

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE
EMULSÕES CONTENDO ÓLEO DE GUEROBA**

(Syagrus oleracea Becc.)

WIDI SILVA DA COSTA

Rio Verde, GO

2022

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE EMULSÕES
CONTENDO ÓLEO DE GUEROBA (*Syagrus oleracea* Becc.)**

WIDI SILVA DA COSTA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau em Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dra. Raphaela Gabri Bitencourt

Rio Verde – GO
Fevereiro, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

C837d Costa, Widi Silva da
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE EMULSÕES
CONTENDO ÓLEO DE GUEROBA (*Syagrus oleracea* Becc.) /
Widi Silva da Costa; orientadora Raphaela Gabri
Bitencourt. -- Rio Verde, 2022.
35 p.

TCC (Graduação em Engenharia de alimentos) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Óleo vegetal. 2. gueroba. 3. emulsões. I.
Bitencourt, Raphaela Gabri, orient. II. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
PRODUÇÕES TÉCNICOCIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO
INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Widi Silva da Costa

Matrícula: 2016102200340200

Título do Trabalho: Desenvolvimento e caracterização de emulsões contendo óleo de gueroba (*Syagrus oleracea* Becc.)

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 10/03/22

O documento está sujeito a registro de patente? [] Sim [X]

Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? [] Sim [X] Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 07/03/22.


Wlles Silva da Costa
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 6/2022 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) dezanove dia(s) do mês de fevereiro de 2022, às 15 horas e 0 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Raphaela Gabri Bitencourt (orientador), Rogério Favareto (membro), Lorrane Soares dos Santos (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Desenvolvimento e caracterização de emulsões contendo óleo de gueroba (*Syagrus oleraceae* Becc.)" do(a) estudante Widi Silva da Costa, Matrícula nº 2016102200340200 do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

(Raphaela Gabri Bitencourt)

Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

(Rogério Favareto)

Membro

(Assinado Eletronicamente)

(Lorrane Soares dos Santos)

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Lorrane Soares dos Santos, 2021202330740003 - Discente, em 09/03/2022 07:23:20.
- Rogerio Favareto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/02/2022 17:14:10.
- Raphaela Gabri Bitencourt, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/02/2022 13:43:12.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 17/02/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 359404
Código de Autenticação: 543ab332c0



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus professores, que durante todos os anos de minha formação me mostraram que a educação é o caminho para transformação pessoal e social.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe, por me incentivar tanto a cursar a graduação em engenharia de alimentos e também por me fazer acreditar que todos os sonhos são possíveis se você tiver coragem e disciplina para buscá-los. Agradeço também aos meus irmãos por dividirem as alegrias e pesares da minha jornada até aqui. Ao meu pai pelo que pôde fazer e pelo que não pôde, todas as dificuldades me fizeram mais fortes.

Agradeço imensamente ao Instituto Federal Goiano por me proporcionar a experiência de viver um intercâmbio, chegando a lugares onde nunca imaginei que chegaria. A todos os meus colegas de graduação e especialmente aos meus professores que me guiaram até aqui.

Agradeço a Geovanna pelas brigas, conselhos, risadas e principalmente por todo companheirismo durante todos esses anos. Com certeza é um dos melhores presentes que a graduação me trouxe. Agradeço ao Paulo Vitor pela paciência, dedicação e amor de sempre. Por ter segurado a minha mão nos piores momentos e ter enfrentado todas as dificuldades ao meu lado.

RESUMO

COSTA, Widi Silva. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE EMULSÕES CONTENDO ÓLEO DE GUEROBA (*Syagrus oleracea* Becc.)**. Trabalho de curso (Curso Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

A gueroba, é uma palmeira típica da região do cerrado. O óleo extraído dos seus frutos ou tronco constitui seu principal produto de aplicação na indústria de alimentos e cosmética. Objetivou-se com o presente estudo a obtenção do óleo de amêndoa de gueroba para o desenvolvimento de emulsões óleo/água. O óleo foi extraído por prensagem mecânica obtendo-se um rendimento aproximado de 28% m/m. Após a seleção do emulsificante e a realização de testes preliminares, preparou-se emulsões contendo Polissorbato 80 e goma Xantana em diferentes concentrações e temperaturas de estocagem (8 °C e 25 °C). Os sistemas criados foram caracterizados quanto à estabilidade à cremeação, condutividade elétrica e pH. As emulsões produzidas contendo emulsificante e goma xantana mantiveram-se estáveis por 7 dias e aquela que continham apenas o emulsificante, apresentaram separação de fases em até 1 dia após seu preparo. O índice de cremeação dessas amostras desestabilizadas foi menor quando armazenadas em menor temperatura. Não foi possível concluir sobre o comportamento da condutividade elétrica e pH ao longo dos dias de estocagem, porém o estudo indica um potencial de aplicação na industrial do óleo de gueroba, visando um aproveitamento eficiente de toda a espécie.

Palavras-chave: Óleo vegetal; gueroba; emulsões.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Palmeira <i>Syagrus oleracea</i> (Gueroba). Fonte: CAMILO, Jucelia.....	12
Figura 2: Fruto da palmeira gueroba. Fonte: CAMILO, Jucelia.	12
Figura 3: Representação dos mecanismos de desestabilização das emulsões. Fonte: McClements (2005).	14
Figura 4: Forma estrutural do Polissorbato 80. Fonte: THARPS, Bruce (2012, pg.3)	15
Figura 5: Estrutura unitária do polissacarídeo de goma Xantana. Fonte: NERY, Tatiana et. al (2008).	16
Figura 6: Estrutura unitária do polissacarídeo de goma Arábica. Fonte: CISSÉ, Khaly (2020).	16
Figura 7: (A) Secagem dos cocos de gueroba a pós a recepção. (B) Cocos de gueroba após a secagem. (C) Quebra dos cocos de gueroba para retirada da amêndoa. (D) Massa obtida de amêndoas de gueroba. Fonte: Acervo pessoal.	17
Figura 8: Prensa extratora. Fonte: Acervo pessoal.	18
Figura 9: (A) Separação do óleo e resíduo 2 após centrifugação. (B) Resíduos 1 e 2, e óleo de gueroba. Fonte: Acervo pessoal.	18
Figura 10: Preparo e obtenção das emulsões para serem analisadas quantitativamente. Fonte: Acervo Pessoal.	22
Figura 11: Emulsões preparas com diferentes proporções de água e óleo após: (A) 1 dia; (B) 7 dias. Fonte: Acervo Pessoal.	24
Figura 12: Emulsões obtidas pelas formulações com goma Arábica após: (A) 2 dias; (B) 4 dias; (C) 6 dias. Acervo Pessoal.	25
Figura 13: Emulsões obtidas pelas formulações com goma Xantana após: (A) 2 dias; (B) 4 dias; (C) 6 dias. Fonte: Acervo Pessoal.	25
Figura 14: Ph das emulsões ao longo do tempo. Fonte: Acervo Pessoal.	28
Figura 15: Condutividade elétrica das emulsões ao longo do tempo. Fonte: Acervo Pessoal.	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Composição e Formulação das Emulsões com diferentes proporções de água e óleo.	20
Quadro 2: Composição e Formulação das Emulsões com goma Arábica.	20
Quadro 3: Composição e Formulação das Emulsões com goma Xantana.	20
Quadro 4: Formulação das Emulsões que foram avaliadas quanto à estabilidade por análise em suas propriedades físico-químicas.	21
Quadro 5: Rendimento de extração do óleo de gueroba.	23
Quadro 6: Análise de Separação de Fase e do Índice de Cremeação.	26
Quadro 7: Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e pH das emulsões ao longo dos dias de armazenamento.	28

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	Gueroba	11
2.2	Óleo de amêndoa de gueroba.....	12
2.3	Emulsões.....	13
2.4	Agentes Estabilizantes em Emulsões	14
2.5	Emulsões com Óleos de Espécies do Cerrado.....	16
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1	Recepção e Preparo da Matéria-Prima	17
3.2	Extração e Caracterização do Óleo de Gueroba	18
3.2.1	Extração por prensagem mecânica	18
3.2.2	Análise de Umidade.....	19
3.2.3	Análise de Acidez	19
3.3	Formulação e estabilidade das emulsões	19
3.3.1	Teste de formulação das emulsões.....	19
3.3.2	Análise de estabilidade das emulsões	21
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Rendimento do Óleo de Gueroba	23
4.2	Características do Óleo de Gueroba	23
4.3	Testes Preliminares	23
4.4	Estabilidade das Emulsões	26
5.	CONCLUSÃO.....	29
6.	REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

O cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, representando quase 24% da área total do país (IBGE, 2018). Entre as pequenas árvores de troncos torcidos e a vegetação rasteira que formam o cerrado, é possível encontrar uma grande variedade de plantas que são verdadeiros remédios naturais, já utilizadas pelas comunidades que vivem nas regiões onde o bioma se manifesta. Nele são encontradas diversas espécies frutíferas, que se destacam, principalmente, por suas agradáveis e, até mesmo, exóticas peculiaridades sensoriais como cor, sabor e aroma, embora ainda sejam pouco explorados comercialmente ou cientificamente. Dentre as espécies deste bioma, encontra-se a *Syagrus oleracea* Becc., mais conhecida como gueroba, gueiroba, guariroba ou gariroba (DIAS et al., 2014).

