

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

Ana Paula Hagen Martins

ESTUDO DE OBTENÇÃO DE SISTEMAS EMULSIONADOS A PARTIR DE
ÓLEO DE ABACATE

Porto Alegre

2019

Ana Paula Hagen Martins

**ESTUDO DE OBTENÇÃO DE SISTEMAS EMULSIONADOS A PARTIR DE
ÓLEO DE ABACATE**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Nutrição da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnóloga em Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Poliana Deyse Gurak.

Co-ordenadora: Prof^a. Graziela Brusch Brinques

Porto Alegre

2019

Ana Paula Hagen Martins

**Estudo de obtenção de sistemas emulsionados a partir de óleo de
abacate**

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Manuela Poletto Klein - UFCSPA

Prof.^a Dr.^a Vivian Caetano Bochi - UFCSPA

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Nutrição da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnóloga em Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Poliana Deyse Gurak.

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Graziela Bruschi Brinques

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
Leonice e Paulo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto do apoio de diversas pessoas que, no tempo exato, foram essenciais para o meu desenvolvimento pessoal.

Agradeço primeiramente à minha mãe, Leonice, que esteve presente durante todo esse processo e não deixou que eu perdesse o foco, mas também me ajudou no preparo de diversos doces para aliviar a tensão. Ao meu pai, Paulo, por não duvidar das minhas escolhas e apoiar sempre.

À minha família, por entender os momentos de dificuldade e sempre me ajudar a sorrir.

À Karol, por partilhar as mesmas angústias de formanda, mas possuir serenidade ao me aconselhar e apoiar ao longo dos anos.

À Alice por todas as vezes que repetiu para mim, como um mantra, o desfecho e objetivo esperado com o presente trabalho.

À Fran, por ver além do óbvio e caminhar comigo desde dois mil e onze.

Ao César por dividir esses três anos de aprendizado e conquistas.

À Júlia, por doar seu tempo e ser tão solícita.

À Carol B. por estar sempre disposta a ajudar e por ter apoiado este trabalho.

Ao NUPESQ, principalmente à Cristiane, por me receber tão bem e se dedicar a me entregar os melhores tratamentos.

Ao Laboratório de Farmacotécnica e Cosmetologizada, representado pela técnica Rebecca e pela professora Maria.

À minha orientadora, Poliana, pela compreensão e ensinamentos.

À minha co-orientadora, Graziela, por suas contribuições e gentileza.

À Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, por me receber, acolher e proporcionar um ensino de qualidade com excelentes professores e técnicos, bem como instalações.

A todos que contribuíram e torceram pelo sucesso deste trabalho e pelo meu pelo sucesso.

Muito obrigada,

Ana.

RESUMO

No Brasil, o abacate comumente é comercializado e consumido em sua forma *in natura* e em preparos caseiros utilizando-se a polpa. Mas produtos industrializados ainda não estudados (ou pouco estudados) podem ser obtidos, como o óleo de abacate e sua aplicação em produtos emulsionados. O óleo de abacate possui a composição em ácidos graxos similar à do azeite de oliva, principalmente pelo conteúdo de ácido oleico e linoleico, monoinsaturado e poliinsaturado, respectivamente. Assim, este trabalho estudou o desenvolvimento de uma emulsão alimentícia com óleo de abacate em sua formulação. Foram obtidas três formulações de emulsão de óleo de abacate, variando o percentual de emulsificante lecitina de soja em 0,5%, 1,0% e 2,0%. Essas formulações foram submetidas a análise macroscópica visual, microscópica, de pH e a avaliação do índice de cremeação. A formulação contendo 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35% e 0,1% sal se apresentou como a melhor alternativa, frente à análise macroscópica e ao percentual de creme formado. Esta formulação foi analisada durante os ciclos de congelamento, onde obteve-se percentuais de índice de cremeação em torno de 37% dependendo das condições de testes para ciclos de congelamento-descongelamento. Deste modo, apesar de mais estudos serem necessários, o óleo de abacate mostrou ser uma alternativa como fase oleosa para emulsões alimentícias, pois apresenta características sensoriais interessantes, como sua coloração esverdeada que o diferencia positivamente de outros óleos comumente utilizados em molhos e maioneses.

Palavras-chave: Abacate. Óleo de abacate. Emulsões. Índice de Cremeação.

ABSTRACT

In Brazil, avocado is commonly marketed and consumed *in natura* and in homemade recipes that use its pulp. But industrialized products not yet studied (or poorly studied) can be obtained, such as avocado oil and its application in emulsified products. Avocado oil has a fatty acid composition similar to olive oil, mainly due to the oleic and linoleic acid, monounsaturated and polyunsaturated contents, respectively. Thus, this work studied the development of an avocado oil food emulsion in its formulation. Three avocado oil emulsion formulations were obtained, varying the percentage of soy lecithin emulsifier by 0.5%, 1.0% and 2.0%. These formulations were subjected to visual macroscopic, microscopic, pH analysis and evaluation of the creaminess index. The formulation with 84.0% avocado oil, 9.9% purified water, 1.0% soy lecithin, 5.0% vinegar 4.35% and 0,1% salt was the best alternative, considering the macroscopic analysis and the percentage of cream formed. This formulation was analyzed during the freezing cycles, which yielded percentages of creaminess around 37% depending on the test conditions for freeze-thaw cycles. Thus, although more studies are needed, avocado oil has proved to be an alternative as an oily phase for food emulsions, as it has interesting sensory characteristics such as its greenish color that positively differentiates it from other oils commonly used in sauces and mayonnaise.

Key words: Avocado. Avocado oil. Emulsions. Creaming index.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo geral	12
2.2. Objetivos específicos	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1. O abacate.....	13
3.2. Produção.....	14
3.3. Variedades	15
3.4. Composição centesimal da polpa de abacate.....	16
3.5. Produtos obtidos de abacate.....	19
3.5.1. Óleo de abacate.....	20
4. EMULSÕES.....	25
4.1. Formação de emulsões.....	25
4.2. Equipamentos para a obtenção de emulsões	26
4.3. Tamanho de gota	26
4.4. Mecanismos de desestabilidade de emulsões	27
4.5. Surfactantes	28
4.6. Manutenção de emulsões	30
4.7. Emulsão de óleo de abacate: molho de abacate	30
5. MATERIAIS E MÉTODOS	31
5.1. Formulações de molho de abacate	32
5.2.1. Análise macroscópica	34
5.2.2. Análise da avaliação de Índice de Cremação (% IC) ao longo do tempo	35
5.2.3. Análise de microscopia óptica.....	35
5.2.4. Análise de pH.....	35

5.3. Análises de estabilidade em ciclos de congelamento	35
5.4. Análises estatísticas.....	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6.1. Análise macroscópica	37
6.2. Análise da avaliação de Índice de Cremeação (% IC) ao longo do tempo.....	44
6.3. Análise de microscopia óptica.....	48
6.4. Análises de estabilidade em ciclos de congelamento	51
6.4.1. Análise macroscópica em ciclos de congelamento.....	51
6.4.2. Análise da avaliação do Índice de Cremeação (% IC) ao longo do tempo em ciclos de congelamento.....	56
7. CONCLUSÕES.....	59
8. PERSPECTIVAS FUTURAS	60
9. BIBLIOGRAFIA.....	61

1. INTRODUÇÃO

O abacate é um fruto climatérico típico dos climas tropicais ou subtropicais proveniente do abacateiro e sua origem é atribuída à América Central, onde povos indígenas já se alimentavam dos frutos há 5000 anos (PÉREZ ÁLVAREZ; ÁVILA QUEZADA; COTO ARBELO, 2015). É uma fruta caracterizada pelo alto teor de lipídeos em sua composição e que pode ser melhor explorada pela indústria considerando os potenciais benefícios de seus compostos, como antioxidantes, fibras, proteínas, carotenoides e minerais (MARDIGAN et al., 2018; MASSAFERA, G.; COSTA, T. M. B.; OLIVEIRA, 2010). No Brasil, as variedades de espécies encontradas proporcionam a disseminação do cultivo e boa disponibilidade de frutos, independentemente da época do ano, pois existem cultivares com sazonalidade precoce, média e tardia (CEAGESP, 2015).

Atualmente, os maiores usos do abacate são para o consumo da polpa *in natura* devido sua aceitabilidade sensorial e benefícios para saúde quando ingerido em uma dieta balanceada e em quantidades recomendadas. Além do consumo *in natura*, pode-se consumir abacate na forma de óleo vegetal. Alguns estudos demonstraram semelhanças de composição química entre o óleo de oliva - que em sua maioria é produzido fora do país – e o óleo de abacate (ARAÚJO et al., 2018; TANGO; CARVALHO; SOARES, 2005). Assim, no Brasil, o abacate pode e deve ser melhor explorado para a elaboração de alimentos e insumos de maior valor agregado, como por exemplo óleo alimentício o que oportuniza uma ampliação de postos de trabalho e desenvolvimento da cadeia produtiva desde o agronegócio até o varejo, com benefícios econômicos e sociais.

Aliado a isso, a saudabilidade e o bem-estar são aspectos que ganham cada vez mais importância entre os consumidores, devido ao aumento da expectativa de vida e às epidemias de doenças crônicas ligadas à alimentação, como diabetes e obesidade, por exemplo. O aumento de pesquisas que relacionam o abacate a benefícios para a saúde, sugere uma elevação na produção e exploração dessa matéria-prima no Brasil, como observado em outros países (DUARTE et al., 2016; MASSAFERA, G.; COSTA, T. M. B.; OLIVEIRA, 2010).

O hábito de consumo de abacate do brasileiro é em produtos doces, como cremes, pastas e sorvetes. Porém mundialmente, o abacate também é amplamente consumido em preparos e formulações salgadas. É contemporânea a introdução das diversas culturas no cotidiano devido à globalização. Assim, o consumidor busca alimentos típicos da gastronomia de determinado lugar, seja por alguma memória afetiva ou pelo desejo de conhecê-lo. Neste contexto, no Brasil, a inclusão de preparos de abacate na forma salgada deve-se principalmente à culinária da América Central, que dá abertura para a introdução de novos produtos à base de abacate também salgados (WHILEY; SCHAFFER; B.N. WOLSTENHOLME, 2002; WILTBANK, 1977). Nesse sentido, a pesquisa e o desenvolvimento de produtos salgados que possam ser adaptados para a produção em escala industrial podem estimular seu consumo.

O desenvolvimento de tais produtos tem alguns desafios como as mudanças fisiológicas e a estabilidade da polpa após mínimas operações unitárias, como corte e compressão (DAIUTO; PIVETTA; SIMON, 2007). Aproveitar a polpa de abacate para extração de óleo gera um produto de valor agregado que não reflete as injúrias causadas pelo processamento. Alguns cultivares de abacate, como 'Hass' e 'Fuerte', têm teores de lipídeos superiores a 20%, percentual semelhante ao encontrado na soja (MANDARINO, 1987; OLIVEIRA et al., 2013). O óleo extraído pode ser utilizado como ingrediente em diferentes produtos, como molhos, e como substitutivo aos óleos já obtidos em larga escala pois, ao contrário do que ocorre com o azeite de oliva, atualmente poucos países produzem óleo de abacate com destino para o consumo humano. Isto ocorre, sobretudo, devido ao pouco conhecimento por parte dos consumidores e de produtos que utilizem esta matéria-prima em suas formulações, por exemplo (OLIVEIRA, 2011).

No Brasil, segundo busca realizada na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), ligado ao Ministério da Economia, foram encontrados poucos produtos de abacate e óleo de abacate com patente registrada. Nessa busca, dois produtos registrados encontrados são "Desenvolvimento de polpa de abacate congelada sem uso de aditivos químicos" (MARQUES, 2019) e "Processo de obtenção de maionese à base de abacate" (CORDEIRO, 2013) sob número de pedido *BR 10 2017 025357 0 A2* e *BR 10 2012 028700 5 A2*, respectivamente. Entretanto, a primeira patente abrange um

produto de polpa de abacate apenas. Já o segundo, utiliza óleo de abacate, mas em um *blend* com azeite de oliva, diferente do presente trabalho que tem como ineditismo o uso de unicamente óleo de abacate e o estudo da estabilidade de emulsão. Assim, há possibilidades a serem exploradas neste mercado com potencial de expansão em variedade e qualidade de produtos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver uma emulsão alimentícia com óleo de abacate em sua formulação.

2.2. Objetivos específicos

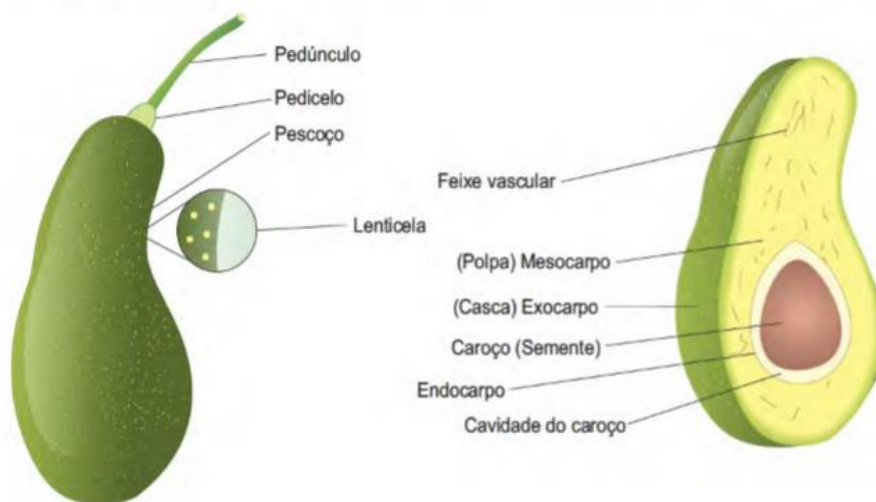
- Estudar as propriedades do óleo de abacate como fase oleosa no desenvolvimento de sistemas emulsionados para uso em molhos.
- Avaliar processo de produção e estabilidade de emulsão alimentícia com diferentes concentrações de emulsificante e sob diferentes condições de armazenamento.
- Fomentar a inserção do óleo de abacate na dieta alimentar da população brasileira.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. O abacate

O abacate é um fruto climatérico típico dos climas tropicais ou subtropicais proveniente do abacateiro, pertencente à família *Lauraceae*, do gênero *Persea* e possui em torno de 150 espécies. Sua origem é atribuída à América Central, onde povos indígenas já se alimentavam dos frutos há 5000 anos (COWAN; WOLSTENHOLME, 2015; HURTADO-FERNÁNDEZ; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ; CARRASCO-PANCORBO, 2018). A Figura 1 ilustra o abacate e suas diferentes estruturas externas e internas.

Figura 1 - Ilustração das diferentes estruturas do abacate.



Fonte: (CEAGESP, 2015).

Embora possa-se referir ao abacateiro apenas como *P. americana* Mill., há três espécies e variedades que caracterizam as três raças mais comuns: Mexicana, *Persea americana* var. *drymifolia*; Antilliana (ou West Indian), *P. americana* var. *americana*; Guatemalense, *P. nubigena* var. *guatemalensis*. Sempre foi observada a distinção entre os diferentes tipos de abacate, a raça americana e a guatemalense provêm da América Central, enquanto a antilhana se desenvolveu e evoluiu no México e na América Central (DONADIO, 1995; WILTBANK, 1977).

O abacateiro tem uma floração generosa que promove o desenvolvimento de várias frutas de superfície lisa ou rugosa com coloração esverdeada a preto

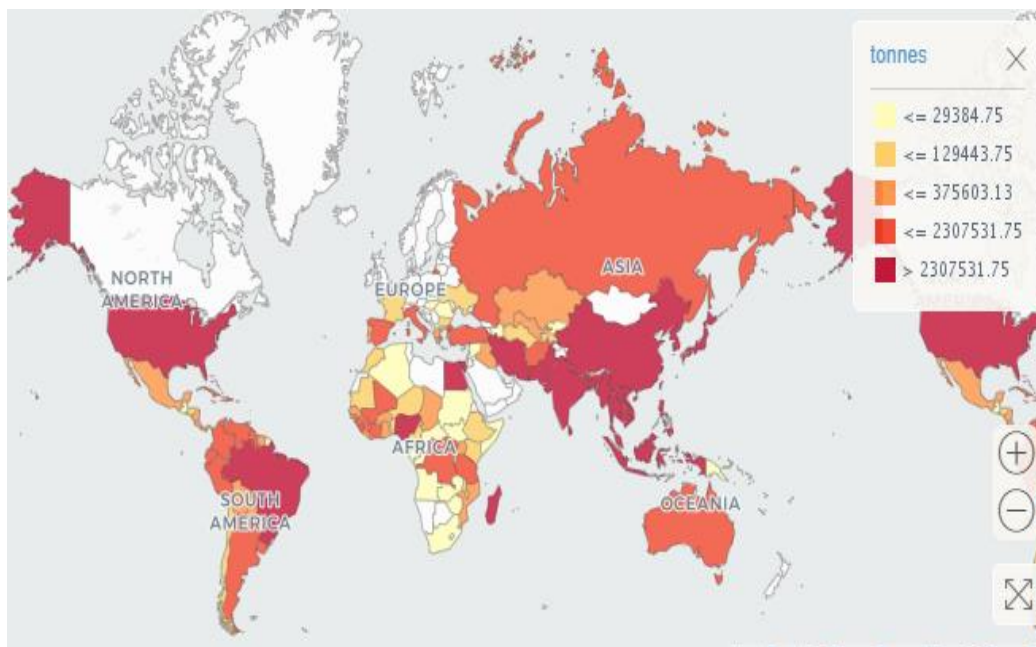
e que pode chegar a pesar 2,5 kg. As árvores possuem tronco grosso e alongado que pode atingir até 20 metros de altura, com auge em torno de dez anos após seu plantio, mas para o controle e manejo em plantações comerciais sua altura não deve ultrapassar mais de 5 metros (PÉREZ ÁLVAREZ; ÁVILA QUEZADA; COTO ARBELO, 2015).

