janeiro: 164.

SILVA, Guymmann Clay da. **Sistema Microemulsionado: Caracterização e aplicação na indústria de petróleo**. 2011. 155 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

SILVA, Gilson Lima. **Redução de corante em efluente de processo de tingimento de lavanderias industriais por adsorção em argila**. 2005. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SIROKY, A. N. (2010). **"Aplicação de planejamento de experimentos nos estudos de sistemas microemulsionados visando à solubilização da fração pesada de petróleo."** Simpósio nacional de probabilidade e estatística 19.

SANTOS, Simone. **IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELA INDÚSTRIA TÊXTIL**. **Centro Tecnológico**, Florianópolis, p.1-8, jan. 1997.

SOUZA, P. F. D. **Novas alternativas na quebra de emulsão de petróleo: sistemas microemulsionados**. 2006. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Programa

de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN, 2006.

STICKDORNT, M. J. S. K. (1995). "**Microemulsions in Technical Processes.**" Chem.

SCHULMAN, J.H.; ROBERTS, T.S. **Microemulsion**. New York: [s. n.], 1982.

TENJARA, S. Microemulsions: overview and pharmaceutical applications. **Critical Reviews Therapeutic Drug Carrier Systems**, v. 16, n. 5, p. 461-521, 1999. Disponível em: <http://www.begellhouse.com/journals/3667c4ae6e8fd136,3374cee0049dc6d5,26c4645d37c2b47e.html>. Acesso em: 13 nov. 2014.

TIBURTINO, Gabrielly de Lucena. **OBTENÇÃO DE UM DIAGRAMA PSEUDOTERNÁRIO UTILIZANDO TWEEN 80 COMO TENSOATIVO**. 2014. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2014.

TOZE, S. (2006). **Reuse of effluent water-benefits and risks**. Agricultural Water Management.

UEDA, Ana Cláudia. **Aplicação de Micelas Reversas na Remoção de Corantes Têxteis Catiônicos**. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

VALE, Túlio Ytérbio Fernandes. **Desenvolvimento de tensoativos e sistemas microemulsionados para a recuperação de petróleo**. 2009. 135 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

VIANA, F. F. et al. (2010). **Estudo da Solubilização da borra de petróleo em função do percentual de C/T**. Anais: REUNIÃO ANUAL DA SBPC 62.