



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

MARIZA CLÁUDIA PINHEIRO DE ASSIS

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DAS EMULSÕES
FORMULADAS A PARTIR DO ÓLEO DO PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSE*)**

MOSSORÓ-RN

2017

MARIZA CLÁUDIA PINHEIRO DE ASSIS

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DAS EMULSÕES
FORMULADAS A PARTIR DO ÓLEO DO PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSE*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal Rural
do Semiárido – UFRSA, Centro de
Engenharias como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

Orientadora: Prof^a: Dr^a Mônica Rodrigues de
Oliveira

MOSSORÓ-RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a 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 tomar-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.

A848e Assis, Mariza Cláudia Pinheiro de.
Estudo da Composição e Estabilidade das
Emulsões Formuladas a Partir do Óleo do Pequi
(Caryocar brasiliense) / Mariza Cláudia Pinheiro
de Assis. - 2017.
36 f. : il.

Orientadora: Mônica Rodrigues de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2017.

1. Emulsão. 2. Estabilidade. 3. Tensoativo. I.
Oliveira, Mônica Rodrigues de, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARIZA CLÁUDIA PINHEIRO DE ASSIS

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DAS EMULSÕES
FORMULADAS A PARTIR DO ÓLEO DO PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSE*)**

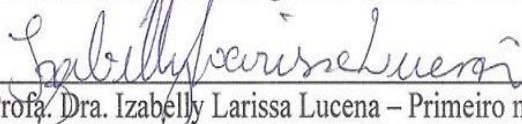
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal Rural
do Semiárido como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Química.

Defendida em: 22 / 05 / 2017.

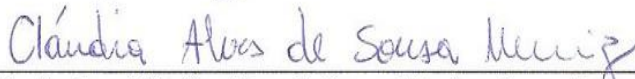
Assinatura dos membros da Banca Examinadora.



Prof. Dra. Mônica Rodrigues de Oliveira – Presidente – UFERSA



Profa. Dra. Izabelly Larissa Lucena – Primeiro membro – UFERSA



Profa. Dra. Cláudia Alves de Sousa Muniz – Segundo membro – UFERSA



Profa. Me. Paula Katherine Leonez da Silva Valença – Terceiro membro – UFERSA

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por seu infinito amor e por sempre guiar meus passos rumo à tomada de decisões certas, tanto na minha vida pessoal quanto na profissional, possibilitando que eu chegasse até aqui.

À minha família por sempre me apoiar mesmo nas horas mais difíceis.

À minha mãe, Marina Pinheiro pelo exemplo de força e dedicação, que sempre me inspirou a lutar pelo que almejo por mais difícil que seja o caminho até sua concretização. Ao meu pai, Francisco de Assis que sempre esteve presente nos momentos em que mais precisei.

Aos meus irmãos-pais, Henrique e Herval que foram base para meus estudos e formação pessoal.

Às minhas irmãs Verônica e Paulinha por sempre me apoiarem e alegrarem a minha vida, mesmo nas horas mais difíceis me dando força e me reconfortando, sendo meu refúgio nos momentos em que precisei.

Às minhas cunhadas Ailia e Aizia por sempre acreditarem em mim.

Aos meus lindos e amados sobrinhos Makyson, Maria Cecília e Maria Gabriela.

À Bárbara Pinto, uma irmã de coração.

Às professoras Dra. Izabelly Lucena e Dra. Cláudia Muniz pelos ensinamentos, por cada conhecimento que acrescentou em minha formação e por acreditar e tornar real este trabalho. Principalmente à professora Cláudia, por ter dedicado tanto do seu tempo para me ajudar sempre que precisei.

À professora Dra. Mônica Rodrigues de Oliveira, por ter cumprido seu papel de orientadora fielmente, sendo nos puxões de orelha ou nos incentivos, mas acima de tudo,

por ter se mostrado tão humana a ponto de se tornar uma das minhas melhores amigas. A você, minha profunda admiração.

Aos meus grandes amigos Júnior, Jessica, Vanessa, Ana Rute, Alana e Kaique, por tornarem a vida na faculdade menos árdua e mais divertida, principalmente Júnior, que mesmo não estando presente fisicamente sempre me escuta e me aconselha.

A todos que direta e ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

Emulsão é qualquer dispersão coloidal de um líquido em outro, onde os mesmos apresentam-se imiscíveis entre si. Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de sistemas emulsionados está relacionada à estabilidades sendo um dos aspectos mais importantes no desenvolvimento de uma emulsão. Neste trabalho foram desenvolvidas e avaliadas emulsões O/A a partir do óleo de pequi, onde as mesmas foram caracterizadas pelas características organolépticas, pH e estabilidade. As formulações foram preparadas com a mistura de tensoativo (Blendas) ao óleo, sob agitação, por 10 minutos, a 25 °C. Em seguida preparou-se as emulsões O/A a partir das formulações obtidas, variando as concentrações (5, 15 e 30%). O método de preparação consistiu-se em adicionar a fase oleosa à fase aquosa, ambas a temperatura ambiente (25 °C), sob agitação, durante 10 minutos para que a homogeneidade de cada sistema fosse atingida. Os melhores resultados obtidos para o sistema S1 e S6 foi quando utilizou-se 95 e 85 % , respectivamente, de tensoativo.

Palavras-chave: Emulsão. Estabilidade. Tensoativo.

ABSTRACT

Emulsion is any colloidal dispersion of one liquid into another, where they are immiscible with each other. One of the major difficulties in the development of emulsified systems is related to the stabilities being one of the most important aspects in the development of an emulsion. In this work, O / W emulsions were developed and evaluated from pequi oil, where they were characterized by organoleptic characteristics, pH and stability. The formulations were prepared with the surfactant mixture (Blends) in the oil, with stirring, for 10 minutes at 25 ° C. O / W emulsions were then prepared from the formulations obtained, varying the concentrations (5, 15 and 30%). The preparation method consisted of adding the oil phase to the aqueous phase both at room temperature (25°C) with stirring for 10 minutes so that the homogeneity of each system was achieved. The best results obtained for the S1 and S6 system were when 95 and 85%, respectively, of surfactant were used.