A gueroba produz um palmito amargo, tradicionalmente utilizado em iguarias regionais, principalmente nos estados de Goiás e Minas Gerais (BATISTA, 2009). O hábito de comer o palmito da gueroba é cultural, passado de geração a geração. Além de a gueroba ter sido um prato relativamente cotidiano na mesa das famílias agricultoras, sempre foi oferecido a quem estava doente e também às visitas e em datas comemorativas. A amêndoa e a polpa do coco da gueroba também sempre foram muito apreciadas como alimento, principalmente pelas crianças. Os usos culturais da gueroba são diversos, demonstrando o quanto essa palmeira é um recurso natural estratégico para os agricultores familiares e por isso foi semidomesticada, plantada em roças e trazida para perto da casa e do curral, sendo uma importante expressão da agrobiodiversidade local (DIAS, 2012).

O óleo extraído dos frutos ou tronco dessas espécies constitui seu principal produto de aplicação na indústria de alimentos e cosmético. Em relação aos compostos bioativos, o óleo de gueroba extraído da polpa é mais rico em carotenóides e tocoferóis que o óleo extraído das amêndoas, porém este último apresenta maior teor de compostos fenólicos (COIMBRA e JORGE, 2011). Os compostos bioativos presentes no óleo são conhecidos por sua sensibilidade a luz, oxigênio e altas temperaturas, sendo a elaboração de emulsões uma tecnologia interessante para proteger estes compostos.

Uma emulsão é um sistema heterogêneo constituído por um líquido imiscível intimamente disperso em outro na forma de gotas. Estes sistemas são termodinamicamente instáveis, ou seja, não são formados espontaneamente e sofrem com sua instabilidade e, conseqüente, separação de fases. Uma emulsão é formada basicamente por três constituintes: água, óleo e tensativo. Uma mistura formada por gotas de óleo dispersas em uma fase aquosa é chamada de emulsão óleo em água (O/A), como é o caso do leite e molhos em geral. Já um

sistema formado por gotas de água dispersas em uma fase oleosa é denominado de emulsão água em óleo (A/O), como a margarina e a manteiga (MCCLEMENTS, 2005).

Por se tratar de sistemas termodinamicamente instáveis, informações sobre a instabilidade cinética das emulsões são importantes para o desenvolvimento de produtos que apresentem propriedades desejáveis por um longo período de tempo. A estabilidade de emulsão refere-se à capacidade de uma emulsão em resistir às alterações em suas propriedades ao longo do tempo, ou seja, quanto mais estável uma emulsão, mais lentamente ocorrerão alterações em suas características físico-químicas (COUTO, 2014). Segundo a ANVISA (2004), essas modificações de propriedades podem ser verificadas por variações no valor do pH, viscosidade, densidade, condutividade elétrica, umidade, tamanho da partícula, entre outros.

A produção do óleo de amêndoas de gueroba tem o objetivo de revitalizar a importância econômica, cultural e ambiental da palmeira, através da sinergia entre agrobiodiversidade e geração de renda para agricultores familiares. Por isso, as pesquisas aplicadas da espécie podem oferecer uma valiosa contribuição, ao produzir conhecimentos para a qualificação técnica da cadeia produtiva deste óleo, assim como, para o fortalecimento institucional do empreendimento comunitário que a sustenta (DIAS et al., 2014). Diante deste contexto, este trabalho visa elaborar sistemas emulsionados utilizando óleo gueroba (*Syagrus oleracea* Becc.) e avaliar a sua estabilidade por modificações em suas propriedades físico-químicas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gueroba

A guariroba, também conhecida como gueiroba, gariroba, palmito amargoso, catolé, coco-babão, pati-amargoso, coco-amargoso, é uma palmeira típica da região do cerrado, distribuída nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo, e cujo palmito de sabor amargo é muito apreciado (LORENZI, 2000). É importante destacar que o bioma Cerrado cobre aproximadamente um quarto do território brasileiro, com cerca de 204 milhões de hectares, e se caracteriza por formar um mosaico de vários tipos de vegetação, desde fisionomias campestres até florestais (BRASIL, 2011).



Figura 1: Palmeira *Syagrus oleracea* (Gueroba). Fonte: CAMILO, Jucelia.



Figura 2: Fruto da palmeira gueroba. Fonte: CAMILO, Jucelia.

A palmeira (Figura 1) possui um tronco reto atingindo uma altura de cerca de 20 metros. O fruto é de coloração verde-amarelada (Figura 2), com uma amêndoa branca oleaginosa comestível (BORA; MOREIRA, 2003). Uma guariroba produz em média 4 a 8 cachos de cocos com 217 cocos por cacho, ou seja, aproximadamente 1.302 cocos/palmeira/safra (DIAS et al., 2014). O principal uso alimentar da gueroba é o consumo de seu palmito, que se diferencia em relação a outros palmitos por possuir um sabor amargo e adstringente, devido à presença de fenóis e pH em torno de 5,7 (CARNEIRO; ROLIM; FERNANDES, 2003). Da amêndoa podem ser feitos diversos doces caseiros, além de óleos comestíveis bastante apreciados na culinária regional. O óleo extraído dessa amêndoa pode, também, ser empregado na produção de sabões, devido sua alta composição lipídica (BORA; MOREIRA, 2003).

Os usos culturais da gueroba são diversos, demonstrando o quanto essa palmeira é um recurso natural estratégico para os agricultores familiares e por isso foi semidomesticada, plantada em roças e trazida para perto da casa e do curral, sendo uma importante expressão da agrobiodiversidade local (DIAS, 2012).

2.2 Óleo de amêndoa de gueroba

O óleo de amêndoas da palmeira guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.), um produto da sociobiodiversidade do bioma Cerrado, inédito no mercado brasileiro, é rico em ácido graxo

láurico, com potencial terapêutico e cosmético (NOKAZI, 2012; COIMBRA, 2010), e estabilidade oxidativa, podendo ser utilizado em processos industriais (COIMBRA, 2010).

O processo de extração é um dos principais estágios para obtenção de óleos de sementes oleaginosas. Os métodos convencionais para extração de óleos são por prensagem e extração com solvente por Soxhlet (MACHADO; CHAVES; ANTONIASSI, 2015; KOOUBAA et al., 2015). O rendimento de extração do óleo é uma função do método empregado. Segundo Dias (2012) o rendimento do óleo de gueiroba é de 32,7 % (m/m) e de 36,0 % (m/v), extraído com o uso de prensa elétrica. Nozaki (2012), através de extração química, utilizando éter etílico em aparelho de Soxhlet, obteve 61,44 % (m/m) de lipídeos totais das amêndoas da guariroba. As referências de produtividade e o alto custo de produção do óleo devido ao grande emprego de mão de obra, coloca a necessidade de se avaliar o aproveitamento integral do coco ou de agregar valor ao óleo, na perspectiva de viabilizar a sua cadeia produtiva.

