



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS NUTRIÇÃO E
SAÚDE

AZEITE DE DENDÊ MICROENCAPSULADO: UMA
ALTERNATIVA PARA FORTIFICAÇÃO DE IOGURTES

ELAINE JANAÍNA LINHARES DA CONCEIÇÃO

Salvador – Bahia
2016

ELAINE JANAÍNA LINHARES DA CONCEIÇÃO

**AZEITE DE DENDÊ MICROENCAPSULADO: UMA
ALTERNATIVA PARA FORTIFICAÇÃO DE IOGURTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde da Universidade Federal da Bahia, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Mestre.

Linha de Pesquisa: Vigilância de Alimentos e Saúde

Orientadora: Profa. Dra. Itaciara Larroza Nunes

**Salvador - Bahia
2016**

Modelo de ficha catalográfica fornecido pelo Sistema Universitário de Bibliotecas da UFBA para ser confeccionada pelo autor

Conceição, Elaine Janáina Linhares da
Azeite de dendê microencapsulado: uma alternativa
para a fortificação de iogurtes / Elaine Janáina Linhares
da Conceição. -- Salvador, 2016.
91 f. : il

Orientador: Itaciara Larroza Nunes.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Alimentos, Nutrição e Saúde) -- Universidade Federal da
Bahia, Escola de Nutrição, 2016.

1. Óleo de palma bruto. 2. encapsulamento. 3. Spray-Dryer. 4. pró-vitamina A. 5. alimentos fortificados. I. Nunes, Itaciara Larroza. II. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

Elaine Janáina Linhares da Conceição

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde da Escola de Nutrição, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Alimentos, Nutrição e Saúde.

Azeite de dendê microencapsulado: uma alternativa para a fortificação de iogurtes

BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra. Itaciara Larroza Nunes

Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas
Professora da Universidade Federal da Bahia



Profa. Dra. Rogéria Comastri de Castro Almeida

Doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas
Professora da Universidade Federal da Bahia



Prof. Dr. Maria Eugênia de Oliveira Mamede

Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas
Professora da Universidade Federal da Bahia

Salvador – Bahia, 05 de agosto de 2016

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me guiar, dar coragem, força e sabedoria para percorrer meu caminho e concretizar a cada dia mais um sonho!

Aos meus pais, Miguel e Lidiane, por serem tudo em minha vida: exemplo, esteio e amor sempre! Pelo incentivo permanente e por compartilharem comigo mais este objetivo! O “acreditar” de vocês foi meu combustível nessa trajetória e minha gratidão será eterna! A vocês dedico todas as minhas conquistas!

Aos meus avós (Lito, Menininha, Miúda e Zilão) *in memoriam* que sempre sonharam em me ver chegar até aqui. E que de uma forma ou outra me impulsionaram. Aonde estiverem agradeço e dedico, também a vocês, essa realização!

Aos meus irmãos Thiago e Diego pelo apoio, estímulo e companheirismo! A admiração que tenho por vocês também me trouxe até aqui! À Renata, também “irmã”, pela amizade e certeza na minha vitória!

À minha sobrinha e afilhada Maria Luiza Freitas da Conceição, meu agradecimento em especial. Desde que nasceu foi, é, e sempre será, meu maior incentivo! Saiba que nos momentos mais difíceis foi o seu sorriso que me fez persistir. Você é a luz que ilumina meus caminhos!

Aos meus amores: meu sobrinho Davizinho e meus gêmeos, Ana Beatriz (Bibi) & André Luiz (Dedeco), e Alice (Alicinha) & Vitor (Vitoca). O simples fato de existirem me anima a ser cada vez melhor!

A todos os familiares, madrinha (Maria Lute), tios (as), primos (as) agradeço a compreensão em meus muitos momentos de ausência.

À minha orientadora, Professora Itaciara, primeiramente, pela oportunidade em trabalharmos juntas. Seu exemplo foi incentivo nessa trajetória na qual tive a honra de percorrer ao seu lado! Obrigada pelos ensinamentos, cuidado, parceria, e em inúmeras vezes compreensão!

À Camila Duarte agradeço o acolhimento e confiança em prosseguir com o projeto do “Dendê Microencapsulado”. Obrigada pelo apoio Mila!

A todos os colegas e parceiros de caminhada acadêmica, com carinho especial: Ícaro; Marina, Larissa, Priscilla, Márcia, Luciana, Tayane, Rafaela, Rogério e Daniel pelo companheirismo e empenho ao me ajudar. À Isabella e Antenor, sempre prestativos, por

me receberem no Lab. de Controle de Alimentos da ENUFBA, e à Emile: todos com atenção e carinho (mesmo enquanto davam seguimento aos seus projetos também!).

À escola de Nutrição da UFBA, professores, colaboradores e alunos envolvidos. E, em especial, a Luís, técnico do Laboratório da Escola de Nutrição pela dedicação e colaboração durante minhas análises!

Ao SENAI- BA (Dendezeiros e CIMATEC) e sua equipe de profissionais, pela parceria estabelecida. Em especial à Bruna Machado e Samantha Costa. Obrigada, pela disponibilidade e suporte para melhor execução deste trabalho.

Aos alunos dos cursos técnicos dessa instituição, também, meus agradecimentos especiais por tornarem possível a realização da análise sensorial do projeto.

Ao professor Alessandro Rios pela imensa colaboração para realização das análises de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

À Professora Thereza Bittencourt pela atenção quanto às análises estatísticas.

Às empresas: Grupo Agropalma, Cargill, Nexira, Kerry do Brasil e Christian Hansen pelas doações das matérias-primas viabilizando a execução das minhas análises.

