



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE
ALIMENTOS**



**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE EMULSÃO ALIMENTÍCIA A
BASE DE ÓLEOS VEGETAIS AMAZÔNICOS**

CRISTINA GRACE DE SOUSA GUERRA

**MANAUS/AM
2015**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE
ALIMENTOS**



CRISTINA GRACE DE SOUSA GUERRA

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE EMULSÃO ALIMENTÍCIA A
BASE DE ÓLEOS VEGETAIS AMAZÔNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal Amazonas – UFAM como parte do requisito para obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos, na área de concentração em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª Dr^a Francisca das Chagas do Amaral Souza

**MANAUS/AM
2015**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G934d Guerra, Cristina Grace de Sousa
Desenvolvimento e análise de emulsão alimentícia a base de óleos vegetais amazônicos / Cristina Grace de Sousa Guerra. 2015
71 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Francisca das Chagas do Amaral Souza
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Emulsão. 2. Óleos. 3. Castanha do Brasil. 4. Palma. I. Souza, Francisca das Chagas do Amaral II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE EMULSÃO ALIMENTÍCIA A BASE DE ÓLEOS VEGETAIS AMAZÔNICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal – UFAM como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos, na área de concentração em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, pela seguinte banca examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Francisca das Chagas do Amaral Souza
Orientadora – INPA

Prof. Dr. Antônio José Inhamus da Silva - UFAM

Prof. Dra. Lúcia Schuch Boeira - IFAM

Prof^a. Dr^a. Maria Francisca Simas Teixeira - UFAM

Manaus/Am, _____ de _____ de 2015.

A minha família por acreditar que a melhor herança
é a continuidade dos meus estudos e por estar
sempre presente em cada conquista.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pelo dom da vida, pela constante proteção, por ser mantenedor da minha fé, confortar-me nos momentos mais difíceis, por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar.

A minha avó Iolanda Miléo por oferecer sempre seu colo e seu ombro amigo nos momentos que eu tive vontade de desistir, e puxar minha orelha quando foi necessário.

Aos meus pais Oséas e Gracineida, e minha irmã Rebeca pelo amor, apoio, confiança, motivação incondicional, carinho e torcida de cada meta.

Aos meus tios Danilo e Graciely Delarmelina pelo amor e dedicação ao longo de toda a minha vida acadêmica e por estarem sempre ao meu lado, me fazendo acreditar que posso ser forte e vencer grandes obstáculos.

A prof^a Dr^a Francisca das Chagas por ter aceito me orientar mesmo sabendo que ainda faltava muitas coisas a serem definidas e organizadas.

Ao pesquisador Jaime Aguiar pela contribuição nas análises.

A prof^a Dr^a Ariane Mendonça Klusklovski pela oportunidade e ensinamentos na primeira etapa do mestrado.

A amiga e técnica Maria Aparecida Fogaça Bittencourt do Laboratório do INPA pela colaboração nas análises.

A técnica Maria do Socorro Barreto da Silva do Laboratório de Microbiologia do INPA por me incentivar sempre, pela orientação, e por me ajudar a concluir as análises.

Ao técnico Ricardo Aparício Guimarães do Laboratório de Pescado da UFAM por me ajudar na extração da matéria-prima.

Aos meus amigos do mestrado, principalmente a Vanessa Ale, obrigada por dividir comigo as angústias e alegrias. Foi bom poder contar com vocês!

A todos os familiares e amigos que torceram para que este trabalho fosse concretizado.

Agradeço, também, à CAPES pelo apoio financeiro.

RESUMO

As emulsões são suspensões de óleo em água ou água em óleo em que as gotículas da fase dispersa são estabilizadas por películas finas, muitas vezes de películas monomoleculares de um emulsionante. As emulsões são sistemas termodinamicamente instáveis. Elas tendem a separar com o tempo, em uma fase óleo e uma fase aquosa. As emulsões podem, contudo, ser estáveis durante longos períodos. As proteínas de soja têm sido largamente utilizadas em formulações alimentícias, devido as propriedades funcionais e até mesmo, os efeitos na saúde. Além das excelentes propriedades de gelificação induzida pelo calor, estas proteínas também exibem boas propriedades emulsionantes. A capacidade de emulsificação da gema de ovo tem sido amplamente investigada: o efeito de um tratamento de alta pressão, a reologia e estabilidade quando adicionado outro agente ou a proteína de gema de ovo em gels e emulsões são alguns exemplos. Portanto o objetivo do trabalho foi desenvolver e caracterizar uma emulsão alimentícia (maionese) a base de óleo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K) e óleo de palma (*Elaeis guineensis*). A proteína de soja inviabiliza a produção da emulsão com óleo de castanha-do-Brasil e com óleo de palma devido contaminação por bolores e leveduras. As emulsões que continham gema de ovo desidratada apresentaram boas características quando utilizadas com óleo de castanha-do-Brasil e óleo de palma, pois atingiram os parâmetros físico-químicos aceitáveis quando comparados a uma emulsão comercial, Em relação aos valores nutricionais as emulsões apresentaram vantagem para o teor de minerais, destacando o cálcio e o potássio. A emulsão de gema de ovo com óleo de palma não obteve aceitação quando realizado a análise sensorial. Assim a emulsão de gema de ovo com óleo de castanha-do-Brasil foi o produto que melhor atingiu qualidade em todos os parâmetros.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*, *Elaeis guineensis*, emulsão

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

| | |
|--------|---|
| ANIVSA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| ANOVA | Análise de Variância |
| CVBLB | Caldo Verde Brilhante Lactose Bile |
| FFA | Free fatty acid |
| FDA | Food and Drug Administration |
| G | Gramma |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INPA | Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia |
| mL | Mililitro |
| POME | Efluentes do Moinho do Oleo de Palma |
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| % | Porcentagem |
| °C | Grau Clesius |
| Se | Selênio |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Castanha do Brasil e seus componentes: a) Castanheira-do-Brasil; b) Ouriço | 20 |
| Figura 2. Castanha-do-Brasil: (a) Sementes com casca; (b) Amêndoa sem casca e seca; (c) Amêndoa triturada para extração do óleo. | 21 |
| Figura 3. Botânica do dendê..... | 24 |
| Figura 4. Cacho de fruto de palmeira: (a) Verde, (b) Maduro, e (c) Frescos maduros..... | 24 |
| Figura 5. Tipos de óleos oriundos do fruto..... | 25 |
| Figura 6. Fluxograma do processo de preparação da emulsão..... | 32 |

LISTA DE TABELA

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Perfil de ácidos graxos (%) do óleo da castanha-do-Brasil, obtidos por diferentes tipos de extração..... | 22 |
| Tabela 2. Teor de minerais em castanha-do-Brasil, expressa em $\mu\text{g g}^{-1}$ de amostra. | 23 |
| Tabela 3. Perfil dos ácidos graxos (%) do óleo de palma obtidos por diferentes métodos de extração. | 28 |
| Tabela 4. Teor de minerais em palma, expressa em $\mu\text{g g}^{-1}$ de amostra. | 29 |
| Tabela 5. Formulação das emulsões em % de óleo de castanha-do-Brasil e óleo de palma..... | 31 |

PARTE I – PLANO DE ATIVIDADES

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 14 |
| 2.1 Características de emulsão alimentícia | 14 |
| 2.2 Maionese – Histórico e Composição | 15 |
| 2.3 Aspectos comerciais e tecnológicos | 16 |
| 2.4 Óleos vegetais | 17 |
| 2.4.1 Extração | 18 |
| 2.4.2 Óleos vegetais - amazônicos | 19 |
| 3 OBJETIVOS | 30 |
| 3.1 Geral | 30 |
| 3.2 Específicos | 30 |
| 4 MATERIAIS E MÉTODOS | 31 |
| 4.1 Materiais | 31 |
| 4.1.1 Matérias Primas | 31 |
| 4.2 Métodos | 31 |
| 4.2.1 Extração do óleo | 31 |
| 4.2.2 Preparação das emulsões | 31 |
| 4.3 Ensaio físico-químico | 33 |
| 4.3.1 pH | 33 |
| 4.3.2 Acidez titulável | 33 |
| 4.3.4 Umidade | 33 |
| 4.3.5 Lipídeos | 33 |
| 4.3.6 Proteínas | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.7 Cinzas | 34 |
| 4.3.8 Carboidratos | 34 |
| 4.4 Minerais | 34 |
| 4.5 Determinação da cor | 35 |
| 4.6 Análise Microscópica | 35 |
| 4.7 Atividade antioxidante da emulsão | 36 |
| 4.8 Ensaio microbiológicos..... | 36 |
| 4.8.1 Preparo das amostras..... | 36 |
| 4.8.2 Número mais Provável de Coliformes totais e termotolerantes..... | 37 |
| 4.8.3 Análise de <i>Salmonella ssp</i> | 37 |
| 4.8.4 Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> | 37 |
| 4.8.5 Contagem de bolores e leveduras..... | 38 |
| 4.9 Aspectos éticos..... | 38 |
| 4.10 Análise sensorial..... | 38 |
| 4.11 Delineamento estatístico da vida de prateleira..... | 40 |
| 4.12 Estabilidade Comercial | 40 |
| 4.13 Análise estatística..... | 40 |
| 5 REFERÊNCIAS | 41 |
| PARTE II..... | 49 |
| Características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas da emulsão tipo maionese com óleo de castanha-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K)..... | 49 |
| Características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas da emulsão tipo maionese com óleo de palma (<i>Elaeis guineensis</i>). | 65 |
| ANEXO..... | 81 |

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento econômico, os indivíduos migram para as áreas urbanas em busca de melhores oportunidades. Deixando de produzir para o próprio sustento, essas pessoas passam a incorporar a economia de mercado, elevando imediatamente a demanda por alimentos, principalmente os processados ou industrializados. O aumento da população não explica completamente todos os possíveis efeitos sobre a demanda. As mudanças nos níveis de urbanização também geram pesados impactos ao mercado de alimentos. A escolha dos alimentos é o resultado de interações entre o próprio alimento, o consumidor e o contexto ou a situação em que essa interação ocorre. Este tipo de escolha incorpora não só as decisões baseadas na reflexão consciente, mas também aqueles que são automáticos, habitual e subconsciente (GAINS, 1994). Embora os consumidores nem sempre sejam capazes de vocalizar suas necessidades, é importante entender como percebem os produtos, como suas necessidades são moldadas e influenciadas, e como fazem suas escolhas (VAN KLEEF et al., 2005).

Uma grande variedade de ingredientes alimentares e produtos podem constituir na totalidade ou parcialmente como emulsões, ou podem ser emulsões, ou ter sido um estado emulsionado em algum momento durante a sua produção, por exemplo, bebidas, manteiga, queijo, corantes, cremes, sobremesas, sorvetes, margarinas, leite, molhos para saladas, molhos, sopas e iogurtes. Nesse sentido, as indústrias têm buscado identificar e atender os anseios dos consumidores em relação a seus produtos, pois só assim sobreviverão no mercado cada vez mais competitivo (CARNEIRO, 2001).

Convencionalmente, são classificados como emulsões óleo em água, onde o óleo forma a fase dispersa (gotículas de óleo) e a água forma a fase contínua (por exemplo, leite e molhos) ou emulsões água em óleo na qual a água forma a fase dispersa e o óleo forma a fase contínua (por exemplo, manteigas e margarinas) (MCCLEMENTS, 2005). Entretanto, realmente não existe mudanças distintas nas propriedades físico-químicas, entre esses diferentes sistemas (DICKINSON, 2011; MCCLEMENTS, 2012a; MUSCHIOLIK, 2007).

As emulsões são suspensões de óleo em água ou água em óleo, em que as gotículas da fase dispersa são estabilizadas por películas finas, muitas vezes de películas monomoleculares de um emulsionante. As emulsões são sistemas termodinamicamente instáveis. Elas tendem a

separar com o tempo, em uma fase óleo e uma fase aquosa. As emulsões podem, contudo, ser estáveis durante longos períodos (AKEN, BLIJDENSTEIN, HOTRUM, 2003).

As proteínas de soja têm sido amplamente utilizadas em formulações alimentícias, devido às propriedades funcionais e até mesmo, os efeitos na saúde (FDA, 1999). Além das excelentes propriedades de geleificação induzida pelo calor, estas proteínas também exibem boas propriedades emulsionantes (HETTIARACHCHY E KALAPATHY, 1998).

As propriedades emulsionantes das proteínas de soja são utilizadas principalmente como auxiliares de processamento em emulsões concentradas, e a sua utilização como um agente emulsionante em produtos de emulsão diluída ainda é muito limitada (DAMODARAN, 2005; MCCLEMENTS, 2004).

A capacidade de emulsificação da gema de ovo tem sido amplamente investigada: o efeito de um tratamento de alta pressão (ANTON et al, 2001), a reologia e estabilidade quando adicionado outro agente (KONTOGIORGOS et al., 2004) ou a proteína de gema de ovo em gels e emulsões (KIOSSEOGLOU, 2003) são alguns exemplos. No entanto, existe pouca informação sobre o efeito da hidrólise enzimática controlada da gema de ovo e suas frações sobre as suas propriedades de formação de espuma e emulsionantes.

A indústria de alimentos deve ficar atenta às tendências e desafios deste novo cenário da demanda, como forma de manter o seu posicionamento competitivo. Maciços investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, seja de produtos, seja de processos, são necessários, e para atender a essa demanda a indústria de alimentos busca cada vez mais inovações, sem deixar de lado a preocupação com as características sensoriais e funcionais dos produtos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar uma emulsão alimentícia (maionese) a base de óleo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K) e óleo de palma (*Elaeis guineensis*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características de emulsão alimentícia

Muitos produtos alimentares que contêm duas fases imiscíveis (tipicamente óleo e água), como parte dos ingredientes, é fundamental misturar e estabilizá-los bem, a fim de produzir produtos de alta qualidade, estáveis e produtos com sensoriais atraentes. Estas duas fases imiscíveis são muitas vezes incorporadas em produtos alimentares como emulsões, que são formados através da dispersão de uma fase para a outra sob a forma de pequenas gotículas (MCCLEMENTS, 2005; SANTANA, PERRECHIL, & CUNHA, 2013; WINDHAB, *et al.*, 2005).

Pode-se definir emulsão como a mistura de dois líquidos imiscíveis, um dos quais é a fase contínua, enquanto o outro é a fase dispersa. Há emulsões simples de fase contínua água (O/W), por exemplo, leite, creme, maionese, bolo e massa, e a fase contínua óleo (W/O), margarina, manteiga e, em alguns casos, bi-contínua, por exemplo queijo (ASERIN, 2008; BENICHOU *et al.*, 2007; MEZZENGA *et al.*, 2004;. SU *et al.*, 2006).

Emulsões estruturalmente mais complexas, denominadas emulsões múltiplas, têm sido produzidas e investigadas. Emulsões de óleo em água (O/W) é constituída por pequenas gotículas de óleo disperso num meio aquoso, com cada gotícula sendo revestida por uma fina camada de moléculas de emulsionantes (MCCLEMENTS, 2012b). As emulsões alimentares vulgarmente utilizados são molhos e maioneses (MANDALA, *et al.* 2004). Nos últimos anos, a tendência nutricional real para alimentos de baixa caloria tem aumentado, e o interesse é em diminuir o teor de gordura (LAVERSE, *et al.* 2012). No entanto, quando a fase dispersa é reduzida abaixo de 60% as emulsões tornam-se altamente instáveis, devido principalmente ao soro e as gotículas de separação. Isto é geralmente indesejável porque levaria à rejeição do consumidor (DOLZ, HERNÁNDEZ, E DELEGIDO, 2006; HEYMAN, *et al.* 2010). Quanto mais óleo estiver disperso na emulsão, mais rígida será. Na faixa de 82% de óleo, o sistema é sobrecarregado e as gotículas estarão muito próximas e qualquer choque mecânico facilmente provocará a degradação da emulsão e o produto se apresentará muito mais fluido do que cremoso. Abaixo de 60% de óleo, a emulsão deverá ser estabilizada com adição de amido ou aumento da quantidade de gema de ovos. Uma emulsão ideal consiste em gotas esféricas reunidas dentro da fase contínua, a fase

dispersa pode ser responsável por no máximo 74% do volume total. Na maionese, no entanto, o óleo pode ser responsável por 75% ou mais do volume total. Isto significa que as gotículas de óleo ficam distorcidas da sua forma normal. É uma combinação destes fatores que confere a maionese tradicional sua alta viscosidade (HARRISON E CUNNINGHAM, 1985). A estabilidade física da emulsão pode aumentar, utilizando uma combinação de vários estabilizantes e emulsionantes (HEMAR, et al 2001; DICKINSON, 2003; BORTNOWSKA E TOKARCZYK, 2009).

2.2 Maionese – Histórico e Composição

A Maionese foi criada em 1756 por um chefe francês do Duque de Richelieu. Caramelle, um escritor francês e autor de *Cuisinier Parisien* (Cozinheiro em Paris) acreditava que a palavra maionese deriva do verbo francês "manier", que significa agitar. Prosper Montagne sustentou que a origem estava na palavra "moyeu", que significa ovo em francês. Outros especialistas insistem que o molho era uma especialidade da cidade de Bayonne, no sudoeste da França. Portanto era originalmente chamado de Bayonnaise e mais tarde se tornou Mayonnaise. Pouco tempo depois, o grande chefe francês, Marie-Antoine Careme (1784-1833), alterou a receita original substituindo o azeite de oliva por óleo vegetal. A receita tornou-se famosa em toda a Europa, posteriormente nos Estados Unidos e para o mundo. Em 1912 a maionese começou a ser comercializada em grande quantidade como produto com o nome de "Maionese Hellman Blue Ribbon" (LENNOX, 2007). Liu et al. (2007) define maionese como um tipo de emulsão semi-sólida contendo de 70-80% de gordura. Tradicionalmente preparada por uma cuidadosa mistura de gema de ovo, vinagre, óleo e temperos (especialmente mostarda). Depree & Savage (2001) relata que a emulsão é formada através da mistura lenta de óleo com uma pré-mistura que consiste de gema de ovo, vinagre, mostarda e que a mistura da fase oleosa e aquosa de uma só vez vai resultar em formações de uma emulsão de água em óleo. Como a maionese é uma emulsão óleo em água, ou seja, estão dispersas em uma fase aquosa, a rigidez da emulsão depende parcialmente do tamanho das gotículas de óleo e da proximidade com que elas estão agrupadas.

De acordo com a Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005) maionese é o produto cremoso em forma de

emulsão estável, óleo em água, preparado a partir de óleo(s) vegetal(is), água e ovos podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto. O produto deve ser acidificado.

Como a legislação brasileira não estabelece um teor mínimo de óleo para a fabricação da maionese, a maior parte das maioneses tradicionais encontradas no mercado brasileiro tem como ingrediente em maior quantidade a água, seguida pelo óleo vegetal.

2.3 Aspectos comerciais e tecnológicos

Comparando-se os tipos de produtos consumidos nas duas classes extremas de rendimento mensal familiar, observa-se que a maionese consome 0,11% do salário da família brasileira que recebe um salário mínimo (IBGE, 2004).