2.3 Emulsões

Emulsões são sistemas coloidais largamente utilizados pela indústria de alimentos, e consistem em mistura, dispersão ou suspensão de dois ou mais líquidos imiscíveis, geralmente, óleo e água. Esses sistemas apresentam uma fase dispersa, em forma de gotas esféricas e pequenas (diâmetro de 0,1 μm a 100 μm), e uma fase contínua. São termodinamicamente instáveis (metaestáveis), devido à positiva e elevada energia livre (tensão interfacial) existente entre as duas fases (HILL, 1996; WALSTRA & VAN VLIET, 2010; MCCLEMENTS, 2011; LAM & NICKERSON, 2013). A nomenclatura das emulsões inicia-se pela fase dispersa, seguida da fase contínua, podendo ser do tipo óleo/água (O/A) e água/óleo (A/O) ou ainda emulsões múltiplas O/A/O ou A/O/A (BALAKRISHNA; WAZED; FARID, 2020; CALDERON et al., 2007).

Entende-se por estabilidade de uma emulsão a capacidade da mesma em manter sua homogeneidade durante um certo período de tempo. Assim, reduzem as forças repelentes e a atração entre as próprias moléculas, nos quais apresentam menor propensão em se aglomerar ou coalescer (ALLEN; POPOVICH; ANSEL, 2007). A instabilidade resulta em mecanismos físico-químicos, como sedimentação, flotação, floculação e/ou coalescência. Ainda como processo de desestabilização das emulsões pode ocorrer o envelhecimento de Ostwald (TANG; QUINLAN; TAM, 2015). No envelhecimento de Ostwald, as gotas menores tendem a se dissolver durante o armazenamento e a se depositarem nas gotas maiores, e esse mecanismo também é chamado de “desproporcionamento” (YE et al., 2017b).

A quebra da emulsão é caracterizada pela perda irreparável da estrutura química da mistura assim como de suas propriedades físico-químicas (Figura 3). A flocculação uma vez formada apresenta-se disposta em uma camada na superfície (flotação) ou no fundo (sedimentação) da emulsão, a cremação comumente ocorre em seguida (LACHMAN; LIEBERMAN; KANIG, 2001). A flocculação é caracterizada pela agregação reversível das gotículas na fase dispersa, sendo considerada a primeira manifestação de instabilidade (NETZ; ORTEGA, 2002). A coalescência é definida por gotas possuem forças internas e quando duas gotas ou mais de um mesmo líquido se aproximam as mesmas tendem a se juntar (SOUZA et al., 2013; FRANZOL; REZENDE, 2015).

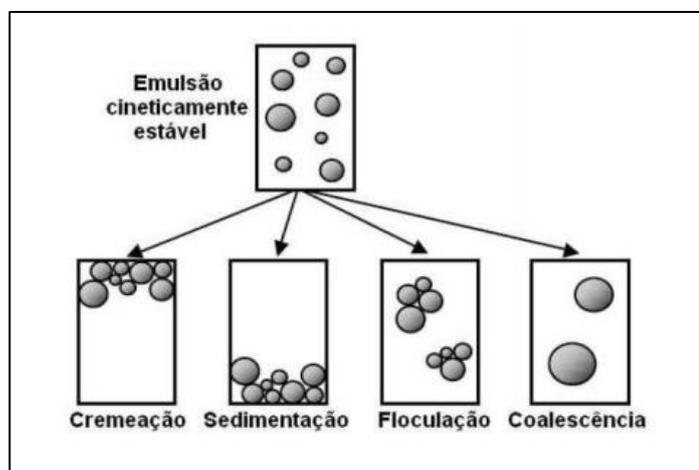


Figura 3: Representação dos mecanismos de desestabilização das emulsões. Fonte: McClements (2005).

Diferentes mecanismos de quebra de emulsão podem ser empregados dependendo das condições do escoamento, propriedades dos fluidos, concentração de surfactante, procedimento de formação da emulsão, entre outros, podendo favorecer a ocorrência de um ou mais mecanismos (KARCHER, 2008).

2.4 Agentes Estabilizantes em Emulsões

Por meio da adição de substâncias conhecidas como estabilizantes, por exemplo, emulsificantes e modificadores de textura, torna-se possível a formação de emulsões cineticamente estáveis por um período razoável (MCCLEMENTS; DECKER; WEISS, 2007). Estes são capazes de adsorverem-se na interface óleo-água, diminuindo a tensão superficial (resistência) entre as fases imiscíveis facilitando a fragmentação em gotas ou gotículas (GALEMBECK; CSORDAS, 2011; KRSTONOŠIĆ et al., 2012).

O tensoativo escolhido para ser utilizado no presente trabalho foi o Polissorbato 80 (Figura 4), por apresentar elevado valor de EHL (Equilíbrio hidrófilo-lipófilo) ideal para emulsões O/A. Este emulsificante possui limite máximo de utilização de 1 g/100 g, segundo o Regulamento Técnico para a categoria de alimentos óleos e gorduras – subcategoria creme vegetal e margarinas (BRASIL, 1997). Os polissorbatos são derivados polioxietilênicos de ésteres de sorbitano, possuem uma estrutura mais complexa do que os emulsificantes glicéricos, mas são semelhantes a glicerídeos pelo fato da porção da molécula de polissorbato atraída pela gordura ser também composta de um ou mais ácidos graxos, como demonstrado na Figura 4.

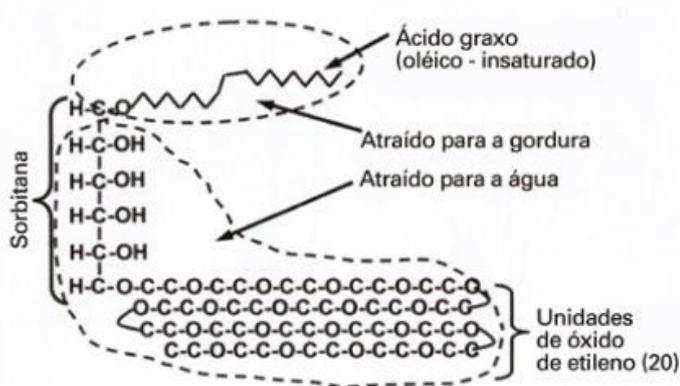


Figura 4: Forma estrutural do Polissorbato 80. Fonte: THARPS, Bruce (2012, pg.3)

Polímeros naturais como goma Xantana (Figura 5), goma arábica (Figura 6) e goma guar também são amplamente empregados no preparo de emulsões. A indústria de processamento de alimentos, assim como em outras aplicações industriais das gomas, aproveita as propriedades físicas, especialmente sua viscosidade e sua estrutura coloidal. As gomas realizam, no mínimo, três funções no processamento dos alimentos: emulsificantes, estabilizantes e espessantes. Além disso, algumas gomas também são agentes gelificantes, formadores de corpo, agentes de suspensão e aumentam a capacidade de dispersão de gases em sólidos ou líquidos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2015).

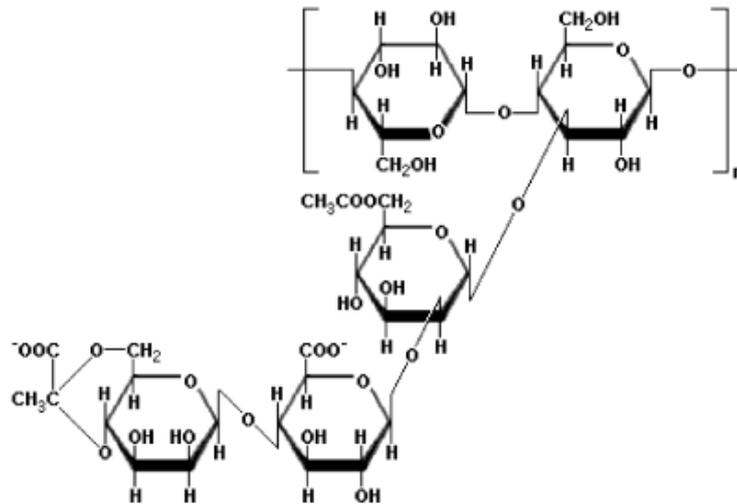


Figura 5: Estrutura unitária do polissacarídeo de goma Xantana. Fonte: NERY, Tatiana et. al (2008).