As minhas queridas meninas do “Lab. de Alimentos” (Rose, Gabi, Mari, Dida, Aninha, Yásmín, Manu, Nai) pela receptividade e entusiasmo de sempre, e principalmente pelo aprendizado com alegria que pude experimentar ao lado de vocês. Foram muito especiais nesse meu caminho!

Aos meus amigos e amigas, em especial: à Ana Caroline, que mesmo longe esteve presente em torcida; à Camila Lemos e à Laise Gomes por estarem há mais de uma década ao meu lado e, por de forma mais próxima, acompanharem minhas angústias sempre me encorajando na certeza desta vitória! À Mayana Moura e Marília Malaquias pela parceria na profissão e mais ainda na amizade. Pelo carinho da amiga Maria de Fátima (Fafys) sempre com palavras de conforto e esperança. E principalmente à Marlus Henrique, colega de profissão e amigo, (primeiro) incentivador da minha imersão no mestrado! À querida Lígia Carvalho por toda prestatividade, e por compartilhar seu vasto conhecimento em química comigo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por me contemplar com bolsa de mestrado.

Ao CNPq e FAPESB pelo fomento e apoio financeiro desde o projeto universal.

Enfim, a todos que colaboraram direta ou indiretamente para o que este trabalho fosse realizado e, assim, mais um sonho se tornasse possível!

Ah! E a você que lê este trabalho agora! **MUITO OBRIGADA!**

*“Coragem não é ter forças para continuar,
é continuar quando não se tem mais
forças.”*

(Theodore Roosevelt – Tradução)

RESUMO

O azeite de dendê ou óleo de palma bruto destaca-se como fonte de carotenoides pró-vitamínicos A. Contudo, seu uso na forma bruta é restrito ao Brasil e à África, e limitado à culinária, em função das características hidrofóbicas e sensoriais. No cenário em que a Hipovitaminose A assola grupos vulneráveis no Brasil e no Mundo, a fortificação de alimentos de amplo consumo (ex. iogurte) com carotenoides pró-vitamínicos A provenientes de azeite de dendê microencapsulado poderia ser uma alternativa, pois o encapsulamento preserva os bioativos e melhora a aplicabilidade em matrizes hidrofílicas. O objetivo deste trabalho foi empregar azeite de dendê microencapsulado por *spray-drying* para fortificação de iogurtes do tipo batido com carotenoides pró-vitamínicos A. O azeite de dendê foi microencapsulado por *spray-drying* utilizando fécula de mandioca e goma arábica (50:50) como encapsulantes. Foram elaborados oito iogurtes do tipo batido, sendo: iogurtes fortificados com azeite de dendê microencapsulado ($\cong 16$ g, A1 e $\cong 48$ g, A2), nas versões com e sem sabor cajá, e iogurtes sem azeite adicionados dos encapsulantes (controles C1 e C2) com e sem sabor. O preparo do iogurte batido consistiu em: fervura de metade do leite líquido integral; adição dos ingredientes (açúcar cristal e azeite de dendê microencapsulado (fortificados) ou apenas encapsulantes (controles)); pasteurização (83 ± 2 °C/3 min.); adição do restante do leite, resfriamento rápido (até 42 ± 2 °C); inoculação da cultura *BioRich*®; distribuição em embalagens; manutenção em estufa (42 ± 2 °C/6 h.), refrigeração (4 ± 1 °C/48 h.), quebra do coágulo e adição de polpa de cajá (apenas para versões com sabor), refrigeração (4 ± 1 °C), seguido de caracterização química, física, microbiológica e sensorial. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey ou Games-Howell ($p < 0,05$). Os resultados de composição centesimal foram: umidade $26,66 \pm 0,04$ a $71,08 \pm 0,01\%$; cinzas $0,72 \pm 0,18$ a $1,06 \pm 0,03\%$; proteínas $4,26 \pm 0,11$ a $12,16 \pm 0,18\%$; lipídios $2,13 \pm 0,10$ a $9,98 \pm 0,40\%$ e carboidratos $20,86 \pm 0,36$ a $43,47 \pm 0,13\%$, sendo os elevados valores de lipídios atribuídos ao azeite microencapsulado e/ou leite integral utilizados, e os carboidratos aos materiais de parede. Os carotenoides totais determinados por espectrofotometria variaram de $272,67 \pm 0,83$ a $2900,67 \pm 1,16$ $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, os carotenoides pró-vitamínicos A por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), com valores de $343,28 \pm 10,56$ a $1520,14 \pm 57,95$ $\mu\cdot 100\text{g}^{-1}$, representando um aporte de vitamina A entre 20,89 a 105,79 $\mu\cdot 100\text{g}^{-1}$, e atendendo em média de 15 a 30% das DRIS. A cor foi determinada em colorímetro Minolta, sendo a faixa de $L^* = 34,47 \pm 0,27$ a $66,34 \pm 0,70$; $a^* = -2,82 \pm 0,80$ a $1,62 \pm 0,19$ e $b^* = 5,32 \pm 0,87$ a $48,70 \pm 0,46$, tendendo ao laranja para iogurtes fortificados. Foram avaliados ainda pH ($4,34 \pm 0,03$ a $4,93 \pm 0,04$), acidez titulável ($0,72 \pm 0,04$ a $1,22 \pm 0,00$ g ácido láctico. 100g^{-1}), índice de peróxidos ($1,88 \pm 0,00$ a $9,30 \pm 0,19$ meq. kg^{-1}), sinérese ($16,02 \pm 0,14$ a $86,38 \pm 4,40\%$), atividade de água ($0,95 \pm 0,00$ a $0,96 \pm 0,00$), textura (resiliência= $0,07 \pm 0,01$ a $0,89 \pm 0,01$; coesividade= $0,66 \pm 0,07$ a $1,08 \pm 0,06$ e adesividade= $0,51 \pm 0,35$ a $10,12 \pm 0,60$) e viscosidade ($212,68 \pm 4,72$ a $5828,05 \pm 1,80$ cP). De modo geral os parâmetros avaliados estão de acordo com a literatura, no entanto, verificou-se necessidade de aperfeiçoamento do produto para sinérese, textura e viscosidade. Todas as amostras apresentaram qualidade higiênico-sanitária satisfatória (coliformes a $45^\circ\text{C} < 3,0$ NMP). A média da qualidade global variou de 3 a 6,40 e da intenção de compra de 2,26 a 3,89 dentre todas as amostras. Foi possível utilizar azeite de dendê microencapsulado para fortificação de iogurtes com pró-vitamínicos de forma a atender de 15 a 30% das recomendações de vitamina A, com destaque para a amostra A1 (16g de azeite, sabor cajá) na maior parte dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: óleo de palma bruto, encapsulamento, *Spray-Dryer*, β -caroteno, pró-vitamina A, alimentos fortificados.