Keywords: Emulsion. Stability. Surfactante.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema simplificado dos tipos de emulsões existentes.....	14
Figura 2. Emulsão O/A. (a) gotícula cercada por emulsionante; (b) interação entre emulsionante e fase interna; (c) dinâmica de “desemulsificação” devido ao movimento browniano; (d) coalescência devido ao filme na interface não oferecer suficiente estabilidade mecânica e viscoelasticidade.	15
Figura 3. Mecanismos de estabilização de emulsões: presença de (a) íons adsorvidos, (b) partículas sólidas, (c) moléculas de polímeros adsorvidas e (d) moléculas de tensoativo adsorvidas.....	16
Figura 4. Esquema da molécula de tensoativo.	17
Figura 5. Mecanismos de Desestabilização de Emulsões.	21
Figura 6. Amadurecimento de Ostwald.	22
Figura 7. Sistema de Medição de pH das Emulsões.	26
Figura 8. . Emulsões dos sistemas S1, S2 e S3 após preparo.....	27
Figura 9. Emulsões dos sistemas S4, S5 e S6 após preparo.....	28
Figura 10. Análise da Variação do pH com o Tempo para os sistemas S1, S2, S3, S4, S5 e S6.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação e Descrição dos Tensoativos.	18
Tabela 2. Escala de Griffin para o Balanço Hidrofílico-Lipofílico.....	19
Tabela 3. Lista de equipamentos utilizados	23
Tabela 4. Composição das Emulsões O/A com Óleo de Pequi.....	24
Tabela 5. Padrão Pré-Estabelecido das Características Organolépticas Para os Sistemas S1, S2 e S3.....	25
Tabela 6. Padrão Pré-Estabelecido das Características Organolépticas Para os Sistemas S4, S5 e S6.....	25
Tabela 7. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S1.	29
Tabela 8. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S2.	29
Tabela 9. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S3.	29
Tabela 10. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S4.	30
Tabela 11. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S5.	30
Tabela 12. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S6.	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 Emulsões.....	13
3.1.1 Classificação das emulsões	13
3.1.2 Teoria da formação de uma emulsão.....	14
3.2 Estabilidade	15
3.3 Componentes das emulsões	16
3.3.1 Agentes emulsivos	16
3.3.2 A regra de Bancroft e o Balanço hidrofílico-lipofílico (BHL).....	19
3.4 Fenômenos associados à instabilidade	20
3.4.1 Cremação.....	21
3.4.2 Floculação	21
3.4.3 Sedimentação	21
3.4.4 Coalescência.....	22
3.4.5 Amadurecimento de Ostwald.....	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 Materiais	23
4.2 Métodos	23
4.2.1 Preparo das Formulações/Emulsões.....	23
4.2.2 Estudo de estabilidade das emulsões.....	24
4.2.2.1 Determinação das características organolépticas.....	24
4.2.2.2 Determinação de pH	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1 Determinação das características organolépticas	27
5.2 Determinação da estabilidade e pH	28
6. CONCLUSÃO	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

É denominada emulsão qualquer dispersão coloidal de um líquido em outro, onde os mesmos apresentam-se imiscíveis entre si. Esse sistema é composto por uma fase apolar, também chamada de fase oleosa, ou simplesmente “óleo”, e uma fase polar, chamada de fase aquosa, que é comumente composta por água. Existem dois tipos de emulsões: as chamadas óleo-em-água (o/a), onde a fase oleosa encontra-se dispersa na fase aquosa; e as chamadas água-em-óleo (a/o), onde a fase aquosa encontra-se dispersa na fase oleosa (SCHRAMM, 2005).

De acordo com Fraga (2011) óleo de pequi pode ser aplicado na área medicinal sendo um forte agente terapêutico, podendo também ser utilizado na síntese do biodiesel, como constatado por Souza et al. (2009). Uma aplicação do óleo do pequi que vem se destacando bastante em estudos recentes, é na formulação de emulsões bases, que podem ser utilizadas tanto na área medicinal quanto da cosmetologia, devido a sua rica composição em ácidos graxos e diversas vitaminas.

Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de sistemas emulsionados está relacionada à estabilidade, sendo um dos aspectos mais importantes no desenvolvimento de uma emulsão. Assim, a fim de evitar o desenvolvimento dos indesejáveis produtos instáveis e/ou ineficazes, são realizados os testes de estabilidade, pois estes podem prever a capacidade do produto em manter suas características originais e sua atividade. Dentre os testes de estabilidade físico-química mais empregados destacam-se características organolépticas, centrifugação, estresse térmico, medidas de pH e condutividade (CADWALLADER, 1989; IDSON, 1993b; RIEGER, 1996).

Para a estabilização da emulsão faz-se necessário o uso de um agente emulsificante que é responsável pela formação de um filme adsorvido, diminuindo a tensão interfacial entre as fases imiscíveis, conferindo assim estabilidade ao sistema. A escolha do tensoativo pode ser feita a partir de um balanço semi-empírico que determina o seu caráter hidrofílico ou lipofílico, denominado Balanço Hidrofílico- Lipofílico (BHL) e é importante para a orientação do tipo de sistema a ser preparado (TEIXEIRA, 2008).

Visando a crescente utilização do óleo do pequi na formulação de emulsões, este trabalho se propôs a desenvolver e avaliar emulsões óleo em água. As emulsões serão caracterizadas pela estabilidade.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar a estabilidade de uma emulsão O/A, obtida a partir do óleo de pequi.

2.2 Objetivos Específicos

- Obtenção da emulsão O/A;
- Avaliação da estabilidade físico-química da emulsão O/A.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Emulsões

Uma emulsão é definida como uma mistura de dois líquidos imiscíveis, um dos quais está disperso no outro sob a forma de partículas que se mantêm estabilizadas pela ação de agentes emulsificantes (CAPEK, 2004).

Os agentes emulsificantes são substâncias anfifílicas que apresentam afinidade tanto pelo óleo quanto pela água, tendendo a migrar para a interface óleo-água promovendo o aumento da estabilidade das emulsões. A fase que se apresenta dividida é denominada de fase interna, dispersa ou descontínua, ao passo que o líquido que rodeia as gotas da fase dispersa recebe o nome de fase externa, dispersante ou contínua (MUNIZ, 2008).

3.1.1 Classificação das emulsões

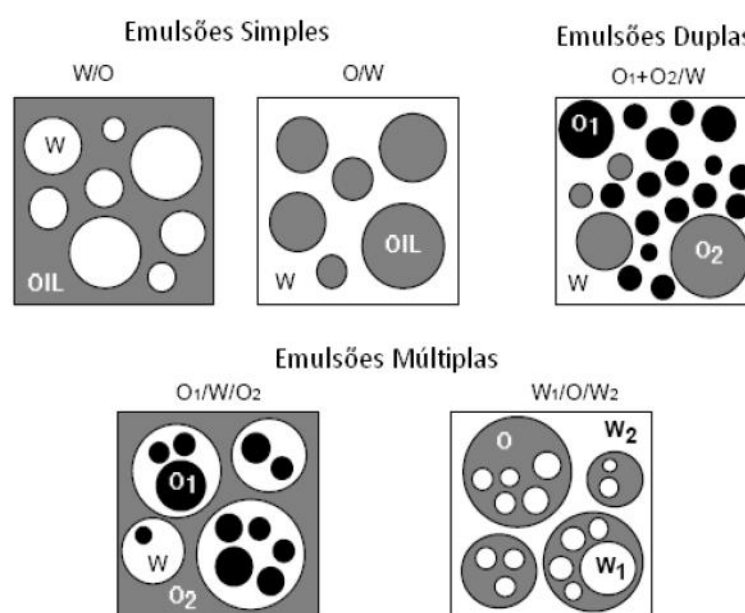
Comumente, emulsões são compostas de duas fases, a oleosa que é representada pelo líquido menos polar e a aquosa pelo líquido mais polar. Dependendo de como as fases oleosa e aquosa se dispõem em um sistema disperso, podem existir diferentes tipos de emulsões (SALANGER, 2000).