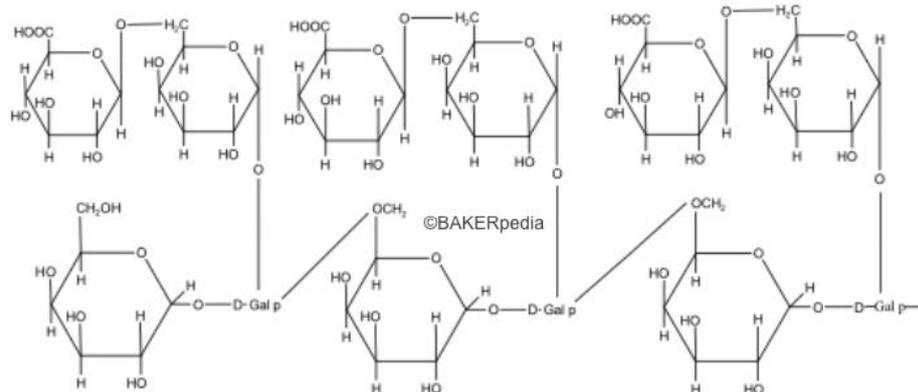


Figura 6: Estrutura unitária do polissacarídeo de goma Arábica. Fonte: CISSÉ, Khaly (2020).

2.5 Emulsões com Óleos de Espécies do Cerrado

O cultivo comercial da espécie *Syagrus oleracea* Becc., ainda que em pequena escala, é de extrema importância para preservar as guerebeiras nativas, uma vez que a extração predatória do palmito implica na morte da planta e esta não rebrota (HENDERSON e MEDEIROS-COSTA, 2006). Devido à busca crescente do mercado consumidor por produtos mais saudáveis e nutritivos, diversos estudos têm sido realizados com o intuito de substituir e/ou reduzir o teor de alguns ingredientes na formulação de alimentos, em especial a gordura (ANDRADE et al, 2018).

Na literatura existem alguns trabalhos que relatam o uso de frutos do cerrado como matéria-prima para emulsões alimentícias, tais como o desenvolvimento e avaliação da

estabilidade de emulsões alimentícias contendo óleo de pequi (ANDRADE et al., 2018) e avaliação da estrutura e reologia de emulsões preparadas com óleo de baru (COUTO, 2014). Além disso, também já foram formuladas emulsões com óleo de buriti (ZANATTA et al., 2010) e babaçu (LIMA et al., 2008) para fins cosméticos, como adjuvantes em protetores solares. Evidenciando assim as amplas oportunidades de utilização dos óleos de espécies do cerrado em diversos produtos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Recepção e Preparo da Matéria-Prima

Os cocos de gueiroba utilizados no presente estudo foram coletados em setembro de 2019 na Fazenda Pindaíbas localizada no município de Rio Verde-GO. Após a chegada dos cocos de gueiroba os mesmos foram colocados em estufa com circulação de ar (Bro eletrônico MA035) a 40 °C por quatro dias, conforme ilustrado na Figura 7.A. Posteriormente ao período de secagem, os cocos foram pesados e armazenados conforme a Figura 7.B, totalizando a massa de 21.290 g.

A quebra dos cocos foi realizada com o auxílio de uma máquina (Figura 7.C) desenvolvida para a quebra de castanhas pelo Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde. Após o rompimento dos cocos, as amêndoas foram retiradas e pesadas, como observado na Figura 7.D.



Figura 7: (A) Secagem dos cocos de gueiroba após a recepção. (B) Cocos de gueiroba após a secagem. (C) Quebra dos cocos de gueiroba para retirada da amêndoa. (D) Massa obtida de amêndoas de gueiroba. Fonte: Acervo pessoal.

3.2 Extração e Caracterização do Óleo de Gueroba

3.2.1 Extração por prensagem mecânica

Para a extração do óleo por método de prensagem mecânica, foram utilizados aproximadamente 1,1 kg de amêndoas de gueiroba e prensa extratora ERT 500 – Scott Tech, ilustrada na Figura 8. O procedimento foi realizado com a passagem das amêndoas três vezes pela prensa. Em seguida, o prensado foi separado do resíduo 1 e submetido à centrifugação a 4500 rpm por 20 minutos (ALMEIDA et al., 2013), separando assim o óleo desejado do resíduo 2 (Figura 9.A). Os resíduos e o óleo obtido (Figura 9.B) foram acondicionados sob refrigeração.



Figura 8: Prensa extratora. Fonte: Acervo pessoal.

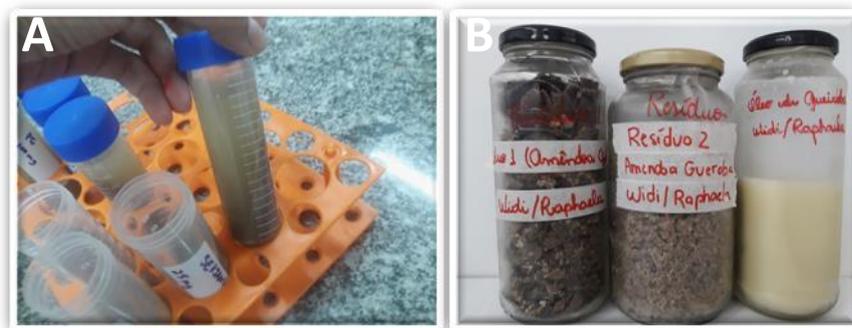


Figura 9: (A) Separação do óleo e resíduo 2 após centrifugação. (B) Resíduos 1 e 2, e óleo de gueroba. Fonte: Acervo pessoal.

3.2.2 Análise de Umidade

A análise de umidade foi realizada para o óleo obtido por extração mecânica, sendo empregado o método gravimétrico da AOAC 930.04 (1997), por secagem até peso constante em estufa a 105 °C.

3.2.3 Análise de Acidez

A análise de acidez foi realizada para o óleo obtido por extração mecânica de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Aproximadamente 2 g de óleo foram pesados em um Erlenmeyer, seguido da adição de 25 mL de solução de éter etílico e etanol na proporção de 2:1. A solução foi então agitada até a solubilização completa do óleo e, em seguida, adicionou-se 3 gotas do indicador fenolftaleína e iniciou-se a titulação com solução de NaOH 0,1M previamente padronizada até a visualização do ponto de viragem, com o aparecimento da coloração rósea. A análise foi realizada em triplicata e o valor de acidez foi determinado pela Equação 2.

$$\% = \frac{(\text{Volume gasto} - \text{Branco}) * \text{Fator de correção} * 5,61}{\text{Massa da amostra}} \quad (\text{Equação. 1})$$

3.3 Formulação e estabilidade das emulsões

As emulsões foram realizadas no Laboratório de Biomoléculas e Bioensaios do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

3.3.1 Teste de formulação das emulsões

Para a elaboração das emulsões foi utilizado o óleo obtido por prensagem mecânica. Os sistemas emulsionados contendo 20 gramas cada, foram formulados com o uso de óleo de amêndoa de gueiroba, óleo de soja, água destilada, Polissorbato 80 (Tween 80® - TW) HLB = 15,0, goma Xantana e goma arábica. Emulsões formuladas com óleo de soja foram utilizadas como comparativo às emulsões contendo óleo de gueiroba.

As emulsões foram preparadas pelo método de inversão de fases. Nesse método, a fase aquosa, constituída de água recém destilada e goma xantana, e a oleosa, constituída de óleo e emulsificante foram aquecidas separadamente até 70±2 °C em banho ultra termostático (SL 152 Marca: Solab). Em seguida a fase aquosa foi lentamente vertida sobre a oleosa mantendo-as sob

agitação (Agitador mecânico Ultra Turrax TE-102 - Tecnal) durante 10 minutos, conforme adaptação da metodologia de Gonçalves et al. (2000).

O primeiro teste realizado teve como objetivo avaliar diferentes proporções de água e óleo para a formação da emulsão. Para tal objetivo, foram formuladas diferentes emulsões conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Composição e Formulação das Emulsões com diferentes proporções de água e óleo.

Tratamento	Tipo de Óleo	Polisorbato 80 (g)	Proporção Água/Óleo (m/m)	Água (g)	Óleo (g)
T1	Gueiroba	0,2	90/10	17,8	1,98
T2	Gueiroba	0,2	80/20	15,8	3,96
T3	Gueiroba	0,2	70/30	13,9	5,94
T4	Gueiroba	0,2	60/40	11,8	7,92
T5	Gueiroba	0,2	50/50	9,9	9,9
T6	Gueiroba	0,2	40/60	11,8	7,92
S	Soja	0,2	70/30	13,9	5,94

A partir dos resultados dos testes anteriores, decidiu-se avaliar diferentes espessantes para aumentar a viscosidade da emulsão e consequentemente aumentar sua estabilidade. Dessa forma, adicionou-se, além do Polisorbato 80 na fase oleosa, dois agentes espessantes distintos na fase aquosa, que foram a goma arábica e goma xantana, como mostra os Quadros 2 e 3.