O abacate possui nomes, sabores, pesos, tamanhos e formatos diferentes, devido a quantidade de variedades existentes (ARAÚJO et al., 2018). A polpa do abacate tem uma consistência dura como manteiga e é muito rica em proteínas e gorduras, chegando a aproximadamente de 10 a 20 % em óleo (ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, 2012).

3.2. Produção

A produção mundial de abacate no ano de 2017 foi de 5.924.398 toneladas em uma área total plantada de 587.278 hectares. A América é responsável por 74% do total produzido (FAO, 2019). A Figura 2 apresenta o volume de produção de abacates, em toneladas, por país no ano de 2017.

Figura 2 - Quantidades de produção de abacates por país em 2017.



Fonte: (FAO, 2019).

O maior produtor de abacates é o México cuja produção entre 2007 e 2017 foi superior a 1,4 milhões de toneladas, valor 3,8 vezes maior que o segundo

maior produtor no mesmo período, a República Dominicana. Neste *ranking*, o Brasil ocupa a sexta posição, com produção superior a 213 toneladas de abacate e 12,9 hectares de área plantada (FAO, 2019).

As primeiras mudas de abacate introduzidas no Brasil entre o final do século 18 e início do século 19, tiveram sua origem em “West Indian”, região hoje localizada entre os países da Guatemala e da Nicarágua. Os primeiros locais a identificarem o cultivo do abacate foram os estados do Amazonas e do Pará, e posteriormente o cultivo se espalhou pela costa do Atlântico até a região Sudeste. Esta última região até hoje mantém-se como principal produtora brasileira de abacates (WHILEY; SCHAFFER; B.N. WOLSTENHOLME, 2002; WILTBANK, 1977).

Em São Paulo, maior produtor de abacate do Sudeste, foram produzidas 132.017 toneladas no ano de 2018. No Rio Grande do Sul, no mesmo ano, foram produzidas 4.558 toneladas de abacate em 367 hectares plantados, gerando um rendimento médio de 12.522 kg produzidos por hectare. O Rio Grande do Sul já chegou a 6.907 toneladas, em 2011, mas desde então vem reduzindo a quantidade produzida e aumentando seu valor (IBGE, 2019).

A floração do abacate pode variar de acordo com a região do plantio, em consequência das diferenças climáticas do Brasil. A floração dos abacateiros ocorre entre os meses de maio e dezembro no Sudeste, por exemplo, com a maior temporada de floração de julho a outubro, contudo há comercialização durante todo o ano. Para o consumo nacional, abacates de 600 g são a preferência e para exportação, prefere-se os em torno de 350 g. As cultivares de maior importância econômica atualmente são consideradas híbridos guatemalenses (WHILEY; SCHAFFER; B.N. WOLSTENHOLME, 2002; WILTBANK, 1977).

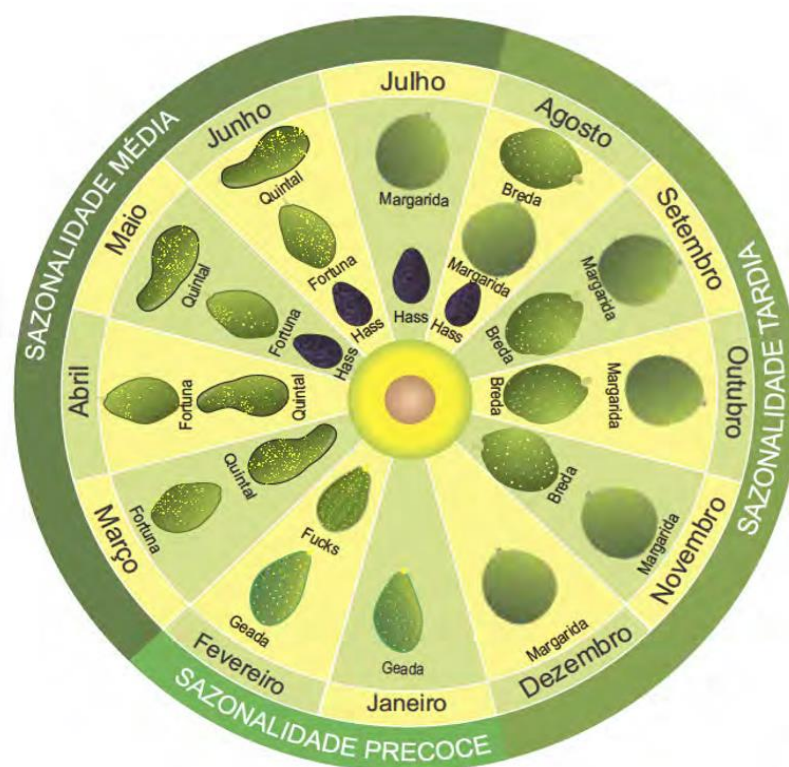
3.3. Variedades

As variedades dominantes de mercado no Brasil em relação ao consumo e produtividade são a "Hass", de casca escura quase negra, e a "Fuerte", de casca verde, devido a qualidade, menor tamanho, maior tolerância ao frio, resistência para comercialização e constante disponibilidade (NAGATA; LÖRZ; WIDHOLM, 2007; WILTBANK, 1977).

Há grandes esforços para a seleção de cultivares cada vez melhores, pois desses esforços proveram, por exemplo, a variedade 'Quintal' e 'Fortuna' que são importantes seleções locais de mudas (WILTBANK, 1977). A Figura 3 apresenta um calendário da floração do abacate, dividido pela sazonalidade, para diferentes variedades comumente cultivadas no país.

Em termos de produção, o estado de São Paulo compõe a maior região produtora de abacate no Brasil, apresentando o maior volume de produção das variedades de 'Fortuna', 'Geada', 'Quintal' e 'Margarida', respectivamente (DORIZZOTTO et al., 2011; IBGE, 2016).

Figura 3 - Sazonalidade do abacate.



Fonte: (CEAGESP, 2015).

3.4. Composição centesimal da polpa de abacate

A caracterização de variedades de frutas é imprescindível para conhecer as peculiaridades dos alimentos tanto para consumo direto como para aplicação em diferentes produtos (LOPEZ, 1998). A composição centesimal do abacate pode apresentar variações, pois há dependência da variedade caracterizada e do local de cultivo (CEAGESP, 2015). A Tabela 1 apresenta valores de umidade,

proteínas, lipídeos e fibras analisados por diferentes autores para as variedades 'Margarida', 'Ouro Verde', 'Hass', 'Fortuna', 'Quintal' e 'Breda', ou uma caracterização mais ampla, de autoria da UNICAMP e USDA, onde as variedades não foram consideradas. O pH da polpa de abacate é de 6,5, aproximadamente (BORGES; RODRIGUES; ALVES, 2016).

Tabela 1: Composição centesimal de polpa de variedades abacate por diferentes autores.

Variedade	Umidade (%)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Fibras (g)	Cinzas (g)	Referência
Diversos	83,8	1,2	8,4	6,3	0,5	(UNICAMP, 2011)
	72,3	1,96	15,41	6,8	1,66	(USDA, 2019)
Margarida	83,06	1,01	8,8	5,02	0,22	(GOMES et al., 2018)
	81,2	0,74	8,74	2,95	0,81	(OLIVEIRA, 2011)
	79,12	1,19	14,05	-	0,77	(ZUGE, 2015)
Ouro Verde	76,94	2,08	13,1	5,01	0,19	(GOMES et al., 2018)
	78,88	0,86	8,45	4,13	0,94	(OLIVEIRA, 2011)
Hass	62,11	1,9	21,07	7,14	2,4	(OLIVEIRA, 2011)
	67,19	2,36	22,39	-	1,38	(ZUGE, 2015)
Fortuna	81,38	1,12	6,43	4,24	1	(OLIVEIRA, 2011)
	76,94	0,97	13,88	-	0,87	(ZUGE, 2015)
Quintal	75,2	1,14	10,95	4,95	0,83	(OLIVEIRA, 2011)
Breda	78,06	1,61	11,8	5,13	0,17	(GOMES et al., 2018)

Em sua composição, a literatura relata que o abacate possui valores consideráveis de ácidos graxos monoinsaturados, influenciados por diversos fatores, tais como: cultivar, localização geográfica da planta e estágio de maturação do fruto. Quando caracterizada a composição em ácidos graxos em função da variedade, 'Quintal', 'Fuerte' e 'Ouro Verde' são variedades que apresentaram concentrações mais elevadas de ácidos graxos ômega nove, representado majoritariamente pelo ácido oleico. O ácido oleico é o principal ácido graxo presente no abacate, seguido de ácido palmítico e linoleico (totalizando uma porcentagem de aproximadamente 80%) (ARAÚJO et al., 2018; TANGO; CARVALHO; SOARES, 2005). Além dos ácidos graxos com efeitos benéficos à saúde, estudos também mostram a presença de ocorrência de carotenoides no abacate. Essas substâncias bioativas podem promover resultados positivos à saúde, como atividade pró-vitáminica A e alto potencial antioxidante em relação a espécies reativas de oxigênio. O teor de carotenoides encontrados nas variedades 'Ouro Verde', 'Margarida', 'Quintal e 'Breda', expresso em mg de betacaroteno / 100 g são respectivamente $0,677 \pm 0,94$, $0,613 \pm 0,19$, $0,562 \pm 0,74$, $0,277 \pm 0,12$ (ARAÚJO et al., 2018; MARDIGAN et al., 2018; RODRIGUES-AMAYA, 2008).

3.5. Produtos obtidos de abacate

O abacate é um alimento diário na América Central. No México é uma matéria-prima de tradição amplamente consumida e preparada como alimento tradicional. O guacamole, por exemplo, é composto de purê de polpa de abacate, tomate, cebola, alho, suco de limão, coentro, jalapeño chilli e sal. Outros países têm o hábito de consumir a fruta apenas com açúcar e/ou limão ou em preparos mais refrescantes como sorvetes e *milk shakes* (WHILEY; SCHAFFER; B.N. WOLSTENHOLME, 2002).

Daiuto (2011) pesquisou a aceitação do guacamole com relação à aceitação, aparência, cor, textura e sabor. O guacamole foi processado com a adição de α -tocoferol e ácido ascórbico e conservado pelo frio. Suas análises englobaram acondicionamento em embalagens de polietileno e de polietileno com náilon, com e sem aplicação de vácuo, submetidas aos tratamentos pelo frio ao longo do tempo. Os resultados obtidos pelo autor mostraram que a adição

de ácido ascórbico e α -tocoferol permite a conservação do produto sob refrigeração em embalagens de polietileno e por até 30 dias, em qualquer embalagem (DAIUTO et al., 2011).

Cowan e Wolsthholme (2015) apresentam o preparo do molho, armazenado embalado em recipientes de polietileno e congelados, em um processo simplificado onde “a polpa é cortada em um liquidificador de alta velocidade com água, emulsificantes e especiarias”.

Züge (2017), em seu estudo, preparou e caracterizou emulsões utilizando fosfolipídios com 1% em peso de óleo de polpa de abacate e entre 20 e 70% em volume de fase oleosa. Também preparou emulsões com concentrações de fosfolipídios de 1 e 2% em peso e com variação de pH entre 3 e 7. Os resultados obtidos apontaram que os fosfolipídios obtidos de abacate têm uso potencial como emulsionantes para formar emulsões óleo em água (O/A) estáveis (ZÜGE et al., 2017).

3.5.1. Óleo de abacate

O abacate é uma fruta conhecida pelo alto teor de lipídeos em sua composição. O óleo de abacate é obtido através da extração de óleo tanto do mesocarpo quanto da semente (WERMAN; MOKADY; NEEMAN, 1996). Na Tabela 2, elaborada por Massafra e colaboradores (2010), está descrita a porcentagem do óleo no mesocarpo e na semente dos cultivares analisados sendo possível observar a diferença de percentuais de óleo obtido do mesocarpo e da semente.

Tabela 2: Porcentagem de óleo no mesocarpo e na semente dos cultivares estudados (MASSAFERA, G.; COSTA, T. M. B.; OLIVEIRA, 2010), adaptado.

Parte do fruto (% de óleo)	Cultivar		
	Fortuna	Ouro Verde	Princesa
Mesocarpo	8,50	16,44	5,20
Semente	1,53	1,40	0,38

Apesar do óleo de abacate ter uma produção mundial pequena em relação a outros óleos, possui valor comercial mais elevado frente ao abacate *in*

natura, sendo usado principalmente pelas indústrias farmacêuticas devido às suas características físicas e químicas. O interesse para estas indústrias está ligado ao teor de vitamina E (α -tocoferol) da fruta, em torno de 3%. Do mesmo modo, o óleo de abacate pode passar ou não pelo processo de refino e ser utilizado para a indústria de alimentos, visto que há possibilidade de produção ao longo de todo o ano (MASSAFERA, G.; COSTA, T. M. B.; OLIVEIRA, 2010). Além disso, pela matéria-prima apresentar durante a safra principal excedente de produção que o consumo in natura não absorve, a produção de óleo é uma alternativa bem promissora, visto que o rendimento do óleo pode chegar a até 2.800 litros por hectare versus os 400 litros por hectare da soja, por exemplo (PEREIRA, 2015).

Os principais componentes lipídicos presentes no mesocarpo do abacate são ácidos graxos monoinsaturados, sobretudo o ácido oleico. São encontrados também quantidades significativas dos ácidos graxos palmítico (20 %), linoleico (10%), palmitoleico (5%) e esteárico (0,5%) (ZUGE, 2015). No estudo de Almeida et al. (2018), dados do perfil de ácidos graxos do azeite de abacate (por ele ser assim designado, visto que óleos são extraídos de sementes e azeites de polpas de frutos) das variedades Margarida, Quintal, Fortuna, Ouro Verde, Hass e Fuerte são relatados na Tabela 3. O conteúdo de ácido oleico é majoritário em todas as variedades. O teor de ácidos graxos poliinsaturados apresenta-se em torno de 15% para a maioria das variedades. Sob o ponto de vista tecnológico, o reduzido teor de ácidos graxos poli-insaturados é uma característica desejável em óleos, pois estes são mais suscetíveis à oxidação (FERRARI, 2015).

Tabela 3: Perfil de ácidos graxos do azeite de abacate das variedades Margarida, Quintal, Fortuna, Ouro Verde, Hass e Fuerte (ALMEIDA et al., 2018).

Variedade	Palmítico [16:0]	Estearico [18:0]	Palmitoleico [16:1 n-7]	Oleico [18:1 n-9]	Linoleico [18:2 n-6]	α-linolênico [18:3 n-3]
Margarida	23,3	-	2,6	57,3	14,8	1,25
	22,7	1,1	3,9	55,8	15,3	1,03
	20,3	0,6	3,4	51,7	13,8	-
Quintal	19,8	0,9	4,2	66,2	8,8	-
	19	0,5	7,6	65,2	9,3	-
Fortuna	20,7	0,2	11,2	50,3	13,5	1,76
	20,5	0,5	9,1	51,4	15,9	0,97
Ouro Verde	18,3	0,5	6,8	60,6	13,2	-
	28,1	-	8,7	36,4	22,9	3,22
Hass	28,2	0,7	5,7	50,9	13,9	0,58
	19,4	-	11,3	54,7	13,2	0,83
	8,2	0,3	5,1	64,7	14,5	3,93
	24,5	0,3	13,3	47,7	14,2	-
Fuerte	11,5	0,2	9,8	56,6	14,2	2,45
	20,8	0,7	5,6	62,9	9,3	0,37
	20,2	0,4	7,9	61,4	10,1	-
Hass + Fuerte	22,7	0,4	12,7	50,5	12,7	0,67

Adicionalmente, as semelhanças entre o óleo de abacate e o óleo de oliva vêm sendo bastante estudadas. O óleo de oliva, altamente consumido no Brasil, é ainda majoritariamente de origem importada. Assim como o óleo de oliva, o óleo de abacate é extraído da polpa dos frutos e suas propriedades físico-químicas são bastante similares, principalmente pela composição de seus ácidos graxos, predominando, em ambos, o ácido oleico (ômega 9). Também, os dois apresentam ácidos graxos ômega 3 e 6, que são de interesse para pesquisas em saúde na prevenção de doenças cardiovasculares (DAIUTO; PIVETTA; SIMON, 2007). Salgado et al. (2018) compararam a composição de ácidos graxos de óleo de abacate, variedade Margarida, e azeite de oliva, conforme a Tabela 4, e encontrou valores similares para os ácidos graxos oleico, linoleico, linolênico entre as amostras analisadas.