ABSTRACT

The crude palm oil is a great pro-vitamin A carotenoids source. However, its use in raw form is restricted to Brazil and Africa, and limited in cooking usages due to its hydrophobic and sensory characteristics. In the scenario of increasing Vitamin A deficiency at vulnerable groups (in Brazil and in the world), the fortification of widely consumed foods (eg. Yogurt) with pro-vitamin A carotenoids from microencapsulated crude palm oil, could be an alternative, because of the allowed preservation of bioactive compounds by encapsulation, improving their applicability in hydrophilic matrices. The aim of this study was to use microencapsulated (spray-drying) crude palm oil in the fortification of stirred yogurts with pro-vitamin A. carotenoids. Crude palm oil was microencapsulated by spray-drying using cassava starch and gum arabic (50:50) as encapsulants. Were prepared eight types of stirred yogurts: yogurts fortified with microencapsulated crude palm oil ($\cong 16$ g, A1 and $\cong 48$ g, A2), with or without cajá (*Spondias spp.*) flavor (cajá pulp), and yogurts without adding microcapsules (C1 controls and C2) with and without flavor, too. The preparation of yogurt consisted of: half of the milk boiled; incorporation of the ingredients (sugar and microencapsulated crude palm oil palm (fortified) or only encapsulants (controls); and pasteurization (83 ± 2 ° C / 3 min); The remaining milk was added, rapid cooled (to 42 ± 2 ° C); and inoculated with BioRich® culture, was kepted at (42 ± 2 ° C / 6 h), after refrigeration (4 ° C \pm 1/48 h.), and at the end (in clot breaking stage) added cajá pulp (versions flavored). Finally the samples were refrigerated (4 ± 1 ° C), followed by chemical, physical, microbiological and sensory analysis. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey test or Games-Howell ($p < 0.05$). The chemical composition were: moisture 26.66 ± 0.04 to $71.08 \pm 0.01\%$; ashes 0.72 ± 0.01 to $1.06 \pm 0.03\%$; protein 4.26 ± 0.11 to $12.16 \pm 0.18\%$; lipids 2.13 ± 0.10 to $9.98 \pm 0.40\%$ and carbohydrate 20.86 ± 0.36 to $43.47 \pm 0.13\%$. These high lipid values could be related to the microencapsulated oil and / or whole milk used, and the carbohydrate wall material. Total carotenoids determined by spectrophotometry ranged from 272.67 ± 0.83 to 2900.67 ± 1.16 $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, pro-vitamin A carotenoid by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) methods, 343.28 ± 10.56 a 1520.14 ± 57.95 $\mu\cdot 100\text{g}^{-1}$ values, an intake of vitamin A between 20.89 a 105.79 $\mu\cdot 100\text{g}^{-1}$, able to reach th average of 15 to 30% of DRIS. The color was determined on colorimeter Minolta, and the L band $a^* = 34.47 \pm 0.27$ to 66.34 ± 0.70 ; $a^* = -2.82 \pm 0.80$ to 1.62 ± 0.19 and $5.32 \pm b^* 0.87$ to 48.70 ± 0.46 , tending to orange for fortified yogurts. Yet they were evaluated by: pH (4.34 ± 0.03 to 4.93 ± 0.04), titratable acidity (0.72 ± 0.04 to 1.22 ± 0.00 g lático. 100g^{-1}), peroxide value (1.88 ± 0.00 to 9.30 ± 0.19 meq. kg^{-1}), syneresis (16.02 ± 0.14 to $86,38 \pm 4,40\%$), water activity (0.95 ± 0.00 to $0,96 \pm 0.00$), texture (resilience = 0.07 ± 0.01 to 0.89 ± 0.01 , cohesiveness = 0.66 ± 0.07 to 1.08 ± 0.06 and 0.51 adhesiveness ± 0.35 to 10.12 ± 0.60) and viscosity (212.68 ± 4.72 to 5828.05 ± 1.80 cP). In general, the results indicated accordance to the literature, for most part of the sample. However, it was clear the necessity to improve this new product, especially for syneresis, texture and viscosity. All samples showed a good sanitary quality (coliforms at 45 ° C < 3.0 NMP). The mean of the overall quality ranged from 3 to 6.40 and the intention to purchase products from 2.26 to 3.89 between samples. It was possible to use microencapsulated crude palm oil in the fortification of yogurt with pro-vitamin, to meet 15 to 30% of vitamin A's recommendation, highlighting the sample A1 ($\cong 16$ g of oil, flavor cajá) in most of the parameters analyzed.