O mercado de maionese é grande, dominado pela Hellman's, marca das Refinações de Milho Brasil, que possui 45% de participação, seguida pela Gourmet, com 25%, e que apresentou um crescimento neste último ano de aproximadamente 34%. As donas de casa foram aos poucos substituindo a maionese caseira pela industrializada, a ponto da maioria delas, hoje, não ser capaz de preparar maionese em casa. Contudo, esperam que a maionese industrializada aproxime-se o máximo possível da caseira, em termos de ingredientes e em termos de imagem. O público-alvo é constituído por mulheres casadas, das áreas urbanas, na faixa etária entre 25 e 55 anos, sendo que neste grupo o principal veículo de informação é a televisão (RIBEIRO, 1987).

No Japão a maionese é normalmente feita com vinagre de maçã ou de arroz junto com uma pequena quantidade de glutamato monossódico, o que lhe dá um sabor diferente da maionese feita com vinagre destilado. Também é comum encontrar uma variedade da maionese contendo karashi, que é um tipo de mostarda típica do Japão. Em alguns países europeus, principalmente Bélgica e Holanda, maionese é frequentemente servida com batatas fritas ou chips. Também é servida com frango resfriado ou ovos cozidos na França, Reino Unido, Países Bálticos e Leste Europeu (FILLERS, 2008).

A maionese é um produto semi-perecível, estável, para ser mantida por um considerável tempo sem refrigeração. Nela podem ocorrer alguns tipos de alterações, entre as quais se inclui a separação das fases. Esta é acelerada pelos seguintes fatores: choque mecânico, exposição às temperaturas muito baixas, adição rápida de óleo na separação e agitação desregulada durante a

emulsificação. Cada ingrediente da formulação da maionese tem uma função específica e a quantidade de cada um deve ser cuidadosamente determinada e controlada para se atingir as características desejadas (SBRT, 2006).

A gema de ovo é o principal emulsificante da formulação da maionese. A quantidade e o tipo de sólidos do ovo tem efeito pronunciado sobre a viscosidade e a força da emulsão (POWRIE, 1977).

O sal e o açúcar são adicionados em níveis baixos de acordo com o produto que se quer desenvolver. Além disso, podem-se acrescentar condimentos, dependendo das características almeçadas para o produto (SBRT, 2006).

A cor é um atributo de qualidade inerente de cada alimento, sendo muito importante para a maioria dos consumidores. Este parâmetro tende a atribuir critérios de qualidade que condicionam a aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor (QUEIROZ, 1984).

Para maionese do tipo industrial, encontra-se acidez e pH como fator de qualidade sensorial e microbiológica, já que estão diretamente relacionados ao desenvolvimento de microrganismos. Bactérias do gênero *Salmonella*, por exemplo, são microrganismos que possuem como principal reservatório natural o trato intestinal do homem e dos animais, sendo, frequentemente, associadas a surtos pela ingestão de maionese contaminada (JAY, 2005). Segundo Franco (2011), geralmente, para a produção de maionese de mercado (sem refrigeração), busca-se uma acidez da ordem de 0,40 à 0,80%, desde que a acidez excessiva não torne o produto inaceitável sensorialmente.

2.4 Óleos vegetais

Os óleos vegetais representam um dos principais produtos extraídos de plantas da atualidade e cerca de dois terços são usados em produtos alimentícios fazendo parte da dieta humana. A obtenção do óleo vegetal bruto é feita por meio de métodos físicos e químicos sobre as sementes de oleaginosas usando-se um solvente como extrator e prensagem. Nesta fase, o óleo vegetal contém impurezas como ácidos graxos, prejudiciais à qualidade e estabilidade do produto, sendo necessário remover estas impurezas, pelos processos de refino que envolve a remoção do solvente, a degomagem, o branqueamento, a desadifcação e a desodorização (REDA E CARNEIRO, 2007). Os óleos e as gorduras vegetais são derivadas a partir de triésteres de

glicerol, originado a partir da condensação de uma molécula de glicerina com três moléculas de ácido graxo, em que os ácidos graxos contêm cadeias longas de carbono (8-24 unidades de comprimento) (CONCEIÇÃO et. al., 2007). Estes triésteres são amplamente utilizados como matérias-primas na alimentação, indústrias de medicamentos e cosméticos. Eles também são essenciais na produção de alimentos industrializados porque, do ponto de vista nutricional, óleos vegetais e as gorduras têm importantes propriedades funcionais capazes de produzir efeitos metabolicamente ou fisiologicamente úteis que ajudam a manter uma boa saúde. Estes efeitos, por sua vez, ajudam na redução de doenças crônico-degenerativas. Além da sua função base nutricional de fornecer calorias, estes triésteres contribuem para a palatabilidade de alimentos, age como veículos para as vitaminas solúveis em gordura, como A, D, E e K, e constituem fontes de ácidos graxos essenciais, tais como linoléico, linolênico e ácido araquidônico (CASTRO et al, 2004.; FUENTES et al, 2010.; RODRIGUES et al, 2003).

A utilização de outros óleos vegetais mais estáveis como o de milho e de algodão, é possível devido os mesmos não cristalizarem em baixas temperaturas. Qualquer tendência a cristalização poderia causar a quebra da emulsão, por isso é necessário escolher um óleo que não irá se cristalizar na temperatura mais baixa que a maionese e poderá ser submetida durante seu armazenamento, a qual é aproximadamente de 3 °C. Salienta-se que à medida que aumenta o grau de ácidos graxos saturados no óleo, aumenta a temperatura de cristalização, mas o torna mais estável quimicamente (MORETTO, 1998).

2.4.1 Extração

Para o processamento industrial, visando a obtenção de óleos e gorduras para uso alimentício, as matérias-primas (sementes, polpas de frutas, tecidos animais) devem seguir determinados requisitos (HARTMAN E ESTEVES, 1982). Para que o processamento seja considerável viável economicamente, o teor de óleo ou gordura mínima na matéria-prima deve ser ao redor de 15% (GUNSTONE & NORRIS, 1983). Como regra geral, sementes oleaginosas e outros materiais gordurosos com menores teores de óleo (< 20 - 25%) são extraídos diretamente por solvente. Os materiais com maiores teores de óleo (>25%) são prensados, obtendo-se tortas com 10-15% de óleo, que posteriormente são extraídas com solvente (HOFFMAN, 1989).

A extração por prensagem é conduzida em prensas contínuas tipo parafuso, em que o eixo helicoidal gira num cesto composto por barras de aço espaçadas, por onde sai o óleo. A pressão inicial é de 300-400kg/cm², aumentando gradativamente até a pressão final de 1000-1400kg/cm² (GUNSTONES & NORRIS, 1983). Pela utilização de um solvente orgânico o farelo obtido apresenta teor de óleo muito baixo, normalmente inferior a 1%. O solvente é recuperado da micela e do farelo e volta novamente ao circuito de extração. O solvente mais utilizado é um hidrocarboneto de petróleo leve, chamado hexano, contendo cerca de de 45-90% de n-hexano e o restante sendo constituído por 2- e 3-metil-pentano, 2,3-dimetil-butano, metilciclopentano e ciclohexano. A faixa de ebulição é de 63-69 °C e este solvente preenche a maioria dos critérios, exceto inflamabilidade e explosividade (HOFFMANN, 1989).

2.4.2 Óleos vegetais - amazônicos

No Brasil, e especificamente, na região amazônica, uma grande variedade de comidas exóticas e plantas medicinais com muitas propriedades biológicas podem ser encontradas. A caracterização adequada desta rica flora poderia guiar ações para o desenvolvimento sustentável na Amazônia (SOUZA et al., 2008). Nos mercados de rua da região amazônica do Brasil, uma grande diversidade de óleos de sementes de diferentes espécies são comercializados com uma variedade de supostas propriedades (SARAIVA, et. al, 2009).

A região amazônica, com sua riqueza de espécies vegetais, é conhecida por produzir óleos vegetais com aromas e sabores únicos. As propriedades destes óleos vegetais têm sido intensamente pesquisadas principalmente por empresas internacionais, devido as suas diversas aplicações nas indústrias alimentícia, farmacêutica e outros (PARDAUIL, et al. 2007). Dentre os óleos da região destacam-se o óleo de castanha-do-Brasil e o de palma.

2.4.2.1 Óleo de Castanha-do-Brasil

A castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) é uma árvore de grande porte, atingindo até 50 metros de altura e 2 metros de diâmetro na base (Figura 1A). Possui caule cilíndrico, liso, desprovido de ramos até a fronde, casca escura e fendida, ramos encurvados nas extremidades (PACHECO; SCUSSEL, 2006).

O fruto da castanheira é chamado de “ouriço”, constituindo-se uma camada de substância lenhosa (Figura 1B). É uma cápsula (pixídio) globosa deprimida, quase esférica, de 08 a 16 cm de diâmetro, tendo visível na parte superior o resto do cálice. A casca do fruto é espessa, lenhosa, dura, de cor castanha, repleta de células resinosas. Podem pesar de 0,5 a 5 kg e conter de 10 a 25 sementes, angulosas, agudas, mais ou menos triangulares, transversalmente rugosas, estreitamente comprimidas, envoltas em polpa amarela, dispostas em três séries (BRASIL, 2002).



Fonte:<http://mudasnativas.bi>

Fonte: <http://www.uagro.com.br/> Daniel Medeiros

Figura 1. Castanha do Brasil e seus componentes: a) Castanheira-do-Brasil; b) Ouriço

A castanha-do-Brasil é uma das mais importantes sementes oleaginosas da região Amazônica. A sua riqueza nutricional é reconhecida internacionalmente. Por isso, tem sido extensivamente estudada por diferentes segmentos industriais, e investimentos são atraídos com o objetivo de isolar seu principal produto (SANTOS et al., 2012).

Os plantios de castanheiras são relativamente jovens, tendo sido iniciados na década de 80, e por ser uma espécie de produção tardia, normalmente após dez anos do plantio, continuam sendo alvo de estudos para definição de sistemas de produção. Desta forma, a castanha-do-brasil é produzida, predominantemente, em sistemas de base extrativista, existindo um número reduzido de castanhais de cultivo, localizados nos Estados do Amazonas e Pará (EMBRAPA, 2004).

A parte comestível da castanha é a amêndoa (Figura 2). A castanha é beneficiada e comercializada com casca e sem casca e pode ser classificada em diversos tamanhos segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1998).

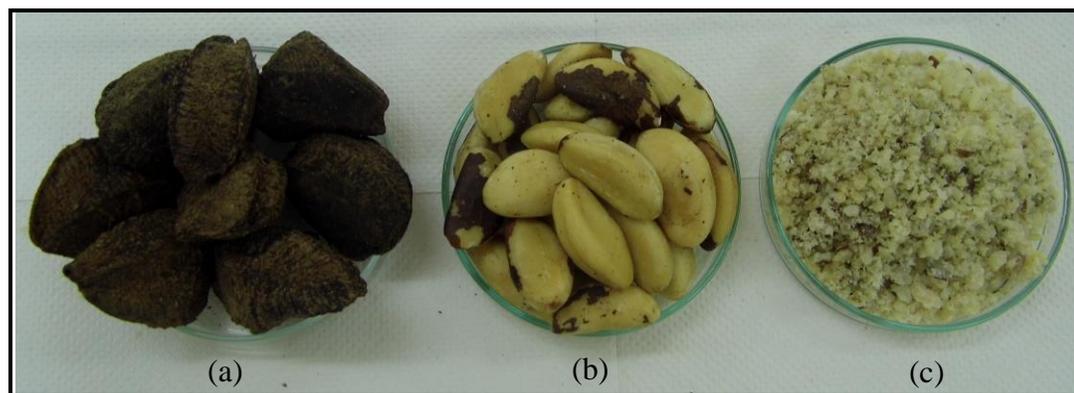


Foto: Guerra, 2013.

Figura 2. Castanha-do-Brasil: (a) Sementes com casca; (b) Amêndoa sem casca e seca; (c) Amêndoa triturada para extração do óleo.

A amêndoa da castanha-do-Brasil possui um grande potencial nutricional e tecnológico, principalmente devido à quantidade de lipídios, proteínas e antioxidantes na composição como o selênio (SANTOS et al., 2013). O teor de lipídios é de cerca de 60 a 70% e de acordo com a Tabela 1, o perfil de ácidos graxos consiste principalmente em ácidos graxos insaturados, em particular ácido oléico e linoléico (SANTOS et al., 2012). Destaca-se como um dos produtos alimentares de grande interesse industrial em busca de isolamento mais rentável e econômico e/ou extração de lipídios e futuras aplicações comerciais que podem conduzir a uma boa relação de custo e benefício e grande desenvolvimento no campo experimental (NETO et al, 2009; SANTOS et al, 2012; YANG, 2009). Com base nesses aspectos, as indústrias têm dedicado atenção considerável para a obtenção de seu óleo, principalmente com frequência por prensa hidráulica, processo no qual seus resíduos são raramente usados (SANTOS et al., 2013).

Tabela 1. Perfil de ácidos graxos (%) do óleo da castanha-do-Brasil, obtidos por diferentes tipos de extração.

| Perfil de ácidos graxos | Yang (2009)* | Freitas, Naves (2010)** | Santos <i>et al.</i> (2013)*** |
|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|
| Láurico (12:00) | - | - | 0,767 ± 0,04 |
| Miristoléico (13:00) | - | - | - |
| Mirístico (14:00) | 0,06 | - | 0,565 ± 0,03 |
| Palmítico (16:00) | 13,50 | 14,31 | 14,04 ± 0,75 |
| Palmitoléico (16:1) | 0,33 | - | 0,016 ± 0,01 |
| Margárico (17:00) | 0,22 | - | - |
| Esteárico (18:00) | 11,77 | 10,64 | 10,63 ± 0,06 |
| Oléico (18:1) | 29,09 | 28,92 | 34,55 ± 1,85 |
| Linoléico (18:2) | 42,08 | 44,12 | 40,15 ± 2,13 |
| Linolênico (18:3) | 0,20 | 0,19 | 0,085 ± 0,05 |
| Araquídico (20:00) | 0,54 | 0,40 | - |
| Gadoléico (20:1) | 0,21 | 0,11 | - |
| Behênico (22:00) | 0,12 | 0,12 | 0,436 ± 0,006 |
| Erúico (22:1) | 0,34 | - | - |
| Lignocérico (24:00) | ND | - | - |

* Extração com hexano e isopropanol sob agitação vigorosa.

** Extração por prensagem

*** Extração por fluido supercrítico com CO₂.

ND, não detectável; -, não foi determinado.

A castanha-do-Brasil contém quantidades de antioxidantes fenólicos que podem efetivamente controlar o estresse oxidativo no corpo. Apesar da castanha-do-Brasil parecer ter um baixo teor de compostos fenólicos ligados do que os relatados na literatura para outros frutos secos, a mesma é um bom antioxidante e realiza atividades de eliminação de radicais livres (JOHN, 2010).

As amêndoas também são ricas em oligoelementos que são essenciais para a dieta. Estes elementos, incluindo Cr, Cu, Fe, atuam como cofatores para muitas funções fisiológicas e metabólicas. Tipicamente, a castanha-do-Brasil segue o padrão Mg > Ca > Fe > Cu > Cr > As > Se. Castanha-do-Brasil é rica em Se, embora a quantidade de Se varie muito (MOODLEY, KINDNESS, & JONNALAGADDA, 2007). A composição mineral (Tabela 2) comprova que a castanha-do-Brasil também são abundantes em magnésio e cálcio.

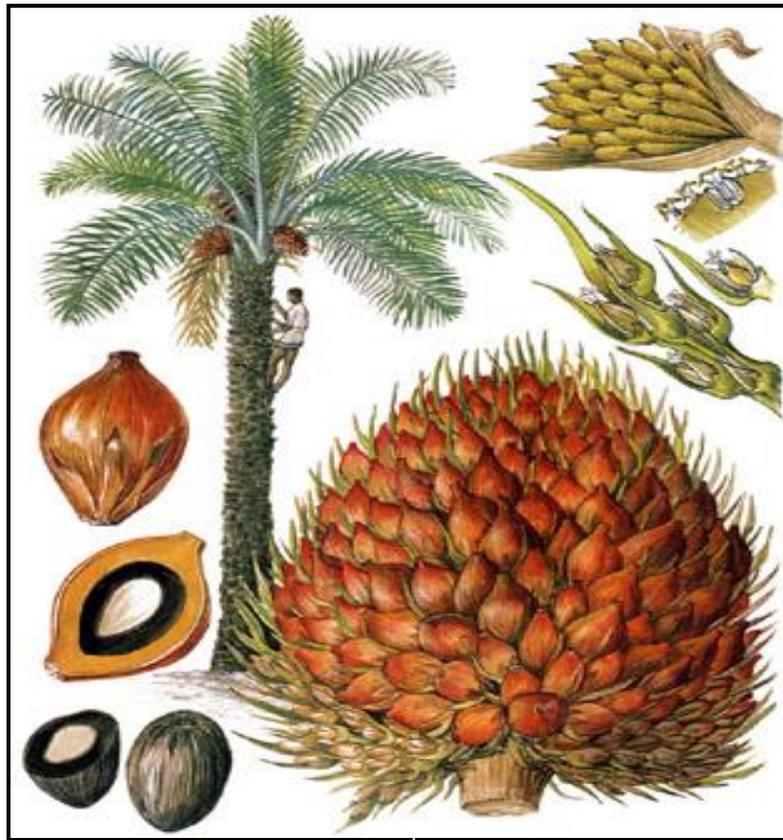
Tabela 2. Teor de minerais em castanha-do-Brasil, expressa em $\mu\text{g g}^{-1}$ de amostra.

| Minerais | Quantidade | |
|----------------------|---------------|-------------------|
| Macrominerais | Sódio (Na) | 210,0 \pm 0,27 |
| | Potássio (K) | 675,0 \pm 0,3 |
| | Fósforo (P) | 610,0 \pm 0,03 |
| | Cálcio (Ca) | 7432,8 \pm 10,2 |
| | Magnésio (Mg) | 9678,5 \pm 68,5 |
| Microminerais | Arsênio (As) | 0,017 \pm 0,002 |
| | Cromo (Cr) | 1,34 \pm 0,19 |
| | Cobre (Cu) | 59,44 \pm 0,51 |
| | Ferro (Fe) | 74,26 \pm 0,46 |
| | Manganês (Mn) | 3,40 \pm 0,21 |
| | Selenio (Se) | 36,1 \pm 0,4 |
| | Zinco (Zn) | 110,31 \pm 1,25 |

Fonte: Santos, 2013.