Tabela 4: Comparação entre a composição de ácidos graxos do óleo de abacate da variedade Margarida e azeite de oliva (SALGADO et al., 2008).

Ácidos graxos (%)	Óleo de abacate variedade Margarida	*Azeite de oliva
Mirístico	0,13	-
Palmítico	22,74	10,8
Palmitoleico	3,92	-
Esteárico	1,07	3,8
Oléico	55,81	69,5
Linoleico	15,30	14,9
Linolênico	1,03	0,6

Tango (2005) confrontou as características do óleo de abacate com diferentes óleos vegetais como óleo de oliva (refinado ou não), óleo de amendoim, óleo de algodão, óleo de milho, óleo de soja, óleo de gergelim e óleo de girassol. O óleo de abacate apresentou percentuais de ácidos graxos monoinsaturados maiores que os de óleo de algodão, gergelim, amendoim, girassol, milho e soja. Neste trabalho, também foi relatado que a composição em ácidos graxos é similar à do óleo de oliva, principalmente pelo conteúdo de ácido oleico e linoleico, monoinsaturado e

poliinsaturado, respectivamente (TANGO; CARVALHO; SOARES, 2005). Assim, é possível observar seu potencial como substituto do óleo de oliva ou uso em *blends*.

Para ser alternativa ao óleo de oliva, por exemplo, a produção em escala industrial e de comercialização brasileira conta com empresas em vários lugares do território nacional. O Azeite Hass, de Bauru, São Paulo, é um produto da parceria entre as empresas Americana Óleos e Fazenda Jaguacy, que busca produzir para consumo interno e exportação azeite de abacate da variedade 'Hass', a partir da polpa com extração a frio por centrifugação (HASS, 2019). A Campestre (CAMPESTRE IND. E COM. DE ÓLEOS VEGETAIS LTDA), sediada em São Bernardo do Campo, São Paulo, está no mercado desde 1974 e realiza a extração e comercialização para mercado interno de diversos óleos vegetais, entre eles o de abacate (CAMPESTRE, 2019). Já a produção da empresa Flor do Abacate, com 30 anos de atuação, concentra-se em três fazendas localizadas nos municípios de São Sebastião do Paraíso, São Tomás de Aquino e Ibiraci, no Estado de Minas Gerais e em Cajuru, São Paulo, onde são colhidas mais de 3 mil toneladas de abacates para a produção de óleo e outras matérias-primas (ABACATE, 2019). Outra empresa que compõe o mercado de óleo de abacate é a Pazze Indústria de Alimentos, que atua nacionalmente no segmento de produtos naturais para alimentação saudável, entre eles o óleo de abacate comercializado em embalagens tradicionais e na versão *spray*, para uso direto em saladas (PAZZE, 2019).

4. EMULSÕES

As emulsões são utilizadas em larga escala na produção de alimentos e consistem em dispersões de um líquido em outro (ambos imiscíveis para que conservem suas características quando misturados) em que um deles, a fase dispersa, encontra-se na forma de finos glóbulos no meio do outro líquido, a fase contínua. Estas dispersões são termodinamicamente instáveis e a emulsão pode ser do tipo óleo em água ou água em óleo. A primeira é onde óleo é disperso em uma fase aquosa contínua, e a segunda onde gotículas de água são dispersas na fase contínua oleosa. A fase aquosa pode conter múltiplos elementos solúveis, entre eles moléculas de açúcares, sais, ácidos, bases, proteínas e carboidratos. Comumente em alimentos, as emulsões são do tipo óleo em água e em menor número, água em óleo (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009; FARIAS, I. E. G; EGITO, 2009; MCGEE, 2011; RODRIGUES, 2011). A composição da fase contínua é o que determina o pH, interações coloidais e as condições do solvente para surfactante (STIG FRIBERG, KARE, LARSSON, 2004).

4.1. Formação de emulsões

Para a formação de uma emulsão são necessários óleo, água, emulsificante e energia, em geral mecânica fornecida por intensa agitação (FARIAS, I. E. G; EGITO, 2009; MCGEE, 2011; STIG FRIBERG, KARE LARSSON, 2004). Diversos fatores influenciam na escolha de um sistema de emulsificação ou outro, como a fração de volume de óleo ou diâmetros de gotículas desejados (BENGOECHEA et al., 2009).

No preparo das emulsões, a energia envolvida está relacionada aos resultados obtidos para distribuição do tamanho: gotas menores são mais desejáveis, quanto à estabilidade física. A quantidade de energia e emulsificante para a produção da emulsão são inversamente proporcionais ao tamanho da partícula a ser obtida. Também, a composição e a espessura da camada superficial das gotas, determinam as propriedades interfaciais e as forças de interação coloidal (FENNEMA, DAMODARAN, 2010; MCGEE, 2011).

A viscosidade das emulsões sofre efeito da fração de volume da fase dispersa, podendo variar de líquido fino à pasta, dependendo do produto. A formação de sobrenadante está ligada à viscosidade da fase contínua através de sua composição, mas também pode estar relacionada à tensão superficial (STIG FRIBERG, KARE LARSSON, 2004).

Assim, para a obtenção de uma emulsão deve haver equilíbrio entre as proporções das fases. Também, alguns cuidados devem ser tomados, como iniciar a adição dos ingredientes pela fase contínua, juntamente com o emulsificante e o estabilizante a serem utilizados e, então, a fase dispersa deve ser incorporada, lentamente, à fase contínua sob agitação consecutiva e vigorosa, sob o risco de que a emulsão não se forme. Apenas com o aumento da viscosidade da emulsão é que a adição da fase dispersa pode ser elevada (MCGEE, 2011).

4.2. Equipamentos para a obtenção de emulsões

Diversos equipamentos de escala industrial ou laboratorial, como agitadores mecânicos, homogeneizadores, moinhos coloidais e ultrassonicadores, são encontrados no mercado e permitem produzir emulsões, sendo o fator mais importante envolvido na produção de uma emulsão o grau de corte e turbulência. A agitação necessária vai depender do volume total de líquido a ser agitado, da viscosidade do sistema e da tensão interfacial na interface óleo-água (CASTRO, 2014a).

De Moura e colaboradores (2017) prepararam emulsões em equipamento IKA Ultra-Turrax T25, a 9000 rpm, por 7 minutos (DE MOURA et al., 2017). Okuro (2019) preparou emulsões de A/O homogeneizada com IKA Ultra-Turrax T18, a 14.000 rpm, por 50 minutos (OKURO et al., 2019). Veríssimo (2007) aplicou banho-maria à temperatura controlada de 70°C para ambas as fases separadamente e em seguida, incorporou a fase aquosa à fase oleosa sob agitação, usando o misturador Ultra-turrax a 16000 rpm por 10 minutos para obter emulsão (VERÍSSIMO; EGITO, 2007).

4.3. Tamanho de gota

A classificação da emulsão pelo tamanho de gota é bastante importante. As emulsões ou macroemulsões, que apresentam gotas com diâmetro entre 0,1 μm e 100 μm , têm como característica a turvação ou opacidade, além da instabilidade termodinâmica. Nanoemulsões possuem gotas com diâmetro inferior a 0,2 μm e apesar de apresentarem estabilidade por algum período, também são termodinamicamente instáveis. Já as microemulsões, com diâmetro inferior a 0,1 μm , oferecem melhor estabilidade termodinâmica mas são suscetíveis às condições ambientais, que quando alteradas as desestabilizam (MCCLEMENTS, 2005).

O tamanho das gotículas que são emulsionadas é grande o suficiente para que haja o desvio da luz, tornando o aspecto das emulsões leitoso. Quanto maior a

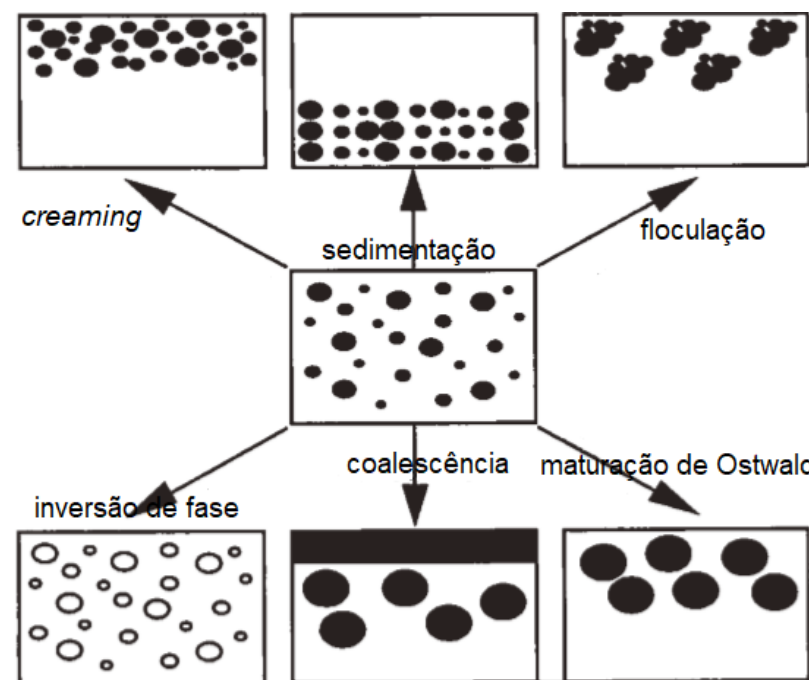
quantidade de gotículas acumuladas, mais difícil é a movimentação das moléculas, o que gera um aspecto mais viscoso (MCGEE, 2011).

4.4. Mecanismos de desestabilidade de emulsões

A estabilidade de uma emulsão é sua tendência a resistir, em função do tempo, a alterações nas suas características sensoriais e físico-químicas (ZUGE, 2015). Diversos fatores têm influência na estabilidade das emulsões como pH, temperatura de armazenamento, luz e oxigênio (CASTRO, 2014b). A inconstância físico-química de um sistema emulsionado, quando caracterizada, pode apontar a necessidade de alterações na formulação para se alcançar a maior estabilidade desta (FARIAS, I. E. G; EGITO, 2009).

Dentre os processos físicos que cooperam para o fim da estabilidade de uma emulsão estão a cremação (ou *creaming*), a floculação, coalescência, a inversão de fases, a sedimentação e maturação de Ostwald, por exemplo, conforme a Figura 4 (SANTOS, 2011).

Figura 4 - Representação de efeitos de instabilidade em emulsões, adaptado (TADROS, 2010).



(TADROS, 2010).

Uma das formas mais comuns de instabilidade em emulsões convencionais é a separação gravitacional, através da sedimentação ou de *cremeação*, fenômenos sujeitos às densidades relativas das fases dispersa e contínua: se a fase dispersa tem menor densidade relativa que a contínua, há o processo de *cremeação*, do contrário, se há sedimentação, a densidade relativa da fase dispersa é maior que a da fase contínua. Comumente, a formação de *cremeação* é mais prevalente em emulsões óleo-água, enquanto a sedimentação é mais prevalente em emulsões de água-óleo (MCCLEMENTS; RAO, 2011).

A inversão de fases é considerada uma instabilidade pois a emulsão perde suas características originais, assim uma emulsão água-em-óleo (A/O) torna-se óleo-água (O/A), ou vice-versa (ZUGE, 2015).

A maturação de Ostwald é o fenômeno que não costuma ocorrer em emulsões óleo-água (O/A) e que favorece a separação de fase da emulsão através da união das gotas, devido a diferença de potencial químico entre gotas de diferentes tamanhos (DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, 2010a; MCCLEMENTS; RAO, 2011; ZUGE, 2015).

A fusão entre duas ou mais gotas formando uma única gota maior com redução da área interfacial total é conhecida como coalescência. Uma emulsão apresenta floculação quando duas ou mais gotas formam um agregado, porém sem formação de uma única gota maior, mantendo sua integridade individual e acelerando a taxa de separação gravitacional (DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, 2010b; MCCLEMENTS; RAO, 2011).

4.5. Surfactantes

Surfactantes ou agentes tensoativos são de origem natural, como monoacilgliceróis e fosfolipídios, ou sintética e podem ser polímeros ou pequenas moléculas anfifílicas. São conhecidos também pela nomenclatura “emulsificantes” (DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, 2010a). Sua aplicação no processamento de alimentos dá-se quando é necessária a redução na tensão superficial como, por exemplo, na produção e estabilização de dispersões (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).

Os emulsificantes são moléculas capazes de diminuir a tensão superficial de um líquido que se encontra disperso em outro, facilitando a formação de gotículas menores que propiciam uma emulsão mais cremosa (BELITZ; GROSCH;

SCHIEBERLE, 2009). As moléculas surfactantes agem de acordo com suas características na fase contínua ou aquosa, através de sua porção hidrofílica, e podem ser classificadas como aniônicas, catiônicas, não iônicas, ou zwitteriônicas (anfóteras) (DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, 2010a). A maioria dos surfactantes iônicos de grau alimentício é carregada negativamente e, entre os tensoativos zwitteriônicos amplamente utilizados em alimentos, estão os fosfolipídios, como a lecitina (MCCLEMENTS; RAO, 2011). Fosfolipídios são alterações dos triacilgliceróis, onde se encontram grupos fosfatos (ZUGE, 2015). Na maionese, uma emulsão bastante comum e antiga entre os molhos utilizados em alimentos, os fosfolipídios presentes na gema do ovo agem com emulsificantes (MCGEE, 2011).

A tensão superficial é uma tendência dos líquidos de diminuir sua área superficial quando são inseridos em um mesmo recipiente, formando fases distintas se nenhuma força atuar sobre elas. Para que a tensão superficial seja rompida, é necessário que uma força mecânica atue sobre as fases. Frequentemente, apenas o uso de agitação mecânica não é suficiente para que a tensão superficial seja reduzida e, para isso, é possível ou necessário o uso de um emulsificante (MCGEE, 2011; ZUGE, 2015).

Comumente, lecitina e proteínas são utilizados com finalidade emulsificante. A adaptação de uma proteína como um emulsificante depende da taxa na qual ela se difunde na interface e no modo como se comporta sob a influência da tensão interfacial. A taxa de difusão depende da temperatura e do peso molecular, que por sua vez pode ser influenciado pelo pH e pela força iônica (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009; MCGEE, 2011). É importante também avaliar o equilíbrio hidrofílico-lipofílico das moléculas surfactantes, o BHL, que varia de 1 a 40. Ele indica a solubilidade da molécula no meio, sendo que valores próximos de 7 significam solubilidade semelhante à da água. Quando o BHL é superior a 7, o surfactante é adequado para a obtenção de emulsões O/A. O BHL da lecitina é bastante elevado, por isso sua ampla utilização (DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, 2010b).

A lecitina é uma molécula pequena, de ocorrência natural, que tem uma fração semelhante à gordura, que se liga à fase lipídica. Outra fração é hidrofílica e se liga às moléculas de água. Já as proteínas são longas cadeias de aminoácidos com várias regiões compatíveis tanto com água quanto com gordura. Entretanto, nem sempre se obtém uma emulsão estável com o uso de emulsificantes. A proximidade das gotículas

causada pelo emulsificante pode fazer com que se reúnam novamente devido à tensão superficial (MCGEE, 2011; ZÜGE et al., 2017).

4.6. Manutenção de emulsões

Após a obtenção da emulsão, esta deve ser mantida longe de altas temperaturas, pois o calor provoca movimentação das gotículas com muita energia, o que pode gerar colisões fortes o suficiente para agrupar as gotículas em gotas maiores. Além disto, temperaturas superiores a 60 °C já iniciam o processo de desnaturação das proteínas, no caso o emulsificante da emulsão. Também não deve ser exposta a frio intenso, pois este aumenta a tensão superficial, facilitando o reagrupamento (MCGEE, 2011).