Keywords: crude palm oil, encapsulation, Spray Dryer, β -carotene, pro-vitamin A fortified foods.

LISTA DE FIGURAS E EQUAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1. Representação da estrutura química e clivagem simétrica e assimétrica do β -caroteno (Adaptado de AMBROSIO, CAMPOS e FARO, 2006)	24
---	----

CAPÍTULO II

Figura 1. Fluxograma de preparação dos iogurtes.....	51
Figura 2. Cromatogramas dos carotenoides pró-vitamínicos, obtidos por CLAE, das amostras C2 e A2, sem e com sabor. Os picos numerados são: 1) β -criptoxantina; 2) <i>all-trans</i> - α -caroteno e 3) <i>all-trans</i> - β - caroteno.....	61
Figura 3. Médias de notas para intenção de compra dos iogurtes.....	72
Eq. (A1). Equação de conversão dos carotenoides pró-vitamínicos em vitamina A conforme IOM (2011) e Rodriguez-Amaya, Kimura, & Amaya-Farfan (2008).....	52

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Quadro 1. Estudos que apresentam quantificação do teor de carotenoides em óleo de palma bruto e refinado.....	25
--	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Caracterização química dos iogurtes elaborados.....	57
Tabela 2. Carotenoides totais, pró-vitamínicos A e cor dos iogurtes produzidos.....	59
Tabela 3. Acidez, pH e índice de peróxidos dos iogurtes elaborados.....	63
Tabela 4. Resultados de sinérese e atividade de água dos iogurtes produzidos.....	66
Tabela 5. Parâmetros de textura e viscosidade de iogurtes elaborados.....	68
Tabela 6. Resultados do teste de aceitação dos iogurtes elaborados.....	72

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação encontra-se dividida em: resumo; *abstract*; introdução geral; objetivos (geral e específicos); capítulo I (revisão bibliográfica); capítulo II (Artigo: UTILIZAÇÃO DE AZEITE DE DENDÊ MICROENCAPSULADO PARA A FORTIFICAÇÃO DE IOGURTES COM PRÓ-VITAMINA A) e apêndices.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	17
2. REFERÊNCIAS	19
3. OBJETIVOS	21
CAPÍTULO I	22
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
1. Azeite de Dendê	23
2. Vitamina A e Hipovitaminose A	26
3. Fortificação de Alimentos	28
4. Microencapsulamento	34
5. REFERÊNCIAS	38
CAPÍTULO II	46
ARTIGO: UTILIZAÇÃO DE AZEITE DE DENDÊ MICROENCAPSULADO PARA A FORTIFICAÇÃO DE IOGURTE COM PRÓ-VITAMINA A.	46
1. Introdução.....	47
2. Material e Métodos.....	48
2.1. Amostras.....	48
2.2. Obtenção do azeite de dendê microencapsulado	49
2.3. Preparação dos iogurtes	49
2.4. Composição química dos iogurtes	51
2.5. Carotenoides totais e pró-vitamínicos	51
2.6. Cor	52
2.7. Acidez, pH e índice de peróxidos	52
2.8. Sinérese e atividade de água.....	53
2.9. Textura e Viscosidade	53
2.10. Análise microbiológica.....	53
2.11. Análise Sensorial	54
2.12. Análise estatística	54
3. Resultados e Discussão	55
3.1. Composição química dos iogurtes	55
3.2. Carotenoides totais, pró-vitamínicos A e cor	58
3.3. Acidez, pH e índice de peróxidos	62
3.4. Sinérese e Atividade de água.....	64
3.5. Textura e Viscosidade	65
3.6. Análises Microbiológicas	68

3.7. Características Sensoriais	68
3.8. Intenção de Compra.....	70
4. Conclusão	71
Referências	72

1. INTRODUÇÃO GERAL

O azeite de dendê ou óleo de palma bruto (*crude palm oil*) é um óleo vegetal extraído do mesocarpo do fruto da palmeira *Elaeis guineensis*, e só é consumido na forma bruta ou com suas propriedades físico-químicas e organolépticas preservadas/originais na África e no nordeste do Brasil. Especificamente na Bahia, o óleo é utilizado amplamente como ingrediente em diversos pratos da culinária local (CURVELO et al., 2011). Esse óleo na forma refinada é um dos óleos mais consumidos mundialmente, ocupando em 2013 o 1º lugar em produção mundial de óleos e gorduras, com 55,8 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2014).

O azeite de dendê é constituído principalmente por triacilgliceróis (95%), compostos de 40,4% a 56,9% de ácidos graxos saturados e de 43,0% a 62,5% de ácidos graxos insaturados, todos na configuração *cis* (SUNDRAM et al., 2003; GEE, 2007). Entre os demais componentes destacam-se os carotenoides, que devem ficar em torno de 500-2000 ppm (CODEX, 2013).

Os carotenoides são pigmentos naturais bioativos, com diversos efeitos benéficos à saúde, tais como: imunomodulação e redução do risco de contrair doenças crônicas degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular relacionada ao envelhecimento. Essas atividades têm sido atribuídas às suas propriedades antioxidantes, especificamente, à capacidade de sequestrar o oxigênio *singlete* e interagir com os radicais livres (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Além disso, alguns carotenoides apresentam atividade de vitamina A, como o β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina, podendo ser absorvidos seletivamente ou não, convertidos para vitamina A, depositados nos tecidos como tal, ou levemente modificados. Sabe-se que o ser humano é incapaz de biossintetizar carotenoides e, portanto, depende da alimentação, principalmente das fontes vegetais, tais como, frutas, verduras e óleos vegetais para sua obtenção (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Diante de uma dieta insuficiente em carotenoides e vitamina A, a deficiência de vitamina A (DVA) afeta grupos vulneráveis da população, especialmente crianças de até cinco anos de idade e puérperas. E, pelas sérias consequências que traz à saúde, é mundialmente conhecida pelo impacto negativo que provoca na Saúde Pública, com destaque para os países em desenvolvimento (RAMALHO; FLORES; SAUNDERS, 2002).