Existem dois principais tipos de emulsões: as chamadas óleo-em-água (o/a), onde a fase apolar encontra-se dispersa na fase aquosa; e as chamadas água-em-óleo (a/o), onde a

fase aquosa encontra-se dispersa na fase apolar. Porém, as situações nem sempre são tão simples assim e podemos encontrar emulsões múltiplas do tipo água-em-óleo-em-água (a/o/a) ou óleo-em-água-em-óleo (o/a/o) (SCHRAMM, 2005).

Além destas, SALAGER (2000) relata a existência das chamadas emulsões duplas, em que estas contêm dois tipos diferentes de fase dispersa, podendo ser elas de mesma natureza (mas formando gotas de tamanhos diferentes) ou de natureza diferentes (independente do tamanho de suas gotas). Os tipos de emulsões está melhor descrito no esquema da Figura 1.

Figura 1. Esquema simplificado dos tipos de emulsões existentes



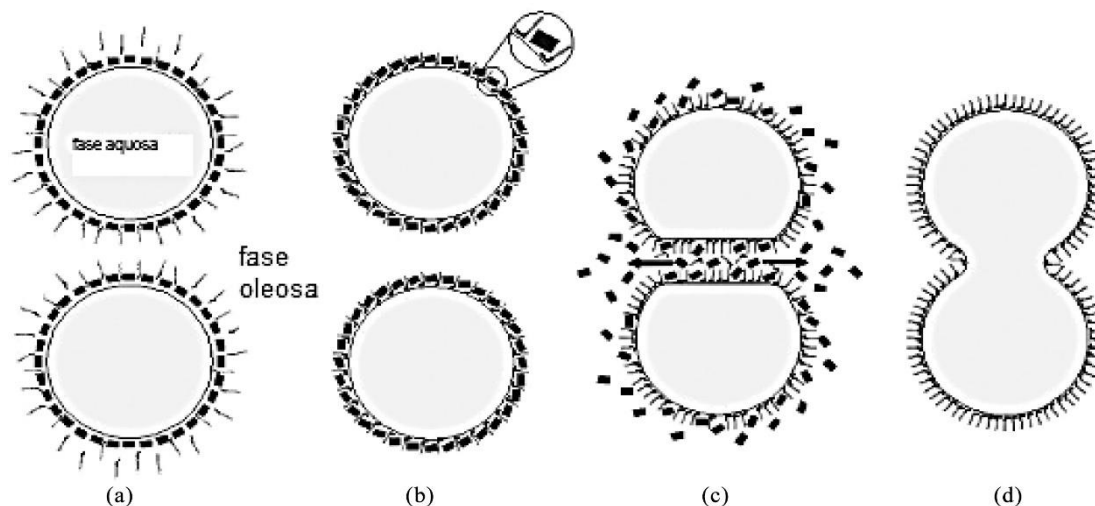
Fonte: SALAGER (2000)

3.1.2 Teoria da formação de uma emulsão

Os líquidos têm a tendência de assumir a forma que produz menos área superficial exposta, sendo essa a forma de uma esfera. Quando o líquido estiver em contato com outro líquido no qual é insolúvel e imiscível, a força que faz com que cada um deles resista à fragmentação em partículas menores é chamada de tensão interfacial. Substâncias como os tensoativos reduzem a tensão interfacial entre dois líquidos imiscíveis, reduzindo a força repelente e a atração entre as suas próprias moléculas (ANSEL, 2007).

O comportamento de uma emulsão realiza-se como é demonstrado na Figura 2 a seguir.

Figura 2. Emulsão O/A. (a) gotícula cercada por emulsionante; (b) interação entre emulsionante e fase interna; (c) dinâmica de “desemulsificação” devido ao movimento browniano; (d) coalescência devido ao filme na interface não oferecer suficiente estabilidade mecânica e viscoelasticidade.



Fonte: ROSEN (2012)

3.2 Estabilidade

A propriedade física mais importante de uma emulsão é a sua estabilidade. A estabilidade de uma emulsão é a capacidade da mesma em se manter homogênea durante certo período de tempo.

As emulsões podem ser consideradas como sistemas termodinamicamente instáveis, sendo a sua maior ou menor estabilidade dependente dos fatores físicos, como distribuição do tamanho das gotas, viscosidade da fase contínua, proporção volumétrica das fases, temperatura e outros fenômenos que alteram os diâmetros médios, reais ou efetivos, das gotas (KOBAYASHI et. al., 2002).

. **Distribuição dos diâmetros das gotículas** – Quanto menor e mais ampla a distribuição dos diâmetros das gotículas que formam uma emulsão, maior será a estabilidade da mesma. Mantendo-se a mesma proporção volumétrica das fases de um sistema emulsionado, a diminuição dos diâmetros das gotículas estará associada a um aumento no número total dessas gotículas, acarretando por sua vez um aumento na área superficial de interações estéricas e elétricas entre as gotas (ARAÚJO, 2004).

. **Viscosidade da Fase Contínua** – se esta viscosidade for muito alta, o coeficiente de difusão e a frequência de colisão baixa, deixando a emulsão muito mais estável.

. **Temperatura** – a adição de calor reduz a viscosidade do óleo que permite tanto a coalescência mais rápida como a miscibilidade do óleo com a água.

. **Proporção volumétrica das fases** – Quanto maior a proporção volumétrica da fase interna em sistemas O/A, maior a viscosidade da emulsão formada, desde que o ponto de inversão não seja atingido. Por outro lado, apesar do aumento da viscosidade colaborar para a diminuição da mobilidade das emulsões, o aumento da proporção volumétrica da fase interna provoca a aproximação destas gotas, favorecendo, assim, a coalescência entre as mesmas (OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 1989).

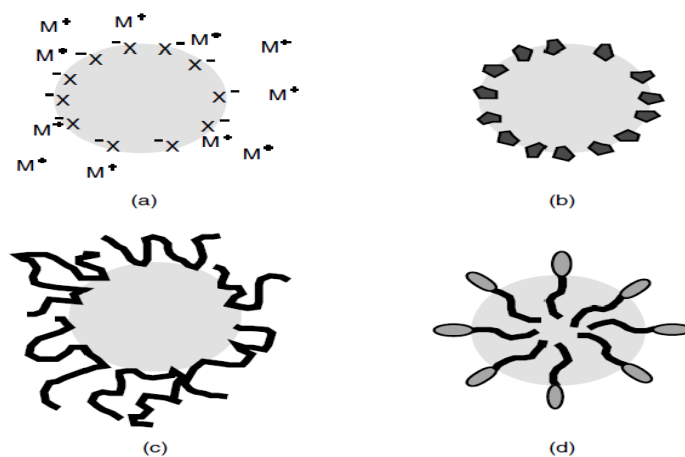
3.3 Componentes das emulsões

3.3.1 Agentes emulsivos

Um emulsificante atua como um estabilizante da forma da gotícula da fase interna, podendo ser descrito como molécula que possui duas partes distintas: uma parte hidrofílica e uma hidrofóbica. Por esta razão este grupo de compostos é conhecido normalmente por anfifílico, ou seja, com afinidade tanto por água quanto por óleo (LACHMAN, 2001).