A perda da emulsão pode ser revertida e o produto ainda pode ser recuperado com uma nova agitação vigorosa. Este método tem bom funcionamento para emulsões com moléculas de estabilizante e emulsificante em bom estado. Também, pode ser adicionada uma pequena quantidade de emulsificante à fase contínua e com o auxílio de um agitador, aos poucos ir adicionando-se à mistura a ser recuperada (MCGEE, 2011).

4.7. Emulsão de óleo de abacate: molho de abacate

De acordo com a legislação vigente, são caracterizados e identificados como molhos “os produtos em forma líquida, pastosa, emulsão ou suspensão à base de especiaria (s) e ou tempero (s) e ou outro (s) ingrediente (s), fermentados ou não, utilizados para preparar e ou agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas”. Estes produtos podem ser designados de “Molho” seguido do ingrediente que caracteriza o produto ou por denominações consagradas pelo uso. A designação pode ser seguida de expressões relativas ao processo de obtenção, forma de apresentação, finalidade de uso e/ou característica específica (ANVISA, 2005). Assim, em adequação à legislação, o produto obtido neste trabalho é denominado molho de abacate e seu preparo encontra-se descrito no item de Materiais e Métodos.

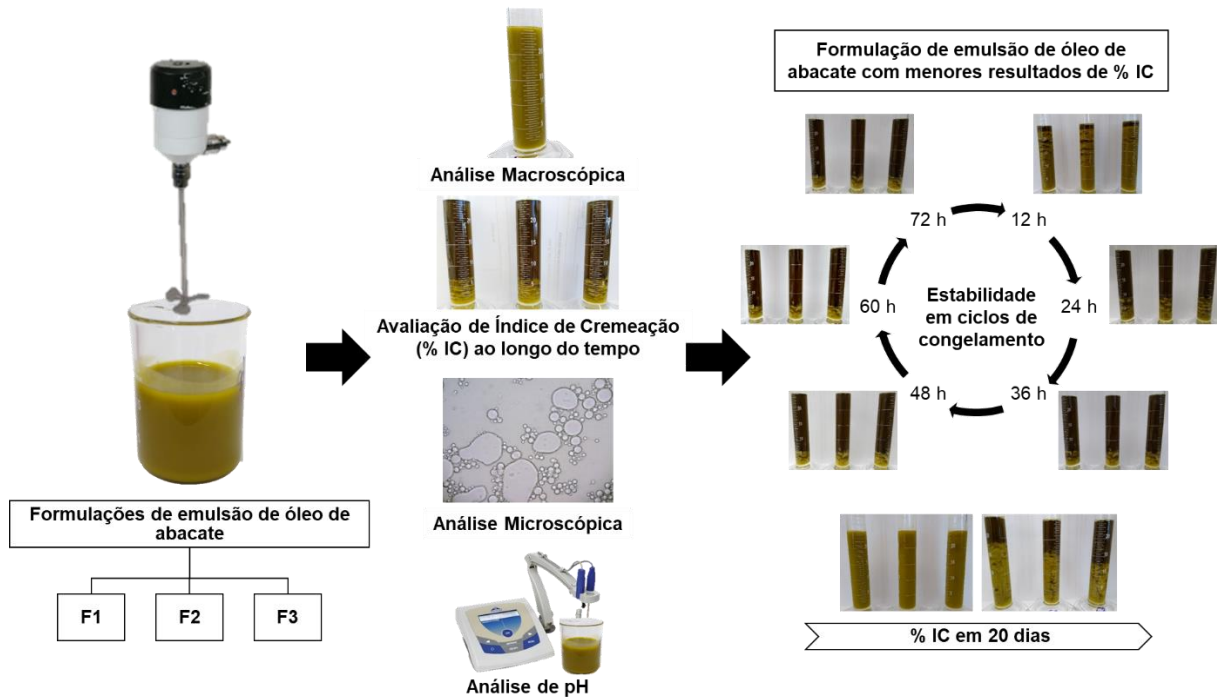
5. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Farmacotécnica e Cosmetologia da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, entre os meses de agosto e setembro de 2019, e trata-se de uma pesquisa para a obtenção de sistemas emulsionados a partir de óleo de abacate, em que se buscou avaliar a estabilidade das mesmas. Para tanto, os experimentos foram conduzidos em duas etapas, conforme a Figura 5, onde está apresentado um esquema dos métodos utilizados neste trabalho.

Na primeira etapa, foram desenvolvidas três formulações de emulsões de óleo de abacate, conforme item 5.1. As três formulações foram analisadas e caracterizadas macroscopicamente (item 5.2.1), microscopicamente (5.2.3), pelo índice de cremeação (% IC) ao longo do tempo (item 5.2.2) e pelo pH (item 5.2.4). Os seguintes ingredientes foram utilizados: óleo de abacate, água purificada, sal, ácido acético (vinagre com acidez de 4,35%) e lecitina de soja líquida, sendo a variável analisada o percentual de lecitina de soja (0,5%, 1,0% e 2,0%). Estes ingredientes foram selecionados a partir de uma formulação padrão de maionese, onde são usados os fosfolípidios da gema de ovo como emulsificante. Porém, neste estudo, buscou-se substituir o uso de ovos apenas por lecitina de soja. Os insumos utilizados são de grau alimentício e foram adquiridos no comércio local, exceto o óleo de abacate que é proveniente de doação e a água purificada disponível no Laboratório de Farmacotécnica e Cosmetologia. Ainda na primeira etapa, os resultados de % IC foram submetidos à análise estatística.

Na segunda etapa da pesquisa, a formulação que apresentou melhores resultados estatísticos de % IC (ou seja, menores % IC) foi selecionada para a continuidade do estudo. Nesta etapa, foram avaliados o índice de cremeação (% IC) e os aspectos visual macroscopicamente, ao longo do tempo, em três ciclos de congelamento e descongelamento. O descongelamento foi realizado em condições de refrigeração e temperatura ambiente, em experimentos independentes. Novamente, os resultados de índice de cremeação (% IC) foram submetidos à análise estatística.

Figura 5 - Esquema dos métodos utilizados neste trabalho.



Legenda: F1 (formulação 1): 84,0% óleo de abacate, 10,4% água purificada, 0,5% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; F2 (formulação 2): 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0 % vinagre 4,35 %, 0,1 % sal; F3 (formulação 3): 84,0% óleo de abacate, 8,9% água purificada, 2,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal.

Fonte: Autores.

5.1. Formulações de molho de abacate

Inicialmente, três formulações para a emulsão com óleo de abacate foram desenvolvidas, conforme dados presentes na Tabela 5. Cada emulsão foi preparada em porcentagem dos ingredientes (m/m), sobre a massa total da emulsão. O produto obtido depois do preparo da emulsão foi chamado de molho de abacate.

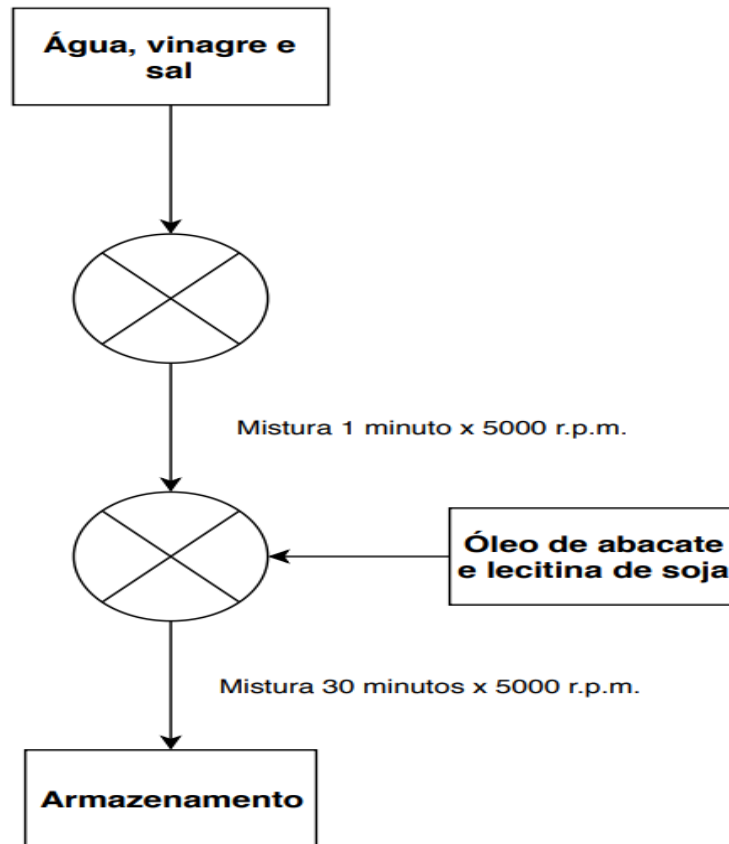
Tabela 5: Formulações 1, 2 e 3 (F1, F2 e F3), com diferentes percentuais de ingredientes, para obtenção de emulsão de óleo de abacate.

Ingredientes (g)	F1 (%)	F2 (%)	F3(%)
Óleo de abacate	84,0	84,0	84,0
Água purificada	10,4	9,9	8,9
Lecitina de soja	0,5	1,0	2,0
Vinagre 4,35%	5,0	5,0	5,0
Sal	0,1	0,1	0,1

A obtenção da emulsão de óleo de abacate, iniciou com a operação unitária de pesagem dos ingredientes em balança analítica (Marte, modelo AD500s). Primeiramente, foi realizada a mistura dos ingredientes da fase contínua (água, vinagre 4,35% e sal) em um béquer com auxílio do agitador mecânico. A energia mecânica necessária para a obtenção da emulsão foi feita com equipamento do tipo agitador mecânico (Fisatom, modelo 713) em 5.000 r.p.m. por 30 minutos. Em seguida, à essa mistura inicial, foi feita a adição, com o auxílio de uma pipeta Pasteur, da fase dispersa (fase oleosa) composta pelo óleo de abacate, onde o emulsificante lecitina de soja, nas concentrações pré-estabelecidas, foi dissolvido previamente. Nos primeiros 10 minutos de homogeneização, a fase oleosa foi adicionada gota a gota, conforme era dissipada na fase dispersa. A adição da fase oleosa foi realizada de maneira lenta e gradual, para que não houvesse inversão de fase.

As formulações F1, F2 e F3 foram armazenadas em provetas para análise macroscópica e de índice de cremeação e em béqueres para as demais análises, em triplicata na temperatura ambiente (22 ± 2 °C) e em refrigeração (3 ± 2 °C), até o momento das análises. O fluxograma do processo de obtenção das amostras está descrito na Figura 6. As formulações F1, F2 e F3 foram caracterizadas conforme a metodologia descrita no item 5.2.

Figura 6 - Fluxograma representativo do processo de produção de molho de abacate.



Fonte: Autores.

5.2. Caracterização dos molhos de abacate

5.2.1. Análise macroscópica

A análise macroscópica para detecção visual e a verificação de eventuais instabilidades da emulsão, como *cremeação*, coalescência ou separação de fases, foi realizada através da aparência visual, coloração e possíveis sinais de separação parcial ou total das fases (VERÍSSIMO e EGITO, 2007). As análises foram realizadas em triplicata para as formulações F1, F2 e F3 e colocadas em proveta graduada de 25 mL, de aproximadamente 170 mm de altura, 20 mm diâmetro externo, 0,5 mL de intervalo graduação e cobertas com Parafilm, em temperatura ambiente (22 ± 2 °C) e em refrigeração (3 ± 2 °C).

5.2.2. Análise da avaliação de Índice de Cremeação (% IC) ao longo do tempo

A estabilidade das emulsões foi determinada pela avaliação do fenômeno de *cremeação*, utilizando-se amostras das formulações F1, F2 e F3 colocadas em proveta graduada, cobertas com Parafilm, de 25 mL, de aproximadamente 170 mm de altura, 20 mm diâmetro externo, 0,5 mL de intervalo graduação. As amostras foram analisadas logo após seu preparo e analisadas 1, 3, 5 e 7 dias após sua obtenção, em triplicata, na temperatura ambiente (22 ± 2 °C) e em refrigeração (3 ± 2 °C), conforme metodologia relatada na literatura. O índice de cremeação, denotado como IC (%), foi calculado de acordo com a Equação 1, onde H_i representa a altura inicial de emulsão e H_f a altura da fase dispersa separada (YE; SINGH, 2006).

$$\text{Equação 1: } IC (\%) = \left(\frac{H_f}{H_i} \right) \times 100\%$$

5.2.3. Análise de microscopia óptica

As amostras das formulações F1, F2 e F3 foram submetidas à análise de microscopia no dia do preparo e 1, 3, 5 e 7 dias após a obtenção do molho de abacate, usando um microscópio óptico, para a observação do tamanho e formato das partículas obtidas.

Alíquotas de aproximadamente 10 mL armazenadas em béqueres de 10 mL cobertos com Parafilm, na temperatura ambiente (22 ± 2 °C) e em refrigeração (3 ± 2 °C), foram homogeneizadas com bastão de vidro por 20 segundos. Uma gota foi colocada sobre uma lâmina de vidro e coberta com uma lamínula para visualização na lente objetiva com 40X de aumento (VERÍSSIMO e EGITO, 2007). Foram obtidas imagens através de uma câmera digital acoplada ao microscópio (Olympus, CX22LED), em triplicata, com finalidade de auxiliar na caracterização das emulsões.

5.2.4. Análise de pH

A determinação potenciométrica das formulações F1, F2 e F3 foi realizada pelo método eletrométrico, com pHmetro (Gehaka, modelo PG1800) imediatamente após sua obtenção, com alíquotas de aproximadamente 10 mL armazenadas em béqueres de 10 mL, em triplicata, conforme INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), em equipamento pré-calibrado.

5.3. Análises de estabilidade em ciclos de congelamento

A formulação com melhores resultados (menores % IC) obtida na análise descrita no item 5.2.2 foi testada em três ciclos de congelamento lento (freezer doméstico a -18 ± 2 °C) (Consul, modelo CRD37EB), conforme Daiuto (2011), com adaptações. As amostras armazenadas em proveta graduada de 25 mL, de aproximadamente 170 mm de altura, 20 mm diâmetro externo, 0,5 mL de intervalo graduação e cobertas com Parafilm, foram avaliadas nos tempos de 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas, em triplicata (DAIUTO et al., 2011), bem como em 20 dias após o preparo. Os parâmetros avaliados seguem as análises descritas nos itens 5.2.1 e 5.2.2.

Abaixo estão apresentados os ciclos de congelamento lento aos quais foi submetida a formulação selecionada, onde foi alternado seu armazenamento entre duas condições de temperatura, sendo que cada ciclo completo é de 24 horas:

- i. Alternando entre temperaturas ambiente (22 ± 2 °C) e congelamento (-18 ± 2 °C), denominado ciclo congelamento-ambiente (CA);
- ii. Alternando entre temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C) e de congelamento (-18 ± 2 °C), denominado ciclo congelamento-refrigeração (CR).

Tanto no ciclo congelamento-ambiente quanto no ciclo congelamento-refrigeração, uma amostra permaneceu sob temperatura constante, ambiente (22 ± 2 °C) (A) ou de refrigeração (3 ± 2 °C) (R), respectivamente, para que os efeitos dos ciclos pudessem ser monitorados. O congelamento das amostras CR e CA ocorreu nos tempos 12, 36 e 60 horas após o preparo da emulsão.

Ao final dos três ciclos, as amostras CA e A foram armazenadas em temperatura ambiente por um total de 20 dias, bem como as CR e R, que foram armazenadas refrigeradas, para que fossem observados os efeitos a longo prazo.

5.4. Análises estatísticas

Todas as análises descritas anteriormente foram realizadas em triplicata. Todos os resultados foram submetidos a teste de análise de variância - Anova com programa estatístico SPSS versão 25.