2.4.2.2 Óleo de Palma

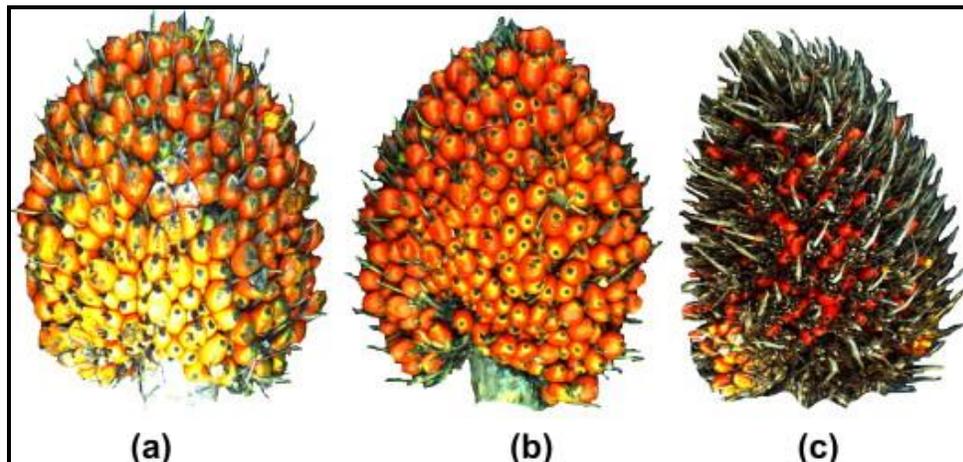
O nome genérico deriva do grego *Elaia* = oliva, por conta de suas frutas ricas em óleo. O nome refere-se a área específica da espécie de origem, as florestas tropicais da Guiné (África Ocidental). Graciosa palma parecida com a palma de coco (*Cocos nucifera*), exibindo uma haste ereta, de 25-30 m de altura quando cresce espontaneamente, 10-15 m de altura quando cultivada. As folhas são pinadas, 4-5 m de comprimento, tendo 50-60 lanceoladas, seu pecíolo, até 1 m de comprimento, é marginalmente espinhoso e dentadas. Suas flores, unissexuais estão agrupadas em inflorescências curtas suportados entre as folhas, eles formam grupos de espessura e de perto embalados. Em plantas de 3 anos de idade, os frutos aparecem carnudos, muito parecido com pequenas ameixas, oblongo-ovóide 2-3 cm de comprimento em forma, avermelhada, amontoados em grandes aglomerados, conhecidos como cachos, pesando 3-15 kg (Figura 3) (GUGLIELMO, et. al 2014).



Fonte: <http://www.africamuseum.be>

Figura 3. Botânica do dendê.

O óleo de palma é extraído do mesocarpo maduros dos frutos de óleo de palmeira (*Elaeis guineensis*). O fruto do óleo de palma é uma drupa formada em cachos apertados pontiagudos (Figura 4).



Fonte: Saeed, 2012.

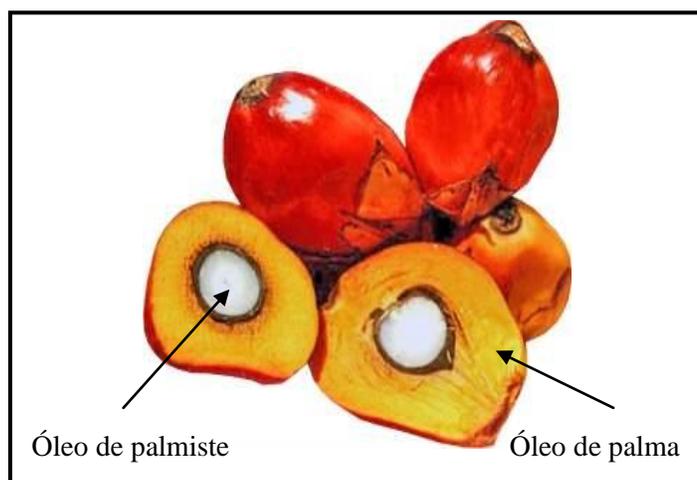
Figura 4. Cacho de fruto de palmeira: (a) Verde, (b) Maduro, e (c) Frescos maduros.

Os cinco líderes na produção de países são a Indonésia, Malásia, Tailândia, Colômbia e Nigéria. A Amazônia possui cerca de 70 milhões de hectares considerados como áreas aptas ou aproveitáveis para o cultivo do dendezeiro (SUFRAMA, 2003).

O Brasil, sendo um país tropical, possui uma enorme diversidade de frutos de palmeiras, a maioria dos quais são excelentes fontes de óleos. No entanto, o potencial da maior parte dos frutos da palmeira como uma fonte de óleo e proteína para o consumo humano não são explorados (GEORGE; ARUMUGHAN, 1991).

Nos estados da Amazônia Ocidental e no Amapá, que, em conjunto, perfazem 59 milhões de hectares potenciais para o cultivo, somente o Amazonas e o Amapá possuem uma área muito irrisória com cultivo da palmácea. Entre os estados brasileiros, o Pará é o maior produtor, sendo responsável por aproximadamente 85% do óleo de palma produzido no país e 0,6% do mercado mundial, o que correspondeu a 78 mil toneladas em 1999 (SUFRAMA, 2003).

A árvore da palma dá o maior rendimento de óleo por unidade de área de terra cultivada, estima-se que 58.431 mil toneladas métricas (MT) por ano. Um hectare de plantação de palma é capaz de produzir até 10 vezes mais óleo do que outra oleaginosa. Frutos de palmeira produz dois tipos distintos de óleos (Figura 5): óleo de palma bruto, retirado da polpa ou mesocarpo, e o óleo de palmiste obtido da amêndoa ou endosperma (GOURICHON, 2013). Ambos são importantes no comércio mundial (SCHROEDER, BECKER, E SKIBSTED, 2006). Em 2012 foram responsáveis por 32% de gorduras globais e produção de óleos. O óleo de palma superou o óleo de soja como o vegetal mais importante (OIL WORD, 2013).



Fonte: <http://www.inovacaotecnologica.com.br>

Figura 5. Tipos de óleos oriundos do fruto

O óleo de palma tem um único ácido graxo e triacilglicerol, perfil que o torna adequado para numerosas aplicações em alimentos. É o único óleo vegetal com quase 50-50 composição de ácidos graxos saturados e insaturados. É usado para cozinhar, fritar, e como uma fonte de vitaminas (BARRIUSO, ASTIASARÁN, & ANSOARENA, 2013). Estearina de palma é útil para fornecer a funcionalidade de gordura sólida, sem usar hidrogenação, reduzindo assim o consumo de gordura trans na dietas (KELLENS, et al. 2007).

Os frutos imaturos contêm pouco óleo, mas o mesocarpo de frutos maduros tem uma teor de óleo de 70-75 % do seu peso total (BASIRON & CHAN, 2004). O óleo de palma é cada vez mais usado em muitos cosméticos (sabonetes, xampus, cremes) e alimentos (margarinas, sorvetes, batatas fritas, macarrão instantâneo, doces, chocolate, cereais, sopas instantâneas, etc.) comercializado em países desenvolvidos. Além disso, o óleo de palma apresenta um teor elevado de carotenóides (DISDIER, 2013).

De acordo com Brunckhorst (2000) explica-se este crescimento da preferência pelo óleo de palma em função dos seguintes fatores: o forte apelo ecológico da cultura agrícola do dendê, dados os seus reduzidos níveis de impacto ambiental e expressivos níveis de “seqüestro de carbono”, sua versatilidade, pois dele se obtém hoje algo em torno de 145 produtos industrializados, substitui a gordura animal na culinária com vantagens para a saúde humana, sua produtividade é maior do que a de produtos concorrentes, a dendeicultura exige pouca mecanização e reduzido emprego de defensivos agrícolas.

Na indústria, o óleo de palma é geralmente obtido por meio de uma série de processos na fábrica que envolve sistemas mecânicos. Há muitas unidades de operação em uma fábrica típica. Em síntese, o processamento do óleo de palma na usina envolve a recepção de cachos de frutos fresco das plantações, de esterilização, de debulha dos frutos dos cachos, digestão, esmagação dos frutos, pressionamento para a saída do óleo cru de palma, clarificação, purificação, secagem e armazenamento (POKU, 2002).

A extração do óleo de produtos de suporte pode ser feito de duas maneiras, que são os métodos tradicionais ou melhorados. O método tradicional consiste de processamento e pressão manual. Método melhorado, por outro lado, consiste de extração química e expressão mecânica. Extração química requer a utilização de solventes orgânicos, para recuperar o óleo a partir de produtos, enquanto método mecânico emprega a utilização de dispositivos, tais como parafusos,

prensas hidráulicas e como um meio de aplicação de pressão para produtos já pré-tratados (GUNSTONE E NORRIS, 1983).

A extração de óleo de palma de frutos de palmeiras em usinas atualmente é realizada utilizando a tecnologia de prensa de parafuso, que é feito depois que completa o processo de esterilização a vapor (NIK NORULAINI et al., 2008). No entanto, estes autores relataram que este processo é dito ainda deixar para trás cerca de 3% de óleo residual por fruta na fibra, o que dá uma quantidade significativa de perda de óleo quando acumulado, além de um grande consumo de água utilizada, que são eventualmente esgotados para a atmosfera como Efluentes do Moinho do Oleo de Palma (POME) e diz-se ser perigosos para o meio ambiente.

Na extração de óleo de palma, o processo completo de extração é realizado a temperaturas que variam de 90 °C a 140 °C. Normalmente, os cachos de frutos são tratados primeiro no esterilizador onde o vapor saturado a uma pressão de 3 kg/cm² e uma temperatura de 140 °C é introduzido (CORLEY & TINKER, 2003).

De acordo com Saad et al. (2006) relataram a variedade de conteúdo de ácidos graxos livres do óleo de palma bruto foi de 2,3-6,7%. Purseglove (1985) afirma que o mal armazenamento de frutos conduzirá a um aumento considerável nos ácidos graxos livres que afetam a qualidade do óleo. O óleo de palma bruto é ainda processado para remover entre outros, uma quantidade significativa de ácidos graxos livres e obter óleo refinado, branqueado e desodorizado.

Tabela 3. Perfil dos ácidos graxos (%) do óleo de palma obtidos por diferentes métodos de extração.

| Perfil de ácidos graxos | Tan (2009)* | Azlan <i>et al.</i>, (2010)** | Kok (2011)*** |
|--------------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Cáprico (10:00) | - | ND | 3,93 |
| Láurico (12:00) | - | ND | 51,31 |
| Miristoléico (13:00) | - | - | - |
| Mirístico (14:00) | 1,1 | 9,19 ± 0,03 | 16,08 |
| Pentadecanóico (15:00) | - | 0,91 ± 0,00 | - |
| Pentadecenóico (15:1) | - | ND | - |
| Palmítico (16:00) | 43,5 | 33,84 ± 0,03 | 17,06 |
| Palmitoléico (16:1) | 0,2 | 0,17 ± 0,00 | - |
| Margárico (17:00) | - | - | - |
| Esteárico (18:00) | 4,3 | 10,64 | 2,02 |
| Oléico (18:1) | 39,8 | 28,92 | 12,62 |
| Linoléico (18:2) | 10,2 | 44,12 | 2,84 |
| Linolênico (18:3) | 0,3 | 0,19 | - |
| Araquídico (20:00) | - | 0,40 | 2,72 |
| Gadoléico (20:1) | - | 0,11 | 0,82 |
| Lignocérico (24:00) | - | ND | - |
| Nervônico (24:1) | - | 0,14 ± 0,01 | - |

* Extraído por prensagem com escala de pressão.

** Extraído no Soxhlet com éter de petróleo.

*** Extração de acordo com AOAC.

ND, não detectável; -, não foi determinado.

De acordo com Kok (2011) (Tabela 4) as concentrações de minerais no óleo de palma são elevados, especialmente para K, P, Mg, Ca e Zn.

Tabela 4. Teor de minerais em palma, expressa em $\mu\text{g g}^{-1}$ de amostra.

| Minerais | Quantidade | |
|----------------------|-------------------|------------|
| Macrominerais | Sódio (Na) | 8,01±0,77 |
| | Potássio (K) | 693±108 |
| | Fósforo (P) | 652,0±88,7 |
| | Cálcio (Ca) | 217±21,2 |
| | Magnésio (Mg) | 305±17,7 |
| Microminerais | Cobre (Cu) | 1,81±0,55 |
| | Ferro (Fe) | 5,20±0,71 |
| | Manganês (Mn) | 8,21±2,00 |
| | Zinco (Zn) | 3,61±0,32 |

Fonte: Kok, 2011.

De acordo com o FDA (Food and Drug Administration) (1999) o óleo é o componente encontrado em maior quantidade na maionese, considerando que para o produto ser caracterizado como maionese não pode possuir menos de 65% de óleo vegetal. A maioria das emulsões contem entre 75-82% de óleo em sua composição e o óleo mais utilizado é o óleo de soja (GUNSTONE, 2002). A maionese, em comum com os alimentos de alto teor de gordura, é susceptível à deterioração, devido à auto-oxidação, a sua estabilidade depende do tipo de óleo usado (DEPREE & SAVAGE, 2001). Portanto óleos de origem vegetal como a castanha-do-Brasil e óleo de palma podem ser alternativas para substituição na formulação, permitindo assim a obtenção de novos produtos.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Desenvolver e caracterizar uma emulsão alimentícia (maionese) a base de óleo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K) e óleo de palma (*Elaeis guineensis*).

3.2 Específicos

- Definir formulações para emulsões a base dos óleos de: castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K) e palma (*Elaeis guineensis*);
- Caracterizar composição química e minerais;
- Realizar análise microscópica e colorimétrica;
- Avaliar estabilidade comercial;
- Efetuar a análise sensorial das fórmulas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

4.1.1 Matérias Primas

As castanhas-do-Brasil descascadas e secas foram adquiridas da safra 2013 de usinas de beneficiamento situadas no Estado do Pará. O óleo do dendê foi adquirido em comércio local.

4.2 Métodos

4.2.1 Extração do óleo

O óleo da castanha-do-Brasil foi obtido por extração a frio, por meio de prensa hidráulica. Foi acondicionado em garrafas de vidro, longe de exposição de luz e calor.

4.2.2 Preparação das emulsões

Foram utilizados na formulação os ingredientes na seguinte proporção (tabela 5) conforme Nikzade, 2012.

Tabela 5. Formulação das emulsões em % de óleo de castanha-do-Brasil e óleo de palma.

| Ingredientes | Fórmula (%) | |
|---------------------------------------|----------------------------|---------------|
| | Óleo de Castanha-do-Brasil | Óleo de Palma |
| Água Mineral | 21,44 | 21,44 |
| Óleo Vegetal | 60 | 60 |
| Gema de ovo em pó ou proteína de soja | 10 | 10 |
| Vinagre de álcool | 7,5 | 7,5 |
| Goma Guar | 0,36 | 0,36 |
| Sal | 0,7 | 0,7 |

Para elaboração das emulsões, os ingredientes foram pesados em balança tipo filizola (marca Toledo). O processo foi realizado em três etapas descritas na figura 5. A gema de ovo em pó ou proteína de soja foi misturada com os outros ingredientes secos, posteriormente a água foi misturada. Em seguida uma fração do óleo foi usada. Os ingredientes foram misturados durante 10 minutos; O vinagre foi gradualmente misturado. A quantidade restante do óleo foi adicionado lentamente. As amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro, com capacidades de 300g em temperatura ambiente até a realização das análises. Tais recipientes foram higienizados e esterilizados em autoclave.

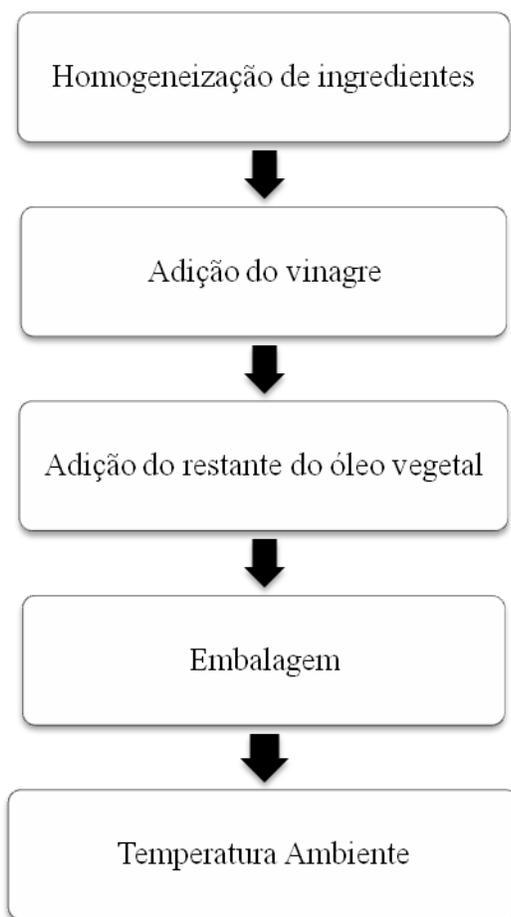


Figura 6. Fluxograma do processo de preparação da emulsão.

4.3 Ensaio físico-químico

4.3.1 pH

Foi determinado por leitura direta em potenciômetro. Foi pesado 5 gramas da amostra, adicionado 50 mL de água destilada e agitada até a homogeneização das partículas, em seguida a leitura foi realizada em potenciômetro (IAL, 2008).

4.3.2 Acidez titulável

Foi pesado 5 g da amostra, transferidos para um frasco Erlenmeyer de 125mL com o auxílio de 50 mL de água. Em seguida, adicionou-se 4 gotas da solução fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea (IAL, 2008).

4.3.4 Umidade

Foi pesado 5 g da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Foi aquecido durante 3 horas em mufla, seguida de resfriamento em dessecador até a temperatura ambiente. Após isso, foi pesado e repetida a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante (IAL, 2008).

4.3.5 Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado em extrator do tipo Soxhlet, 5g da amostra foi pesado em cartucho de Soxhlet previamente seco em estufa a 105 °C. O cartucho foi transferido para o extrator acoplado ao balão de fundo chato previamente tarado a 105 °C, utilizando-se éter de petróleo como solvente extrator, mantendo-se, sob aquecimento em chapa elétrica, com extração contínua. O cartucho foi retirado do aparelho e o éter foi destilado, o balão com o resíduo foi

transferido para uma estufa a 105 °C, mantendo-se por cerca de uma hora, resfriado em dessecador até temperatura ambiente e pesado (IAL, 2008).

4.3.6 Proteínas

Foi pesado 1 g da amostra em papel manteiga e em seguida, transferido para o balão de Kjeldahl. Foram adicionados 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 6 g da mistura catalítica. Foi levado ao aquecimento em bloco digestor, na capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido. Foram adicionadas 3 gotas de indicador. O teor de nitrogênio das amostras foi determinado com o fator geral de 6,25 para proteína (IAL, 2008).

4.3.7 Cinzas

O teor de cinzas das amostras foi determinado em mufla, onde consistiu em resíduos obtidos por aquecimento em temperatura de aproximadamente 550 °C. Para a realização do método, foram pesados 5 g da amostra em uma cápsula previamente aquecida em mufla a 550 °C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente para ser pesada. As cinzas ficaram brancas ou ligeiramente acizentadas (IAL, 2008).

4.3.8 Carboidratos

A quantificação de carboidratos foi calculada por diferença entre 100 e a soma dos teores de umidade, cinzas, lipídeos totais e proteínas (IAL, 2008).

4.4 Minerais

O teor de ferro, cobre, cálcio, magnésio, zinco, manganês, sódio e potássio foi determinado por espectrometria de absorção atômica, como preconizado pelo Instituto Adolfo

Lutz (IAL, 2008), onde a digestão das amostras foi realizada em via micro-ondas no digestor MARS – Xpress CEM Corporation, MD – 2591, na mineralização da matéria orgânica com a utilização de ácido nítrico concentrado, seguido do resfriamento e diluição com água deionizada. A leitura foi realizada diretamente nas soluções diluídas em espectrofotômetro de absorção atômica (Spectra AA, modelo 220 FS, Varian, 2000), com lâmpadas específicas conforme o manual do fabricante. Para o controle das análises foram utilizados os materiais de referência certificado *Peach leaves* (NIST – SEM 1547).