Quadro 2: Composição e Formulação das Emulsões com goma Arábica.

Tratamento	Tipo de Óleo	Polisorbato 80 (g)	Goma Arábica (g)	Água (g)	Óleo (g)
B	Gueiroba	0,2	0	13,86	5,94
T1	Gueiroba	0,2	3,0	11,8	5,04
T2	Gueiroba	0,2	4,0	11,06	4,74
T3	Gueiroba	0,2	5,0	10,36	4,44
S	Soja	0,2	4,0	11,06	4,74

Quadro 3: Composição e Formulação das Emulsões com goma Xantana.

Tratamento	Tipo de Óleo	Polisorbato 80(g)	Goma Xantana(g)	Água(g)	Óleo(g)
T1	Gueiroba	0,2	0,02	13,84	5,94
T2	Gueiroba	0,2	0,04	13,83	5,92
T3	Gueiroba	0,2	0,06	13,81	5,92
T4	Gueiroba	0,2	0,08	13,80	5,91
T5	Gueiroba	0	0,08	13,94	5,97

Por fim, os testes descritos anteriormente permitiram definir as diferentes formulações de emulsões que seriam adequadamente analisadas quanto à sua estabilidade pelas suas propriedades físico-químicas, além da análise visual feita até este momento.

3.3.2 Análise de estabilidade das emulsões

Foram preparadas 5 diferentes formulações de emulsões (T1 a T5) contendo 20 g cada, sendo a fase oleosa constituída de óleo de soja no tratamento 5 e de óleo de gueiroba nos demais tratamentos. O Quadro 4 apresenta as quantidades de cada componente das emulsões para cada um dos tratamentos, através do qual observa-se que foram avaliadas a influência da presença do emulsificante (Polisorbato 80) e da concentração do espessante (goma xantana). A concentração de emulsificante nas formulações foi fixada em 0,1% (m/m), assim como a proporção de água e óleo, que foi mantida em 70:30 (água:óleo). A partir do exposto previamente, optou-se pela utilização da goma xantana por poder ser utilizada em menores concentrações e não alterar a coloração das emulsões.

Quadro 4: Formulação das Emulsões que foram avaliadas quanto à estabilidade por análise em suas propriedades físico-químicas.

Tratamento	Composição (g)					Temperatura de armazenamento (°C)
	Tipo de óleo	Polisorbato 80	Goma Xantana	Água	Óleo	
T1	Gueiroba	0,2	0	13,86	5,94	25
T2	Gueiroba	0,2	0,02	13,84	5,93	25
T3	Gueiroba	0,2	0,04	13,83	5,92	25
T4	Gueiroba	0	0,04	13,97	5,98	25
T5	Soja	0,2	0,04	13,83	5,92	25
T6	Gueiroba	0,2	0	13,86	5,94	8

T7	Gueiroba	0,2	0,02	13,84	5,93	8
T8	Gueiroba	0,2	0,04	13,83	5,92	8
T9	Gueiroba	0	0,04	13,97	5,98	8
T10	Soja	0,2	0,04	13,83	5,92	8

As 5 diferentes formulações (Figura 10) foram submetidas a duas diferentes condições de armazenamento com temperatura, pelo prazo de 7 dias, totalizando então 10 tratamentos (Quadro 4). Para o primeiro grupo (tratamento 1 ao 5) as amostras foram mantidas a 25 °C e para o segundo grupo (tratamento 6 ao 10) as emulsões foram refrigeradas a 8 °C (Quadro 4).



Figura 10: Preparo e obtenção das emulsões para serem analisadas quantitativamente. Fonte: Acervo Pessoal.

A primeira propriedade analisada foi a estabilidade à cremeação, que é um dos principais mecanismos pelos quais as emulsões se desestabilizam. Em caso de desestabilização do sistema emulsionado, ocorre separação de fases nas emulsões dispostas nos tubos. Desta forma, o cálculo do índice de cremeação poderia ser realizado levando em consideração a altura inicial da emulsão no tubo (H_0) e a altura da fase separada H , conforme:

$$IC(\%) = H/H_0 \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Ou seja, a análise de separação de fases foi realizada através de uma régua para a determinação da altura de separação da fase aquosa e oleosa. A condutividade elétrica das emulsões foi medida individualmente com a utilização do condutivímetro de bancada (MCA-150) previamente calibrado. Para a verificação do pH utilizou-se o medidor de pH digital portátil (HMPA-210P). As análises ocorreram nos dias 1, 3 e 7 após o preparo da emulsão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento do Óleo de Gueroba

O rendimento referente a extração das amêndoas de gueroba dos cocos foi de 8 %. Já para o óleo de gueroba, dois valores foram obtidos. O rendimento percentual através da razão entre as massas de óleo/coco e amêndoa/óleo, como pode ser visualizado no Quadro 5.

Quadro 5: Rendimento de extração do óleo de gueroba.

Massa do óleo (g)	Rendimento óleo/coco(m/m)	Rendimento amêndoa/óleo (m/m)
306,33	2,13	27,80%

Um resultado semelhante ao rendimento encontrado para a razão amêndoa/óleo, utilizando prensa elétrica foi encontrado por Dias et al., (2014), que obtiveram 32,72% (m/m) de rendimento de extração do óleo de gueroba.

4.2 Características do Óleo de Gueroba

Para as análises de acidez e umidade do óleo foram obtidos os valores de 0,50 ($\pm 0,10$) mg KOH/g óleo e 0,18 ($\pm 0,15$) %, respectivamente. O valor médio de acidez encontrado na amostra se mostrou abaixo do máximo estabelecido para óleos brutos prensados a frio (4,0 mg KOH/g de óleo) segundo a RDC nº 270 de 22 de setembro de 2005. Valores semelhantes para as análises de acidez e umidade também foram encontrados por Martins e Santos (2015) ao analisar os parâmetros físico-químicos em amostras de óleo de coco extravirgem, sendo observado acidez de 0,558 mg KOH/g óleo e umidade de 0,263 %.

4.3 Testes Preliminares

A Figura 11 apresenta os resultados obtidos para o primeiro teste, que mostram visualmente uma estabilidade bem diferente nas amostras dependendo da proporção água/óleo utilizada. Os melhores resultados foram verificados na amostra T3 e T4, que correspondem as proporções 70/30 e 60/40 m/m de água/óleo pois verificou-se maior tempo para ocorrer a separação das fases. Emulsões com essa proporção de água e óleo são frequentemente encontradas na literatura. Os testes também mostraram que o emulsificante polisorbato

individualmente não seria capaz de estabilizar a emulsão, pois houve separação de fases em todas as amostras como pode ser observado na Figura 11.

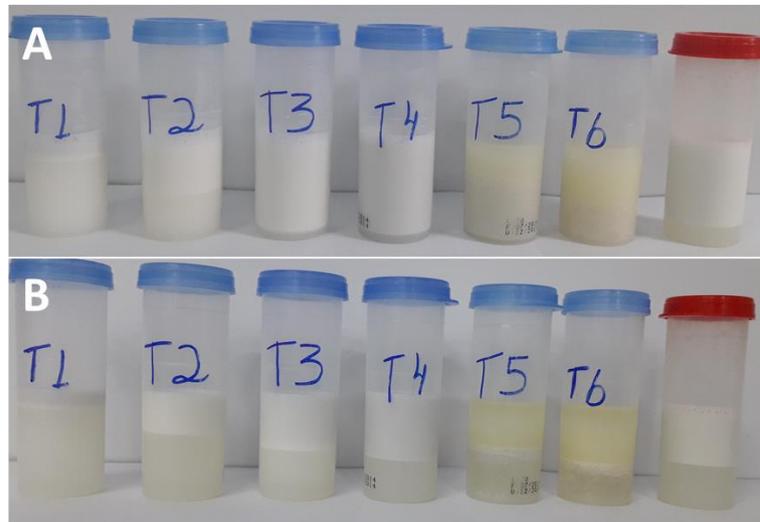


Figura 11: Emulsões preparadas com diferentes proporções de água e óleo após: (A) 1 dia; (B) 7 dias. Fonte: Acervo Pessoal.