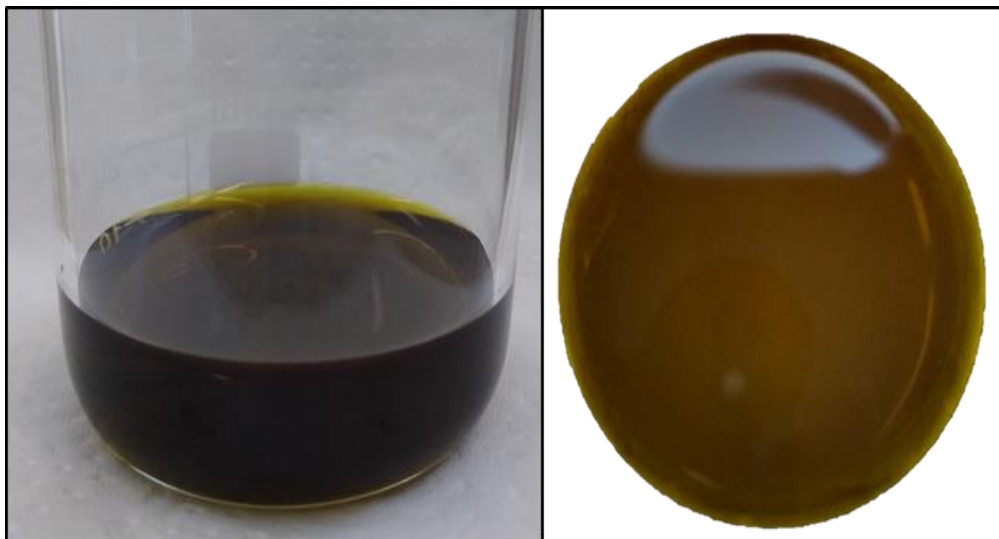
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistemas emulsionados têm sua estabilidade relacionada à sua capacidade de manter propriedades físico-químicas ao longo do tempo. A velocidade de desestabilização desses sistemas sofre influência da composição da emulsão, temperatura, pH, formas de processamento, etc. (PELAIS, 2007). Os resultados obtidos neste trabalho buscaram avaliar os sistemas obtidos e encontram-se apresentados abaixo. Inicialmente, os dados da análise visual macroscópica são apresentados e discutidos. Em seguida, estão apresentados os resultados da avaliação do índice de cremeação e a análise de microscopia óptica. Por fim, estão apresentados e discutidos os resultados das análises de estabilidade sobre os ciclos de congelamento.

6.1. Análise macroscópica

As colorações das amostras F1, F2 e F3, com percentuais de lecitina de 0,5%, 1,0% e 2,0%, respectivamente, foram visualmente similares entre si e em relação a características de produtos preparados com polpa e óleo de abacate, em ambas as temperaturas. A Figura 7 ilustra a coloração do óleo de abacate.

Figura 7 - Coloração do óleo de abacate

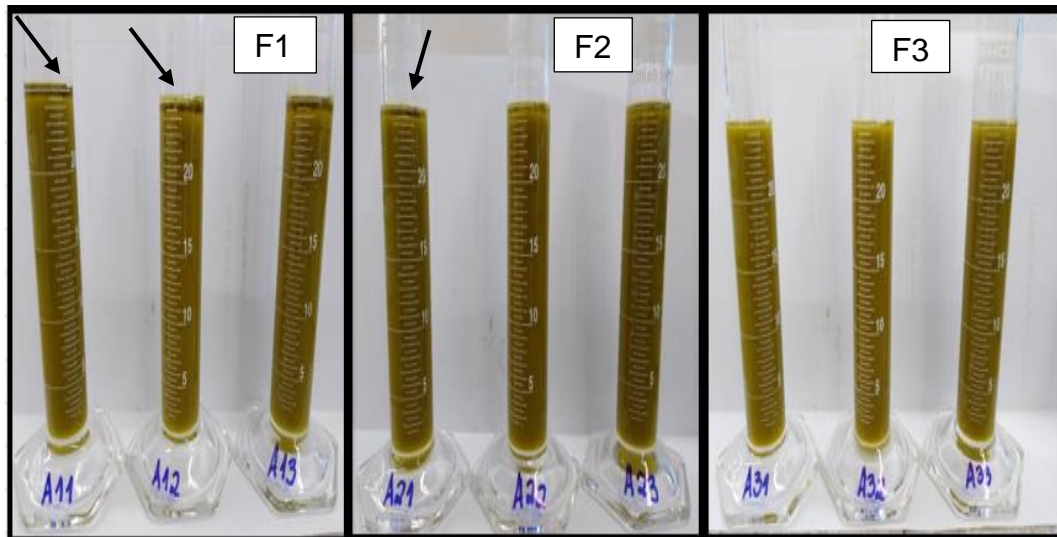


Fonte: Autores.

A Figura 8 apresenta a observação visual da separação gravitacional das três amostras após, aproximadamente, 15 minutos de preparo. Visualmente, é possível

observar que ocorreu uma pequena separação gravitacional nas formulações F1 e F2 (0,5% e 1,0% de lecitina). Esse é um processo de separação esperado em emulsões e acontece por consequência do impacto das forças gravitacionais. Segundo a lei de Stokes, a menor densidade da fase dispersa, o óleo de abacate ($0,906 \text{ g / cm}^3$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$), em comparação à fase contínua, basicamente água (1 g / cm^3 a $25 \text{ }^\circ\text{C}$), facilita que as gotas de óleo se desloquem para cima (MCCLEMENTS, 2005). Como o percentual de óleo de abacate é predominante nas formulações, 84%, era esperado que a cor da emulsão fosse de coloração esverdeada, característica do óleo.

Figura 8 - Observação visual da separação gravitacional 15 minutos após o preparo das formulações, em triplicata.



Legenda: F1 (formulação 1): 84,0% óleo de abacate, 10,4% água purificada, 0,5% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35 %, 0,1% sal; F2 (formulação 2): 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; F3 (formulação 3): 84,0% óleo de abacate, 8,9% água purificada, 2,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal. Pequenas inclinações observadas nas figuras referem-se ao ângulo em que as imagens foram capturadas.

Fonte: Autores.

Nas Figuras 9 e 10, que apresentam a análise macroscópica em temperatura ambiente e de refrigeração, respectivamente, observa-se que as amostras F1 e F2 apresentaram uma tendência menor de separação, ao longo dos dias, para as amostras armazenadas sob refrigeração (Figura 10). Quanto à coloração, com o passar do tempo e devido a separação gravitacional, a fração superior

(correspondente à fase dispersa separada) ficou mais próxima à coloração do óleo de abacate, com aspecto límpido e transparente. Embora no presente estudo não tenha sido avaliado o tamanho e a distribuição de partículas, a coloração opaca e o aspecto turvo da emulsão indicam que possivelmente o sistema formado imediatamente após a homogeneização seja de uma emulsão convencional, caracterizados por raio de gota entre 100 nm – 100 µm e termodinamicamente instáveis (MCCLEMENTS; RAO, 2011).

Em relação ao pH das formulações obtidas F1, F2 e F3, no momento do preparo foi de $3,55 \pm 0,12$, $3,96 \pm 0,13$, $4,01 \pm 0,08$, respectivamente. As formulações não variam o percentual de ácido acético entre si, contudo a dinâmica entre os demais ingredientes (água, óleo e lecitina) influenciou no pH após a homogeneização. Conforme o percentual de água diminuiu e o de lecitina aumentou, foi observada uma elevação do pH. Os fosfolipídios têm carga ou disposição de serem ionizados, e o valor do pH pode modificar o comportamento e interações hidrodinâmicas entre gotas de óleo nas emulsões (MIYASAKI, 2013). Houve pouca variação de pH, mas em pH menos ácido a estabilidade das emulsões foi maior, como pode ser observado visualmente na Figura 8, referente à F3, em que não se observa separação de fases. Entretanto, também houve sobreposição deste efeito com o aumento do percentual de lecitina nas formulações ($F1 < F2 < F3$), sendo impossível afirmar através dos experimentos realizados se alguma das variáveis apresentou mais influência do que outra ou se sua ação conjunta.

Na Figura 9, é possível observar que, no primeiro dia de análise, a F3, com maior percentual de lecitina de soja, demonstrou maior resistência à separação gravitacional. Este comportamento sugere que em temperatura ambiente, a F3 foi mais adequada por ter uma instabilidade menor. Apenas no primeiro dia as amostras apresentaram aspecto de emulsão, mesmo que já em processo de separação gravitacional, conforme Figura 9. É possível discernir, portanto, para o primeiro dia, principalmente para F1, uma camada inferior fase dispersa separada, uma camada média que já indica separação das fases da emulsão e uma camada superior com muitas gotas.

Uma das triplicatas da F2, no 3º e 5º dias de análises, apresentou uma divisão da fração emulsionada, onde uma porção já estava disposta na parte inferior da proveta e outra parte ainda se encontrava no meio da mesma, sugerindo processo de floculação (Figura 9). Esta perda de estabilidade pode ser relacionada ao sal

adicionado na formulação, pois ele diminui as forças de repulsão entre os glóbulos de gordura, fazendo com que elas tenham maior tendência a se aproximar; dessa maneira há floculação (PELAIS, 2007). Como o percentual de sal não variou entre as formulações e esse mecanismo foi representado em apenas uma das provetas da triplicata, não se pode ter um resultado conclusivo acerca deste fato.

Também, observando-se as Figuras 9 e 10, foi possível perceber que a separação foi mais rápida e intensa nas amostras armazenadas em temperatura ambiente (Figura 9) comparadas às armazenadas sob refrigeração (Figura 10), indicando que, para uma melhor manutenção da emulsão, a temperatura de refrigeração apresentou maior estabilidade. A temperatura normalmente tem efeitos indiretos na emulsificação, e esses efeitos refletem na viscosidade, por exemplo, retardando a separação gravitacional (CHEN; TAO, 2005). A composição química de óleos e gorduras também é um dos fatores de maior relevância para o desenvolvimento da cristalização dos produtos (VERECKEN et al., 2009). Miyasaki (2013) destaca a hipótese de que alguns fosfolípidios da lecitina de soja podem atuar como inicializadores da cristalização, pois possuem altos pontos de fusão (MIYASAKI, 2013); assim, em temperaturas mais baixas, eles podem ter influência sobre a estabilidade da emulsão.

Figura 9 - Análise macroscópica das formulações F1, F2 e F3 nos dias 1, 3, 5 e 7 após o preparo, armazenadas em temperatura ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).



Legenda: F1: 84,0% óleo de abacate, 10,4% água purificada, 0,5% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; F2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0 % lecitina de soja, 5,0 % vinagre 4,35 %, 0,1 % sal; F3: 84,0% óleo de abacate, 8,9% água purificada, 2,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal. Pequenas inclinações observadas nas figuras referem-se ao ângulo em que as imagens foram capturadas.

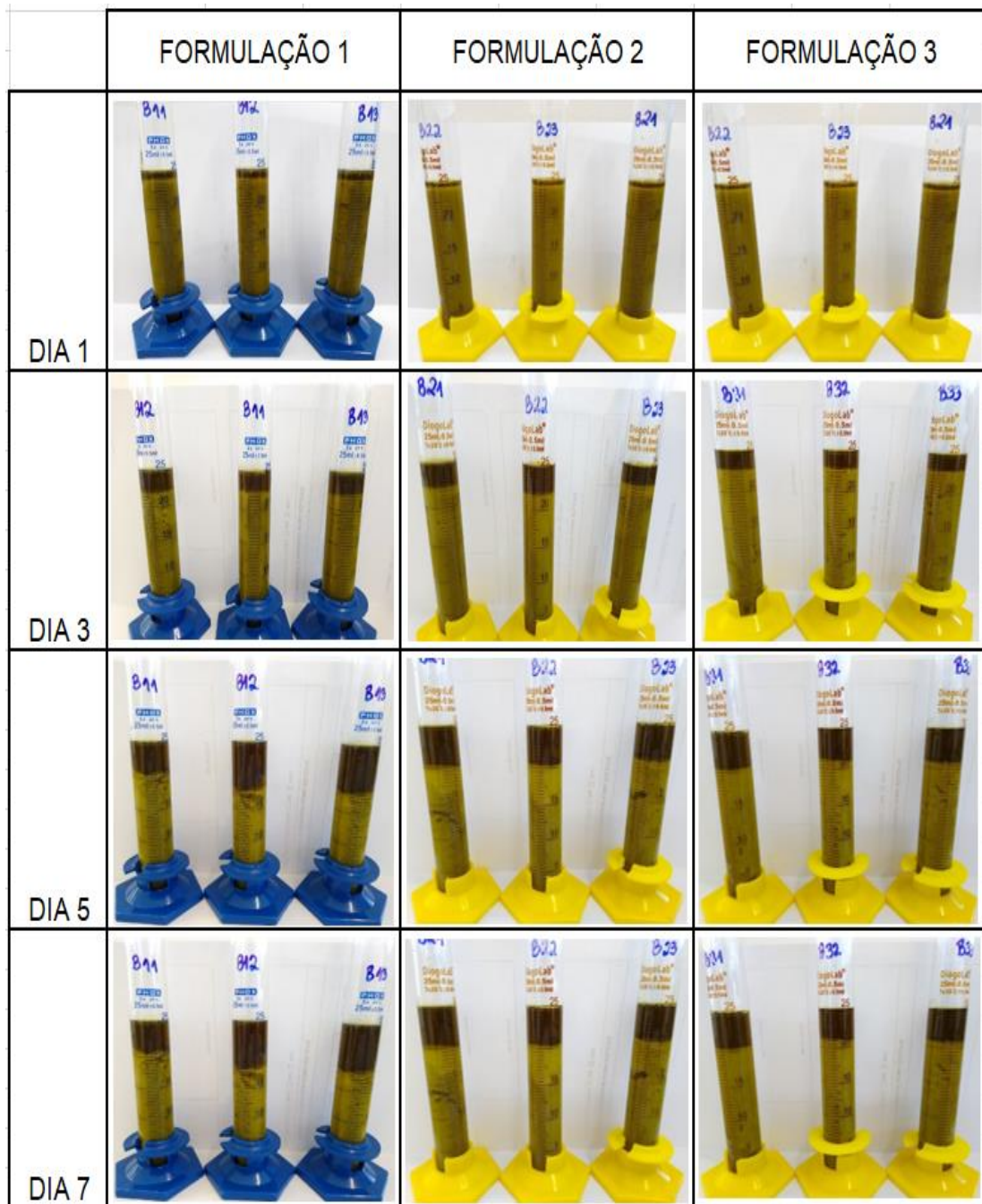
Fonte: Autores.

Na Figura 10 é possível observar uma maior separação gravitacional na F1 comparada com as demais, especialmente nos dias 5 e 7. Durante a refrigeração a separação ocorreu de forma mais lenta e conseqüentemente, mais uniforme. Assim não é possível observar a formação de camadas, como por exemplo na F1, armazenada à temperatura ambiente (Figura 9), no primeiro dia.

A F2 sob refrigeração (Figura 10), nos dias 5 e 7, apresenta fusão de algumas gotas da fase dispersa em meio à emulsão, indicando coalescência. Quando as gotas de óleo não estão com a membrana interfacial suficientemente forte, elas tendem a coalescer entre si durante uma colisão (MCCLEMENTS, 2005). Essas gotas maiores tendem a subir mais rapidamente do que as menores, favorecendo a cremação. Ao longo dos dias, as F2 e F3 são bastante similares, indicando que o percentual de lecitina empregado não influenciou o aspecto visual neste caso, sendo que ambas apresentaram manutenção regular da estabilidade.

Ogawa e colaboradores (2003) concluíram que a estabilidade das gotas de emulsão revestidas com lecitina, submetidas ao ciclo de congelamento – degelo, alto conteúdo de íons cálcio e à oxidação lipídica catalisada por ferro pode ser aprimorada aplicando-se revestimento de quitosana (OGAWA; DECKER; MCCLEMENTS, 2003). Assim, uma maior estabilidade para as formulações do presente estudo pode ser obtida com a combinação de outros emulsificantes ou revestimentos combinados.

Figura 10 - Análise macroscópica das formulações F1, F2 e F3 nos dias 1, 3, 5 e 7 após o preparo, armazenadas em temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C).



Legenda: F1: 84,0% óleo de abacate, 10,4% água purificada, 0,5% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; F2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; F3: 84,0% óleo de abacate, 8,9% água purificada, 2,0%

lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal. Pequenas inclinações observadas nas figuras referem-se ao ângulo em que as imagens foram capturadas.

Fonte: Autores.

6.2. Análise da avaliação de Índice de Cremeação (% IC) ao longo do tempo

Os resultados da análise da avaliação de índice de cremeação ao longo do tempo (Tabela 6) mostram que o efeito da temperatura tem influência na separação gravitacional, resultando em menor índice de cremeação sob temperatura de refrigeração, entre 3 ± 2 °C para todas as formulações ao longo dos dias.

O percentual do índice de cremeação foi significativamente maior para a F1, com menor teor de lecitina de soja, do que para as demais formulações sob temperatura ambiente no primeiro dia de análise. Já no dia 3, a F3 teve menor % IC nesta temperatura, enquanto os % IC das F1 e F2 não diferiram entre si. Nos dias 5 e 7, respectivamente, não houve diferença significativa entre as formulações em temperatura ambiente.