4.5 Determinação da cor

As emulsões foram avaliadas instrumentalmente quanto a cor utilizando-se um colorímetro, modelo COLOR QUEST II (HUNTERLAB, 2001). A determinação baseou-se nos sistemas CIEL*C*h (representação polar do sistema L*a*b*). No sistema CIEL*a*b*, L* indica luminosidade, que varia de zero (preto) a 100 (branco); enquanto a* e b* representam as coordenadas de cromaticidade, sendo que +a* indica tendência para o vermelho e -a* tendência para o verde; +b* indica tendência para o amarelo e -b* tendência para o azul.

4.6 Análise Microscópica

Os padrões das emulsões foram verificados por uma Nikon E-800 (Kawasaki, Japão) microscopia de luz de campo claro com ampliação de 40X. As emulsões foram observadas depois de 24 horas de refrigeração a 4 °C. 4,0 mL da emulsão foi escorrida através de micro-seringa sobre uma gota de água (3 mL) previamente depositado sobre uma lâmina (76 × 26 mm) e cobertas após a prorrogação com uma lamela (24 x 32 mm) (POYATO, 2013). As imagens foram monitoradas e capturadas por digitais Nikon DXM-1200. As análises foram realizadas em triplicata, e os tamanhos de partículas foram determinadas a partir das imagens.

4.7 Atividade antioxidante da emulsão

O potencial antioxidante foi avaliado por meio de ensaio da captura de radicais livres da reação alcoólica com DPPH (2,2-Diphenil-1-picrylhidrazila), preparou-se uma solução de DPPH (2 mg em 12 ml de etanol absoluto). As soluções testes das emulsões foram preparadas em diferentes concentrações: 0; 7,8; 15,6; 31,25; 62,5; 125; 250; 500 e 1000µg/mL. 30 µL das amostras foram adicionadas nos poços da microplaca. Em seguida adicionou-se 270 µL da solução de DPPH para as amostras testes ou álcool etílico para o branco. As placas foram incubadas em uma caixa ausente de iluminação durante 30 minutos. As leituras foram realizadas em 492 nm em uma leitora de microplaca Multimode Detector DTX 800, Beckman Coulter (MOLYNEUX, 2004).

4.8 Ensaio microbiológicos

As metodologias de análises microbiológicas adotadas seguiram o *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, da American Public Health Association (APHA 2001), sendo analisados: Coliformes totais, *Salmonella* spp., bolores e leveduras.

As análises foram realizadas de forma qualitativa e os resultados expressos como presença ou ausência desses microrganismos em 25 g de alimentos.

4.8.1 Preparo das amostras

Foi pesada asepticamente $25 \pm 0,2$ g da amostra, seguida de diluição em 225mL de água peptonada 0,1%. Para as demais diluições foi retirado 1mL da diluição inicial (10^{-1}) e foram feitas as demais diluições seriadas, transferindo-os para 9 mL da água peptonada a 0,1%.

4.8.2 Número mais Provável de Coliformes totais e termotolerantes

Das diluições, alíquotas de 1mL foram transferidas para 10 mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose em triplicata de 3 tubos (contendo um tubo de Duham invertido) que foram incubados por 24/48 horas a 35 °C. Para teste confirmativo de coliformes totais foi utilizado o Caldo Verde Brillante a 2%, a 35 °C por 24/48 horas. Após a incubação dos mesmos, foram observados os tubos que apresentaram produção de gás, dos quais com auxílio de alça níquel-cromo foram retiradas alíquotas e transferidas para tubos de caldo EC (contendo tubo de Duham invertido) e incubados por 24 horas a 45°C em banho-maria para o teste confirmativo de coliformes termotolerantes. Mediante a consulta da tabela da RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) foi calculado o Número Mais Provável de Coliformes Totais e Termotolerantes por grama da emulsão para cada amostra. Os resultado foram expressos em mL.

4.8.3 Análise de *Salmonella ssp*

Foram pesados alíquotas de 25 gramas de cada amostra da emulsão e transferidos para um erlenmeyer contendo 225mL de Água Peptonada a 1% Tamponada. As amostras foram homogeneizadas e incubadas a 35 °C por 24 horas. Após a incubação retira-se 1mL dessa amostra pre-enriquecida e transfere-se para 10mL de Caldo Selenito Cistina e incubados novamente a 35 °C por 24 horas. Da mesma amostra pre-enriquecida retira-se 1mL e transfere-se para 10mL de Caldo Tetrionato e incubado a 43 °C em banho maria por 24 horas. Em seguida, foram realizadas semeaduras por esgotamento em placas de Petri contendo Ágar SS e Ágar MacCONKEY e, incubadas por mais 24 horas a 35 °C.

4.8.4 Contagem de *Staphylococcus aureus*

Foram semeados 0,2 da diluição 10^{-1} da amostra na superfície do Ágar Baird-Parker, espalhando em toda superfície o material semeado, com auxílio da alça de Drigalski. Em amostras de alimentos com expectativa de contagens altas utilizou-se placas em duplicata e

diluições subsequentes necessárias. Após a secagem, as placas foram invertidas e incubadas a 36 °C por 24/48 horas. Após o período de incubação verificou-se o desenvolvimento de colônias típicas para *Staphylococcus aureus*.

4.8.5 Contagem de bolores e leveduras

Para esta contagem foi realizada a primeira diluição (1:10) no qual foi retirada asepticamente 25g da amostra e diluída em 225 mL de água peptonada 0,1%. A partir da diluição inicial, 10^{-1} foram feitas as demais diluições seriadas, pegando 1 mL da diluição anterior para 9 mL da água peptonada a 0,1%.

Nas placas de Petri estéreis e identificadas foi acrescentado 0,1 mL de ácido tartárico a 10% e o inóculo de 1 mL de cada diluição, em seguida acrescentou-se 18 mL de Ágar Dextrose Batata fundido e resfriado a ± 45 °C e homogeneizado realizando movimento do 8. Depois da secagem as placas foram seladas, colocadas invertidas e incubadas 25 °C durante 5 dias. Transcorrido o período de incubação, foi feita a contagem das colônias. O resultado foi multiplicado por 10, para levar em conta o volume dez vezes menor inoculado e será expresso pelo número de Unidades Formadoras de Colônia por grama de material (UFC.g⁻¹).

4.9 Aspectos éticos

Pelo fato do estudo envolver seres humanos na etapa de análise sensorial, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética e foi aprovado tendo como número de processo: 30668014.1.0000.5020, atendendo à resolução do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2012).

4.10 Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada no laboratório do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, com condições adequadas para tal procedimento, com iluminação própria,

cabines individuais e ausência de interferências, tais como, odores e ruídos que possam influenciar no bem estar do sujeito e no resultado da pesquisa. O recrutamento dos sujeitos da pesquisa que participaram da análise sensorial foi realizado de forma esclarecida e voluntária que aceita participar da pesquisa, que se deu de forma gratuita. Onde o mesmo não foi obrigado a participar e pôde cancelar a sua autorização a qualquer momento e por qualquer motivo.

Os provadores recrutados foram do próprio INPA, que foram os servidores, assim como os visitantes do instituto no momento da avaliação sensorial. A abordagem foi feita através de comunicação oral entre a pesquisadora e o provador, mas sem influenciar na decisão do indivíduo.

Foi prestada toda a assistência médica e cobertura material para reparação de algum dano causado pela pesquisa ao participante da pesquisa. Os resultados do estudo foram apresentados em conjunto, não sendo possível identificar os indivíduos que dele participaram, garantindo assim a total integridade física e sigilosa do participante de acordo com a Resolução 466/2012-CNS. Para a avaliação foram recrutados 68 provadores não necessariamente treinados, seguindo os seguintes critérios:

a) Critério de inclusão: Participaram da pesquisa sensorial pessoas na faixa etária de 18 a 60 anos, que sejam aparentemente saudáveis.

b) Critério de exclusão: Não participaram da referida análise pessoas que eram fumantes ou que apresentavam algum problema notório como gripe, resfriado, problemas gástricos, diabetes, hepatite, dente inflamado ou outro que poderia interferir na idoneidade da avaliação do produto, porém sua opinião não foi validada, ficando altamente restrita a degustação por provadores menores de 18 anos.

O Teste Sensorial que foi aplicado é o de Aceitação Global seguindo os procedimentos de acordo com DUTCOSKI (1996). Para avaliar os parâmetros sensoriais do produto foi empregado a escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 9 representava a nota máxima “gostei muitíssimo” e 1 a nota mínima “desgostei muitíssimo”. Foi aplicado o teste de intenção de compra dos provadores/julgadores diante das amostras apresentadas, com escala de 3 pontos (compraria, talvez compraria e não compraria).

Quanto à análise sensorial, a emulsão foi avaliada por meio da ANOVA esquematizada em blocos casualizados em nível de 5% de significância. A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.11 Delineamento estatístico da vida de prateleira

Os dados das análises físico-química e microbiológica do monitoramento da vida de prateleira da emulsão foram analisados por análise de variância (ANOVA) usando delineamento inteiramente casualizado em nível de 5% de significância. Para comparações múltiplas das médias e dos tratamentos foram aplicados o teste de Tukey em nível de significância de 5%.

4.12 Estabilidade Comercial

A estabilidade comercial da emulsão foi estabelecida com embalagem de vidro que evita o contato do alimento com o oxigênio em sete períodos (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), foram armazenadas em temperatura ambiente para o acompanhamento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

4.13 Análise estatística

Na caracterização da amostra, os dados foram classificados qualitativamente quanto à estatística descritiva, que consistiu na análise e interpretação de dados numéricos por meio de tabelas e gráficos, apresentando informações sobre a dispersão de dados que foram tabulados no Microsoft Office Excel 2010.

5 REFERÊNCIAS

AKEN, G. A. V., BLIJDENSTEIN, T. B. J., HOTRUM, N. E. **Colloidal destabilisation mechanisms in protein-stabilised emulsions.** *Curr Opin Colloid Interface Sci*, n. 8 , p. 371–379, 2003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 2001. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 4th ed. Washington: APHA.

ANTON, M., CHAPLEAU, N., BEAUMAL, V., DELEPINE, S., LAMBALLERIE-ANTON, M. DE. **Effect of high-pressure treatment on rheology of oil-in-water emulsions prepared with hen egg yolk.** *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, n.2, v. 13 , pp. 9–21, 2001.

ÁRVORES NATIVAS. Disponível em: <http://mudasnativas.biz/918-2arvoresnativascatanheiradopar/> Acesso em: 31 jan. 2015.

ASERIN, A.. **Multiple Emulsions.** Technology and Applications. John Wiley & Sons, Inc., 2008.

AZLAN, A., PRASAD, K. N., KHOO, H. E., ABDUL-AZIZ, N., MOHAMAD, A., ISMAIL, A., AMOM, Z.. **Comparison of fatty acids, vitamin E and physicochemical properties of *Canarium odontophyllum* Miq. (dabai), olive and palm oils.** *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, p. 772-776, 2010.

BARRIUSO, B., ASTIASARA´ N, I., &ANSORENA,D.. **A review of analytical methods measuring lipidoxidation status in foods: A challenging task.** *European Food Research and Technology*, 236 (1), p. 1–15, 2013.

BASIRON, Y., & CHAN, K. W. **The oil palm and its sustainability.** *Journal of Oil Palm Research*, n. 16, p. 1–10, 2004.

BENICHO, A., ASERIN, A. AND GARTI, N.. **W/O/W double emulsions stabilized with WPIpolysaccharide complexes.** *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 294, p. 20-32, 2007.

BORTNOWSKA, G., & TOKARCZYK, G.. **Comparison of the physical and sensory properties of model low-fat mayonnaises depending on emulsifier type and xanthan gum concentration.** *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, n. 12, v. 3, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Especificações para a padronização, classificação e comercialização interna da Castanha do Brasil.** Brasília/DF: v.08, nº19, Dez.1998.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução - RDC nº 274, de 15 de outubro de 2002.**

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001.**

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução RDC nº276 de 22 de setembro de 2005.**

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução CNS nº 466 de 12 de dezembro de 2012.**

BRUNCKHORST, H. **O mercado mundial do óleo de palma e seus derivados numa economia globalizada.** São Paulo: Grupo Agropalma, 2000.

CARNEIRO, J. C. S. **Processamento industrial de feijão e avaliação sensorial, descritiva e mapa de preferência.** 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

CASTRO, H. F., MENDES, A. A., SANTOS, J. C.. **Modificação de óleos e gorduras por biotransformação.** *Quimica Nova* 27, p.146–156, 2004.

CONCEIÇÃO, M. M., FERNANDES Jr., V. J., BEZERRA, A. F., SILVA, M.C.D., SANTOS, I. M. G., SILVA, F. C., SOUZA, A. G.. **Dynamic kinetic calculation of castor oil biodiesel.** *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, v. 87, p.865–869, 2007.

CORLEY, R. H. V., & TINKER, P. B. **The oil palm.** USA: Blackwel, p. 450-471, 2003.

DAMODARAN, S.. **Protein stabilization of emulsions and foams.** *Journal of Food Science*, 70, p. R54R66, 2005.

DEPREE, J. A., & SAVAGE, G. P.. **Physical and flavour stability of mayonnaise.** *Trends in [Food Science and Technology]*, v.12, p.157-163, 2001.

DICKINSON, E.. **Double emulsions stabilized by food biopolymers.** *Food Biophysics*, 6, p.1–11, 2011.

DICKINSON, E.. **Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems.** *Food Hydrocolloids*, v. 17, p. 25-39, 2003.

DISDIER, A. C., MARETTE, S., MILLET, G.. **Are consumers concerned about palm oil? Evidence from a lab experiment.** *Food Policy*, v. 43, p. 180-189, 2013.

DOLZ, M., HERNÁNDEZ, M. J., & DELEGIDO, J.. **Oscillatory measurements for salad dressings stabilized with modified starch, xanthan gum, and locust bean gum.** *Journal of Applied Polymer Science*, v. 102, p.897-903, 2006.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos.** Curitiba: Editora Champagnat, 1996. 123 p.

EMBRAPA. **Manual Segurança e Qualidade para a Cultura da Castanha-do-Brasil.** Brasília: EMBRAPA/SEDE, 2004. 61 p. (Qualidade e Segurança dos Alimentos). Projeto PAS Campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA

FDA. Food labeling: **Health claims: Soy protein and coronary heart disease.** (1999) FDA 21 CFR part 101, Oct 26

FILLERS, Lisa. **History of mayonnaise**. Disponível em:<<http://www.helium.com/items/784446-history-of-mayonnaise>>. Acesso em: 01 out. 2013.

FRANCO, R. C. J. **Obtenção de maionese de iorgute probiótica com fitosteróis**. Dissertação de mestrado (Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos). Centro Universitário do Instituto Mauá. São Caetano do Sul, 2011.

FREITAS, J. B., NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. *Rev. Nut.*, n 23, v. 2, p. 269 – 279, 2010.

FUENTES, J.A.S., CAMEY-ORTÍZ, G., HERNÁNDEZ-MEDEL, M.R., MENDOZA, F.P., BAZÚA, C.D.. **Composition phase behavior and thermal stability of natural edible fat from rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) seed**. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 799–803, 2010.

GAINS, N. The repertory grid approach. H.J.H. MacFie, D.M.H. Thompson (Eds.), **Measurement of food preferences**, Elsevier Applied Science, London (1994), pp. 51–76, 1994.

GEORGE, S., ARUMUGHAN, C.. **Distribution of lipids in exocarp and mesocarp of three varieties of oil palm fruit (*Eliaes guineensis*)**. *Journal Science Food Agronomy*, n. 56, v. 2, p. 210–222, 1991.

GOURICHON, H.. **Analysis of incentives and disincentives for palm oil in Nigeria**. Technical notes series. Rome: MAFAP, FAO, 2013.

GUGLIELMO, A., PAVONE P., SALMERI C. **PALMAS**. Disponível em: <http://www.dipbot.unict.it/palms/index.html>. Acesso em: 30 set. 2014.

GUNSTONE, F. D. **Vegetable oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses**. USA: CRC Press, 352 p. (Chemistry and Technology of Oils and Fats). 2002.

GUNSTONE, F. D., NORRIS, F. A. **Lipids in foods: chemistry, biochemistry and technology**. Oxford: Pergamon Press, 1983, p. 29-42.

HARRISON, L. J., & CUNNINGHAM, F. E.. **Factors influencing the quality of mayonnaise**. *Jornal of Food Quality* , n. 8, p. 1-20, 1985.

HARTMAN, L., ESTEVES, W.. **Tecnologia de óleo e gorduras vegetais**. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologias – Tecnologia Industrial, São Paulo:1982, p. 67-131.

HEMAR, Y., TAMEHANA, M., MUNRO, P. A., & SINGH, H.. **Influence of xantan gum on the formation and stability of sodium caseinate oil-in-water emulsions**. *Food Hydrocolloids*, v. 15, p. 513-519, 2001.

HETTIARACHCHY, N.S., KALAPATHY, U., WHITAKER, J. R., S., FERREIDON, A.L. MUNGUIA, R.Y., YADA, G. FULLER (Eds.), **Functional properties of proteins and lipids**. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 80–95, 1998.

HEYMAN, B., DEPYPERE, F., DELBAERE, C., & DEWETTINCK, K.. **Effects of non-starch hydrocolloids on the physicochemical properties and stability of a comercial béchamel sauce.** Journal of Food Engineering, v. 99, p. 115-120, 2010.

HOFFMANN, G. **The chemistry and technology of edible oils and fats and their high fat products.** London: Academic Press, 1989.

HUNTERLAB. Applications Note. v. 13, 2001. Disponível em <<http://www.hunterlab.com>> Acesso dia: 28.01.2015.

IBGE. Em 30 anos, importantes mudanças nos hábitos de consumo dos brasileiros (19.05.2004). Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=171>> Acesso em: 25 out. 2014.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Biodisel de Dendê. Disponível em <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=biodiesel-dende-vai-abastecer-216-locomotivas-carajas#.VQeZZ47F_F0> Acesso em: 15 mar. 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos.** 4. ed. 1 ed. Digital, 2008.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos.** 6 ed. Editora Artmed. Porto Alegre (RS), 2005.

JOHN, J. A., SHAHIDI, F. **Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*).** Journal of functional, v. 2, p. 196-209, 2010.

KELLENS, M., GIBON, V., HENDRIX, M., & DE GREYT, W. **Palm oil fractionation.** European Journal of Lipid Science and Technology, n. 109, v. 4, p. 336–349, 2007.

KIOSSEOGLU, V.. **Egg yolk protein gels and emulsions.** Curr. Opin. Colloid Interface Sci., n. 8, pp. 365–370, 2003.

KOK S., ONG-ABDULLAH M., EE G. C., NAMASIVAYAM, P. **Comparison of nutrient composition in kernel of tenera and clonal materials of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)** Food Chemistry, v. 129, n 4, p. 1343-1347, 2011.

KONTOGIORGOS, V., BILIADERIS, C. G., KIOSSEOGLU, V., DOXASTAKIS, G.. **Stability and rheology of egg-yolk-stabilized concentrated emulsions containing cereal b-glucans of varying molecular size.** Food Hydrocolloid, n. 18, pp. 987–998, 2004.

LAVERSE, J., MASTROMATTEO, M., FRISULLO, P., & DEL NOBILE, M. A. **X-ray microtomography to study the microstructure of mayonnaise.** Journal of Food Engineering, v. 108, p. 225-231, 2012.

LENNOX, D. **Now You Now Big Book of Answers.** Dundrum Press, Toronto, Canadá, 2007, 446p.