Neste contexto a prevenção da hipovitaminose A tem sido realizada por meio da fortificação de alimentos, como um recurso de baixo custo, principalmente em países em desenvolvimento. Diversos alimentos têm sido utilizados para fins de fortificação, mostrando-se eficientes e bem tolerados, sendo que a adição de fortificantes deve ocorrer em alimentos que participem efetivamente da rotina alimentar regional (MARQUES et al., 2012).

Existem casos, no entanto, em que se torna necessário modificar as características de consumo ou apresentação de insumos, principalmente de natureza lipídica, como os óleos, para adequá-los a uma determinada aplicação, como na fortificação (CASTRO et al., 2004).

Um exemplo é a tecnologia do encapsulamento, em que compostos ativos ou alimentos passam a ser protegidos, como núcleo, de condições adversas (SANTOS et al., 2005). Ao proteger o composto bioativo de fatores como: luz, umidade, oxigênio e interação com outros compostos, pelo uso de materiais encapsulantes específicos, este método estabiliza o produto, aumentando a vida útil e promovendo a liberação controlada do encapsulado em condições pré-estabelecidas (CASTRO et al., 2004). Essa tecnologia é uma alternativa potencial para transformar líquidos, tais como óleos, em pós estáveis e solúveis, os quais são de mais fácil manejo e incorporação em sistemas alimentares (JIMENEZ; GARCIA; BERISTAIN, 2008).

Alguns alimentos têm sido adicionados de óleos microencapsulados para fins de fortificação, com destaque para o iogurte, por ser de ampla aceitação e consumo nas diversas faixas etárias. Na última década estudos reportaram o uso de iogurte fortificado com ácido linoleico conjugado microencapsulado (JIMENEZ; GARCIA; BERISTAIN, 2008); com óleo de peixe (TAMJIDI; NASIRPOUR; SHAHEDI, 2012) e óleo de salmão (ESTRADA et al., 2011), além do uso do iogurte como veículo de β -caroteno microencapsulado (MOLINA, 2014).

Considerando o exposto e o fato de que a aplicação do azeite de dendê na sua forma natural em alimentos é limitada, o objetivo do presente estudo foi empregar azeite de dendê microencapsulado por *spray-drying* para fortificação de iogurtes do tipo batido com carotenoides pró-vitamínicos A, tendo em vista que esse alimento faz parte da dieta de grande parte da população brasileira, constituindo-se em uma alternativa para utilização em programas de fortificação de alimentos.

2. REFERÊNCIAS

CASTRO, H. F.; MENDES, A. A.; SANTOS, J. C. Modificação de óleos e gorduras por biotransformação, **Química Nova**, v.27, n.1, p.146-156, jun./jul. 2004.

CODEX STAN 210. CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO) (2013). **Codex Standard for named vegetable oils**. Roma, 2013. Disponível: <<http://www.codexalimentarius.org/standards/>> Acesso em: 15 de Março de 2015.

CURVELO, F. M.; ALMEIDA, D. A.; NUNES, I. L.; FEITOSA, S. Qualidade do óleo de palma bruto (*Elaeis guineensis*): matéria-prima para a fritura de acarajés. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.70, n. 4, p.641-646, nov./dez. 2011.

ESTRADA, J.D.; BOENEKE, C.; BECHTEL, P.; SATHIVEL, S. Developing a strawberry yogurt fortified with marine fish oil. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n.12, p. 5760–5769, jun./jul., 2011.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases**. Agricultural Data. 2014. Roma, Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> >. Acesso em: 20 de Março de 2014.

GEE, P. T. Analytical characteristics of crude and refined palm oil and fractions. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, n. 4, p. 373 - 379, maio 2007.

JIMENEZ, M.; GARCIA, H.S.; BERISTAIN, C.I. Sensory evaluation of dairy products supplemented with microencapsulated conjugated linoleic acid (CLA). **LWT-Food Science and Technology**, v. 41, n.4 p. 1047–1052, jun./jul. 2008.

MARQUES, M.F.; MARQUES, M.M.; XAVIER, E.R.; GREGÓRIO E.L. Fortificação de alimentos: uma alternativa para suprir as necessidades de micronutrientes no mundo contemporâneo. **HU Revista**, v.38, n.1, p. 79-86, jan./mar. 2012.

MOLINA, C.V. **Beta-caroteno encapsulado em micropartículas lipídicas sólidas: avaliação tecnológica e sensorial da incorporação em iogurte**. Pirassununga: 2014, 95 f. Tese (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

RAMALHO, R. A.; FLORES; H.; SAUNDERS, C. Hypovitaminosis A in Brazil: a public health problem. **Revista Panamericana de la Salud Publica**, Washington, v. 12, n.2, p.117-123, ago. 2002.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos** / Délia B. Rodriguez-Amaya, Mieko Kimura e Jaime Amaya-Farfan [autores]; Lidio Coradin e Vivian Beck Pombo, Organizadores. – Brasília: MMA/SBF, 100 p., 2008.

SANTOS, A.B. dos; FÁVARO-TRINDADE, C.S.; GROSSO, C.R.F. Preparo e caracterização de microcápsulas de oleoresina de páprica obtidas por atomização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n. 2, p. 322-326, abr./jun. 2005.

SUNDRAM, K. Palm fruit chemistry and nutrition. **Asia Pacific Journal Clinical Nutrition**, v.12, n.3, p. 355-362, fev. 2003.