Züge et al. (2017) avaliou o volume de água separada da fase contínua para emulsões preparadas 1,0% em peso de fosfolipídios de ocorrência natural em abacate, variando também o volume da fase oleosa (de 20 a 70%) sem variar condições de temperatura. De acordo com os dados obtidos pelos autores, quanto maior concentração da fase dispersa nas emulsões do tipo O/A, maior também é a estabilidade contra coalescência e formação de creme. Porém com 1,0% em peso de fosfolipídios de ocorrência natural em abacate foi possível o uso de no máximo 60 vol.% de fase oleosa sem que houvesse inversão de fase (ZÜGE et al., 2017), enquanto os resultados do presente estudo mostram que não há inversão de fase com o uso de 84,0% óleo de abacate m/m, inclusive com a menor concentração de emulsificante, 0,5% lecitina de soja m/m.

Analisando-se o efeito do tempo sobre o % IC, pode-se observar que o armazenamento realizado na temperatura ambiente demonstrou que o percentual do índice de cremeação não sofreu variação até o último dia de análises em todas as formulações, apenas o dia 1 teve diferença em relação aos demais (B) para todas as formulações testadas. Arancibia e colaboradores (2017) avaliaram % IC utilizando 2,5%, 5%, 7,5% e 10% m/m de lecitina de soja em emulsão preparada com 10% m/m

de óleo de abacate e observaram que o aparecimento de *cremeação* apenas foi notado após o décimo dia de estocagem, para todas as concentrações de lecitina de soja (ARANCIBIA et al., 2017). No mesmo estudo de Arancibia e colaboradores também foi observado que a concentração do emulsificante teve um efeito significativo ($p < 0,05$) nos valores de % IC e, assim, um acréscimo na concentração de emulsificante diminuiu significativamente os valores de % IC ($p < 0,05$). Isso sugere que no presente estudo mesmo a maior concentração de emulsificante aplicada não foi suficiente para manter baixos os % IC por um tempo mínimo de estocagem de 7 dias. Deve-se considerar que de Arancibia e colaboradores (2017) utilizaram apenas 10% m/m de óleo de abacate (o presente trabalho utilizou 84% m/m de óleo de abacate) e que suas emulsões mais estáveis continham elevada concentração de emulsificante 7,5 e 10% m/m (contra 0,5%, 1,0% e 2,0% do presente trabalho), assim estas seriam mais adequadas para concentrações maiores de óleo.

A diferença do % IC entre todas as formulações, na temperatura de refrigeração não foi significativa nos dias 1, 3 e 7. No dia 5, a formulação 2 não diferiu das demais nesta temperatura. Entretanto, houve variação do % IC para todas as formulações, entre todos os dias, aumentando com o tempo, exceto F1 que não diferiram entre dias 5 e 7. Li et al. (2018) avaliaram % IC de emulsão de óleo de peixe 5% (v/v) preparadas usando 10 mL (0,033 M) de soluções emulsificantes em água Milli-Q., estocadas por 90 dias, sob temperatura de 4 °C. Observaram que a emulsão onde foi utilizado lecitina de soja na solução emulsificante começou o processo de *cremeação* imediatamente após a sua preparação e o % IC chegou a 77,5% após 2 dias de armazenamento (LI et al., 2018). Em comparação com o presente estudo, houve maior estabilidade para a emulsão de óleo de abacate do que a emulsão contendo óleo de peixe, sendo que os resultados de Li et al. (2018) são em temperatura de refrigeração e bastante semelhantes aos obtidos nos testes experimentais deste trabalho para a F3, em armazenamento a temperatura ambiente.

A F1, sob refrigeração, apresentou o comportamento interessante, pois ao final do período de análise, o resultado de % IC foi significativamente igual às demais formulações que continham concentrações maiores de lecitina. Do ponto de vista econômico, é interessante que seja possível diminuir custos desnecessários com ingredientes, além de ser igual ao % IC do dia 5.

Mesmo em pequenos percentuais, a lecitina é capaz de diminuir a viscosidade e o limite de escoamento (MIYASAKI, 2013). Por indicar um menor % IC nos dias 1,

principalmente, e 3, em temperatura ambiente, além de dentre as opções ser a que usa menores concentrações de lecitina de soja (um diferencial favorável em termos de custos), a F2 foi utilizada para as análises de estabilidade em ciclos de congelamento.

Tabela 6: Índice de Cremação (% IC) sob temperaturas ambiente (22 ± 2 °C) e de refrigeração (3 ± 2 °C) para as três formulações de molho de abacate (F1: 84,0% óleo de abacate, 10,4% água purificada, 0,5% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; F2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; F3: 84,0 % óleo de abacate, 8,9% água purificada, 2,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal) nos dias 1, 3, 5 e 7 após o preparo.

Temperatura (°C)	Formulação	IC (%)			
		Dia 1	Dia 3	Dia 5	Dia 7
22 ± 2	1	30,0 ^{aA*} ± 6,00	81,33 ^{aB*} ± 1,15	81,33 ^{aB*} ± 1,15	82,0 ^{aB*} ± 2,00
	2	6,67 ^{bA*} ± 1,15	80,0 ^{aB*} ± 2,00	81,33 ^{aB*} ± 2,31	82,67 ^{aB*} ± 1,15
	3	4,67 ^{bA*} ± 1,15	73,33 ^{bB*} ± 1,15	76,67 ^{aB*} ± 1,15	76,67 ^{aB*} ± 1,15
3 ± 2	1	3,33 ^{aA} ± 1,15	10,67 ^{aB} ± 1,15	24,0 ^{aC} ± 5,29	26,67 ^{aC} ± 5,77
	2	2,0 ^{aA} ± 0,0	10,0 ^{aB} ± 2,0	18,67 ^{abC} ± 1,15	24,0 ^{aD} ± 3,46
	3	0,0 ^{aA} ± 0,0	8,0 ^{aB} ± 0,0	16,67 ^{bC} ± 1,15	26,67 ^{aD} ± 3,06

Legenda: Letras minúsculas: diferença de formulação nos mesmos dias de armazenamento e na mesma temperatura. Letras maiúsculas: diferença de dias na mesma temperatura e mesma formulação. * Difere significativamente da temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C). ANOVA mista de medidas repetidas (Temperatura e Formulação são efeitos fixos e Dias é o efeito repetido ao longo do tempo). As comparações múltiplas foram realizadas através do teste Sidak. $P < 0,001$ na interação tripla: Temperatura-Formulação-Dias. Software SPSS versão 25. Resultado significativo quando $p < 0,05$.

6.3. Análise de microscopia óptica

A Figura 11 apresenta fotografias da análise de microscopia óptica das formulações F1, F2 e F3 no dia do preparo (dia 0) e nos dias 1, 3, 5 e 7 após o preparo, armazenadas em temperaturas ambiente (22 ± 2 °C) e de refrigeração (3 ± 2 °C). No dia do preparo, a amostra F1 é caracterizada por gotas pequenas, arredondadas e em maior quantidade localizadas próximas ou adjacentes de gotas maiores amorfas. A amostra F2 possui gotas mais similares entre si, uniformes e com pouca variação de tamanho. Já a amostra F3, tem aspecto gotas pequenas e grandes, como apresentador pela F1, mas com menor número de gotas pequenas. A estabilidade de uma emulsão à separação gravitacional está ligada ao tamanho de partícula que ela contém, isto é, menores gotas indicam maior estabilidade (MCCLEMENTS, 2005). As maiores concentrações de gotas de tamanhos menores são observadas no momento do preparo (dia 0) e no dia 1 de análises assim, condizem com os menores % IC observados na Tabela 6 e com a maior estabilidade visual, de acordo com a análise macroscópica.

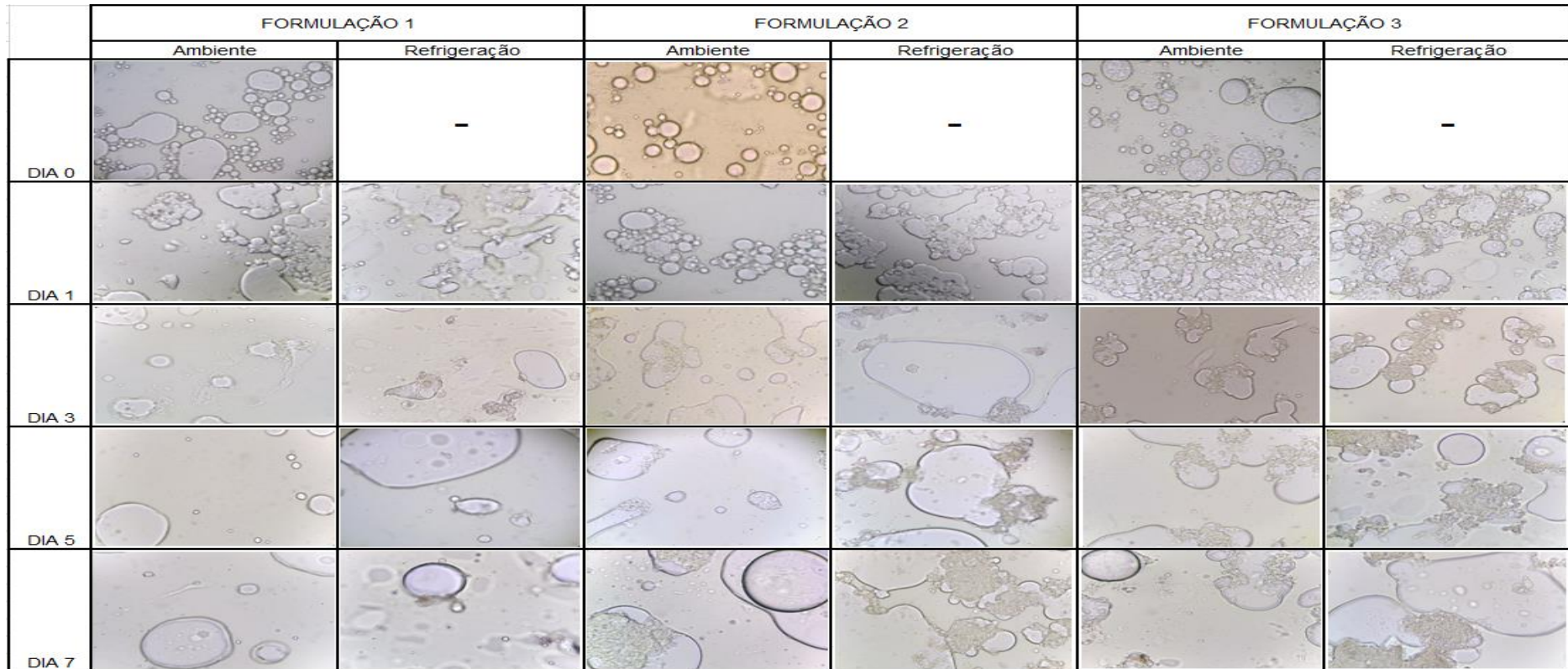
A partir do dia 1, é possível fazer a comparação entre as amostras armazenadas em temperatura ambiente e sob refrigeração. A formulação F1, a temperatura ambiente indica uma fusão entre as gotas menores observadas no dia 0, formando gotas maiores amorfas. Em temperatura de refrigeração, a fotografia da mesma formulação mostra uma extrapolação das gotas, não sendo mais possível identificar a estrutura das mesmas. A fotografia da formulação F2 em temperatura ambiente e no dia 1 demonstra uma aglomeração das gotas, mas ainda é possível identificar as estruturas individuais; já em refrigeração, a amostra F2 apresenta aglomeração de gotas amorfas, muito similar ao ocorrido na formulação F3 no dia 1, o qual também apresenta um grande aglomerado de gotas. Com o passar do tempo, o aspecto de todas as formulações originou gotas mais esparsas e maiores devido à aglomeração, indicando coalescência. A ruptura da camada interfacial deu-se devido ao efeito cinético das partículas e, como consequência, elas se ligaram, formando gotas maiores (LEE; CHOO, 2014).

As formulações F2 e F3, em ambas temperaturas a partir do dia 3, além de gotas, apresentam presença de material amorfo, de coloração diferente que sugere a perda da emulsão e precipitação da fase contínua. Efeito semelhante

foi relatado por Friberg e colaboradores (2004) para porção sedimentada de leite homogeneizado usando um microfluidizador e centrifugado para separar diferentes partículas, onde glóbulos de gordura muito pequenos são complexados com partículas de proteína (FRIBERG, S., LARSSON, K., & SJOBLUM, 2004).

Em outro estudo, Di Mattia e colaboradores (2015) com o objetivo de estudar os aspectos físicos e as estruturas obtidas com o preparo de maionese feita com azeite de oliva extra virgem, avaliaram microscopicamente maioneses produzidas 76,80% de óleo de girassol, amendoim, azeite de oliva refinado, azeite de oliva e quatro azeites de oliva extra virgens (selecionados através de seu conteúdo polifenólico). A obtenção das maioneses foi realizada em duas etapas: ovos, vinagre e sal foram misturados (100 r.p.m, 3 min) e depois o óleo foi lentamente acrescentado sob vigorosa mistura (de 3200 r.p.m. a 6000 r.p.m. em 5 min) (DI MATTIA et al., 2015). As estruturas apresentadas pelos autores demonstraram ser mais empacotadas, pois os glóbulos de gordura eram bem esféricos do que os observados no presente estudo, uniformes e melhor dispersos. Esses aspectos observados são obtidos pelo uso de ovos na formulação, pois a gema possui compostos como os fosfolipídios, lipoproteínas e proteínas que atuam como excelentes emulsificantes (SOUZA; ROJAS, 2012).

Figura 11 - Fotografias da análise de microscopia óptica das formulações 1, 2 e 3 no dia do preparo (dia 0) e nos dias 1, 3, 5 e 7 após o preparo, armazenadas em temperaturas ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) e de refrigeração ($3 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).



Legenda: formulação 1: 84,0% óleo de abacate, 10,4% água purificada, 0,5% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35 %, 0,1% sal; formulação 2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; formulação 3: 84,0% óleo de abacate, 8,9% água purificada, 2,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal. O dia 0 corresponde ao momento do preparo, portanto, não há a análise na condição de refrigeração neste dia.

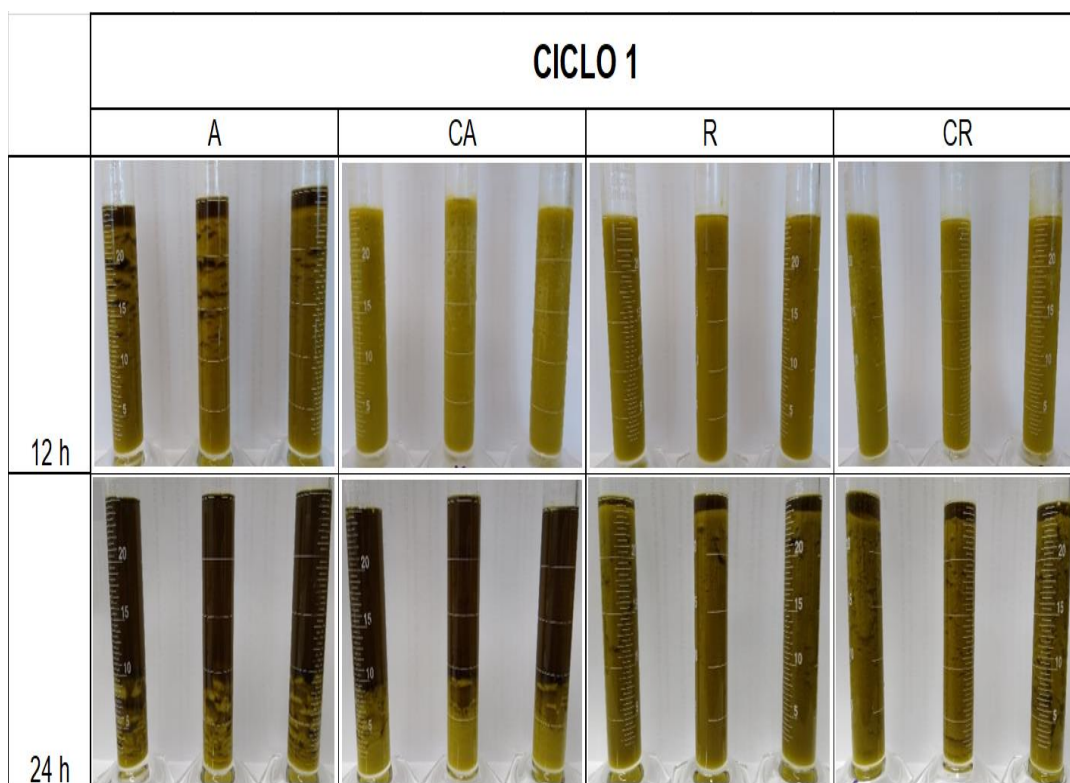
6.4. Análises de estabilidade em ciclos de congelamento

As análises ocorreram em 12, 24 (Figura 12), 36, 48 (Figura 13), 60 e 72 horas (Figura 14) após o preparo. Foi observado um comportamento mais estável, do ponto de vista de separação gravitacional, das emulsões nas amostras R e CR, que foram estocadas sob refrigeração.