LIU, H., XU, X.M., GUO, Sh.D. **Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics.** Swiss Society of Food Science and Technology, v.40, p. 946-954, 2007.

MANDALA, I. G., SAVVAS, T. P., & KOSTAROPOULOS, A. E.. **Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of white model-sauce.** Journal of Food Engineering, v. 64, p. 335-342, 2004.

McCLEMENTS, D. J.. **Advances in fabrication of emulsions with enhanced functionality using structural design principles.** Current Opinion in Colloid and Interface Science, 17, p. 235–245, 2012a.

McCLEMENTS, D. J.. **Crystals and crystallization in oil-in-water emulsions: implications for emulsion-based delivery systems.** Advances in Colloid and Interface Science, v. 174, p. 1-30, 2012b.

McCLEMENTS, D. J.. **Food emulsions: Principles, practices, and techniques.** Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2005.

McCLEMENTS, D.J.. **Protein-stabilized emulsions.** Current Opinion in Colloid & Interface Science, n. 9, pp. 305–313, 2004.

MEZZENGA, R., FOLMER, B.M., HUGHES, E.. **Design of Double Emulsions by Osmotic Pressure Tailoring.** Langmuir, v. 20, p. 3574-3582, 2004.

MOLYNEUX, P. **The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity.** Songklanakar J. Sci. Technol, n. 26, v 2, p. 211-219, 2004.

MOODLEY, R., KINDNESS, A., & JONNALAGADDA, S. B. **Elemental composition and chemical characteristics of five edible nuts (almond, Brazil, pecan, macadamia and walnut) consumed in Southern Africa.** Journal of Environmental Science and Health, Part B, 42, p. 585–591. 2007.

MORETTO, E.; FETT, R.. **Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais: na indústria de alimentos.** São Paulo, SP: Varela, 150 p. 1998.

MUSCHIOLIK, G.. **Multiple emulsions for food use.** Current Opinion in Colloid and Interface Science, 12, p. 213–220, 2007.

NETO, V. Q., BAKKE, O. A., RAMOS, C. M. P., BORA, P. S., LETELIER, J. C., & CONCEIÇÃO, M. M.. **Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K) seed kernel oil: Characterization and thermal stability.** Revista de Biologia e Farmácia, n. 3, v.1, p. 33–42, 2009.

NIK NORULAINI, N.A., AHMAD, A., OMAR, F.M., BANANA, A.A.S., ZAIDUL, I.S.M., KADIR, M.O.A., 2007. **Sterilization and extraction of palm oil from screw pressed palm fruit fiber using supercritical carbon dioxide.** J. Sep. Purif. Technol. 60, p. 272–277, 2008.

NIKZADE, V., TEHRANI, M. M., SAADATMAND-TARZJAN, M.. **Optimization of low-cholesterol low-fat mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach.** Food Hydrocolloids, v 28, p. 344-352, 2012.

OIL WORLD. (2013). **Oil world annual 2013.** Disponível em: <<http://www.oilworld.biz/app.php>>. Acessado em: Janeiro, 2015.

PACHECO, A.M., SCUSSEL, V.M. **Castanha-do-Brasil: da floresta tropical ao consumidor.** Florianópolis, SC : Editograf, 173p., 2006.

PARDAUIL, J. J. R., SOUZA, L. K. C., MOLFETTA, F. A., ZAMIAN, J. R., ROCHA FILHO, G. N., COSTA, C. E. F.. **Determination of the oxidative stability by DSC of vegetable oils from the Amazonian area.** Bioresource Technology, v. 102, p. 5873-5877, 2007.

POKU, K.. **Small-scale palm oil processing in Africa.** FAO agricultural services bulletin, 148, 2002.

POYATO, C., NAVARRO-BLASCO, I., CALVO, M. I., CAVERO, R. Y., ASTIASARÁN, I., ANSORENA, D.. **Oxidative stability of O/W and W/O/W emulsions: Effect of lipid composition and antioxidant polarity.** Food Research International. 51, p. 132-140, 2013.

POWRIE, W. D. **Chemistry of eggs and eggs products.** In: EGG SCIENCE AND TECHNOLOGY. Westport, AVI Publishing Company, Inc. 1977. 314p.

PURSEGLOVE, J. W. (1985). **Tropical crops—monocotyledons.** London: Longman.

QUEIROZ, M. I. **Introdução a Análise Sensorial.** UNICAMP, Campinas, p. 192, 1984.

REDA, S. Y., CARNEIRO, P. I. B.. **Óleos e gorduras: aplicações e implicações.** Revista Analytica, n. 27, p.60-67, 2007.

RIBEIRO, J. C.. Morte e vida Severina. **Histórias de sucesso e fracasso de produtos.** Rev. adm. empres. v.27, n.1, 1987.

RODRIGUES, J.N., GIOIELLI, L.A., ANTON, C.. **Propriedades físicas de lipídios estruturados obtidos de misturas de gordura do leite e óleo de milho.** Ciência e Tecnologia de Alimentos n. 23, p. 226–233, 2003.

SAAD, B., LING, C. W., JAB, M. S., LIM, B. P., ALI, A. S. M., WAI, W. T., et al. **Determination of free fatty acids in palm oil samples using non-aqueous flow injection titrimetric method.** Food Chemistry, n. 102, p. 1407–1414, 2006.

SAEED, O. M. B.; SANKARAN, S.; SHARIFF. A. R. M.; SHAFRI, H. Z. M.; EHSANI, R.; ALFATNI, M. S.; HAZIR, M. H. M.. **Classification of oil palm fresh fruit bunches based on their maturity using portable four-band sensor system.** Computers and Electronics in Agriculture, v. 82, p. 55-60, 2012.

SANTANA, R. C., PERRECHIL, F. A., & CUNHA, R. L. **High- and low-energy emulsifications for food applications: A focus on process parameters.** Food Engineering Reviews, 5, p 107–122, 2013.

SANTOS, O.V., CORRÊA, N.C.F., SOARES, F.A.S.M., GIOIELLI, L.A., COSTA, C.E.F., LANNES, S.C.S.. **Chemical evaluation and thermal behavior of Brazil nut oil obtained by different extraction processes.** Food Research International, v. 47, p. 253-25, 2012.

SANTOS, O. V., CORRÊA, N. C. F., CARVALHO JR., R. N., COSTA, C.E.F., FRANÇA, L.F.F., LANNES, S.C.S. **Comparative parameters of the nutritional contribution and functional claims of Brazil nut kernels, oil and defatted cake.** . Food Research International, v. 51, p. 841-847, 2013.

SARAIVA, S. A., CABRAL, E. C., EBERLIN, M. N., & CATHARINO, R. R. **Amazonian vegetable oils and fats: Fast typification and quality control via triacylglycerol (TAG) profiles from dry matrix-assisted laser desorption/ionization (MALDI-TOF) mass spectrometry fingerprinting.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57, 4030–4034, 2009.

SBRT. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SENAI. 16 de Junho de 2006.

SCHROEDER, M. T., BECKER, E. M., & SKIBSTED, L. H. **Molecular mechanism of antioxidant synergism of tocotrienols and carotenoids in palm oil.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, n. 54, v. 9, p. 3445–3453, 2006.

SOUZA, J. N. S., SILVA, E. M., LOIIR, A., REES, J. F., ROGEZ, H., & LARONDELLE, Y. **Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: A correlation study using chemical and biological in vitro assays.** Food Chemistry, 106, p. 331–339, 2008.

SU, J., FLANAGAN, J., HEMAR, Y. AND SINGH, H.. **Synergistic effects of polyglycerol ester of polyricinoleic acid and sodium caseinate on the stabilisation of water-oil-water emulsions.** Food Hydrocolloids v. 20, p. 261-268, 2006.

SUFRAMA. Zona Franca de Manaus: **Potencialidades - Estudo de Viabilidade Econômica - Dendê.** v. 5, 2003.

TAN, C. H. ,GHAZALI, H. M., KUNTOM, A., TAN, C. P., & ARIFFIN, A. A. **Extraction and physico chemical properties of low free fatty acid crude palm oil.** Food Chemistry, 113(2), p. 645–650, 2009.

UNIVERSO AGRO. Castanehira-do-brasil. Disponível em: <
<http://www.uagro.com.br/editorias/artigos/2012/12/14/castanheira-do-brasil-importancia-da-especie-para-a-regiao-amazonica.html>> Acesso em: 05 fev. 2015.

VAN KLEEF, E., VAN, H.C.M., LUNING, P. **Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques.** Food Quality and Preference, n. 16, p. 181–201, 2005.

VARIAN. 2000. Analytical Methods Flame Atomic Absorption Spectrometry. Spectra AA, 2220 FS. 146 p.

WINDHAB, E. J., DRESSLER, M., FEIGL, K., FISCHER, P., & MEGIAS-ALGUACIL, D..
Emulsion processing – From single-dropdeformation to design of complex processes and products. Chemical Engineering Science, n 60, p. 2101–2113, 2005.

YANG, J. **Brazil nuts and associated health benefits: A review.** Food Science and Technology, n. 42, v. 10, p. 1573–1580, 2009.

PARTE II

Características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas da emulsão tipo maionese com óleo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K).

Cristina Grace de Sousa Guerra ^a, Jaime Paiva Lopes Aguiar ^b, Wallice Luiz Paxiuba Duncan ^c, Ariane Mendonça Kluckzovski ^d, Francisca das Chagas do Amaral Souza ^b

^a Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil

^b Pesquisador (a) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação Sociedade Ambiente e Saúde, Laboratório de Alimentos e Nutrição. Av. André Araújo, 2936, Aleixo, 69060-001, Manaus, AM, Brasil. Correspondência para: FCA SOUZA. E-mail: francisca.souza@inpa.gov.br. Tel +55 92 9259-1025 (celular); +55 92 3634-1964 (Institucional)

^c Professor/Pesquisador da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Morfologia. Manaus, AM, Brasil. E-mail: wduncan@ufam.edu.br. Tel +55 92 98112-3169 (celular); +55 92 3305-4231 (Institucional)

^d Professora/Pesquisadora da Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Farmácia. Manaus, AM, Brasil. E-mail: arianepacheco@hotmail.com Tel +55 92 3305-4231 (Institucional)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos emulsificantes no comportamento físico-químico, colorimétrico, microscópico, sensorial e na estabilidade da emulsão tipo maionese com óleo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K). Para tanto, dois emulsificantes foram utilizados: a proteína de soja isolada e gema de ovo desidratada. O diâmetro médio das partículas na emulsão castanha-proteína de soja variou de 8,78-24,15 µm, enquanto que na emulsão castanha-gema de ovo de 0,85-22,41 µm. Assim, a emulsão castanha-soja pode ser caracterizada como uma emulsão monodispersa. A formulação com gema de ovo apresentou teores de sais minerais como potássio e cálcio superiores à emulsão com soja e menor luminosidade (L*)

quando comparada a emulsão castanha-soja. A formulação com proteína de soja mostrou-se inviável para o consumo em função da alta carga microbiana, especificamente bolores e leveduras, no entanto a emulsão com castanha e gema de ovo apresentou parâmetros microbiológicos aceitáveis de acordo com a legislação vigente. Em relação a aceitação e intenção de compra a emulsão com castanha e gema de ovo foram superiores a 75% de aprovação. Sendo assim a proteína de soja inviabiliza a produção da emulsão. A gema de ovo apresenta-se como melhor emulsificante. Os valores altos de pH e acidez, indicaram que não ocorreu uma possível oxidação dos ácidos graxos, bem como o desenvolvimento de microrganismos tendo em vista que a estabilidade comercial manteve-se durante os 180 dias de armazenamento. Desta forma a emulsão com gema de ovo revela-se como um produto com qualidade nutricional, boa aceitação e estabilidade comercial adequada.

Palavras-chave: Castanha-do-Brasil – emulsão-gema do ovo – emulsão-soja – maionese – propriedades nutricionais

Introdução

Existe na Amazônia uma grande variedade de comidas exóticas e plantas medicinais com diferentes propriedades biológicas, muitas das quais pouco ou nunca estudadas. Essa mina biológica associada à diversidade cultural das populações tradicionais da região é um tesouro para a biotecnologia brasileira. A caracterização adequada desse potencial pode guiar ações para o desenvolvimento sustentável na Amazônia [1]. A região com sua riqueza de espécies vegetais é conhecida por produzir óleos vegetais com aromas e sabores únicos. As propriedades destes óleos vegetais têm sido intensamente pesquisadas principalmente por empresas internacionais, devido as suas diversas aplicações nas indústrias alimentícia, farmacêutica e outros [2].

A castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K), um dos mais importantes produtos florestais não madeireiros de exploração extrativista, é uma planta nativa da região amazônica [3]. A produção e extração da castanha-do-Brasil é uma atividade de baixo impacto ambiental [4]. Suas amêndoas são oleaginosas, de elevado valor energético, rica em proteínas de alto valor biológico e são consideradas alimento de boa fonte nutricional no enriquecimento de alimentos como forma

alternativa e um excelente complemento para a dieta das crianças e dos adultos, devido o elevado teor em lipídios, vitaminas, minerais, proteínas [5]. O óleo, extraído das amêndoas, tem boa digestibilidade, e o resíduo de extração pode ser utilizado em alimentação humana e animal [6].

Na castanha-do-Brasil, a concentração de lipídios é de cerca de 66%, e os principais ácidos graxos encontrados são linoléico (45%), oléico (29%), ácido palmítico (15%), e esteárico (10%) [7,8]. Os lipídios são parte da matriz de muitos produtos alimentares, tais como emulsões. Eles modificam as propriedades físicas dos alimentos, incluindo sabor, aparência e estrutura. Têm-se relatado que os lipídios influenciam na percepção do sabor tanto em termos de libertação de aroma e alterações texturais [9,10]. Como consequência, a reformulação de sabores constituídos por alimentos com gordura reduzida exige um trabalho considerável para que possam atender às necessidades e expectativas dos consumidores [11]. Considerando esses aspectos, os lipídios presentes na castanha-do-Brasil possuem um enorme potencial para a formulação de emulsões tipo maionese agregando suas características nutricionais. No entanto, as propriedades físicas, químicas e estabilidade dessa emulsão ainda precisam ser estudadas.

Em geral, a maionese é um tipo de emulsão semi-sólida de óleo em água contendo de 70 a 80% de gordura. É tradicionalmente preparada por uma mistura cuidadosa de gema de ovo, vinagre, azeite e especiarias (especialmente mostarda). Em grande parte, influenciados por preocupações relacionadas com a saúde, tem havido pressão sobre a indústria de alimentos para reduzir a quantidade de gordura, açúcar, colesterol, sal e certos aditivos na dieta [12].

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência dos emulsificantes no comportamento físico-químico, colorimétrico, microscópico e sensorial na estabilidade da emulsão tipo maionese com óleo de castanha-do-Brasil.

Material e métodos

Preparo das emulsões

Foram utilizados dois emulsificantes com diferentes fontes protéicas: soja isolada e gema de ovo desidratada e pasteurizada. Para elaboração das emulsões, os ingredientes foram previamente pesados em balança tipo filizola analítica (marca Toledo). Os ingredientes secos: proteína de soja

isolada (Levlife) ou gema de ovo desidratada e pasteurizada (Salto's), sal, goma guar (Maxfoods) foram misturados, em seguida foi acrescentado 1/3 do óleo de castanha-do-Brasil, homogeneizado por 5 minutos em batedeira. Após este procedimento foi adicionado vinagre e o restante do óleo seguidos de homogeneização por mais 2 minutos [13].

Caracterização físico-química

Para determinação do pH utilizou-se leitura direta em potenciômetro, a acidez foi determinada por titulação com hidróxido de sódio 0,1M. A umidade foi determinada por meio da gravimetria em estufa convencional a 105 °C até peso constante. O teor proteico foi determinado pelo método de Kjeldahl, enquanto o lipídeo foi estimado por meio da extração direta em aparelho Soxhlet utilizando-se éter de petróleo como solvente. As cinzas foram quantificadas por meio de gravimetria mediante incineração da amostra em mufla a 550°C. O carboidrato foi calculado pela diferença subtraindo-se de 100 a somatória dos teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) [14].

Minerais

As determinações dos teores de minerais foram analisadas em triplicatas por meio de espectrometria de absorção atômica, conforme preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) [14], e de acordo com o manual da Varian (2000) [15]. A digestão das amostras foi realizada em microondas no digestor MARS – Xpress marca CEM Corporation, MD - 2591 em matéria orgânica com a utilização de ácido nítrico concentrado. A leitura foi realizada diretamente nas soluções diluídas em espectrofotômetro de absorção atômica (Spectra AA, modelo 220 FS, Varian, 2000). Os elementos minerais quantificados foram: Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Mn e Cu. Para o controle das análises foram utilizadas as recomendações segundo Cornelis (1992) [16], tendo como material de referência certificado *Peach leaves* (NIST-SRM 1547).

Atividade antioxidante da emulsão

O potencial antioxidante foi avaliado por meio de ensaio da captura de radicais livres da reação alcoólica com DPPH (2,2-diphenil-1-picrylhidrazila) em etanol absoluto (2 mg DPPH em 12 ml de etanol). As soluções testes das emulsões foram preparadas em diferentes concentrações: 0; 7,8; 15,6; 31,25; 62,5; 125; 250; 500 e 1000 µg/mL. 30 µL das amostras foram adicionadas nos poços da microplaca. Em seguida adicionou-se 270 µL da solução de DPPH para as amostras testes ou álcool etílico para o branco. As placas foram incubadas no escuro durante 30 minutos. As leituras foram realizadas em 492 nm em uma leitora de microplaca Multimode Detector DTX 800, Beckman Coulter. A capacidade de eliminar o radical DPPH (% de atividade antioxidante) foi de acordo com o método de Molyneux, 2004 [17].

Análise Microbiológica

As metodologias de análises microbiológicas adotadas seguiram o *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, da American Public Health Association (APHA) [18], onde foram analisados: Coliformes totais, *Salmonella* spp., bolores e leveduras. As análises foram realizadas de forma qualitativa e os resultados expressos como presença ou ausência desses microrganismos em 25 g de alimentos.

Análise Microscópica

Os padrões das emulsões foram analisados em microscópio Nikon E-800 (Kawasaki, Japão) em campo claro com ampliação de 40X. As emulsões foram observadas depois de 24 horas de refrigeração a 4 °C. Para isso, 4,0 mL da emulsão foi escorrida com uso de uma microseringa sobre uma gota de água (3 mL) previamente depositado sobre uma lâmina (76 × 26 mm) e cobertas com uma lamínula (24 x 32 mm). As imagens digitais foram obtidas com uma câmera Nikon DXM-1200. Os tamanhos de partículas foram mensurados a partir das imagens previamente calibradas [19].

Análise da cor

A cor da emulsão foi medida no sistema L^* , a^* , b^* usando um espectrofotometro Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 45/0-L, o qual foi calibrado utilizando uma placa de porcelana preta e outra branca. Para a leitura direta, as amostras foram adicionadas em cubetas em quantidade suficiente. Nesse sistema de cores, L^* representou as mudanças na luminosidade, que variou de 0 (preto) a 100 (branco); enquanto a^* e b^* foram as coordenadas de cores responsáveis pela cromaticidade, onde $-a^*$ = verde e $+a^*$ = vermelho, $-b^*$ = azul e $+b^*$ = amarelo [20].

Vida de prateleira

A vida de prateleira da emulsão foi estabelecida com embalagem priorizando as que evitam o contato do alimento com o oxigênio em sete períodos (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias) e foram armazenadas em temperatura ambiente.