TAMJIDI, F.; NASIRPOUR, A.; SHAHEDI, M. Physicochemical and sensory properties of yogurt enriched with microencapsulated fish oil. **Food Science and Technology International**, v.18, n. 4, p.381-390, maio/jul. 2012.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

- ❖ Empregar azeite de dendê microencapsulado por *spray-drying* para fortificação de iogurtes do tipo batido.

3.2. Objetivos específicos

- ❖ Obter azeite de dendê microencapsulado por *spray-drying*;
- ❖ Elaborar iogurte artesanal do tipo batido adicionado de azeite de dendê microencapsulado com dois níveis de fortificação, sem e com sabor de cajá.
- ❖ Caracterizar os iogurtes quanto à composição centesimal: umidade; cinzas; proteínas; lipídios e carboidratos;
- ❖ Caracterizar os iogurtes quanto aos carotenoides totais, pró-vitamínicos A e cor;
- ❖ Avaliar os iogurtes formulados quanto à acidez, pH e índice de peróxidos;
- ❖ Analisar os iogurtes quanto aos parâmetros de sinérese, atividade de água, textura e viscosidade;
- ❖ Avaliar a qualidade higiênico-sanitária dos iogurtes elaborados;
- ❖ Verificar a aceitação e a intenção de compra dos iogurtes desenvolvidos.

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Azeite de Dendê

Do fruto da palma (*Elaeis guineenses*) é possível extrair dois tipos distintos de óleos: o óleo de palma bruto (OPB) ou azeite de dendê, oriundo do mesocarpo, e o óleo de palmiste, contido no seu núcleo (MBA; DUMON; NGADI, 2015). O óleo de palma bruto tem sido foco da atenção mundial em pesquisas devido às suas potencialidades na indústria de alimentos e comércio. O amplo plantio da palma permite maior quantidade de óleo vegetal produzida por unidade em área cultivada no mundo, atingindo 54,8 milhões de toneladas em 2014 (FERREIRA et al., 2016). Sua produtividade e rentabilidade são notórias, sendo que, um hectare de cultivo de palma pode produzir até 10 vezes mais óleo do que o plantio de quaisquer outras sementes oleaginosas (WWF, 2013).

Os cinco países que lideram a produção deste óleo são Indonésia, Malásia, Tailândia, Colômbia e Nigéria, sendo que cerca de 80% da produção de óleo de palma mundial se concentra entre os dois primeiros países (MBA; DUMONT; NGADI, 2015). Já na América Latina, o maior produtor do óleo bruto é a Colômbia, porém, o Brasil também se destacou com uma produção em torno de 340 mil toneladas em 2014 (FAOSTAT, 2014). Em 2015, esta “indústria do dendê” representou 90 mil toneladas para exportação, 100 mil toneladas para consumo doméstico em alimentos, e movimentou o equivalente a 195 milhões de reais no país, demonstrando assim sua relevância nacional (INDEX MUNDI, 2015; CONAB, 2015).

No Brasil existem expectativas reais para a expansão da palmicultura, principalmente pelas características de solo e condições climáticas locais extremamente favoráveis, sendo um dos países com o maior potencial para expandir a área agrícola dessa cultura. Contudo, novas tecnologias são necessárias para que isso ocorra de forma segura, competitiva e sustentável (EMBRAPA, 2015). A maior parte da expansão em produção está no Pará, detentor de 90% da produção nacional, possuindo área de cultivo de 140 mil hectares. Na Bahia, as regiões nordeste e sul são as que apresentam as melhores condições climáticas para o cultivo do dendezeiro com destaque para a “Costa do Dendê” (BOLINI, 2012).

Além de ser o óleo vegetal de maior produção, o azeite de dendê permanece como óleo alimentício dominante, representando o terceiro em consumo total mundial de óleo vegetal em 2015 (USDA, 2016). E, apesar da maior parte do óleo ser destinada

à indústria de alimentos, na produção de margarinas, biscoitos, pães, cereais matinais, sorvetes e chocolates (WWF, 2012 e 2013), ele também está presente em itens cosméticos e de higiene (MALAYSIAN PALM OIL COUNCIL, 2012).

De consistência semissólida à temperatura ambiente, o azeite de dendê possui níveis similares de ácidos graxos saturados e insaturados. O ácido palmítico é o ácido graxo saturado mais abundante neste azeite, enquanto que o ácido oleico é seu ácido graxo monoinsaturado prevalente (CODEX, 2013; MBA, DUMONT; NGADI, 2015). Além disso, é um óleo rico em licopeno e em vitamina E (600-1000ppm; 78-82% de tocotrienóis e 18-12% de tocoferóis; coenzima Q₁₀ ubiquinona (18-25mg/kg) e esteróis (325-365 mg/kg) (MBA, DUMONT; NGADI, 2015).

O azeite de dendê possui ainda elevado teor de carotenoides que confere além da sua cor laranja-vermelha característica, propriedades antioxidantes e, principalmente, atividade de pró-vitamina A (MBA, DUMONT; NGADI, 2015).