Existem quatro tipos de materiais que podem atuar como agentes emulsificantes: materiais iônicos, sólidos coloidais, polímeros e tensoativos como mostrado na Figura 3 (MYERS, 1999).

Figura 3. Mecanismos de estabilização de emulsões: presença de (a) íons adsorvidos, (b) partículas sólidas, (c) moléculas de polímeros adsorvidas e (d) moléculas de tensoativo adsorvidas.



Fonte: Adaptada de MYERS, D. (1999).

Materiais iônicos adsorvidos (sais) não causam grandes modificações na tensão interfacial, podendo aumentá-la em raros casos, o que pouco facilita a emulsificação. Porém, em condições apropriadas, tais sais podem ajudar a estabilizar o sistema criando uma fina barreira eletrostática entre as gotas de fase dispersa (MYERS, 1999).

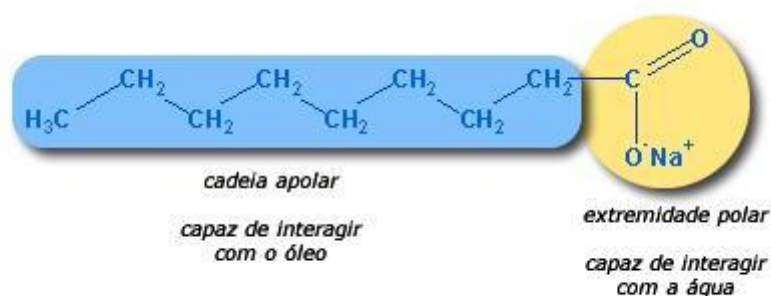
Já as partículas sólidas não afetam diretamente a tensão interfacial do sistema, mas estabilizam a emulsão formando uma barreira física entre as gotas de fase dispersa, o que retarda ou até impede a coalescência. A eficácia destes materiais está diretamente ligada ao tamanho de suas partículas e as interações interfaciais entre a superfície sólida e as duas fases líquidas que constituem o sistema. Em geral, as partículas devem ser molhadas parcialmente por ambas as fases, mas devem ter uma ligeira preferência pela fase contínua (MYERS, 1999).

Polímeros adsorvidos são muito importantes como estabilizantes. Sua ação pode ser baseada nas interações estéricas ou eletrostáticas entre as gotas de fase dispersa, nas mudanças de viscosidade e elasticidade da interface de tais gotas, ou na mudança de viscosidade da fase contínua. Na maioria dos casos, a estabilização do sistema é decorrente da combinação desses três fatores (MYERS, 1999).

A última e maior classe de emulsificantes são os surfactantes, que são compostos químicos que tendem a se adsorver na interface água/óleo com a finalidade de minimizar a energia livre no limite entre as fases, diminuindo a tensão e impondo uma barreira estabilizante entre as gotas de fase dispersa (MYERS, 1999).

Estruturalmente, tensoativos são caracterizados por moléculas que consistem de pelo menos duas partes, uma cabeça hidrossolúvel e uma cadeia lipossolúvel como pode ser observado na figura 4.

Figura 4. Esquema da molécula de tensoativo.



Fonte: ALVES (2012)

Tensoativos são classificados de acordo com sua extremidade polar e estão divididos em: aniônicos, catiônicos, não iônicos e zwitteriônicos (contêm carga catiônica e aniônica em condições normais). Também existem aqueles que são ditos anfóteros, ou seja, podem ser catiônicos, aniônicos ou zwitteriônicos dependendo do pH (LINDMAN et. al., 2000).

Uma melhor descrição da classificação dos tensoativos pode ser acompanhada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação e Descrição dos Tensoativos.

TIPO	MECANISMO	VANTAGEM E DESVANTAGEM	EXEMPLOS
Aniônicos	Em solução aquosa, se dissociam formando íons carregados negativamente, responsáveis pela sua capacidade emulsionante.	- Muito utilizados; - Baixo custo; - Uso externo (toxicidade).	O/A = Sabões de metais alcalinos e de amônio, sabões aminados compostos sulfatados e sulfonados. A/O = Sabões de metais divalentes e trivalentes (sais de cálcio).
Catiônicos	Em solução aquosa, estas substâncias dissociam-se formando íons positivos, responsáveis pelas propriedades emulsionantes.	- Compostos de amônio quaternário - Formulação de cremes antissépticos (toxicidade). - Baixa toxicidade; - Baixa irritabilidade; - Baixa sensibilidade ao aditivo (eletrólitos);	Cetrimida (brometo de cetiltrimetilamônio).
Não iônicos	*Substâncias lipossolúveis = estabilizam emulsões A/O; *Substâncias hidrossolúveis = estabilizam emulsões O/A. *Natureza anfifílica = balanço entre as porções hidrofóbicas e hidrofílicas da molécula.	- Maior grau de compatibilidade com diversas substâncias; - Menos sensíveis às alterações de pH; - Mais caros.	Ésteres poliglicólicos de ácidos graxos, álcoois graxos de cadeia longa, ésteres de glicerina e glicólicos, ésteres de, polissorbatos.
Anfóteros	Grupamentos carregados positiva e negativamente, dependendo do pH do sistema.	- São catiônicos em pH baixo e aniônicos em pH elevado.	Lecitina, N-alquilaminoácidos

Fonte: LACHMAN et. al., 2001; FLORENCE, 2003; AULTON, 2005 e ALLEN Jr. et. al., 2007.

As moléculas de surfactante apresentam um comportamento bastante peculiar, que é inerente a sua estrutura. Primeiro porque elas tendem a se adsorver nas interfaces, onde podem realizar sua dupla afinidade colocando a parte polar em contato com a fase aquosa e a parte apolar com a fase oleosa ou o ar. E segundo porque elas reduzem a incompatibilidade com o solvente através de suas micelas. (SALAGER, 2000).

A nível molecular, a escolha do tensoativo para uma dada aplicação deve levar em consideração o tipo de emulsão desejada e a natureza da fase óleo, como veremos a seguir.

3.3.2 A regra de Bancroft e o Balanço hidrofílico-lipofílico (BHL)

A regra de Bancroft é inteiramente qualitativa e de modo geral ela diz que, tensoativos solúveis em fase aquosa geram emulsões o/a, enquanto tensoativos solúveis em fase oleosa produzem emulsões a/o (LINDMAN et. al., 2000).