Por esse motivo, decidiu-se avaliar diferentes espessantes para aumentar a viscosidade da emulsão e conseqüentemente aumentar sua estabilidade. Dessa forma, adicionou-se, além o Polisorbato 80 na fase oleosa, dois agentes espessantes distintos na fase aquosa, que foram a goma arábica e goma xantana, como mostra os Quadros 2 e 3. Ao longo dos dias, as emulsões foram visualmente monitoradas e os resultados obtidos podem ser visualizados na Figura 12 e 13. Verificou-se uma estabilidade maior das amostras em relação às amostras sem goma, conforme esperado.

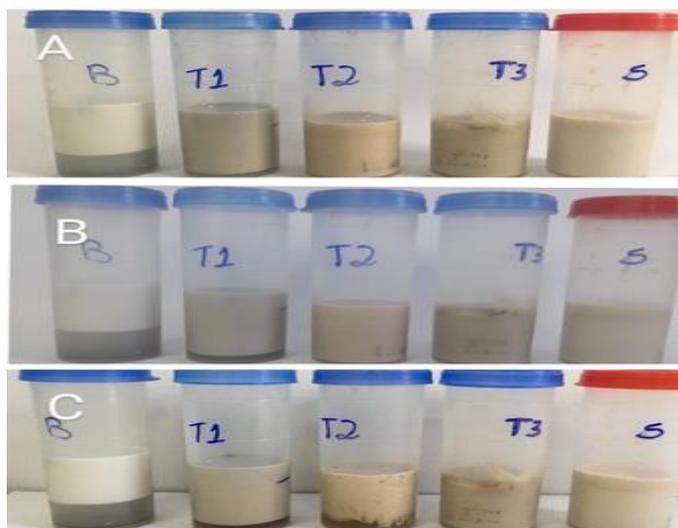


Figura 12: Emulsões obtidas pelas formulações com goma Arábica após: (A) 2 dias; (B) 4 dias; (C) 6 dias. Acervo Pessoal.

O uso da goma arábica mostrou-se menos interessante em relação à goma xantana pois esta deve ser utilizada em quantidades muito maiores para aumentar a viscosidade de uma solução e também pelo fato dela alterar significativamente a colocação da emulsão, como pode ser visto na Figura 12. A goma xantana é inodora, quase insípida, insolúvel em álcool etílico, mas solúvel em água e apresenta baixa viscosidade quando comparada a outros polissacarídeos de massa molecular similar (ROCHA, 2009).



Figura 13: Emulsões obtidas pelas formulações com goma Xantana após: (A) 2 dias; (B) 4 dias; (C) 6 dias. Fonte: Acervo Pessoal.

A Figura 13 apresenta emulsões visualmente estáveis após 6 dias de preparo com a utilização de diferentes concentrações de goma xantana. Porém é importante avaliar as concentrações mais adequadas de goma na emulsão, uma vez que foi constatada uma dificuldade no preparo das emulsões quando a viscosidade e concentração da goma era demasiadamente aumentada. Em estudos anteriores Mirhosseini et al (2008) e Gharibzahedi; Razavi; Mousavi (2013) propõem análise de estabilidade de emulsões com diferentes concentrações de goma xantana e arábica.

4.4 Estabilidade das Emulsões

O estudo da cremação indicou separação das fases após um dia de estocagem apenas nos tratamentos T1 e T6 (Quadro 6), que consistem em emulsões sem a presença de goma e apenas com o emulsificante. Foram obtidos assim os maiores índices de cremação de 61,29% e 54,29% para T1 e T6, respectivamente, ao final do último dia de armazenamento. Comparando as emulsões armazenadas a 25 °C e 8 °C, observou-se que a temperatura mais baixa contribuiu para uma menor separação de fases e, conseqüente, menor índice de cremação. Após 7 dias de estocagem, as amostras T2 e T7 também apresentaram discreta desestabilização e índice de cremação de 6,25 % e 14,29 %, respectivamente.

Mirhosseini et al (2008) ao observarem o efeito da Goma Arábica e da Goma Xantana sobre a estabilidade de bebidas emulsionadas do tipo O/A, contendo como fase dispersa óleo de laranja, reportaram uma menor estabilidade das emulsões contendo a Goma Xantana quando comparados com a Goma Arábica. Obtendo emulsões estáveis com diferentes concentrações de espessante após 7 dias de armazenamento.

Quadro 6: Análise de Separação de Fase e do Índice de Cremação.

Tempo	Tratamento	Altura Total (cm)	Altura de separação (cm)	Índice de Cremação (%)
Dia 1	T1	3,6	1,25	34,72
	T6	3,8	0,65	17,10
Dia 7	T1	3,1	1,9	61,29
	T2	3,2	0,2	6,25

	T6	3,5	1,9	54,29
	T7	3,5	0,5	14,29

As demais amostras permaneceram visualmente estáveis e para os valores de pH e condutividade elétrica (Quadro 7) medidos ao longo do tempo de armazenamento, verificou-se uma proximidade do valor de pH na maioria das amostras, e não foi possível concluir se há um aumento ou queda no valor do pH ao longo do tempo de armazenamento dessas emulsões, como pode ser visualizado na Figura 14. Em trabalho semelhante, analisando a estabilidade de emulsões contendo diferentes teores de óleo de pequi, goma guar e goma xantana, não houve diferença significativa entre as amostras para análise de pH. As emulsões apresentaram pH levemente ácido (4,14 a 4,22) (ANDRADE et. at, 2018).

Porém, apesar do presente estudo também não apresentar variações expressivas para os valores de pH, estes indicam uma manutenção dessa propriedade físico-química durante o armazenamento, independente da temperatura em que ele foi realizado. É importante ressaltar que não foi utilizado nenhum conservante na formulação das emulsões, ou seja, alterações microbianas podem ter contribuído para as variações no pH percebidas durante o período de armazenamento.

De forma similar, não foi possível observar influência da temperatura de armazenamento e da concentração da goma xantana nos valores de condutividade elétrica, não havendo comportamento claro de queda ou aumento nos valores com modificações nessas propriedades, como observa-se na Figura 15. Porém, observou-se uma variação semelhante nos tratamentos 1 e 6 durante o período de testes. As amostras não possuem em sua composição a goma xantana, tendo assim uma maior predisposição para separação das fases e apresentando condutividade elétrica inferior as demais amostras que possuem goma em suas formulações. Esse fato ocorre de acordo com Azzini (1999) e Masson (2005) que apontam que a estabilidade de uma emulsão está diretamente relacionada com condutividade elétrica, onde as emulsões do tipo O/A são boas condutoras e as do tipo A/O são más condutoras.

Além disso, comparando-se os resultados obtidos com óleo de gueroba e com o óleo de soja, nenhuma das propriedades avaliadas mostrou uma diferença importante entre as emulsões preparadas com esses óleos, indicando que o óleo de gueroba seria uma possível substituto do óleo de soja em emulsões alimentícias e/ou cosméticas.

Quadro 7: Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e pH das emulsões ao longo dos dias de armazenamento.