Alguns carotenoides ingeridos podem sofrer conversão para vitamina A no organismo humano, especialmente β -caroteno, α - caroteno e β -criptoxantina (Figura 1.) (AMBROSIO; CAMPOS; FARO, 2006), dos quais, segundo Hendler e Rorvik (2008), o β -caroteno é o pró-vitamínico A mais potente. Na clivagem central o β -caroteno é dividido na ligação dupla central (15-15') e o produto resultante é o retinal, que pode ser convertido de forma reversível a retinol (vitamina A) e irreversível a ácido retinóico. Na clivagem assimétrica, são formados β -apocarotenais, que podem ser convertidos a retinal (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

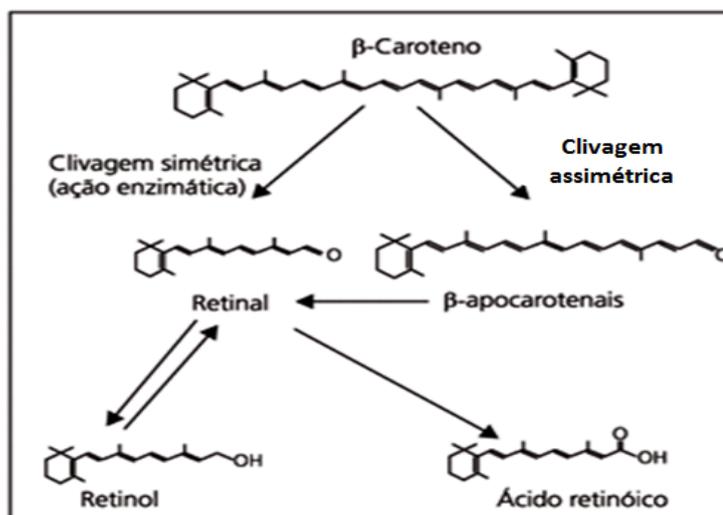


Figura 1. Adaptação da representação da estrutura química e clivagem simétrica e assimétrica do β -caroteno (Adaptado de AMBROSIO, CAMPOS; FARO, 2006).

Dentre os óleos vegetais mundialmente consumidos, o azeite de dendê é o que contém a maior concentração de carotenoides com atividade de vitamina (Quadro 1), de 500- 2000ppm em geral, variando com a espécie da palmeira, região de plantio, e, em alguns casos, de acordo com a proporção de carotenoides pró-vitamínicos A como o α -caroteno e o β -caroteno.

Quadro 1. Estudos que apresentam quantificação do teor de carotenoides em óleo de palma bruto e refinado.

Referências	Teor de Carotenoides	Observações e especificidades do estudo
FERREIRA et al. (2016)	608, 39 \pm 32,94 μ g/g	Óleo de palma bruto
	600, 52 \pm 16,05 μ g/g	Óleo de palma bruto após Microencapsulamento
NG e CHOO (2016)	500– 700 μ g/g	56,02% β -caroteno; 35,06% α -caroteno
MBA; DUMONT; NGADI (2015)	500-700 μ g/g	60% de β -caroteno
ZOU et al. (2012); KOUHSHKI, NAHIDI; CHERAGHALI (2015)	500-700 μ g/g	50,0 -56, 0 μ g/g de β -caroteno; 30,0 – 35,1 μ g/g de α -caroteno; 1,0 -1,3 μ g/g licopeno
CODEX (2013)	500- 2000 μ g/g	Óleo de palma bruto
ALMEIDA et al. (2013)	578,26 \pm 5, 99 μ g/g	Óleo de palma bruto
MAY e NESARETNA (2014)	630-700 μ g/g	Óleo de palma bruto
CHIU; COUTINHO; GONÇALVEZ; (2009)	500-700 μ g/g	Óleo de palma bruto
CHOO et al. (2005)	550 \pm 10 -600 \pm 20 μ g/g	Óleo de palma bruto
BAHARIN et al. (2001)	632 \pm 15, 5 μ g/g	Óleo de palma bruto
TRIGUEIRO e PENTEADO (1993a)	142,69 μ g/g a 314,15 μ g/g	β -caroteno do Óleo de palma bruto
	132,55 μ g/g a 612,16 μ g/g	β -caroteno do Óleo de palma bruto Centrifugado
	139,94 a 168,90 μ g/g	β -caroteno do Óleo Refinado
DIAN et al. (1996)	215,18 μ g/g	Óleo de Palma Refinado
	358,3 μ g/g	Óleo de Palma bruto
TRIGUEIRO e PENTEADO (1993b)	900 a 1140 μ g/g	Óleo de palma da variedade <i>tenera</i> (Origem: Pará)
	550 a 650 μ g/g	Óleo de palma da variedade <i>tenera</i> (Origem: Bahia)

Fonte: Autoria própria.

Os carotenoides presentes no azeite de dendê apresentam ainda propriedades antioxidantes (MBA; DUMONT; NGADI, 2015). Sua ação acontece pelo sequestro de espécies reativas de oxigênio (radical peroxil e oxigênio *singlete* $^1\text{O}_2$), estabilizando o elétron desemparelhado do radical por ressonância, e atuando na proteção de células contra danos oxidativos (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2004). Aprisionam os radicais livres, neutralizando-os e quelam radicais peróxidos, sendo os próprios carotenoides oxidados antes do ataque oxidativo aos triacilgliceróis do óleo (MBA; DUMONT; NGADI, 2015). Daí sua ação funcional contra patologias, atuando na modulação do

metabolismo de substâncias carcinogênicas e na proteção contra doenças cardiovasculares (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2004).

A vitamina A é necessária para a visão, o crescimento, a diferenciação celular e outras funções fisiológicas. Por sua vez, o consumo regular de azeite de dendê elevaria a ingestão dietética de carotenoides com atividade de vitamina A, sendo uma opção para elevar os níveis séricos dessa vitamina, principalmente em populações de risco para essa deficiência. (RODRIGUES, PINTO-E-SILVA; SZARFARC, 2011).

Segundo Zou et al. (2012), o *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), em 1992, aceitou e incluiu os carotenoides do óleo de palma como corante alimentício permitido para uso em alimentos. O óleo de palma bruto, então, pode ser uma alternativa de tratamento para a deficiência de vitamina A, considerando como vantagem, além de sua funcionalidade intrínseca pela presença de pró-vitâmicos A, a elevada digestibilidade dos α e β carotenos, e sua consequente biodisponibilidade aumentada.