Análise Sensorial

Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais, iluminadas com luz branca. A análise sensorial das emulsões foi realizada utilizando-se os testes de aceitação global e atitude de compra [21]. Para isso, duas amostras foram servidas uma de cada vez, aproximadamente 10g em copos descartáveis (50 mL), juntamente com uma espátula plástica, e codificadas de forma aleatória com 3 dígitos. Para neutralizar o paladar serviram-se água e biscoitos do tipo água e sal. O teste de aceitação utilizou a escala hedônica aplicado a 68 julgadores não treinados, com idade variando de 22 a 45 anos. Utilizou-se a escala estruturada de nove pontos, onde o valor 1 correspondeu a "desgostei muitíssimo" e o valor 9 correspondeu a "gostei muitíssimo"[21]. A atitude de compra foi avaliada com a amostra que obteve melhor aceitação na escala hedônica, utilizando escala de 5 pontos onde o valor 1 correspondeu a "eu nunca compraria este produto" e o valor 5 correspondeu a "eu certamente compraria este produto" [22,23].

Análise dos dados

Os dados estão apresentados como média \pm desvio padrão da média. Os dados foram submetidos a um teste de normalidade. Para comparar cada característica da emulsão castanha-do-Brasil com proteína da gema-do-ovo ou da soja, um teste *t* Student ou teste *U* Mann-Whitney foi utilizado, conforme teste de normalidade. Em todos os casos, o nível de significância aceito foi de 5% ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Caracterização físico-química e de minerais das emulsões

Os resultados dos parâmetros físico-químicos de pH, acidez, umidade, proteína, lipídios, cinzas, carboidratos e valor energético estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que os valores dos parâmetros acima citados são semelhantes entre a emulsão castanha-do-Brasil-soja (CS) e castanha-do-Brasil-gema de ovo desidratada (CG), com exceção do valor energético, teores de cálcio e potássio, que estão mais elevados na emulsão CG. Adicionalmente, verificou-se que as emulsões CS e CG possuem mais proteínas, lipídios, valor energético e minerais que a emulsão feita com maionese tradicional [24]. A faixa ideal para o desenvolvimento de microrganismos ocorre quando o pH encontra-se no intervalo de 4,5 – 4,6, sendo desejável inferior a 4,5, os valores encontrados foram 4,99 e 4,36 respectivamente para emulsão de castanha-do-Brasil com proteína de soja e com gema de ovo desidratada. A emulsão com proteína de soja apresentou valor acima do aceitável pela legislação que é de 4,2, segundo Jacobsen et al. (2001) [25], este autor afirma que um pH superior favorece o desenvolvimento de microorganismo. No entanto o pH para CG manteve-se estável durante dos 180 de avaliação da estabilidade comercial. Em relação a acidez foi verificado que ocorreu aumento durante a estabilidade comercial. Este valor de pH junto a acidez, demonstra que este produto não é propício ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos.

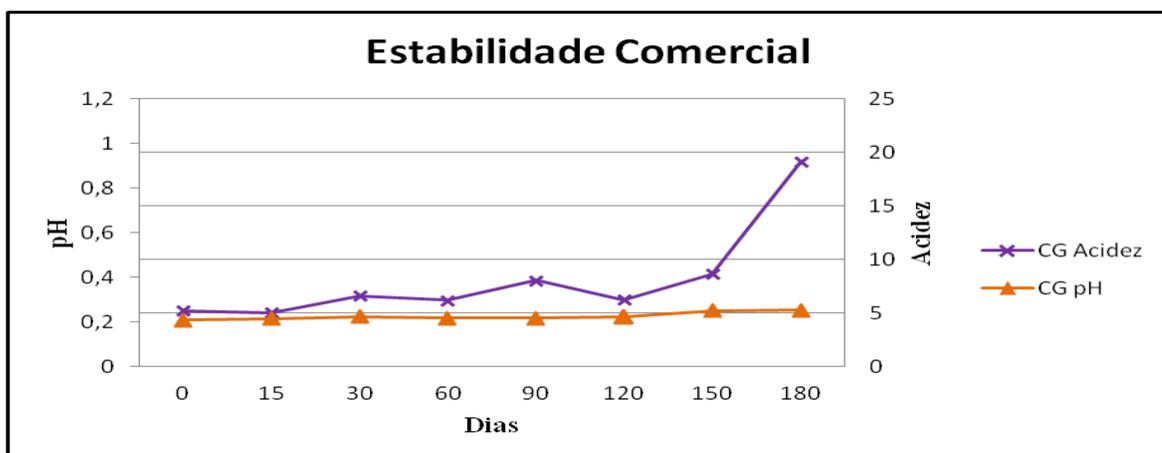


Figura 1. Estabilidade comercial das emulsões durante 180 dias.

Tabela 1. Composição centesimal e minerais das emulsões castanha-do-brasil e soja (CS) e castanha-so-brasil e gema de ovo (CG).

| | Emulsão CS | Emulsão CG | Tradicional* |
|---|------------|------------|--------------|
| Umidade (% b.u#) | 40,41 | 31,99 | 58 |
| Proteína (%) | 6,12 | 9,6 | 1 |
| Lipídios (%) | 51,22 | 55,84 | 30 |
| Resíduo mineral fixo (%) | 0,69 | 1,01 | 2,6 |
| Carboidratos (%) | 1,55 | 1,55 | 8 |
| Valor energético total (kcal ⁻¹ g) | 491,98 | 547,16 | 302 |
| Cálcio (mg) | 15,30 | 38,71 | 3,0 |
| Magnésio (mg) | 4,30 | 4,41 | 1 |
| Potássio (mg) | 11,4 | 62,05 | 16 |
| Sódio (mg) | 870,48 | 710,48 | 787 |
| Manganês (mg) | 0,30 | 0,30 | <LQ |
| Cobre (mg) | Nd | Nd | Na |
| Zinco (mg) | 0,11 | Tr | Na |
| Ferro (mg) | 2,62 | 0,94 | 0,1 |
| pH | 4,99 | 4,36 | 4,2 |
| Acidez | 2,87 | 5,25 | 2,3 |

b.u.= base úmida. * Maionese tradicional, conforme TACO (2006) [26] Tr- Traços, Na não analisada, Nd- não detectada, <LQ abaixo do limite de quantificação

Os valores energéticos das duas emulsões com óleo de castanha-do-Brasil (492-597 kcal 100 g⁻¹) são baixos quando comparados aos valores estimados para as maioneses comerciais. As maioneses tradicionais têm, em média, 680 kcal 100g⁻¹, enquanto que as com menor teor de gordura (*light*) têm 340 kcal 100 g⁻¹ [27]. Segundo a TACO (2006) [26], a maionese industrializada tradicional com ovos apresenta em média 302 kcal 100 g⁻¹.

As emulsões estudadas demonstram ser uma importante fonte de elementos minerais. Esses minerais exercem funções essenciais no organismo, como constituintes dos grupos prostético das proteínas ou íons dissolvidos em fluidos corpóreos que regulam as atividades de muitas enzimas e mantêm o equilíbrio ácido-base e a pressão osmótica necessária à homeostase fisiológica [28]. Os minerais que apresentaram maiores concentrações foram sódio, cálcio e potássio. O cálcio e o potássio são importantes para as atividades neuromusculares, musculares, tecido ósseo, crescimento celular, homeostase intracelular e regulação das funções hormonais. A deficiência desses minerais pode provocar osteoporose em adultos e até raquitismo em crianças [29].

Atividade Antioxidante

Os ensaios da atividade antioxidante das emulsões demonstram que nenhuma emulsão apresentou papel antioxidante detectável pelo método DPPH (Tabela 2). Esses dados foram comparados ao ácido gálico que é utilizado como padrão. Todos os valores foram negativos o que indica que não possuem atividade antioxidante. No entanto, a peroxidação lipídica é a principal causa da deterioração dos corpos graxos. Ela é responsável pela modificação do odor e sabor dos alimentos, bem como perda da qualidade nutricional, acarretando depreciação e/ou rejeição por parte dos consumidores segundo Silva *et al.* (1999) [30].

Tabela 2. Atividade antioxidante das emulsões castanha-do-Brasil com proteína de soja (CS) e castanha-do-Brasil com proteína de gema de ovo (CG). Os valores de CS e CG são negativos. O ácido gálico foi considerado como padrão.

| AMOSTRAS | MÉDIA |
|--|---------------|
| CS (10 mg ml ⁻¹) | -2,12396±1,42 |
| CG (10 mg ml ⁻¹) | -2,12366±1,42 |
| Ácido Gálico (10 mg ml ⁻¹) | 86,22544 |

Análise Microbiológica

Ao longo de seis meses foi realizada a avaliação microbiológica das emulsões. Foi detectado apenas na emulsão castanha-do-Brasil com proteína de soja (CS) contaminação por bolores e leveduras em quantidade elevada, no início do experimento. A emulsão com óleo de castanha-do-brasil e gema de ovo desidratada e pasteurizada (CG) não apresentou risco microbiológico, pois os limites estão de acordo com a legislação vigente (tabela 3).

Tabela 3. Análises microbiológicas realizadas em amostras de emulsão óleo de castanha-do-Brasil e proteína de soja (CS). (B) Emulsão com óleo de castanha-do-Brasil e gema de ovo desidratada (CG).

| Parâmetro microbiológico | Emulsão CS | Emulsão CG |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Coliformes Totais | 0,0 NMP/g | 0,0 NMP/g |
| Coliformes a 45 °C* | 0,0 NMP/g | 0,0 NMP/g |
| <i>Staphylococcus aureus</i> * | <10UFC/g | <10UFC/g |
| <i>Salmonella</i> spp.* | Ausência | Ausência |
| Bolores e Leveduras | 11x10 ⁴ UFC/g | <10UFC/g |

* Segundo a RDC nº 12 de janeiro de 2001/ANVISA/MS do Brasil. [31]

Tamanho das partículas das emulsões

Verificou-se que a emulsão castanha-do-Brasil com proteína de soja (CS) apresenta gotas maiores e mais uniformes que a emulsão castanha-do-Brasil com proteína de gema de ovo (CG). Com isso, a emulsão CS pode ser classificada de acordo com Worrasinchai et al. (2005) [32] como emulsão monodispersa (uniformidade de tamanho das gotas), diferente da emulsão CG. O diâmetro médio das partículas na emulsão CS variou de 8,78-24,15 µm, enquanto que na emulsão CG de 0,85-22,41 µm, o que significa que o tamanho influencia diretamente na viscosidade da emulsão. As imagens microscópicas (Figura 2) das duas emulsões confirmam a estrutura adequada para emulsão óleo em água.

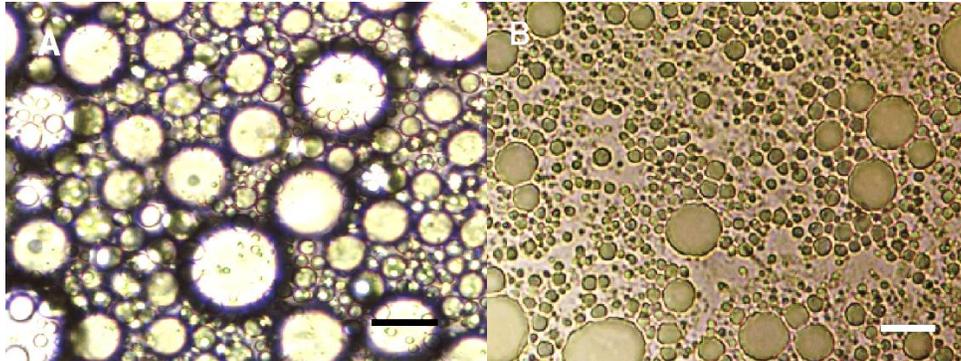


Figura 2. (A) Emulsão com óleo de castanha-do-Brasil e proteína de soja (CS). (B) Emulsão com óleo de castanha-do-Brasil e gema de ovo desidratada (CG). As escalas nas imagens indicam 20 μm .

Análise da cor

Para coloração, o parâmetro L representa o quão branca ou escura é a amostra, sendo que varia de 0 (muito escura) a 100 (muito branca) [33]. Os resultados obtidos para cor (Tabela 4) pode-se afirmar que a emulsão CG apresentou menor luminosidade (L^*) que a emulsão CS, indicando que a emulsão CG é mais escura devido a formulação com gema de ovo, diferentemente da emulsão CS com proteína de soja que possui coloração mais clara. Ainda assim, pode-se afirmar que todas as amostras de maionese tendem mais para o branco do que para o preto, pois todas obtiverem resultados acima de 60 para este parâmetro, além de diferirem significativamente entre si. Valores próximos a estes foram encontrados por Pereira *et al.* (2013) [34] em trabalhos com perfil ideal de maionese comercial. Houve diferença para o parâmetro a^* e para b^* dentre as amostras. Sabendo que o parâmetro a^* , corresponde à escala do verde ao vermelho, sendo: a^* -negativo para o verde e a^* -positivo para o vermelho e os valores de b^* correspondem à escala do azul ao amarelo, sendo: b^* -negativo para o azul e b^* -positivo para o amarelo de acordo com Bonagurio *et al.* (2003) [33].

Tabela 4. Parametros de cor L*, a*, b* nas emulsões óleo de castanha-do-Brasil e proteína de soja (CS) e óleo de castanha-do-Brasil e gema de ovo desidratada (CG).

| AMOSTRA | L* | a* | b* |
|------------|-------|-------------------|--------------------|
| Emulsão CS | 71,68 | 2,53 | 24,52 |
| Emulsão CG | 70,48 | 0,33 [§] | 13,59 [§] |

[§]Indica diferença significativa (teste *t* Student, P < 0,05) entre os dois tipos de emulsões.

Em geral, as emulsões apresentaram pigmentação de cor amarela, pois todos os valores foram positivos, sendo isso uma característica inerente deste tipo de produto.

Dentre os principais fatores que levam a formação de coloração amarelada para maioneses industriais são: gema do ovo, mostarda e os corantes [34]. A cor da gema do ovo é atribuída aos carotenoides: xantofilas, luteína, zeaxantina, b-criptoxantina e ao b-caroteno que encontram-se solubilizados na mesma [35].

Análise Sensorial

Os resultados obtidos da análise sensorial do teste de aceitação, para os atributos de aroma, sabor, cor e aparência global, da amostra das emulsões estão presentes nas figuras 2. A média de notas obtidas para a aparência global encontra-se na zona de aceitação do gráfico (notas 7 e 8), uma vez que, na escala hedônica representa “gostei ligeiramente e “gostei moderadamente”. O atributo cor obteve nota 8 na escala hedônica, encontrando-se como “gostei moderadamente”. Este resultado possivelmente pode estar relacionado com a gema de ovo, que proporciona coloração favorável a emulsão .Em relação ao aroma, obteve-se 7, referente a “gostei ligeiramente”, não havendo relatos de odor acentuado no produto em virtude da adição do óleo de castanha-do-Brasil. O atributo sabor foi o parâmetro com menor nota na escala hedônica, com 6, encontrando-se como “não gostei e nem desgostei”, não havendo rejeição para nenhuma atributo avaliado.

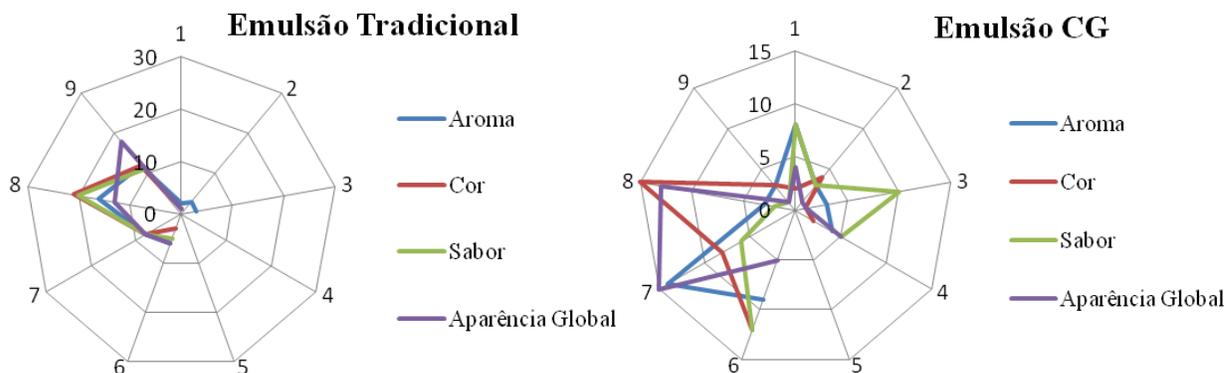


Figura 3. Representação das aceitações na escala hedônica das emulsões comercial e óleo de castanha-do-Brasil e gema de ovo desidratada (CG). A formulação com proteína de soja (CS) mostrou-se inviável para o consumo em função alta carga microbiana sendo excluída da análise sensorial.

Conclusões

A proteína de soja inviabiliza a produção da emulsão com óleo de castanha-do-Brasil. Por outro lado, a gema de ovo apresenta-se como melhor emulsificante. Os valores altos de pH e acidez, indicaram que não ocorreu uma possível oxidação dos ácidos graxos, bem como o desenvolvimento de microrganismos tendo em vista que a estabilidade comercial manteve-se durante os 180 dias de armazenamento. Desta forma a emulsão com gema de ovo revela-se como um produto com qualidade nutricional, boa aceitação e estabilidade comercial adequada.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado à Cristina Grace de Sousa Guerra. Os autores agradecem à FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas) pelo apoio financeiro por meio dos Editais 020/2013 – PAPAC 030/2013 UNIVERSAL. Agradecemos também ao Instituto de Pesquisa Nacional da Amazônia – INPA.

Referências

1. Souza, J. N. S., Silva, E. M., Loir, A., Rees, J. F., Rogez, H., & Larondelle, Y. (2008) Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: A correlation study using chemical and biological in vitro assays. *Food Chemistry* 106:331–339.
2. Pardaul, J. J. R., Souza, L. K. C., Molfetta, F. A., Zamian, J. R., Rocha Filho, G. N., Costa, C. E. F. (2007) Determination of the oxidative stability by DSC of vegetable oils from the Amazonian area. *Bioresource Technology* 102: 5873-5877.
3. Freitas-Silva, O., Venancio, A., (2011). Brazil nuts: benefits and risks associated with the contamination by fungi and mycotoxins. *Food Res. Int.* 44:1434-1440.
4. Wadt, L.H.O., Kainer, K.A., Gomes-Silva, D.A.P., 2005. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in South Western Amazonia. *For. Ecol. Manag.* 211: 371-384.
5. Funasaki, M.; Menezes, I.S; Barroso, H.S.; Zanotto, S.P.; Carioca, C. R. F. Tocopherol profile of Brazil nut oil from different geographic areas of the Amazon region. *Acta Amazônia, Manaus*, v. 43, n. 4, p. 505-510, 2013.
6. Pacheco, A.M., Scussel, V.M., 2006. *Castanha-do-Brasil: da floresta tropical ao consumidor*. Editorgraf, Florianópolis, p. 176.
7. Kornsteiner M, Wagner KH, Elmadfa I (2006) Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chem* 98:381–387.
8. Venkatachalam M, Sathe SK (2006) Chemical composition of selected edible nut seeds. *J Agric Food Chem* 54:4705–4714.
9. Daget N, Joerg M, Bourne M (1987) *J Texture Stud* 18:367–388.
10. Malone ME, Appelqvist IAM (2003) *J Control Release* 90:227–241.
11. Rabe S, Krings U, Berger RG (2003) *J Sci Food Agric* 83:1124– 1133.
12. Liu, H., Xu, X. M., & Guo, Sh. D. (2007). Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT* 40: 946-954.
13. Nikzade, V., Tehrani, M. M., Saadatmand-Tarzjan, M.(2012) Optimization of low-cholesterol-low-fat mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloids*, v.28, p. 344-352.
14. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2008) *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos*. 4. ed. 1 ed. Digital.