6.4.1. Análise macroscópica em ciclos de congelamento

A Figura 12 apresenta a análise macroscópica da formulação F2. Nela pode-se observar que não houve diferença no aspecto visual das amostras que foram congeladas nem resfriadas nas primeiras 12 horas. A amostra armazenada somente em temperatura ambiente no primeiro ciclo iniciou a separação gravitacional já nas 12 horas iniciais, entretanto apresentou uma separação menos homogênea que a amostra inicialmente congelada e depois deixada em temperatura ambiente. Neste primeiro ciclo de congelamento, as amostras do ciclo congelamento-refrigeração apresentaram uma separação gravitacional mais lenta a partir da segunda metade do ciclo, onde ambas se encontravam sob refrigeração. Nesse primeiro ciclo, visualmente, pode-se dizer que temperaturas mais baixas conservaram melhor as propriedades de emulsão, visto que frio dificulta a separação da emulsão, já que o ponto de fusão do óleo de abacate é em torno de 5,69 °C (COSTA et al., 2016).

Figura 12 - Análise macroscópica da formulação F2 submetida ao primeiro ciclo de congelamento lento, em 12 e 24 horas após o preparo.



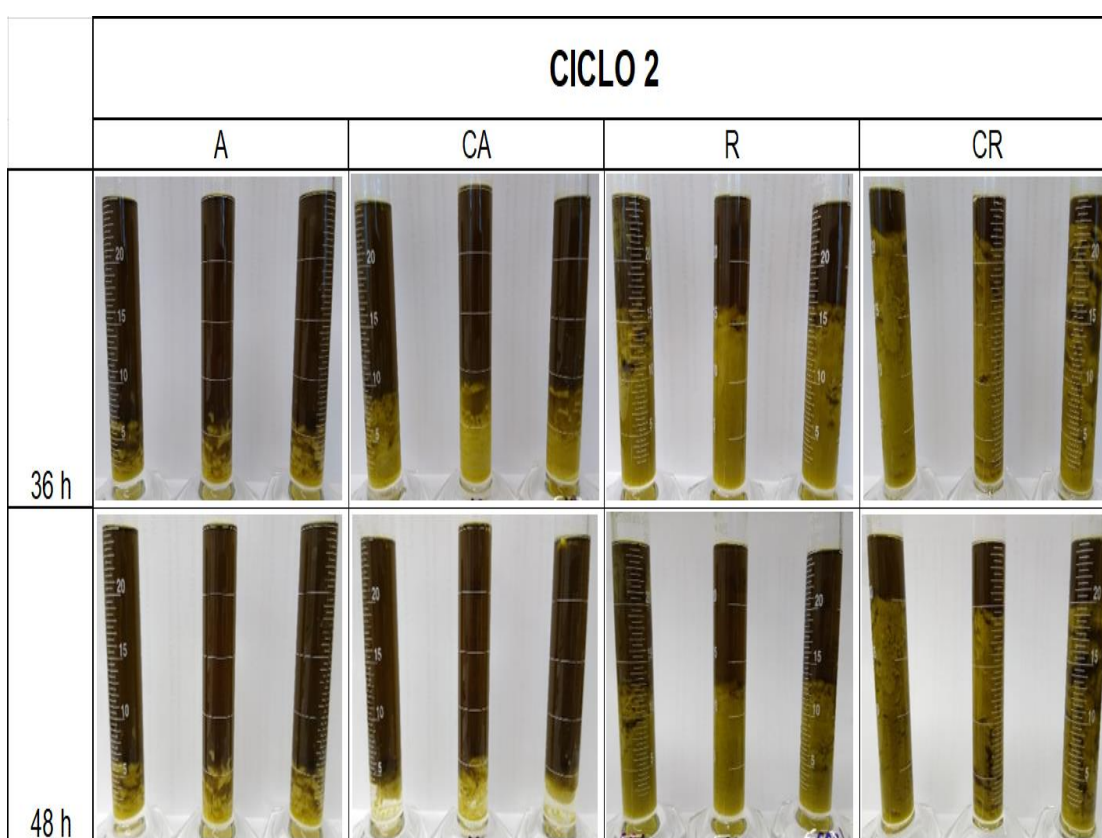
Legenda: F2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; CA: congelamento (-18 ± 2 °C) e temperatura ambiente (20 a 24 °C); CR: congelamento (-18 ± 2 °C) e temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C); A: controle ambiente; R: controle refrigeração. Pequenas inclinações observadas nas figuras referem-se ao ângulo em que as imagens foram capturadas.

Fonte: Autores.

A análise macroscópica do segundo ciclo de congelamento (Figura 13) indica que a amostra que foi congelada e novamente refrigerada teve a menor separação gravitacional. Em 48 horas não houve diferença de separação gravitacional entre a amostra que permaneceu em temperatura ambiente e a amostra que passou por um novo ciclo de congelamento-ambiente; contudo, é possível ver que a amostra que passou pelo ciclo de congelamento-ambiente, possui três camadas de separação: a superior, composta majoritariamente de óleo; a intermediária, a qual apresentou aspecto de emulsão e; a camada inferior que demonstrou aspecto transparente, incolor e límpido. Existem certas proeminências de que um aumento ou diminuição acentuado da temperatura

tende a coagular as partículas, causando assim a deterioração das emulsões (CHEN; TAO, 2005). Desse modo, além da separação gravitacional, neste caso cremeação, os ciclos de temperatura causaram danos maiores às amostras, gerando perda parcial de emulsão. A perda de emulsão é alcançada quando as gotículas entram em contato próximo umas com as outras, gerando coalescência, e a emulsão convertida em óleo separado e fase aquosa (MCCLEMENTS, 2005).

Figura 13 - Análise macroscópica da formulação F2 submetida ao terceiro ciclo de congelamento lento, em 36 e 48 horas após o preparo.

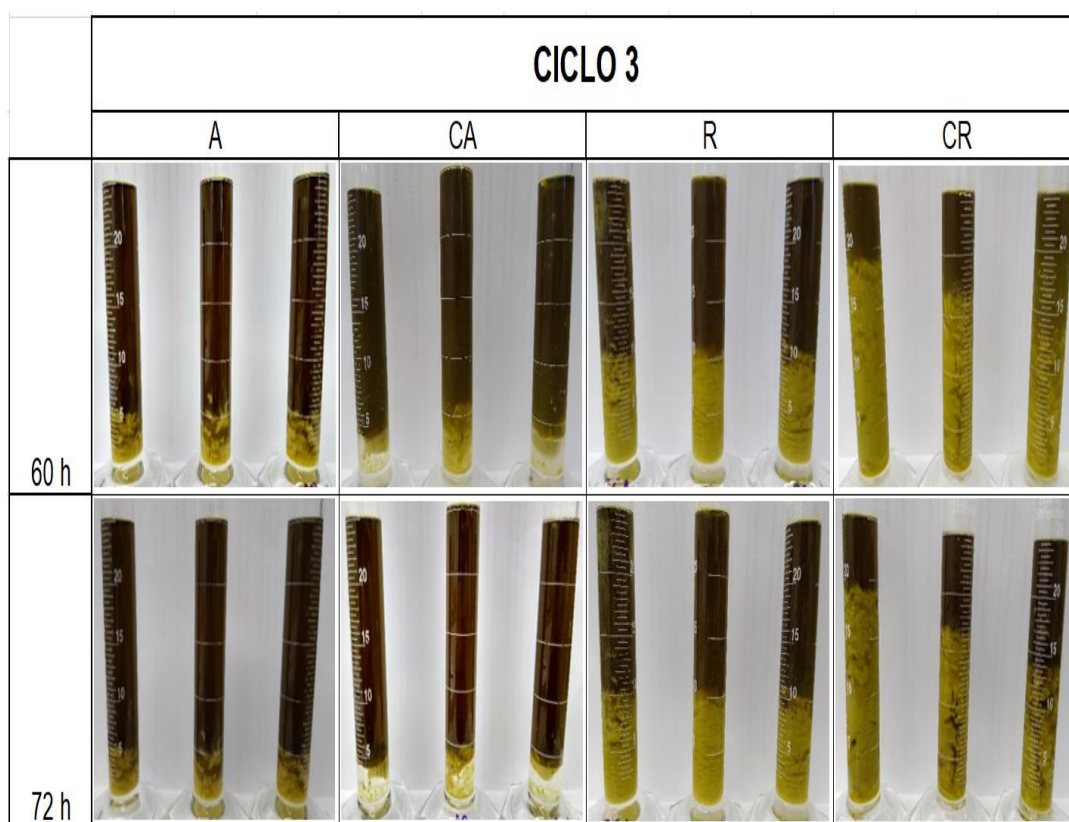


Legenda: F2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; CA: congelamento (-18 ± 2 °C) e temperatura ambiente (20 a 24 °C); CR: congelamento (-18 ± 2 °C) e temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C); A: controle ambiente; R: controle refrigeração. Pequenas inclinações observadas nas figuras referem-se ao ângulo em que as imagens foram capturadas.

Fonte: Autores.

Na Figura 14, o aspecto visual das amostras referentes ao ciclo congelamento-ambiente foi similar ao resultado em 48 horas no segundo ciclo. O ciclo congelamento-refrigeração também não teve grande mudança em seu comportamento, seguindo com a separação mais lenta que o ciclo congelamento-ambiente e com menor separação na amostra que sofreu o ciclo do que na amostra que esteve em temperatura constante ao longo do tempo.

Figura 14 - Análise macroscópica da formulação F2 submetida ao terceiro ciclo de congelamento lento, em 60 e 72 horas após o preparo.



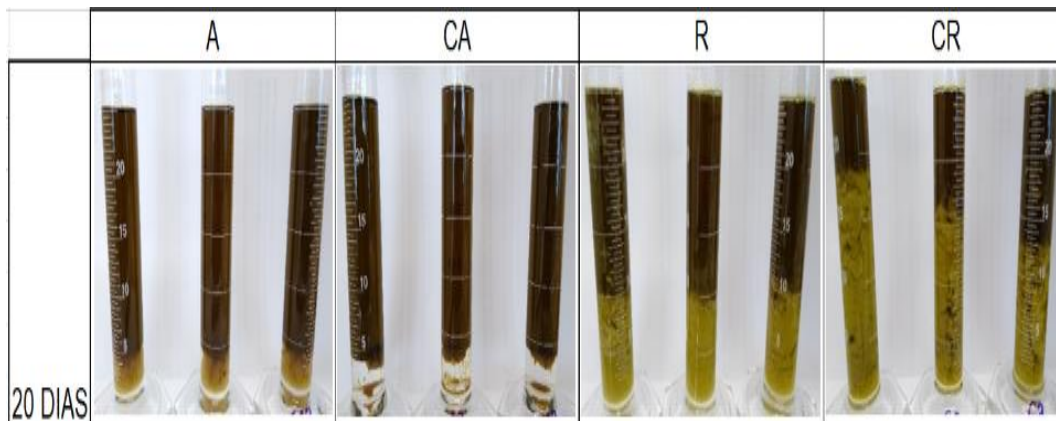
Legenda: F2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; CA: congelamento (-18 ± 2 °C) e temperatura ambiente (20 a 24 °C); CR: congelamento (-18 ± 2 °C) e temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C); A: controle ambiente; R: controle refrigeração. Pequenas inclinações observadas nas figuras referem-se ao ângulo em que as imagens foram capturadas.

Fonte: Autores.

Após passar pelos ciclos de congelamento, as amostras foram estocadas por mais 17 dias (totalizando 20 dias desde o preparo). Neste caso, as amostras pertencentes ao ciclo congelamento-ambiente permaneceram armazenadas em temperatura ambiente e das amostras do ciclo congelamento-refrigeração foram armazenadas sob refrigeração, conforme a Figura 15. Visualmente, foi observada uma coloração mais escura nas amostras CA, A, R e CR, respectivamente. Possivelmente, este é um indício de oxidação lipídica, principalmente, de ácidos graxos poliinsaturados do óleo de abacate, que são altamente suscetíveis a esse dano (MCCLEMENTS, 2005). Estrada Mesa e colaboradores (2017) ao analisarem a influência do processo de composição e homogeneização na estabilidade do sistema coloidal utilizando abacate e outros ingredientes, para potencial utilização no processo de secagem por aspersão; observaram através de espectrofotômetro que a cromaticidade a^* (verde-vermelho) diminuiu com o tempo de homogeneização e atribuíram o decréscimo da cor esverdeada como resultado da degradação dos pigmentos clorofílicos e carotenoides presentes no abacate e ao ar incorporado durante a homogeneização, que também contribuiu para a oxidação lipídica (ESTRADA MESA; CORTES; CORREA, 2017).

A amostra submetida aos ciclos de congelamento-refrigeração teve uma menor separação gravitacional quando comparada com amostra que permaneceu apenas refrigerada durante os 20 dias de estocagem (Figura 15). A aplicação de temperatura de congelamento aliadas a refrigeração se mostrou mais eficiente, no aspecto macroscópico, do que a temperaturas de congelamento aliada a temperatura ambiente, frente a separação gravitacional.

Figura 15 - Análise macroscópica da formulação F2 20 dias após o preparo, onde CA e A foram armazenadas a temperatura ambiente e CR e R foram armazenadas sob refrigeração.



Legenda: F2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; CA: congelamento (-18 ± 2 °C) e temperatura ambiente (20 a 24 °C); CR: congelamento (-18 ± 2 °C) e temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C); A: controle ambiente; R: controle refrigeração. Pequenas inclinações observadas nas figuras referem-se ao ângulo em que as imagens foram capturadas.

Fonte: Autores.

6.4.2. Análise da avaliação do Índice de Cremeação (% IC) ao longo do tempo em ciclos de congelamento

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados do % IC para as amostras da formulação F2 submetida aos ciclos de congelamento por 20 dias. A partir destes resultados foi possível verificar que houve aumento significativo no % IC entre os tempos 12, 24 e 36 horas para as amostras submetidas as condições A, R e CR. Enquanto que os tempos de 24 e 36 horas não apresentaram diferença significativa no % IC para a amostra submetida a condição CA

Em 24 horas, os menores % IC ocorreram nas amostras submetidas a R e CR, que não diferiram entre si. Ao longo do tempo, a amostra submetida a CR apresentou sempre os menores % IC, mostrando um comportamento melhor do ponto de vista de estabilidade, principalmente a partir de 60 horas até o tempo de 20 dias após seu preparo, onde não apresentou diferença significativa no % IC. O congelamento impossibilita que as gotas colidam, assim é esperado que o sistema mantenha sua qualidade original ao retornar para temperatura ambiente, ou de refrigeração (FRANZOL; REZENDE, 2015). Desse modo, era esperado

que o % IC das amostras submetidas as condições CA e CR nos tempos 24 e 36 horas e 48 e 60 horas fossem iguais, porém este comportamento não foi observado para a amostra submetida a CR.

Por fim, a partir do tempo 48 horas até o tempo 20 dias, as amostras condicionadas em A e CA não diferiram entre si, apresentando os maiores % IC entre os tratamentos, com valores superiores a 75%. Quando as gotas alcançam o topo da emulsão, no caso a parte superior da proveta, não podem mais se mover para cima e se unem formando o *creaming* (MCCLEMENTS, 2005). Como a espessura final da camada de *creaming* formada depende do volume inicial da fase oleosa, pode-se dizer quase toda a fase oleosa da formulação formou *creaming* ao final das análises para as amostras A e CA, visto que o percentual de óleo de abacate utilizado foi de 84%.

Tabela 7: Índice de Cremeação (% IC) ao longo do tempo em três ciclos de congelamento lento para formulação F2 (formulação 2: 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal), alternando entre temperaturas ambiente (22 ± 2 °C) e congelamento (-18 ± 2 °C), ciclo congelamento-ambiente (CA), ou temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C) e de congelamento (-18 ± 2 °C), ciclo congelamento-refrigeração (CR), em 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas após o preparo. Tanto no ciclo congelamento-ambiente quanto no ciclo congelamento-refrigeração, uma amostra permaneceu sob temperatura constante, ambiente (A) ou de refrigeração (R), respectivamente, para que os efeitos dos ciclos pudessem ser observados; a partir de 72 horas até o 20º dia as amostras CA e A foram armazenadas a temperatura ambiente e as amostras CR e R foram armazenadas refrigeradas.