Na tentativa de tornar a regra de Bancroft algo quantitativo, Griffin introduziu o conceito de BHL (Balanço hidrofílico-lipofílico) de um tensoativo, estabelecendo assim, pela primeira vez, um sistema para classificar, numericamente um composto segundo as suas características de hidrofília e lipofília numa escala de 0 a 20 (Tabela 2).

Tabela 2. Escala de Griffin para o Balanço Hidrofílico-Lipofílico.

Dispersibilidade/ Solubilidade em água	BHL	Características	Aplicação
Não dispersa na água	0	Agentes antiespumante	
	2		
	4		Emulsificante para A/O
Pobre dispersibilidade	6		
Dispersão leitosa instável	8		
Dispersão leitosa estável	10	Agentes molhantes	
Solução clara transparente	12		
Solução Clara	14	Detergentes	Emulsificante para A/O
	16		
	18	Agentes solubilizantes	

Fonte: SCHULZ, 2005, PRISTA et. al., 1995.

Apesar dos limites de valores de BHL que na escala de Griffin definem as emulsões A/O e O/A serem um tanto abrangentes, acontece que cada emulsão em particular tem um valor de BHL que se pode considerar específico para cada caso. Este valor dependerá do óleo presente, das respectivas proporções, e ainda, da circunstância de o óleo constituir a fase interna ou externa da emulsão. Para cada formula, o valor de BHL corresponde ao seu ótimo de estabilidade, sendo que esse ótimo tem um tempo de vida (PRISTA et. al., 1995, PAYS, 2002).

Empiricamente foi determinado que uma combinação de tensoativos (Blenda), um mais hidrofílico e outro mais hidrofóbico, é mais eficiente para estabilizar uma emulsão que apenas um tipo de tensoativo no meio. A vantagem do uso de uma mistura está relacionada ao fato de o sistema possuir em seu interior tanto moléculas de tensoativo com afinidade pelo óleo quanto pela água, o que facilitaria a estabilização das novas interfaces formadas por ambos os seus lados. Assim, a mistura de um emulsificante de alto BHL com um emulsificante de baixo BHL é bastante usado na prática (LINDMAN et.al., 2000).

Vale lembrar que tensoativos não iônicos são muito sensíveis a efeitos de temperatura. Assim sendo, as faixas de BHL propostas por Griffin são válidas a temperatura ambiente. Além da temperatura, outros fatores que podem modificar a formação de emulsões são a concentração de eletrólitos na água, a polaridade do óleo, a proporção óleo/água, impurezas no óleo ou presença de outros aditivos (LINDMAN et.al., 2000).

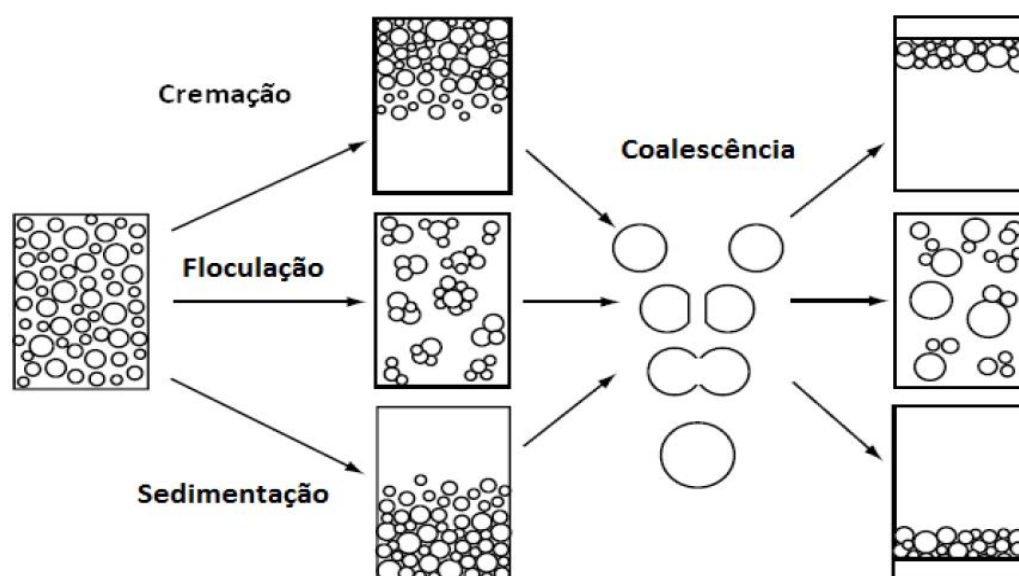
3.4 Fenômenos associados à instabilidade

A instabilidade termodinâmica de uma emulsão é regida pela variação do tamanho das partículas internas, ou seja, à medida que a fase interna tenta se aglomerar, esta tende a se separar como uma segunda fase. Os tensoativos (emulsificantes) são adicionados ao meio de forma a diminuir a tensão interfacial e, assim, retardar a segregação das fases (GOODWIN, 2004).

Métodos tradicionais de quebra incluem centrifugação, tratamento térmico, tratamento elétrico e adição de agentes químicos, contendo sabões, ácidos graxos e álcoois de cadeia longa (GOODWIN, 2004).

O processo de quebra de emulsões pode ocorrer por vários mecanismos, como cremação, sedimentação, floculação e coalescência (GOODWIN, 2004). Esses fenômenos podem ser observados na Figura 5.

Figura 5. Mecanismos de Desestabilização de Emulsões.



.Fonte: Adaptada de GOODWIN, J. W (2004).

3.4.1 Cremação

Muitas emulsões tem a tendência a formar creme quando são deixados em repouso. Este fenômeno é consequência da ação da gravidade sobre a fase dispersa e da diferença de densidade entre as fases constituintes a emulsão. Trata-se de um processo de sedimentação. (JATO, 1997, PRISTA et. al., 1995).

3.4.2 Flocculação

As gotículas de emulsão estão em um mínimo secundário de energia, onde estas se encontram bastante próximas umas das outras mas ainda mantém sua integridade. Esse processo é reversível, onde o estado original pode ser restabelecido através de forças de cisalhamento. (GOODWIN, 2004).

3.4.3 Sedimentação

A sedimentação resulta de uma diferença de densidade entre as duas fases e consiste na migração de uma das substâncias para o topo da emulsão, não sendo necessariamente acompanhada de flocculação das gotas. As colisões entre as gotas podem resultar em flocculação, que pode levar a coalescência em glóbulos maiores. Eventualmente,

a fase dispersa pode se tornar a fase contínua, separada da dispersão média por uma única interface. O tempo levado para tal separação de fases pode ser de segundos ou até anos, dependendo da formulação da emulsão (DALTIM, 2012).