15. Varian. 2000. Analytical Methods Flame Atomic Absorption Spectrometry. Spectra AA, 2220 FS. 146 p.
16. Cornelis, R. (1992). Use of references materials in trace element analysis of fustuffs. Food Chemistry, 43: 307-313.
17. Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity Songklanakarin J. Sci. Technol.: 26(2) : 211-219.
18. AMERICAN PUBLISCH HEALTH ASSOCIATION - APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of water and foods. 20th ed. Washington, 2001.
19. Poyato, C., Navarro-Blasco, I., Calvo, M. I., Cavero, R. Y., Astiasarán, I., Ansorena, D.. (2013) Oxidative stability of O/W and W/O/W emulsions: Effect of lipid composition and antioxidant polarity. Food Research International. 51, p. 132-140.
20. HUNTERLAB. Applications Note. v. 13, 2001. Disponível em <<http://www.hunterlab.com>> Acesso dia: 28.08.2008.
21. DUTCOSKY, S.D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Editora Champagnat, 1996. 123 p.
22. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. Sensory Evaluation Techniques. Boca Raton: CRC Press; 1991.
23. Izidoro DR, Sierakowski MR, Demczuk JRB, Haminiuk CWI, Scheer AP. Avaliação sensorial de emulsão adicionada de polpa de banana (*Musa ssp*) verde. In Anais do: XX Congresso de ciência e tecnologia de alimentos. Curitiba, PR, 2006: 794.
24. Jacobsen, C., Hartvigsen, K., Thomsen, M., Hansen, L. F., Lund, P., Skibsted, L. H., Holmer, G., Adler-Missen, J., & Meyer, A. S. (2001). Lipid oxidation in fish oil enriched mayonnaise: Calcium disodium ethylenediaminetetraacetate, but not gallic acid, strongly inhibited oxidative deterioration. Journal of the Agriculture and Food Chemistry, 49, 1009–1019.
25. TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimento. 2. Ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2006. 114p.
26. USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Nutritive Values of Foods. U.S Department of Agriculture. Maryland: Agricultural Research. Nutrient Data Laboratory; 2002

27. Andrade, E.C.B.; Barros, A.M.; Takase, I. (2003) Avaliação da solubilidade de cobre e zinco em caldos de leguminosas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.3, n3, p.386-388.
28. Shils, M. E.; Olson, J. A.; Shike, M.; Ross, A. C.. *Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença*. 9.ed. São Paulo: Manole, 2003. v.1
29. Silva, F. A. M.; Borges, M. F. M.; Ferreira, M. A.; *Quim. Nova* 1999, 22, 94.
30. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 12, de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/index_2001_rdc.htm. Acesso em: 3 jan. 2011.
31. Worrasinchai, S., Suphantharika M., Pinjai S., Jamnong P.. (2006) β -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids* 20: 68-78.
32. Bonagurio, S.; Pérez, J. R. O.; Garcia, I. F. F.; Bressan, M. C.; Lemos, A. L. S. C. R. (2003). Qualidade Da Carne De Cordeiros Santa Inês Puros E Mestiços Com Texel Abatidos Com Diferentes Pesos. *Bras. Zootec.*, v.32, n.6, p.1981-1991.
33. Pereira, L. F. S., Cano, I. A., Kotani, A., Piccoli, R. H. Caracterização física e sensorial do perfil ideal de coloração de maionese industrial. XXII Congresso de Pós-Graduação da UFLA (2013).
34. Dickinson, E. (2001). *Food Colloids: Fundamentals of Formulation*. Potsdam, Alemanha: Royal Society of Chemistry, 438 p.
35. Li-Chang, E.C.Y., Kim, H.O. (2008) Structure and chemical composition of eggs. In: Mine, Y. (Ed.), *Egg Bioscience and Biotechnology*. John Wiley & Sons Inc., USA, pp. 1–96.

Características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas da emulsão tipo maionese com óleo de palma (*Elaeis guineensis*).

Cristina Grace de Sousa Guerra ^a, Jaime Paiva Lopes Aguiar ^b, Wallice Luiz Paxiuba Duncan ^c, Ariane Mendonça Kluckzosvki ^d, Francisca das Chagas do Amaral Souza ^b

^a Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil

^b Pesquisador (a) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação Sociedade Ambiente e Saúde, Laboratório de Alimentos e Nutrição. Av. André Araújo, 2936, Aleixo, 69060-001, Manaus, AM, Brasil. Correspondência para: FCA SOUZA. E-mail: francisca.souza@inpa.gov.br. Tel +55 92 9259-1025 (celular); +55 92 3634-1964 (Institucional)

^c Professor/Pesquisador da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Morfologia. Manaus, AM, Brasil. E-mail: wduncan@ufam.edu.br. Tel +55 92 98112-3169 (celular); +55 92 3305-4231 (Institucional)

^d Professora/Pesquisadora da Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Farmácia. Manaus, AM, Brasil. E-mail: arianepacheco@hotmail.com Tel +55 92 3305-4231 (Institucional)

Resumo

Este trabalho teve como objetivo verificar a influência dos emulsificantes no comportamento físico-químico, colorimétrico, microscópicos e sensorial na estabilidade da emulsão tipo maionese com óleo de palma (*Elaeis guineensis*). Utilizou-se dois emulsificantes: a proteína de soja isolada e gema de ovo desidratada e pasteurizada. As formulações apresentaram alto teor energético e de lipídios, baixos teores de minerais e carboidratos. A formulação com gema de ovo apresentou o teor de potássio superior ao da emulsão com proteína de soja, já a emulsão com proteína de soja apresentou o teor sódio superior a emulsão com gema. De acordo com a análise microscópica, a emulsão palma com proteína de soja é classificada como emulsão monodispersa, pois o diâmetro das partículas variou de 27-138 µm, diferente da emulsão palma com gema de ovo que foi de 8-194,3 µm. Em relação a luminosidade, a emulsão palma com proteína de soja

apresentou menor luminosidade, indicando que a emulsão palma com gema é mais escura. A formulação composta com proteína de soja isolada mostrou-se inviável para o consumo em função da presença de bolores e leveduras, sendo excluída da avaliação sensorial, contudo a emulsão com gema ovo apresentou parâmetros microbiológicos aceitáveis de acordo com a legislação vigente. Em relação a aceitação dos consumidores as médias foram inferiores a 6,00 em relação à aceitação pelos consumidores, em escala hedônica de nove pontos, o que significa ruim aceitabilidade global. Em relação à intenção de compra a amostra de emulsão de palma com gema de ovo desidratado apresentou atitude negativa de compra, com 100% dos provadores afirmando que não comprariam o produto. A formulação que se utilizou proteína de soja isolada inviabilizou a produção devido a contaminação por bolores e leveduras, que ultrapassaram os níveis toleráveis de acordo com a legislação. A gema de ovo apresentou-se como melhor emulsificante. Os valores de decrescentes de pH e alta acidez, indicaram que possivelmente ocorreu uma oxidação dos ácidos graxos, facilitando desta forma o desenvolvimento de microrganismos tendo em vista que a estabilidade comercial não alcançou o período de 180 dias de armazenamento. Desta forma apesar de apresentar vantagem ao mercado consumidor, podendo ser armazenado em temperatura ambiente a emulsão com óleo de palma e gema de ovo, não apresentou aceitação em relação aos parâmetros sensoriais.

Palavras-chave: Palma – emulsão-gema de ovo – emulsão-soja - maionese – propriedades nutricionais

Introdução

O Brasil sendo um país tropical, possui uma enorme diversidade de frutos de palmeiras, a maioria dos quais são excelentes fontes de óleos. No entanto, o potencial da maior parte dos frutos da palmeira como uma fonte de óleo e proteína para o consumo humano não são explorados [1].

As propriedades destes óleos vegetais têm sido intensamente pesquisadas principalmente por empresas internacionais, devido as suas diversas aplicações nas indústrias alimentícia, farmacêutica e outros [2]. Dentre as oleaginosas, o dendezeiro merece destaque pelo fato de ser

perene e com colheita durante todo o ano, apresentando ainda bom teor de óleo e bom rendimento na produção de biodiesel [3].

O óleo de palma tem a cor vermelho escuro derivado de seus carotenóides, que são conhecidos como pigmentos frequentemente encontrados em plantas e animais. O óleo de palma é um líquido viscoso, semi-sólido e uma gordura sólida em clima temperado, pois seus maiores componentes são os glicerídeos, principalmente o ácido graxo saturado palmítico. Além disso, há também o óleo que é derivado do núcleo do mesmo fruto, que é conhecido como o óleo de amêndoa de palma e contribui com cerca de 10% da quantidade de óleo de palma produzido [4].

Os triglicerídeos constituem o principal componente, com pequenas porções de diglicerídeos e monoglicerídeos, também é constituído por ácidos graxos livres, componentes não-glicerídeos e se apresenta livre de ácidos graxos trans, podendo assim substituir outros óleos hidrogenados durante o produto de fabricação de produtos alimentícios. Os lipídios são parte da matriz de muitos produtos alimentares, tais como emulsões. Eles modificam as propriedades físicas dos alimentos, incluindo sabor, aparência e estrutura, e foram relatados para influenciar a percepção do sabor tanto em termos de libertação de aroma e alterações texturais [5]. Como consequência, a reformulação de sabores compostos por alimentos com gordura reduzida exige um trabalho considerável para que possam atender às necessidades e expectativas dos consumidores [6].

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência dos emulsificantes no comportamento físico-químico, colorimétrico, microscópico e sensorial na estabilidade da emulsão tipo maionese com o óleo de palma.

Material e métodos

Preparo das emulsões

Foram utilizados dois emulsificantes, na primeira formulação utilizou-se a proteína de soja isolada e na segunda gema de ovo desidratada e pasteurizada como fonte de proteína. Para elaboração das emulsões, os ingredientes foram previamente pesados em balança tipo filizola analítica (marca Toledo). Os ingredientes secos: proteína de soja isolada (Levlife) ou gema de ovo desidratada e pasteurizada (Salto's), sal, goma guar (Maxfoods) foram misturados, e em seguida foi acrescentado 1/3 do óleo de palma, homogeneizado por 5 minutos em batedeira,

acrescentou-se o vinagre e o restante do óleo seguidos de homogeneização por mais 2 minutos [7].

Caracterização físico-química

Para determinação do pH utilizou-se leitura direta em potenciômetro, a acidez foi determinada por titulação com hidróxido de sódio 0,1M. A umidade foi determinada por meio da gravimetria em estufa convencional a 105 °C até peso constante. O teor proteico foi determinado pelo método de Kjeldahl, enquanto o lipídeo foi estimado por meio da extração direta em aparelho Soxhlet utilizando-se éter de petróleo como solvente. As cinzas foram quantificadas por meio de gravimetria mediante incineração da amostra em mufla a 550°C. O carboidrato foi calculado pela diferença subtraindo-se de 100 a somatória dos teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) [8].

Minerais

As determinações dos teores de minerais foram analisadas em triplicatas pelo método de espectrometria de absorção atômica, preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) [8], e de acordo com o manual da Varian (2000) [9]. A digestão das amostras foi realizada em via micro-ondas no digestor MARS – Xpress marca CEM Corporation, MD - 2591 em matéria orgânica com a utilização de ácido nítrico concentrado. A leitura foi realizada diretamente nas soluções diluídas em espectrofotômetro de absorção atômica (Spectra AA, modelo 220 FS, Varian, 2000). Os elementos minerais quantificados foram: Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu. Para o controle das análises foram utilizadas as recomendações segundo Cornelis (1992) [10], tendo como material de referência certificado *Peach leaves* (NIST-SRM 1547).

Atividade antioxidante da emulsão

O potencial antioxidante foi avaliado por meio de ensaio da captura de radicais livres da reação alcoólica com DPPH (2,2-Diphenil-1-picrylhidrazila) em etanol absoluto (2 mg em 12 ml de etanol absoluto). As soluções testes das emulsões foram preparadas em diferentes concentrações: 0; 7,8; 15,6; 31,25; 62,5; 125; 250; 500 e 1000µg/mL. 30 µL das amostras foram adicionadas nos poços da microplaca. Em seguida adicionou-se 270 µL da solução de DPPH para as amostras testes ou álcool etílico para o branco. As placas foram incubadas no escuro durante 30 minutos. As leituras foram realizadas em 492 nm em uma leitora de microplaca Multimode Detector DTX 800, Beckman Coulter. A capacidade de eliminar o radical DPPH (% de atividade antioxidante) foi de acordo com o método de Molyneux, 2004 [11].

Análise Microbiológica

As metodologias de análises microbiológicas adotadas seguiram o *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, da American Public Health Association (APHA, 2001) [12], onde foram analisados: Coliformes totais, *Salmonella* spp., bolores e leveduras. As análises foram realizadas de forma qualitativa e os resultados expressos como presença ou ausência desses microrganismos em 25 g de alimentos.

Análise Microscópica

Os padrões das emulsões foram analisados em microscópio Nikon E-800 (Kawasaki, Japão) em campo claro com ampliação de 40X. As emulsões foram observadas depois de 24 horas de refrigeração a 4 °C. Para isso, 4,0 mL da emulsão foi escorrida através de microseringa sobre uma gota de água (3 mL) previamente depositado sobre uma lâmina (76 × 26 mm) e cobertas com uma lamínula (24 x 32 mm). As imagens digitais foram obtidas com uma câmera Nikon DXM-1200. Os tamanhos de partículas foram mensurados a partir das imagens previamente calibradas [13] .

Análise da cor

A cor da emulsão foi medida no sistema L*, a*, b* usando um espectrofotometro Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 45/0-L, o qual foi calibrado utilizando uma placa de porcelana preta e outra branca. Para a leitura direta, as amostras foram adicionadas em cubetas em quantidade suficiente. Nesse sistema de cores, L* representou as mudanças na luminosidade, que variou de 0 (preto) a 100 (branco); enquanto a* e b* foram as coordenadas de cores responsáveis pela cromaticidade, onde -a* = verde e +a* = vermelho, -b* = azul e +b* = amarelo [14].

Vida de prateleira

A vida de prateleira da emulsão foi estabelecida com embalagem priorizando as que evitam o contato do alimento com o oxigênio em sete períodos (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias) e foram armazenadas em temperatura ambiente.

Análise Sensorial

Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais, iluminadas com luz branca. A análise sensorial das emulsões foi realizada utilizando-se os testes de aceitação global e atitude de compra [15]. Para isso, duas amostras foram servidas uma de cada vez, aproximadamente 10g em copos descartáveis (50 mL), juntamente com uma espátula plástica, e codificadas de forma aleatória com 3 dígitos. Para neutralizar o paladar serviram-se água e biscoitos do tipo e água e sal. O teste de aceitação utilizou a escala hedônica aplicado a 68 julgadores não treinados, com idade variando de 22 a 45 anos. Utilizou-se a escala estruturada de nove pontos, onde o valor 1 correspondeu a "desgostei muitíssimo" e o valor 9 correspondeu a "gostei muitíssimo" [15]. A atitude de compra foi avaliada com a amostra que obteve melhor aceitação na escala hedônica, utilizando escala de 5 pontos onde o valor 1 correspondeu a "eu nunca compraria este produto" e o valor 5 correspondeu a "eu certamente compraria este produto" [16,17].

Análise dos dados

Os dados estão apresentados como média \pm desvio padrão da média. Os dados foram submetidos a um teste de normalidade. Para comparar cada característica da emulsão castanha-do-Brasil com proteína da gema-do-ovo ou da soja, um teste *t* Student ou teste *U* Mann-Whitney foi utilizado, conforme teste de normalidade. Em todos os casos, o nível de significância aceito foi de 5% ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Caracterização física, química e de minerais das emulsões

Na Tabela 1, os resultados dos parâmetros físico-químicos de pH, acidez, umidade, proteína, cinzas, carboidratos e valor energético demonstraram que a emulsão de palma e soja (DS) e palma e gema de ovo desidratada (DG) apresentam semelhança para a composição centesimal. Na emulsão DG o teor de sódio está em menor quantidade quando comparado a emulsão tipo maionese tradicional, ao contrário da emulsão DS que ultrapassou o valor quando comparado com a maionese tradicional. Adicionalmente, verificou-se que as emulsões DS e DG possuem mais proteínas, lipídios, valor energético e minerais que a emulsão feita com maionese tradicional [18].

Tabela 1. Composição centesimal e minerais das emulsões palmal e soja (DS) e palma e gema de ovo (DG).

| | Emulsão DS | Emulsão DG | Tradicional* |
|---|------------|------------|--------------|
| Umidade (% b.u) | 46,030 | 52,020 | 58 |
| Proteína (%) | 9,96 | 9,06 | 1 |
| Lipídios (%) | 42,21 | 39,46 | 30 |
| Resíduo mineral fixo (%) | 0,58 | 1,05 | 2,6 |
| Carboidratos (%) | 1,22 | 1,59 | 8 |
| Valor energético total (kcal ⁻¹ g) | 424,61 | 397,74 | 302 |
| Cálcio | 22,45 | 46,58 | 3,0 |
| Magnésio | 7,3 | 5,63 | 1 |
| Potássio | 22,15 | 54,04 | 16 |
| Sódio | 1052,40 | 525,78 | 787 |
| Manganês | 0,37 | 0,23 | <LQ |
| Cobre | ND | ND | NA |
| Zinco | TR | TR | NA |
| Ferro | 2,48 | 0,94 | 0,1 |
| pH | 4,99 | 4,36 | 4,2 |
| Acidez | 2,87 | 5,25 | 2,3 |

b.u.= base úmida. * Maionese tradicional, conforme TACO (2006) [18] Tr- Traços, Na não analisada, Nd- não detectada, <LQ abaixo do limite de quantificação

Para os valores energéticos acima descritos (Tabela 1) as emulsões apresentaram na faixa de 397 a 424 kcal.100g⁻¹. De acordo com a TACO (2006) [18] a maionese tradicional com ovos apresenta 302 kcal.100⁻¹, ou seja, as emulsões são mais calóricas que a maionese tradicional. Para a USDA (2002) [19] a maionese comercial possui em média 680 kcal.100⁻¹, o que significa que as emulsões DS e DG possuem valores baixos quando comparados a esta média.

As emulsões apresentaram ser uma importante fonte de elementos minerais (Tabela 1) que exercem funções essenciais no organismo, como íons dissolvidos em fluidos corpóreos, que regulam as atividades de muitas enzimas, mantêm o equilíbrio ácido-base e a pressão osmótica [20]. Portanto os resultados das determinações realizadas nas emulsões mostraram que as concentrações desses elementos foram superiores às encontradas na maionese comercial.

Os minerais que apresentaram maior concentração foram sódio e potássio, o potássio é importante regulador da atividade neuromuscular, como, por exemplo, a fadiga, fraqueza e câibras, e promoção do crescimento celular, seguido de cálcio e magnésio, que atuam em conjunto em atividades hormonais vitais ao organismo. A deficiência desses minerais pode provocar osteoporose em adultos e até raquitismo em crianças [21].