Tempo* \ Amostra	12 horas	24 horas	36 horas	48 horas	60 horas	72 horas	20 dias
A	$4,00 \pm 0,00^{aA}$	$62,0 \pm 2,00^{bA}$	$74,6 \pm 1,15^{cA}$	$77,33 \pm 1,15^{cA}$	$78,66 \pm 1,15^{cA}$	$78,66 \pm 1,15^{cA}$	$83,33 \pm 1,15^{dA}$
R	$0,00 \pm 0,0^{aA}$	$3,33 \pm 1,15^{bB}$	$36,00 \pm 0,00^{cB}$	$48,66 \pm 1,15^{dB}$	$56,66 \pm 1,15^{dB}$	$58 \pm 2,00^{dB}$	$59,33 \pm 1,15^{dB}$
CA	$0,00 \pm 0,0^{aA}$	$64,0 \pm 0,00^{bA}$	$64,00 \pm 0,00^{bC}$	$80,00 \pm 0,00^{cA}$	$80,66 \pm 1,15^{cA}$	$80,66 \pm 1,15^{cA}$	$84,66 \pm 1,15^{dA}$
CR	$0,00 \pm 0,0^{aA}$	$4,67 \pm 1,15^{bB}$	$11,33 \pm 3,06^{cD}$	$20,00 \pm 2,00^{dC}$	$34,66 \pm 11,02^{eC}$	$33,33 \pm 11,02^{eC}$	$36,66 \pm 11,02^{eC}$

Legenda: Letras minúsculas: diferença entre tempos de avaliação para uma mesma amostra. Letras maiúsculas: diferença entre amostras no mesmo tempo de avaliação. ANOVA mista de medidas repetidas com teste de Sidak de comparações múltiplas. Software SPSS versão 25. Resultado significativo quando $p < 0,05$. * Congelamento das amostras CR e CA nos tempos 12, 36 e 60 horas.

7. CONCLUSÕES

O óleo de abacate demonstrou ser uma alternativa de óleo vegetal possível de ser utilizado como fase oleosa para emulsões alimentícias, visto que é possível a obtenção de formulações para este fim. O aspecto macroscópico das emulsões, em termos de coloração, é um atrativo que pode ser melhor explorado, bem como sua estabilidade. A coloração esverdeada, mais intensa do óleo de abacate que de óleos vegetais comumente aplicados na fabricação de maionese ou molhos, é um atrativo sensorial da emulsão de óleo de abacate que a diferencia positivamente.

As formulações obtidas com 84,0% óleo de abacate, 10,4% água purificada, 0,5% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35 %, 0,1% sal; 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35%, 0,1% sal; e 84,0% óleo de abacate, 8,9% água purificada, 2,0% lecitina de soja, 5,0 % vinagre 4,35 %, 0,1% sal, permitiram observar seu comportamento em duas faixas de temperatura ao longo de 7 dias. Assim, a formulação contendo 84,0 % óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35% e 0,1% sal, se apresentou como a melhor alternativa, frente à análise macroscópica e pelo percentual de creme formado, para as análises em ciclos de congelamento, pois ao final dos dias analisados, as amostras não diferiram entre si quanto ao % IC em uma mesma temperatura.

Nos ciclos de congelamento ao quais foi submetida a formulação contendo 84,0% óleo de abacate, 9,9% água purificada, 1,0% lecitina de soja, 5,0% vinagre 4,35% e 0,1% sal, em que seu armazenamento foi alternando entre temperaturas ambiente (22 ± 2 °C) e congelamento (-18 ± 2 °C), ciclo congelamento-ambiente; ou temperatura de refrigeração (3 ± 2 °C) e de congelamento (-18 ± 2 °C), ciclo congelamento-refrigeração; a amostra que sofreu congelamento e retornou para o armazenamento em refrigeração se mostrou como alternativa mais adequada no presente estudo, inclusive quando comparada com outras duas amostras da mesma formulação armazenadas constantemente em temperatura ambiente (22 ± 2 °C) ou de refrigeração (3 ± 2 °C), possibilitando um direcionamento para pesquisas futuras de aprimoramento de sistemas emulsionados obtidos a partir de óleo de abacate.

8. PERSPECTIVAS FUTURAS

- Estudar as propriedades de outros emulsificantes, individualmente ou combinados, na obtenção de sistemas emulsionados a partir de óleo de abacate.
- Realizar análises de cor, afim de caracterizar e padronizar o produto.
- Realizar análise sensorial, buscando avaliar a aceitabilidade e, assim, ajustar a formulação para que seja sensorialmente atrativa mantendo bom shelf-life.
- Estudar o uso de menores percentuais de óleo, bem como o uso de açúcar e sua influência na viscosidade de uma nova formulação.

9. REFERÊNCIAS

- ABACATE, F. DE. **Flor de Abacate**. Disponível em: <<http://flordoabacate.com.br/sobrenos.php>>. Acesso em: 15 maio. 2019.
- ALMEIDA, C. C. J. N. DE et al. Perfil nutricional e benefícios do azeite de abacate (*Persea americana*): uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, n. 0, 2018.
- ANVISA. **RESOLUÇÃO-RDC No - 276, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005**, 2005.
- ARANCIBIA, C. et al. Comparing the effectiveness of natural and synthetic emulsifiers on oxidative and physical stability of avocado oil-based nanoemulsions. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 44, n. 2016, p. 159–166, 2017.
- ARAÚJO, R. G. et al. Avocado by-products: Nutritional and functional properties. **Trends in Food Science and Technology**, v. 80, n. August, p. 51–60, 2018.
- BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food chemistry**. 4th ed ed. [s.l.] Springer, 2009.
- BENGOECHEA, C. et al. Influence of semicontinuous processing on the rheology and droplet size distribution of mayonnaise-like emulsions. **Food Science and Technology International**, v. 15, n. 4, p. 367–373, 2009.
- BORGES, C. D.; RODRIGUES, P. V; ALVES, S. S. Características físicas e químicas de abacates das variedades margarida e brenda. p. 2010–2014, 2016.
- CAMPESTRE. **Campestre**. Disponível em: <<https://www.campestre.com.br/contato/>>. Acesso em: 15 maio. 2019.
- CASTRO, R. M. L. DE. EMULSÃO : UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA João Pessoa / PB RAFAELLA MORGANA LIMA DE CASTRO EMULSÃO : UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA João Pessoa / PB. 2014a.
- CASTRO, R. M. L. DE. EMULSÃO : UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. 2014b.
- CEAGESP. **Programa Brasileiro Para a Modernização da Horticultura**. [s.l.: s.n.].
- CHEN, G.; TAO, D. An experimental study of stability of oil-water emulsion. **Fuel Processing Technology**, v. 86, n. 5, p. 499–508, 2005.
- CORDEIRO, F. DE M. **PROCESSO DE OBTENÇÃO DE MAIONESE À BASE DE ABACATE**, 2013.
- COSTA, P. A. et al. **EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS DE SECAGEM E EXTRAÇÃO POR Prensagem DO ÓLEO DO ABACATE (*Persea americana* Mill .) HASS VERDE COM CASCA**. XXV Congresso Brasileiro de

Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Anais...**2016

COWAN, A. K.; WOLSTENHOLME, B. N. Avocado. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 294–300, 2015.

DAIUTO, É. R. et al. Avaliação sensorial do guacamole com adição de α -tocoferol e ácido ascórbico conservado pelo frio. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, p. 140–148, abr. 2011.

DAIUTO, É. R.; PIVETTA, P. R.; SIMON, J. W. AVALIAÇÃO SENSORIAL DO GUACAMOLE CONSERVADO PELO FRIO. **Alim. Nutr., Araraquara**, v. 18, n. 4, p. 405–412, 2007.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O. R. Introdução à química de alimentos. In: **Química de Alimentos Fennema**. [s.l.: s.n.]. p. 1–16.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O. R. Sistemas dispersos: considerações básicas. In: **Química de Alimentos de Fennema**. 4^a ed. [s.l.: s.n.]. p. 900.

DE MOURA, G. C. et al. Production, physical-chemical quality and bioactive compounds of misty blueberry fruit under different pruning intensities | Produção, qualidade físico-química e compostos bioativos de frutos de mirtilheiro misty sob diferentes intensidades de poda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. Special Is, 2017.

DI MATTIA, C. et al. Physical and structural properties of extra-virgin olive oil based mayonnaise. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 764–770, 2015.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção**. 2^a ED. ed. Brasília - DF: [s.n.].

DORIZZOTTO, C. D. DE A. et al. Avocado production chain in the state of São Paulo (Brazil). **Proceedings VII World Avocado Congress**, v. 2011, n. September, p. 1–5, 2011.

DUARTE, P. F. et al. Avocado: characteristics, health benefits and uses. **Ciência Rural**, v. 46, n. 4, p. 747–754, abr. 2016.

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, S. E. MONOGRAFÍA DEL SECTOR AGUACATE EN MÉXICO: SITUACIÓN ACTUAL Y OPORTUNIDADES DE MERCADO. 2012.

ESTRADA MESA, E. M.; CORTES, M.; CORREA, G. Stability of a colloidal system based on avocado (*Persea americana* Mill. cv...: libros, revistas, artículos y mas. **Acta Agronómica**, v. 66, n. 3, p. 338–346, 2017.

FAO. **Crop statistics - Avocados**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 8 maio. 2019.

FARIAS, I. E. G; EGITO, E. S. T. Desenvolvimento de emulsões contendo

óleos vegetais para uso cosmético. **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**, v. 2, n. 5, p. 255, 2009.

FERRARI, R. A. Nota Científica : Caracterização físico-química do óleo de abacate extraído por centrifugação e dos subprodutos do processamento
Scientific Note : Physicochemical characterization of avocado oil extracted by centrifugation and of the process byproducts. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, p. 79–84, 2015.

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

FRIBERG, S., LARSSON, K., & SJOBLOM, J. Food Emulsions: Their Structures and Properties. In: **Food emulsions**. [s.l: s.n.].

GOMES, S. T. M. et al. Investigation of bioactive compounds from various avocado varieties (*Persea americana* Miller). **Food Science and Technology**, v. 2061, p. 3–9, 2018.

HASS, A. **Azeite Hass**. Disponível em:
<<https://www.azeitehass.com.br/index.php>>.

HURTADO-FERNÁNDEZ, E.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A.; CARRASCO-PANCORBO, A. Avocado fruit— *Persea americana*. **Exotic Fruits**, p. 37–48, 2018.

IBGE. **Censo Agropecuário**, 2016. Disponível em:
<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2887#resultado>>

IBGE. **No Produção Agrícola - Lavoura Permanente: Abacate**.

LEE, P. E.; CHOO, W. S. Characterization of flaxseed oil emulsions. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 7, p. 4378–4386, 2014.

LI, J. et al. Enhanced fish oil-in-water emulsions enabled by rapeseed lecithins obtained under different processing conditions. **Food Chemistry**, v. 264, p. 233–240, 2018.

LOPEZ, V. M. G. Characterization of Avocado (*Persea americana* Mill.) Varieties of Very Low Oil Content. **J. Agric. Food Chemistry**, v. 46, n. 9, 1998.

MANDARINO, J. M. G. Composição química média da soja e valor nutricional das suas proteínas. **EMBRAPA**, p. 36–37, 1987.

MARDIGAN, L. P. et al. Investigation of bioactive compounds from various avocado varieties (*Persea americana* Miller). **Food Science and Technology**, n. AHEAD, 10 dez. 2018.

MARQUES, G. DA S. C. B. J. D. F. B. D. DE A. **Desenvolvimento de polpa de**

abacate congelada sem uso de aditivos químicos. Brasil, 2019.

MASSAFERA, G.; COSTA, T. M. B.; OLIVEIRA, J. E. D. COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DO ÓLEO DO MESOCARPO E DA SEMENTE DE CULTIVARES DE. p. 325–331, 2010.

MCCLEMENTS, D. J. **Principles, Practicies, and Techniques.** [s.l: s.n.]. v. 2

MCCLEMENTS, D. J.; RAO, J. Food-Grade nanoemulsions: Formulation, fabrication, properties, performance, Biological fate, and Potential Toxicity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 4, p. 285–330, 2011.

MCGEE, H. Molhos. In: CIPOLLA, M. B. (Ed.). . **Comida e Cozinha: ciência e cultura da culinária.** 1º ed. [s.l: s.n.]. p. 646–706.

MIYASAKI, E. K. **Avaliação da adição de emulsificantes do tipo lecitinas modificadas na cristalização de manteiga de cacau e de chocolate amargo.** Campinas - SP: [s.n.].

NAGATA, T.; LÖRZ, H.; WIDHOLM, J. . **Biotechnology in Agriculture and Forestry - Transgenic Crops V.** [s.l: s.n.]. v. 24

OGAWA, S.; DECKER, E. A.; MCCLEMENTS, D. J. Influence of environmental conditions on the stability of oil in water emulsions containing droplets stabilized by lecithin-chitosan membranes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 18, p. 5522–5527, 2003.

OKURO, P. K. et al. Formation and stability of W/O-high internal phase emulsions (HIPEs) and derived O/W emulsions stabilized by PGPR and lecithin. **Food Research International**, v. 122, n. April, p. 252–262, 2019.

OLIVEIRA, M. C. Abacateiro e Oliveira como fontes de matéria-prima visando à extração do óleo. v. Doutorado, p. 84, 2011.

OLIVIEIRA, M. C. et al. Fenologia e características físico-químicas de frutos de abacateiros visando à extração de óleo Phenology and physical and chemical characterization of avocado fruits for oil extraction. **Ciencia Rural**, v. 43, p. 411–418, 2013.

PAZZE. **Pazze.** Disponível em: <<https://pazze.com.br/categoria/oleos-spray/>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

PELAIS, A. C. A. Estudo dos fatores que influenciam na estabilidade da emulsão do açaí. 2007.

PEREIRA, P. A. Evolução da produção mundial e nacional de abacate. **Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária**, v. Graduação, p. 55, 2015.

PÉREZ ÁLVAREZ, S.; ÁVILA QUEZADA, G.; COTO ARBELO, O. Review Avocado (Persea americana Mill). **Cultivos Tropicales**, v. 36, n. 2, p. 111–123, 2015.

RODRIGUES-AMAYA, D. B. **Tabela Brasileira de Composição de Carotenóides em Alimentos**. [s.l.] Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2008. v. 52

RODRIGUES, M. LI. Azeite de pequi: efeito do aquecimento em temperatura de fritura e utilização como ingrediente na formulação de maionese. p. 93, 2011.

SALGADO, J. M. et al. O óleo de abacate (*Persea americana* Mill) como matéria-prima para a indústria alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 20–26, dez. 2008.

SANTOS, F. R. A. DOS. Emulsões múltiplas : formulação , caracterização , estabilidade e aplicações. **UFP**, 2011.

SOUZA, C. J. F. DE; ROJAS, E. E. G. Emulsion of systems containing egg yolk, polysaccharides and vegetable oil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 5, p. 543–550, 2012.

STIG FRIBERG, KARE LARSSON, J. S. **Food Emulsions**. Fourth Edi ed. New York: [s.n.].

TADROS, T. F. **Rheology of Dispersions: Principles and Applications**. [s.l.: s.n.].

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 17–23, 2005.

UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composicao de Alimentos**. 4ª ed. Campinas - SP: [s.n.].

USDA. **Nutrient Lists**. Disponível em: <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/report?nutrient1=205&nutrient2=204&nutrient3=255&fg=9&max=25&subset=0&offset=300&sort=c&totalCount=345&measure=g>>. Acesso em: 8 maio. 2019.

VERECKEN, J. et al. Effect of SatSatSat and SatOSat on crystallization of model fat blends. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 111, n. 3, p. 243–258, 2009.

VERÍSSIMO, L. M.; EGITO, E. S. T. DO. Desenvolvimento de sistemas farmacêuticos emulsionados para veiculação gênica. **Programa de Pós-Graduação em Biologia Molecular e Genética**, v. Mestre, p. 56, 2007.

WERMAN, M. J.; MOKADY, S.; NEEMAN, I. A simple and sensitive method for detecting avocado seed oil in various avocado oils. **JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 73, n. 5, p. 665–667, 1996.

WHILEY, A. W.; SCHAFFER, M. B.; B.N. WOLSTENHOLME. **The avocado : botany, production, and uses**. Queensland: [s.n.]. v. 18

WILTBANK, W. J. Mango and avocado cultivars in Brazil. n. 16, p. 243–244,

1977.

YE, A.; SINGH, H. Heat stability of oil-in-water emulsions formed with intact or hydrolysed whey proteins: Influence of polysaccharides. **Food Hydrocolloids**, v. 20, n. 2–3 SPEC. ISS., p. 269–276, 2006.

ZUGE, L. C. B. **Extração e caracterização da polpa e do óleo de abacate (Persea americana) visando a obtenção de fosfolipídeos para uso em emulsões**. Curitiba: [s.n.].

ZÜGE, L. C. B. et al. Use of avocado phospholipids as emulsifier. **LWT - Food Science and Technology**, v. 79, p. 42–51, 2017.