Tratamento	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			pH		
	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 1	Dia 3	Dia 7
T1	21,12	29,71	24,65	6,04	5,67	4,94
T2	89,09	114,50	96,41	6,20	6,27	5,26
T3	90,30	119,30	109,70	5,31	5,73	5,21
T4	117,80	163,50	116,30	4,94	4,53	5,11
T5	80,05	101,70	84,00	7,41	5,70	6,40
T6	51,40	64,81	24,85	6,12	4,08	5,91
T7	78,39	95,68	54,94	6,31	5,82	6,04
T8	115,90	137,90	80,00	5,01	4,41	6,52
T9	99,58	116,60	92,88	4,90	4,08	5,87
T10	84,00	100,70	105,30	7,02	5,86	6,90

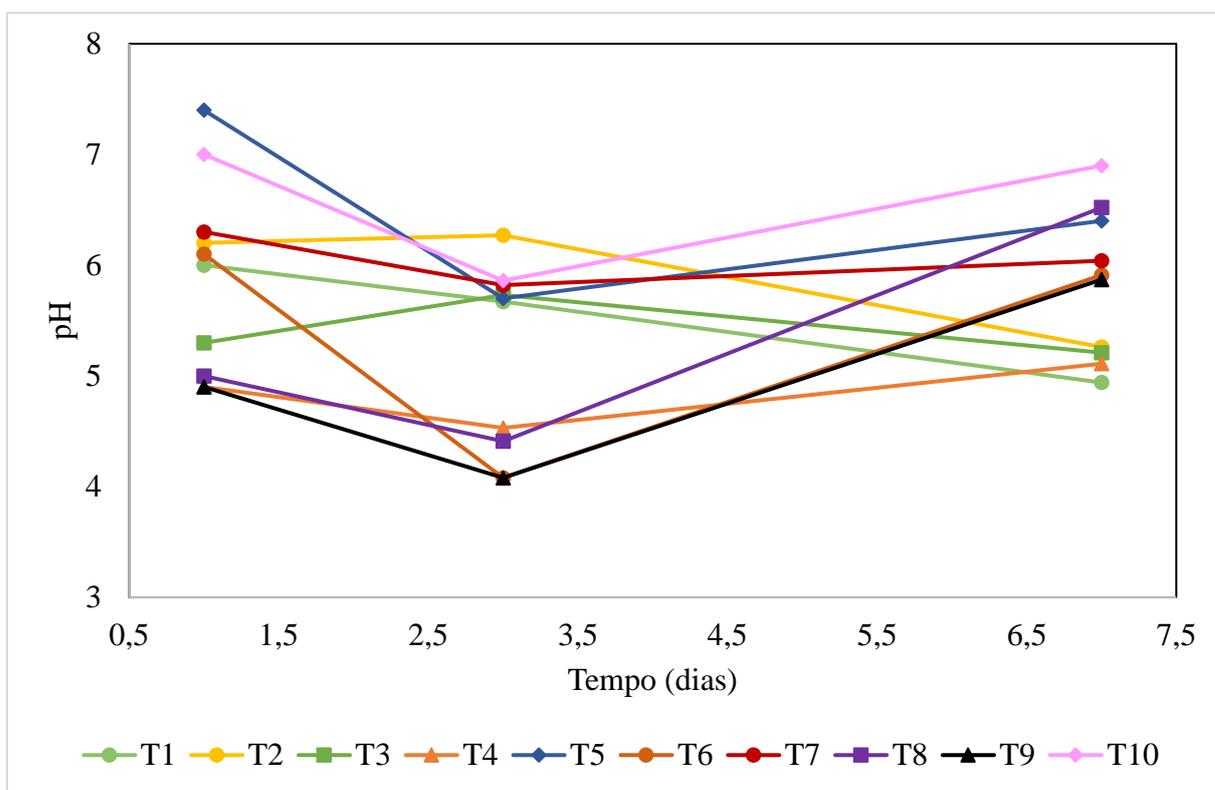


Figura 14: Ph das emulsões ao longo do tempo. Fonte: Acervo Pessoal.

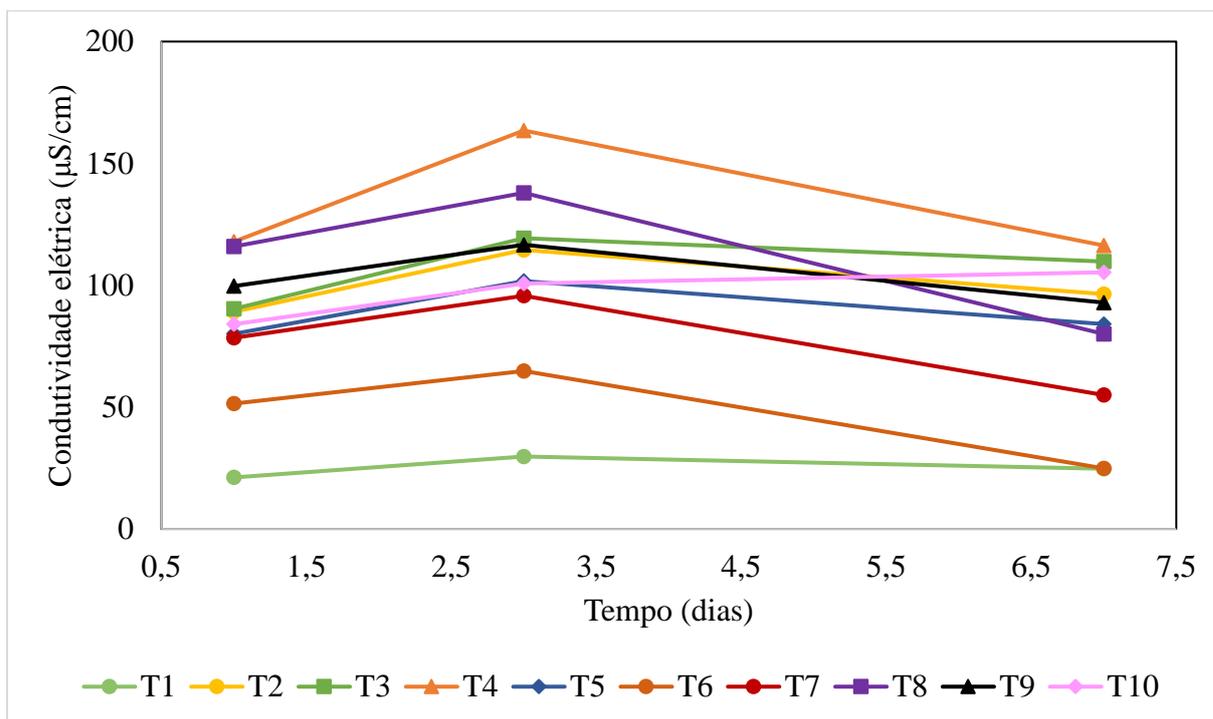


Figura 15: Condutividade elétrica das emulsões ao longo do tempo. Fonte: Acervo Pessoal.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento inicial de emulsões contendo óleo de gueroba apresentado neste trabalho promoveu a formulação e preparo de emulsões estáveis por pelo menos 7 dias com o uso de um agente emulsificante e um espessante. Porém, estudos mais detalhados devem ser realizados para confirmação da estabilidade dessas emulsões, como a avaliação da sua viscosidade. Por fim, ressalta-se que este trabalho indica um potencial de aplicação na indústria de alimentos e cosméticos do óleo de gueroba, visando um aproveitamento eficiente e valorização de toda a espécie.

6. REFERÊNCIAS

ALLEN, L. V. POPOVICH, N. G. ANSEL, H. C. **Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos**. 9 ed. São Paulo: Artmed, 2007.

ALMEIDA, Katcilanya Menezes de et al. Caracterização físico-química de misturas de óleos vegetais para fins alimentares. **Revista Verde de Agroecologia e**

Desenvolvimento Sustentável, Mossoró - RN - Brasil, v. 8, ed. 1, p. 218-222, Jan/Mar 2013.

ANDRADE, R. Q. et al. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de emulsões alimentícias contendo óleo de pequi. **Higiene Alimentar**, Montes Claros, v. 32, p. 284-285, set./out. 2018.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. Brasília: ANVISA, 2004. v.1, 52p.

AOAC. Official methods of analysis. Washington, DC: **Association Of Official Analytical Chemists**, 1997.

AZZINI, R.G. **Desenvolvimento e avaliação “in vitro” e “in vivo” de emulsões contendo óleo de canola e ácidos carboxílicos**. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

BALAKRISHNA, A. K.; WAZED, M. A.; FARID, M. A Review on the Effect of High Pressure Processing (HPP) on Gelatinization and Infusion of Nutrients. **Molecules**, v. 25, n. 10, p. 2369, 20 maio 2020.

BASTIDA-RODRÍGUEZ, J. **The food additive polyglycerol polyricinoleate (E-476): structure, applications, and production methods**. Disponível em: <http://www.hindawi.com/isrn/chemeng/2013/124767/>. Acesso em 09 Fev. 2020. doi: 10.1155/2013/124767

BATISTA, G. S. **Morfologia e germinação de sementes de Syagrus oleracea (Mart.) Becc. (ARECACEAE)**. 2009. 37f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

BRASIL. MAPA. Portaria nº 372, de 04 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de Margarina. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 1997.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**. Presidência da República, Casa Civil, Brasília, DF, 28 mai. 2011. P. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso: 20 ago. 2020.