Os valores encontrados de pH estão entre 4,42 a 4,65 para as emulsões com óleo de palma e gema de ovo. Segundo Araújo (1995) [22], o pH de maionese varia em média de 3,6 a 4,0, porém, para cada formulação e processamento haverá diferentes valores de pH. Franco (2011) [23] produziu maionese adicionada de probióticos, encontrando valores um pouco acima, aproximadamente 4,20 e Garcia (2006) [24] produziu maionese sem colesterol, encontrando valores por volta de 4,5. Para os valores de acidez a emulsão óleo de palma e gema de ovo apresentou de 5,57 a 10,13 (Figura 1).

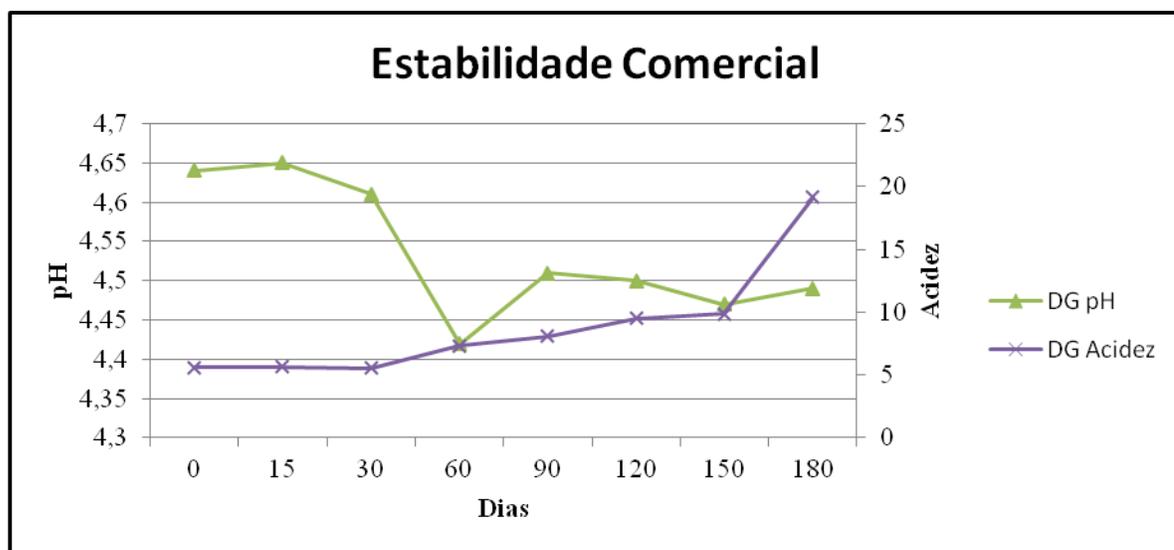


Figura 1. Estabilidade comercial das emulsões durante 180 dias.

Atividade Antioxidante

Quando avaliada a atividade antioxidante da emulsão (tabela 2), nenhuma emulsão apresentou papel antioxidante, os resultados foram comparados ao ácido gálico que é utilizado com padrão. Os valores negativos afirmam que a emulsão não possui atividade antioxidante.

Tabela 2. Atividade antioxidante das emulsões palma com proteína de soja (DS) e palma com gema de ovo (DG). Os valores de DS e DG são negativos. O ácido gálico foi considerado como padrão.

| AMOSTRAS | MÉDIA |
|--|----------|
| DS (10 mg ml ⁻¹) | -2,5250 |
| DG (10 mg ml ⁻¹) | -2,5650 |
| Ácido Gálico (10 mg ml ⁻¹) | 86,22544 |

Análise Microbiológica

Em um período de seis meses foi realizada a avaliação microbiológica das emulsões, no qual foi detectado no início do experimento apenas na emulsão palma com proteína de soja (DS) contaminação por bolores e leveduras em quantidade elevada. A emulsão com óleo de palma e gema de ovo desidratada e pasteurizada (DG) não apresentou risco microbiológico, pois os limites estão de acordo com a legislação vigente (tabela 3).

Tabela 3. Análises microbiológicas realizadas em amostras de emulsão óleo de palma e proteína de soja (DS). (B) Emulsão com óleo de palma e gema de ovo desidratada (DG).

| Parâmetro microbiológico | Emulsão DS | Emulsão DG |
|--------------------------------|---------------------------|------------|
| Coliformes Totais | 0,0 NMP/g | 0,0 NMP/g |
| Coliformes a 45 °C* | 0,0 NMP/g | 0,0 NMP/g |
| <i>Staphylococcus aureus</i> * | <10UFC/g | <10UFC/g |
| <i>Salmonella SP</i> * | Ausência | Ausência |
| Bolores e Leveduras | 40x10 ⁻³ UFC/g | <10UFC/g |

* Segundo a RDC nº 12 de janeiro de 2001/ANVISA/MS do Brasil. [25]

Tamanho das partículas das emulsões

O diâmetro médio das partículas na emulsão palma com proteína de soja variou de 27-138,03 µm, e a emulsão palma com gema de ovo variou de 8-194,3 µm, o que significa que o tamanho influencia diretamente na viscosidade da emulsão. A emulsão palma com proteína de soja apresenta gotas um tanto maiores e mais uniformes que a emulsão palma com gema de ovo

desidratado (Figura 2). Assim podem ser classificadas de acordo com WORRASINCHAI *et al.* (2005) [26] como emulsões monodispersas, pois possui uniformidade de tamanho das gotas, diferente da emulsão palma com gema de ovo. A estrutura adequada das emulsões óleo em água podem ser confirmadas nas imagens microscópicas (Figua 1).

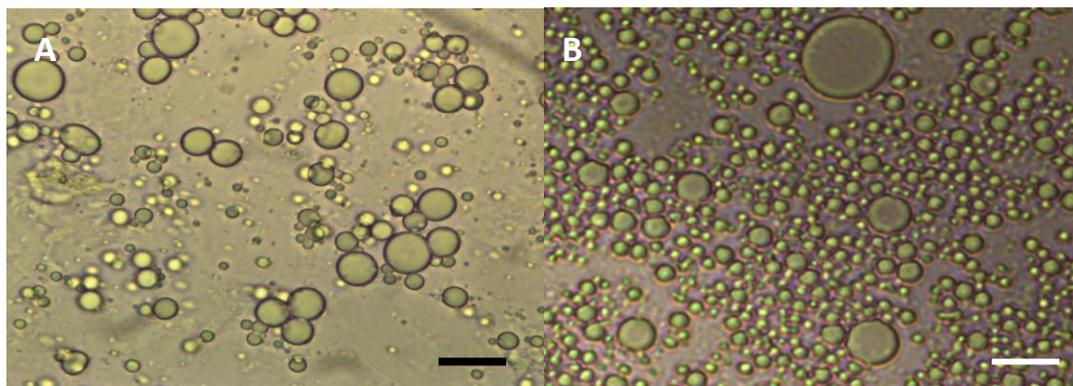


Figura 2. (A) Emulsão com óleo de palma e proteína de soja (DS). (B) Emulsão com óleo de palma e gema de ovo desidratada (DG). As escalas nas imagens indicam 20 µm.

Análise da cor

Nos resultados obtidos para cor (Tabela 5) pode-se afirmar que a emulsão palma com proteína de soja apresentou menor luminosidade (L^*) que a emulsão palma com gema de ovo, indicando que a emulsão palma com gema de ovo desidratada é mais escura devido a formulação com gema de ovo, que possui betacaroteno.

Houve diferença para o parâmetro a^* e para b^* dentre as amostras. Sabendo que o parâmetro a^* , corresponde à escala do verde ao vermelho, sendo: a^- negativo para o verde e a^+ positivo para o vermelho [27], todas as amostras de emulsão tenderam mais para o tom avermelhado, pois todos os valores encontrados para a^* foram positivos. De acordo com Vicent *et al.* [4] o óleo de palma tem a cor vermelho escuro derivado de seu carotenóides o que contribuiu para a coloração.

Tabela 4. Parametros de cor L*, a*, b* nas emulsões CS e CG.

| AMOSTRA | L* | a* | b* |
|------------|-------|--------------------|--------------------|
| Emulsão DS | 51,75 | 11,46 | 44,21 |
| Emulsão DG | 61,06 | 13,32 [§] | 52,14 [§] |

[§]Indica diferença significativa (teste *t* Student, P< 0,05) entre os dois tipos de emulsões.

Os valores de b* correspondem à escala do azul ao amarelo, sendo: b-negativo para o azul e b-positivo para o amarelo [27]. Perante os resultados obtidos para este parâmetro, nota-se que as emulsões apresentaram pigmentação de cor amarela, isto é, todos os valores foram positivos, sendo isso característica inerente deste tipo de produto.

Análise Sensorial

Para os atributos de aroma, sabor, cor e aparência global da amostra das emulsões, os resultados obtidos da análise sensorial do teste de aceitação estão representados na figura 2 . A média de notas obtidas para a aparência global encontra-se na zona de aceitação do gráfico (notas 7 e 8), uma vez que, na escala hedônica representa “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. O atributo cor obteve nota entre 7 e 8 na escala hedônica, encontrando-se como “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Este resultado possivelmente pode estar relacionado com a coloração do óleo de palma, que destaca a cor tendendo para o vermelho. Em relação ao aroma, obteve-se entre 6 e 7, referente a “não gostei e nem desgostei” e “gostei ligeiramente”, havendo relatos de odor acentuado no produto em virtude da adição do óleo de Palma. O atributo sabor foi o parâmetro com menor nota na escala hedônica, com 1, encontrando-se como “desgostei muitíssimo”, havendo rejeição para atributo avaliado.

Em relação à intenção de compra a amostra de emulsão de palma com gema de ovo desidratado apresentou atitude negativa de compra, com 100% dos provadores afirmando que não comprariam. Este resultado representa que houve rejeição ao produto pelos provadores, indicando que, se os mesmos fossem colocados à venda, possivelmente não teriam uma demanda

satisfatória.

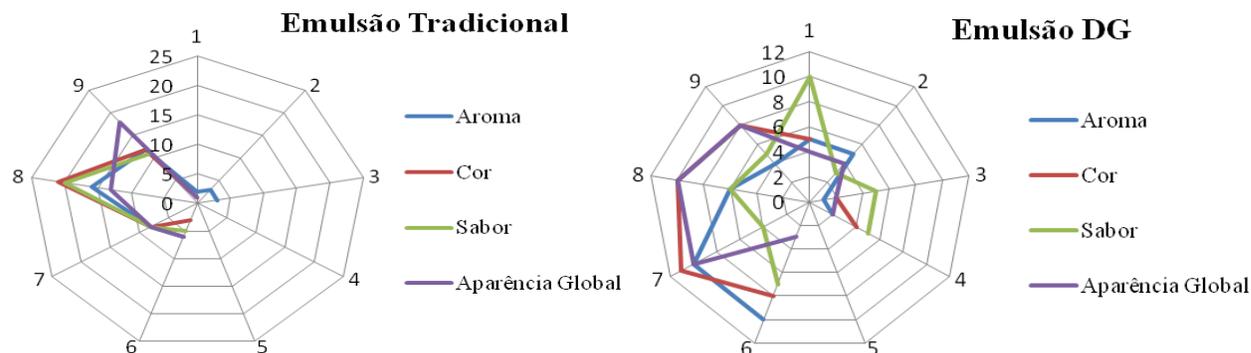


Figura 2. Representação das aceitações na escala hedônica das emulsões comercial e óleo de palma e gema de ovo desidratada (DG). A formulação com proteína de soja (DS) mostrou-se inviável para o consumo em função alta carga microbiana sendo excluída da análise sensorial.

Conclusões

A formulação que se utilizou proteína de soja isolada inviabilizou a produção devido a contaminação por bolores e leveduras, que ultrapassaram os níveis toleráveis de acordo com a legislação. A gema de ovo apresentou-se como melhor emulsificante. Os valores de decrescentes de pH e alta acidez, indicaram que possivelmente ocorreu uma oxidação dos ácidos graxos, facilitando desta forma o desenvolvimento de microrganismos tendo em vista que a estabilidade comercial não alcançou o período de 180 dias de armazenamento. Desta forma apesar de apresentar vantagem ao mercado consumidor, podendo ser armazenado em temperatura ambiente a emulsão com óleo de palma e gema de ovo, não apresentou aceitação em relação aos parâmetros sensoriais.

Agradecimentos

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado. À instituição de Fomento FAPEAM – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pelo apoio financeiro do Edital 020/2013 – PAPAC, ao Instituto de Pesquisa Nacional da Amazônia – INPA e ao Edital 030/2013 UNIVERSAL.

Referências

1. George, S., Arumughan, C.. Distribution of lipids in exocarp and mesocarp of three varieties of oil palm fruit (*Elaeis guineensis*). (1991) *Journal Science Food Agronomy*, n. 56, v. 2, p. 210–222.
2. Pardauil, J. J. R., Souza, L. K. C., Molfetta, F. A., Zamian, J. R., Rocha Filho, G. N., Costa, C. E. F.. (2007) Determination of the oxidative stability by DSC of vegetable oils from the Amazonian area. *Bioresource Technology* 102: 5873-5877.
3. Sluszz, T.; Machado, J.A.D. Características das potenciais culturas matérias primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar. In: Encontro de energia no meio rural, 6., 2006, Campinas. Anais... Campinas: Agrener GD, UNICAMP, 2006. p. 1-10.
4. Vincent, C. J., Shamsudin, R., Baharuddin, A. S.. Pre-treatment of oil palm fruits: A review. *Journal of Food Engineering* 143, p. 123–131, 2014.
5. Malone ME, Appelqvist IAM (2003) *J Control Release* 90:227–241.
6. Rabe S, Krings U, Berger RG (2003) *J Sci Food Agric* 83:1124– 1133.
7. NIKZADE, V., TEHRANI, M. M., SAADATMAND-TARZJAN, M.. Optimization of low-cholesterol-low-fat mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloids*, v.28, p. 344-352, 2012.
8. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 4. ed. 1 ed. Digital, 2008
9. Varian. 2000. Analytical Methods Flame Atomic Absorption Spectrometry. Spectra AA, 2220 FS. 146 p.
10. Cornelis, R. 1992. Use of references materials in trace element analysis of fustuffs. *Food Chemistry*, 43: 307-313.
11. Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity *Songklanakarin J. Sci. Technol.*: 26(2) : 211-219.
12. AMERICAN PUBLISCH HEALTH ASSOCIATION - APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of water and foods. 20th ed. Washington, 2001.
13. Poyato, C., Navarro-Blasco, I., Calvo, M. I., Cavero, R. Y., Astiasarán, I., Ansorena, D.. (2013) Oxidative stability of O/W and W/O/W emulsions: Effect of lipid composition and antioxidant polarity. *Food Research International*. 51, p. 132-140.
14. HUNTERLAB. Applications Note. v. 13, 2001. Disponível em <<http://www.hunterlab.com>> Acesso dia: 28 nov. 2014.

15. DUTCOSKY, S.D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Editora Champagnat, 1996. 123 p.
16. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. Sensory Evaluation Techniques. Boca Raton: CRC Press; 1991.
17. Izidoro DR, Sierakowski MR, Demczuk JRB, Haminiuk CWI, Scheer AP. Avaliação sensorial de emulsão adicionada de polpa de banana (*Musa ssp*) verde. In Anais do: XX Congresso de ciência e tecnologia de alimentos. Curitiba, PR, 2006: 794.
18. TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimento. 2. Ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2006. 114p.
19. USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Nutritive Values of Foods. U.S Department of Agriculture. Maryland: Agricultural Research. Nutrient Data Laboratory; 2002.
20. Andrade, E.C.B.; Barros, A.M.; Takase, I. Avaliação da solubilidade de cobre e zinco em caldos de leguminosas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.3, n3, p.386-388, 2003.
21. Shils, M. E.; Olson, J. A.; Shike, M.; Ross, A. C. Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença. 9.ed. São Paulo: Manole, 2003. v.1
22. ARAÚJO, M.A. Química de Alimentos: teoria e prática. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa,. p. 247, 1995.
23. FRANCO, R. C. J. Obtenção de maionese de iorgute probiótica com fitosteróis. Dissertação de mestrado (Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos). Centro Universitário do Instituto Mauá. São Caetano do Sul, 2011.
24. GARCIA, K. M. Quality characterization of cholesterol-free mayonnaise-type spreads containing rice bran oil. [Tese de mestrado em Ciência dos Alimentos]. Louisiana State University, USA, 2006.
25. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 12, de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/index_2001_rdc.htm. Acesso em: 3 jan. 2011.
26. Worrasinchai, S., Suphantharika M., Pinjai S., Jamnong P.. (2006) β -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids* 20: 68-78.

27. Bonagurio, S.; Pérez, J. R. O.; Garcia, I. F. F.; Bressan, M. C.; Lemos, A. L. S. C. R. Qualidade Da Carne De Cordeiros Santa Inês Puros E Mestiços Com Texel Abatidos Com Diferentes Pesos. Bras. Zootec., V.32, N.6, P.1981-1991, 2003.

ANEXO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**



Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Caracterização reológica de emulsões alimentícias (maionese) com óleos de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) e palma (*Elais Guineensis*)”, que faz parte da dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos da UFAM em parceria com o INPA, da tecnóloga Cristina Grace de Sousa Guerra. Esta pesquisa pretende avaliar os parâmetros sensoriais do produto. Para a realização deste estudo iremos aplicar um questionário no qual será avaliado quatro itens: Sabor, aroma, cor e aparência global, utilizando-se uma escala hedônica de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo).

Participando deste estudo você não terá nenhuma despesa e nenhuma remuneração. Você não é obrigado(a) a participar e poderá cancelar a sua autorização a qualquer momento e por qualquer motivo. Os resultados do estudo serão apresentados em conjunto, não sendo possível identificar os indivíduos que dele participaram. A vantagem de sua participação é de caráter científico, pois ao auxiliar este estudo você estará contribuindo para pesquisas de alimentos novos utilizando como matéria-prima a castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) e palma (*Elais Guineensis*).

Para maiores esclarecimentos procurar a Tecnóloga em Alimentos Cristina Grace de Sousa Guerra, responsável pela pesquisa, no telefone 9622-7637.

Eu, _____ declaro que entendi os procedimentos da pesquisa, que livremente aceito participar e que me foi dada uma cópia deste documento.

Assinatura do participante

Data: ____ / ____ / ____

Cristina Grace de Sousa Guerra
Pesquisadora responsável

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS

ANÁLISE SENSORIAL

NOME: _____ IDADE: _____

Você está recebendo 04 amostras de maionese codificadas. Por favor prove-as e avalie de forma global, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou:

1. Desgostei muitíssimo
2. Desgostei muito
3. Desgostei moderadamente
4. Desgostei ligeiramente
6. Não gostei, nem desgostei
7. Gostei ligeiramente
8. Gostei moderadamente
9. Gostei muitíssimo

| CARACTERÍSTICAS | AMOSTRA 231 | AMOSTRA 312 | AMOSTRA 123 | AMOSTRA 213 |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| AROMA | | | | |
| COR | | | | |
| SABOR | | | | |
| APARÊNCIA GLOBAL | | | | |

Você compraria este produto?

() Sim () Talvez () Não

Eu, _____ tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

Assinatura: _____ Data: _____