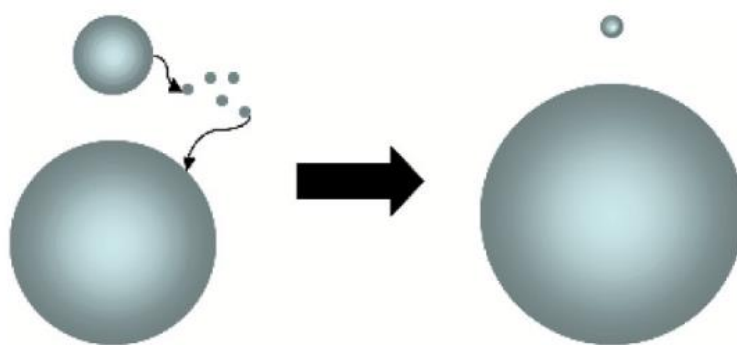
3.4.4 Coalescência

Quando duas gotículas da fase interna se aproximam o suficiente, estas podem se unir para formar uma gotícula maior. Esse processo é irreversível. Quando um número elevado de partículas coalesce, o resultado é a separação completa das fases. Tal processo é energeticamente favorável em quase todos os casos. Embora a coalescência resulte em mudanças microscópicas significativas nas condições da fase dispersa, o processo pode não resultar de imediato em uma alteração macroscópica aparente do sistema (LIMA, 2004).

3.4.5 Amadurecimento de Ostwald

Outro mecanismo de desestabilização (que não está contido no esquema da Figura 5) é o amadurecimento de Ostwald. Neste processo, as gotículas que possuem grande relação área/volume perdem matéria até desaparecer, enquanto gotículas maiores crescem em tamanho. Isto é causado por difusão das moléculas na fase dispersa através do meio contínuo. Para emulsões do tipo o/w, a taxa de amadurecimento de Ostwald depende da solubilidade do óleo na água e tal processo é muito mais pronunciado em emulsões aquosas contendo hidrocarbonetos de cadeia curta como hexano, quando comparado a hidrocarbonetos maiores, como o hexadecano, por exemplo, (GOODWIN, 2004).

Figura 6. Amadurecimento de Ostwald.



Fonte: DALTIM (2012)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico serão apresentados os materiais e métodos utilizados para o estudo da composição e estabilidade das emulsões formuladas a partir do óleo de pequi.

4.1 Materiais

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Semiárido. A matéria-prima utilizada para o desenvolvimento das emulsões foi óleo de pequi, procedente do Crato-CE, e diferentes tensoativos cedidos pelo laboratório.

Os equipamentos utilizados nas análises serão listados a seguir na Tabela 3.

Tabela 3. Lista de equipamentos utilizados

Equipamentos	Modelo	Fabricante
Aagitador	SL222	SOLAB
Balança analítica	B-TEC0201A	TECNAL
Peagâmetro	TEC-3MP	TECNAL

Fonte: Autoria Própria.

4.2 Métodos

4.2.1 Preparo das Formulações/Emulsões

As formulações foram preparadas utilizando-se três diferentes tipos de tensoativos, T1, T2 e T3. Na preparação das formulações utilizou-se óleo de pequi como fase oleosa. O procedimento constitui-se basicamente da adição prévia dos tensoativos ao óleo. As proporções utilizadas nas formulações variaram em 5, 10 e 15% de óleo de pequi, 95, 90 e 85% de tensoativo.

As emulsões óleo em água (O/A) foram preparadas a partir das formulações obtidas, com concentrações da mesma variando em 5, 15 e 30%. O método de preparação consiste em adicionar a fase oleosa à fase aquosa, ambas à temperatura ambiente (25 °C), sob agitação durante 10 minutos para que a homogeneidade de cada sistema fosse atingida.

Foram obtidos seis sistemas (S1, S2, S3, S4, S5 e S6) utilizando Blendas de tensoativos (T1+T2, T2+T3). Em seguida foram preparadas as emulsões, como mostrado na Tabela.

Tabela 4. Composição das Emulsões O/A com Óleo de Pequi.

Formulações	Blenda	E1	E2	E3
S1	T1+T2 95% + Óleo de Pequi 5%	5% FO + 95% FA	15% FO + 85% FA	30% FO + 70% FA
S2	T1+T2 90% + Óleo de Pequi 10%	5% FO + 95% FA	15% FO + 85% FA	30% FO + 70% FA
S3	T1+T2 85% + Óleo de Pequi 15%	5% FO + 95% FA	15% FO + 85% FA	30% FO + 70% FA
S4	T2+T3 95% + Óleo de Pequi 5%	5% FO + 95% FA	15% FO + 85% FA	30% FO + 70% FA
S5	T2+T3 90% + Óleo de Pequi 10%	5% FO + 95% FA	15% FO + 85% FA	30% FO + 70% FA
S6	T2+T3 85% + Óleo de Pequi 15%	5% FO + 95% FA	15% FO + 85% FA	30% FO + 70% FA

Onde: FO = Fase oleosa; FA = Fase aquosa; T1 = Tensoativo 1; T2 = Tensoativo 2; T3 = Tensoativo 3.

Fonte: Autoria Própria.

4.2.2 Estudo de estabilidade das emulsões

4.2.2.1 Determinação das características organolépticas

Observaram-se visualmente as características das amostras, verificando se ocorreram modificações macroscópicas, tais como: aspecto, cor e o odor em relação ao padrão estabelecido.

A cor, odor e aparência das emulsões foram classificados a partir de um padrão pré-estabelecido, levando em consideração as condições de cada sistema no tempo zero

(Análise 0h). Também foram considerados os aspectos da matéria-prima e a Blenda de tensoativo.

A Tabela 5 mostra como as emulsões foram classificadas.

Tabela 5. Padrão Pré-Estabelecido das Características Organolépticas Para os Sistemas S1, S2 e S3.

Análise	Referencia	Zero hora (0h)								
		S1			S2			S3		
		E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Aspecto	Fluida (F)									
	Gelatinosa (G)	F	G	G	F	F	C	F	F	C
	Cremosa (C)									
Cor	-Característica da matéria-prima (C)									
	-Não Característica da matéria-prima (NC)	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Odor	-Característico da matéria-prima (C)									
	-Não Característico da matéria-prima (NC)	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Fonte: Autoria Própria

Tabela 6. Padrão Pré-Estabelecido das Características Organolépticas Para os Sistemas S4, S5 e S6.

Análise	Referencia	Zero hora (0h)								
		S4			S5			S6		
		E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Aspecto	Fluida (F)									
	Gelatinosa (G)	F	F	C	F	F	C	F	F	C
	Cremosa (C)									
Cor	-Característica da matéria-prima (C)									
	-Não Característica da matéria-prima (NC)	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Odor	-Característico da matéria-prima (C)									
	-Não Característico da matéria-prima (NC)	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Fonte: Autoria Própria.

As Emulsões também foram classificadas quanto à separação de fases segundo os seguintes critérios:

- . **Normal, sem alteração visível:** Para emulsão sem separação de fases.
- . **Modificada:** Para emulsão com separação de fases.