BORA, P. S.; MOREIRA, R. V. R.; Catolé palm (*Syagrus oleracea* Mart) fruits: fatty and amino acids composition. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 54, n. 2, p. 145- 150, 2003.

CALDERON, F., SCHMITT, V., BIBETTE, J. **Emulsion Science - Basic Principles** 2ª ed. **New York: Springer Science+Business Media**, LLC, 2007.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleraces*), jerivá (*Syagrus 132 romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*) fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 92, n. 3, p. 679-684, 2011

COIMBRA, MC. **Caracterização dos frutos e dos óleos extraídos da polpa e amêndoa de Guariroba (*Syagrus oleracea*), Jerivá (*syagrus romanzoffiana*) e Macaúba (*acrocomia aculeata*)**. 2010. Dissertação – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2010.

COUTO, M. I. P. B. **Avaliação estrutural e reológica de emulsões preparadas com óleo de *dipterix alata* Vog. (Baru), estabilizadas com goma arábica e quitosana**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

DIAS, J. E.; **Cadeia produtiva do óleo de gueroba (*Syagrus oleracea* Becc.): geração de renda para agricultores familiares e promoção da agrobiodiversidade. 2012**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DIAS, J. E.; LAUREANO, L. C; MINGUI, L. C. Cadeia produtiva do óleo de amêndoas de gueroba (*Syagrusoleracea*): geração de renda para agricultores familiare se promoção da agrobiodiversidade. **Revista brasileira de Agroecologia**, p. 352, 2014.

FIB, Food Ingredients Brasil. **Dossiê Gomas**, n. 32, 2015. Disponível em: https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060956712001466776436.pdf. Acesso em 22 maio. 2020.

FRANZOL, A. REZENDE, M. C. Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não-iônico. rev. **Polímeros**, São Paulo, v. 25, p. 1 - 9, 2015.

GALEMBECK, F.CSORDAS, Y. **Cosméticos: A Química da beleza**. 2009. Net, Rio de, 2011. Disponível em: [//fisiosale.com.br/assets/9no%C3%A7%C3%B5es-de-cosmetologia-2210.pdf](http://fisiosale.com.br/assets/9no%C3%A7%C3%B5es-de-cosmetologia-2210.pdf). Acesso em: 16 de julho de 2020.

GHARIBZAHEDI, S. M. T.; RAZAVI, S. H.; MOUSAVI, S. M. Ultrasound-assisted formation of the canthaxanthin emulsions stabilized by arabic and xanthan gums. **Carbohydrate Polymers**, v. 96, n. 1, p. 21–30, 1 jul. 2013.

GONÇALVES, R. A. **Desenvolvimento e avaliação in vitro e in vivo de emulsões contendo óleo de canola e ácidos carboxílicos**. 2000. 169f. Dissertação

(Mestrado Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GUZEY, D; MCCLEMENTS, D. J. Formation, stability and properties of multilayer emulsions for application in the food industry. **Advances in Colloid and Interface Science**, 128-130, p. 227-248, dec, 2006.

HENDERSON, A.; MEDEIROS-COSTA, J. T. de. Areaceae. In: BARBOSA, M. R. de V. et al. (org.). **Checklist das plantas do nordeste brasileiro: angiosperma e gymnospermas**. Brasília, Ministério de Ciências e Tecnologia, 2006.

HILL, S.E. Emulsion. In: HALL, G.M. Methods of testing protein functionality. **London: Blackie Academic & Professional**, 1996. Cap.6, p.153-185.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, 1a edição digital, 4a edição, **Instituto Adolfo Lutz**: São Paulo, 2008.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm/>. Acesso em: 01 maio, 2020.

KARCHER, V. **Determinação Experimental da Energia Interfacial de Emulsões de Água em Óleo Pesado**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação Interdisciplinar de Ciências e Engenharia de Petróleo. UNICAMP, Campinas/SP, 2008.

KRSTONOŠIĆ, V. et al. Influence of sodium dodecyl sulphate concentration on disperse and rheological characteristics of oil-in-water emulsions stabilized by OSA starch-SDS mixtures. **Journal of the Serbian Chemical Society**, v. 77, n. 1, p. 83- 94, 2012.

LAM, R.S.H.; NICKERSON, M.T. Food proteins: a review on their emulsifying properties using a structure-function approach. **Foods Chemistry**, v.141, n.2, p.975-984, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814613004846>. Acesso em: 10 jul. 2020. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.04.038.

LACHMAN, L.; LIEBERMAN, H. A.; KANIG, J. L. Teoria e prática na indústria farmacêutica. **Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian**, v. 2. p. 1517, 2001.

LIMA, J.R.O.; SILVA, R.B.; SILVA, C.C.M. et al. Biodiesel de babaçu (*Orbignya* sp.) obtido por via etanólica. **Química Nova**, v.30, n.3, p.600-603, 2008.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3ª edição, volume 1, **Instituto Plantarum**, Nova Odessa, São Paulo. 2000.

MACHADO, G. C. CHAVES, J. B. P. ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Ceres**, v. 53, n. 308, 2015.

MARTINS, Jakeline Santos; SANTOS, José Carlos Oliveira. Estudo comparativo das propriedades de óleo de coco obtido pelos processos industrial e artesanal. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 515-526, 2015. MCCLEMENTS, D.J. Food emulsions: principles, practice, and techniques. Washington: CRC Press, 2015.

MASSON, D. S. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade físico – química de emulsões O/A quanto a variação de umectantes e a adição de ativos despigmentantes**. Ribeirão Preto. Dissertação (Mestrado) 163p. – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 2015.

MCCLEMENTS, D.J. Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance. **The Royal Society of Chemistry**, v.7, p.2297-2316, 2011. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/sm/c0sm00549e/unauth>>. Acesso em: 06 abr. 2020. doi: 10.1039/C0SM00549E

MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A.; WEISS, J. Emulsion-based delivery systems for lipophilic bioactive components. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 8, p. 109–124, 2007.

MCCLEMENTS, D. J. **Food emulsions: principles, practice, and techniques**. Washington: CRC Press, 2005.

MIRHOSSEINI, H.; PING, C.; HAMID, N. S. A.; YUSOF, S. Effect of Arabic gum, xanthan gum and orange oil contents on ζ -potential, conductivity, stability, size index and pH of orange beverage emulsion. **Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects**, v. 315, p. 47–56, 2008.

NETZ P. A. Ortega G. G. **Fundamentos de Físico-Química: Uma abordagem conceitual para as ciências farmacêuticas**. Porto Alegre: Artmed; 2002.

NOZAKI, V. T. **Potencial Nutricional da amêndoa e da polpa da Guarirova, Syagrus oleracea (Mart.) Becc.** 2012. 100 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.

O'BRIEN, R.D. Fats and oils formulation. In: O'BRIEN, R.D. **Fats and oils – formulating and processing for applications**. 3.ed. Boca Raton: CRC, 2009. Cap.4, p.263-345.

RADUJKO, I. et al. The influence of combined emulsifier 2 in 1 on physical and crystallization characteristics of edible fats. **European Food Research and Technology**,

v.232, n.5, p.899-904, 2011. Disponível em: <https://www.academia.edu/5384735/The_influence_of_combined_emulsifier_2_in_1_on_physical_and_crystallization_characteristics_of_edible_fats>. Acesso em: 09 Fev. 2020. doi: 10.1007/s00217-011-1458-0

SOUZA, J. et al. O uso de micro-ondas no preparo de emulsão e influência na estabilidade. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 3, p. 387-394, 2013.

TANG, J.; QUINLAN, P. J.; TAM, K. C. Stimuli-responsive Pickering emulsions: recent advances and potential applications. **Soft Matter**, v. 11, n. 18, p. 3512–3529, 2015.

THARPS, B. **Forma estrutural do Polisorbato 80**. 2012, p. 3. Disponível em: http://insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/152.pdf

YE, F. et al. Elucidation of stabilizing oil-in-water Pickering emulsion with different modified maize starch-based nanoparticles. **Food Chemistry**, v. 229, p. 152–158, ago. 2017

ZANATTA, C.F. et al. Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. **Food and Chemical Toxicology**, v.48, p.70-75, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691509004256>>. Acesso em: 01 set. 2020. doi:10.1016/j.fct.2009.09.017.