4.2.2.2 Determinação de pH

Determinou-se o pH de cada formulação inserindo o eletrodo diretamente nas amostras. A leitura prosseguiu-se à temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, em peagâmetro (TEC-3MP-TECNAL), previamente calibrado com soluções de pH 7,0 e 4,0, como mostra a Figura 7.

Figura 7. Sistema de Medição de pH das Emulsões.



Fonte: Autoria Própria.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico são apresentados e discutidos os resultados experimentais obtidos no desenvolvimento do estudo da composição e estabilidade das emulsões formuladas a partir do óleo de pequi.

A primeira etapa do estudo consiste na obtenção das emulsões. Na segunda etapa estudou-se as características organolépticas, estabilidade (separação de fases) e pH.

5.1 Determinação das características organolépticas

Os ensaios para a determinação das características organolépticas das emulsões permitem avaliar, através de análises comparativas, o estado em que se encontra a amostra. Alterações tais como mudança de coloração, de odor e aspecto, foram verificadas, o que permitiu o reconhecimento das emulsões. De acordo com as Figuras 8 e 9, pode-se observar o aspecto e a coloração das emulsões obtidas no tempo zero (0h).

Figura 8. Emulsões dos sistemas S1, S2 e S3 após preparo.



Fonte: Autoria Própria.

Figura 9. Emulsões dos sistemas S4, S5 e S6 após preparo



Fonte: Autoria Própria.

Como mostra as Figuras 8 e 9, e baseado nas Tabelas 4 e 5 (páginas 25/26), observou-se que não ocorreram alterações nas análises organolépticas das emulsões dos sistemas (S1, S2, S3, S4, S5 e S6), ao longo das 72 horas.

5.2 Determinação da estabilidade e pH

A estabilidade das emulsões obtidas foi avaliada quanto à separação de fases.

As Tabelas (7, 8, 9, 10, 11 e 12) apresentam os parâmetros avaliados nos testes de estabilidade e pH para as emulsões obtidas neste estudo.

Tabela 7. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S1.

Formulação S1						
Emulsão	E1		E2		E3	
Análises	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH
0h	N	7,0	N	6,69	N	6,8
24h	N	7,0	N	6,71	N	6,82
48h	N	7,1	N	6,63	N	6,68
72h	N	7,15	N	6,55	N	6,55

Onde: N = Normal; M = Modificada.

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 8. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S2.

Formulação S2						
Emulsão	E1		E2		E3	
Análises	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH
0h	N	6,0	N	6,72	N	6,0
24h	M	7,0	N	6,74	N	6,06
48h	M	7,46	N	6,66	N	5,99
72h	M	7,92	N	6,57	N	5,93

Onde: N = Normal; M = Modificada.

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 9. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S3.

Formulação S3						
Emulsão	E1		E2		E3	
Análises	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH
0h	N	6,01	N	5,42	N	5,20
24h	M	6,92	M	6,31	M	6,18
48h	M	6,5	M	6,30	M	5,18
72h	M	6,53	M	6,30	M	6,17

Onde: N = Normal; M = Modificada.

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 10. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S4.

Formulação S4						
Emulsão	E1		E2		E3	
Análises	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH
0h	N	4,9	N	4,97	N	5,93
24h	M	5,73	M	5,44	M	6,89
48h	M	5,42	M	5,60	M	6,92
72h	M	5,44	M	5,64	M	6,95

Onde: N = Normal; M = Modificada.

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 11. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S5.

Formulação S5						
Emulsão	E1		E2		E3	
Análises	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH
0h	N	4,85	N	4,61	N	5,27
24h	M	5,86	M	5,44	M	6,18
48h	M	5,0	M	5,41	M	6,17
72h	M	5,07	M	5,39	M	6,16

Onde: N = Normal; M = Modificada.

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 12. Parâmetros físico-químico de separação de fases e pH avaliados no teste de estabilidade das emulsões do sistema S6.

Formulação S6						
Emulsão	E1		E2		E3	
Análises	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH	Separação de Fases	pH
0h	N	5,5	N	5,41	N	5,70
24h	N	5,54	N	5,45	N	5,76
48h	N	5,39	N	5,49	N	5,82
72h	N	5,42	N	5,49	N	5,83

Onde: N = Normal; M = Modificada.

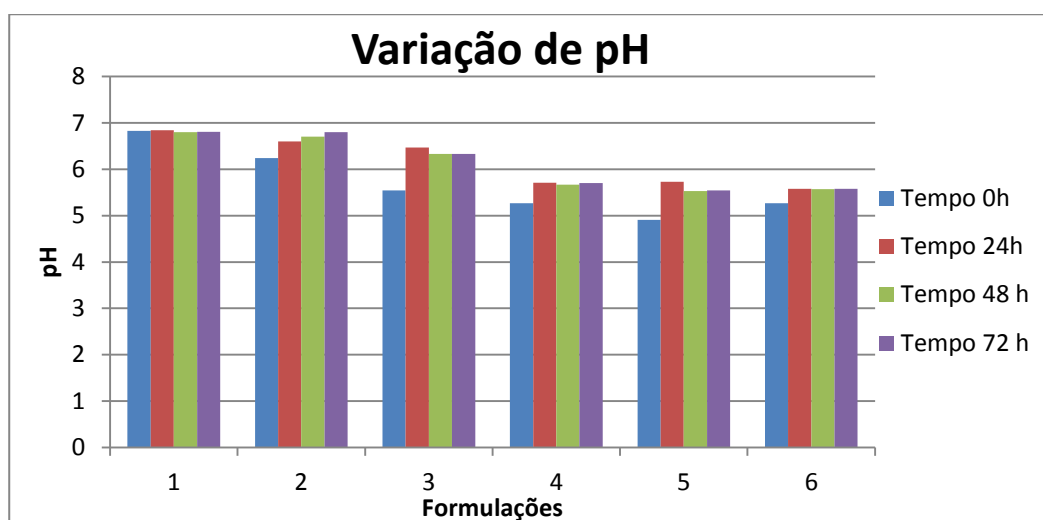
Fonte: Autoria Própria.

De acordo com as Tabelas 7,8 e 12, observou-se que as formulações S1 (E1, E2 e E3), S2 (E2 e E3) e S6 (E1,E2 e E3) foram estáveis, ou seja, não houve separação de fases, se comparadas com as demais emulsões. A Blenda (T1+T2) se mostrou mais eficiente na estabilidade das emulsões quando utilizada em um maior percentual. Foi observado que ao utilizar a Blenda (T2+T3), as emulsões (E1, E2 e E3) do sistema S6 foram estáveis, devido ao uso do menor percentual de tensoativo; já a emulsão do sistema S3,S4 e S5 se mostraram todas instáveis.

A determinação do pH possibilita identificar como as variações de acidez e basicidade podem afetar a estabilidade e a qualidade das emulsões.

As medidas de pH das emulsões dos sistemas S1,S2, S3, S4, S5 e S6, estão apresentados na Figura 10.

Figura 10. Análise da Variação do pH com o Tempo para os sistemas S1, S2, S3, S4, S5 e S6.



Fonte: Autoria Própria.

De acordo com a Figura 10, observou-se que o pH dos sistemas estão dentro do limite recomendado pela ANVISA, onde o pH para emulsões O/A varia de 4,0 a 7,0. Deve-se ainda considerar este parametro como essencial ao estudo de emulsões, uma vez que o pH corresponde a uma medida muito significativa pelo fato de que alterações bruscas de seu valor ao longo do tempo pode sugerir modificações químicas dos componentes presentes na formulação (CASTELI et. al., 2008).

6. CONCLUSÃO

Diante das condições experimentais desse trabalho conclui-se que as características organolépticas, o valor do pH e o percentual de composição das Blendas (T1+T2, T2+T3) influenciaram na estabilidade das emulsões dos sistemas S1 e S6. Fazendo com que não ocorresse separação de fases num período de 72 horas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN Jr., Loyd, V.; ANSEL, H. C.; POPOVICH, N. G. **Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos**. 8ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ALVES, Líria. Como o sabão funciona: Brasil Escola, [2012]. Disponível em:<http://www.brasilecola.com/upload/e/estrutura_sabao-b.e.jpg> Acesso em: 17 mar. 2017.

ANSEL, H.; POPOVICH, N.; ALLENN, L. **Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos**, São Paulo, Artmed, 2007.

ARAÚJO, M. M. S. **Estudo de Quebra de Emulsão de Petróleo Utilizando Microemulsões e Célula de Desidratação Eletrostática**, Dissertação de Mestrado, UFRN. Natal: DEQ/PPGEQ, 2004.

AULTON, Michael E. **Delineamento de formas farmacêuticas**. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2005.

CADWALLADER KR, BRADDOCK RJ, PARISH ME, HIGGINS DP. **Bioconversion of D-limonene by *Pseudomonas gladioli***. J Food Sci 54:1241-1245, 1989.

CAPEK, I. **Degradation of kinnetically-stable o/w emulsions**. Advances in Colloid and Interface Science, v. 107, n. 2-3, p. 125=155, 2004.

CASTELI, V. C. et al. **Desenvolvimento e Estudos de Estabilidade Preliminares de Emulsões O/A Contendo Cetaconazol 2,0 %**. Acta of Health Scie. 30 (2), p. 121-128, 2008.

DALTIN, D. . **Emulsionantes: química, propriedades e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2012.

FLORENCE, A. T. **Princípios Físico-Químicos em Farmácia**. São Paulo: Edusp, 2003.

FRAGA, Isabela. **Pequi para que?** Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/especiais/reuniao-anual-da-sbpc-2011/pequi-para-que>>. Acesso em: 20/05/2017.

GOODWIN, J.W. **Colloids and Interfaces with Surfactants and Polymers – An Introduction**. England, John Wiley and Sons LTD, 2004.

IDSON, B. Stability testing of emulsions, II. *Drug Cosmet. Ind.*, v.142, n.2, p.38, 40, 42-43, 72, 1993b.

JATO, J. **Aspectos Fundamentales de los sistemas farmacêuticos y operaciones básicas**, Editorial Sintesis, Madrid, 1997.

KOBAYASHI, I.; YASNO, M.; IWAMOTO, S.; SHONO, A.; SATHOH, K.; NAKAJIMA, **Colloids Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, 207, 185, 2002.

LACHMAN, L.; LIEBERMAN, H. A.; KANIG, J. L. **Teoria e Prática na Indústria Farmacêutica**. Volume II Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

LIMA, R. K. C. **Estudo da composição e Estabilidade de Emulsões Preparadas à Base de Óleo Mineral Naftênico**. Dissertação de Mestrado, UFC. Fortaleza: DEQ/PPGQ, 2004.

LINDMAN, B.; HOLMBERG, K.; JÖNSSON, B.; KRONBERG, B. **Surfactants and Polymers in Aqueous Solution**. 2^a Edition, England, John Wiley and Sons LTD, 2000.

McCLEMENTS, D. J. **Stability of food emulsions**. Boston: University of Massachusetts, 2010.

MYERS, D. **Surfaces, Interfaces, and Colloids: Principles and Applications**. 2nd Edition, USA, John Wiley and Sons Inc., 1999.

MUNIZ, C. A. S. **Novas formulações de fluidos de corte: otimização, propriedades e recuperação do óleo usado.** 2008. 177 f. Tese (Doutorado em Físico-Química; Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

OLIVEIRA, R. C. G.; FIGUEIREDO, A. M. P. **Estado da arte sobre o processamento de tratamento eletrostático de emulsões de petróleo e derivados.** Rio de Janeiro: PETROBRAS, CENPES, DIPLOT, 1989, 107 f. (Relatório DIPLOT 674-12978)

PAYS, K.; GIERMANSKA-KAHNA, L.; POULIGNYA, B.; BIBETTEB, J.; LEAL-CALDERONA, F. **Double emulsions: how does release occur?** *Journal of Controlled Release*, p. 79,193-205, 2002.

PRISTA, C. A. N., MORGADO, R. *Tecnologia Farmacêutica*, Porto, Fundação Calouste Gulbenkian, 1995.

RIBEIRO, C.J. **Cosmetologia aplicada a dermoestética.** São Paulo, Pharmabooks, 1ªed. 2006.

RIEGER, M. M. **Teste de estabilidade para macroemuulsões.** *Cosmetics & Toiletries*, (ed. Port.), v. 8, n. 5, p. 47-53, set/out 1996.

ROSEN, M. J. **Surfactants and interfacial phenomena.** London: Wiley, 2012.

SALAGER, J. L. **Formulation Concepts for the Emulsion Maker.** In Nielloud , Marti-Mestres G, editors. **Pharmaceutical Emulsions and Suspensions**, New York: Marcell & Dekker Inc. p 19-71, 2000.

SCHRAMM, L.L. **Emulsions, Foams and Suspensions: Fundamentals and Applications.** Germany, Wiley, VCH, 2005.

SCHULZ, C. K. Tratamento de Efluentes oleosos Utilizando Processos de Separação por Membranas. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SOUZA, Thayna M *et al.* H. **Estudo do potencial do fruto de pequi (*Caryocar villosum*) para obtenção de óleo e síntese de biodiesel.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 31^a, 2009, Fortaleza. Anais... Rio Branco: UFAC, 2009.

SPELLMEIER, F & HEBERLÉ, G. **Bases Emulsionadas: Comparativo de Estabilidade Acelerada.** *Cosmet Toiletries(Brasil)*, 19,p.68-70, 2007.

TEIXEIRA, K. C. S. **Estudo de composição e estabilidade em emulsões formuladas a partir de óleos lubrificantes vegetais,** Dissertação de Mestrado, UFC. Fortaleza: DEQ/PPGEQ, 2008.