2. Vitamina A e Hipovitaminose A

A vitamina A é uma vitamina lipossolúvel presente em alimentos de origem animal encontrada em diversas formas tais como: retinol; retinil; retinal e ácido retinoico. O fígado, o leite, a manteiga, os queijos, a gema de ovos e alguns peixes são consideradas como fontes animais de vitamina A. Já os óleos vegetais, como o azeite de dendê, bem como os vegetais folhosos de coloração verde-escura e algumas frutas amarelo-alaranjadas são fontes vegetais de carotenoides ou pró-vitaminas A como α e o β -caroteno e a β -criptoxantina, os quais podem ser transformados em vitamina A pelo organismo animal, sendo o β -caroteno o mais ativo (MANN e TRUSWELL, 2011; CAMPOS e ROSADO, 2005).

Essencial para o crescimento e desenvolvimento do ser humano a vitamina A atua na manutenção da visão e no funcionamento adequado do sistema imunológico, como barreira contra as infecções. A hipovitaminose A é a deficiência desta vitamina em nível dietético, bioquímico ou clínico, geralmente resultado da deficiência prolongada da ingestão de alimentos que contenham vitamina A, com repercussões sistêmicas que afetam as estruturas epiteliais de diferentes órgãos, sendo os olhos, predominantemente, os mais atingidos (ZANCUL, 2004).

No mundo, mais de 840 milhões de pessoas consomem quantidade insuficiente de alimentos para suprir suas necessidades nutricionais/diárias. Além disso,

aproximadamente três bilhões apresentam deficiências nutricionais. A deficiência de vitamina A é um dos problemas nutricionais mais importantes e com impacto negativo na Saúde Pública, por afetar boa parte da população em países em desenvolvimento e pelas sérias consequências que causa (ZANCUL, 2004).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, só nas Américas a prevalência de hipovitaminose A é de cerca de 20%. Em 2004, em grandes regiões brasileiras, já se constituía um problema endêmico, sendo detectada em vários estados brasileiros (Amazonas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina). Em 2009, a hipovitaminose A, atingia 190 milhões de pré-escolares e 19,1 milhões de gestantes no mundo, especialmente em países vulneráveis, em desenvolvimento, como Brasil (CAMPOS e ROSADO, 2005; OMS, 2009).

Segundo a Coordenação Geral de Alimentação e Nutrição - CGPAN (2009), no Brasil, como enfrentamento, o Programa de Combate à Hipovitaminose A vem sendo desenvolvido no Nordeste e no Vale do Jequitinhonha/MG, regiões reconhecidas como "bolsões endêmicos" desta deficiência.

Desde 1994 (Portaria nº 2.160, de 29 de Dezembro de 1994 - Programa de Vitamina A) o Ministério da Saúde vem atuando em ações de intervenções visando à eliminação da deficiência de vitamina A no Brasil. As principais estratégias de intervenção são estabelecidas através da suplementação com megadoses dessa vitamina em crianças de 6 a 59 meses de idade residentes em áreas consideradas de risco, associadas a ações educativas implementadas pelos agentes comunitários de saúde locais (CGPAN, 2009).

Cerca de 64% da vitamina A ingerida é proveniente de carotenoides pró-vitamínicos, e populações em risco de deficiência de vitamina A, em geral, dependem de carotenoides pró-vitamínicos A para atingirem suas recomendações diárias (CAMPOS e ROSADO, 2005).

Na prática imediata verifica-se que, apenas através dos meios de comunicação de massa são disponibilizadas informações à população objetivando a prevenção da doença. É fornecida orientação para seleção de alimentos ricos em retinol (vitamina A de origem animal) e carotenoides (pró-vitamina A de origem vegetal), na composição da alimentação diária das pessoas. Verifica-se, portanto, que combate e prevenção ainda são de magnitude modesta perante tamanha dimensão do problema (CGPAN, 2009).

3. Fortificação de Alimentos

Segundo Vellozo e Fisberg (2010), a fortificação, enriquecimento ou simplesmente adição é um processo no qual é acrescido ao alimento, dentro dos parâmetros legais, um ou mais nutrientes, contidos ou não naturalmente neste, com o objetivo de reforçar seu valor nutritivo e prevenir ou corrigir eventuais deficiências nutricionais apresentadas pela população em geral ou de grupos de indivíduos. Considera-se, também, que a adição de fortificantes deve ocorrer em alimentos que participem efetivamente da rotina da alimentação.

3.1. Legislação de Fortificação

Quanto à regulamentação para fortificação, a Legislação Brasileira tem passado por algumas modificações de definição ao longo do tempo (APÊNDICE E), surgindo também alguns marcos legais como a legislação de rotulagem de alimentos que dão suporte a questão da identificação e apresentação de apelos relativos à fortificação. A lei atual e mais abrangente, define que alimento fortificado é aquele em que é permitido o enriquecimento ou fortificação desde que 100 mL ou 100 g do produto, pronto para consumo, forneçam no mínimo 15% da IDR, no caso de líquidos, e 30% da IDR, para sólidos. Podendo ser considerado fortificado/enriquecido e declarado no rótulo “alto teor” ou “rico”, conforme o Regulamento Técnico de Informação Nutricional Complementar (BRASIL, 2012).

A fortificação de alimentos é uma alternativa para o combate às hipovitaminoses, apresentando diversas vantagens, tais como: a alta cobertura populacional, o fato de não modificar hábitos alimentares e de apresentar baixo risco de toxicidade, devendo-se observar questões limitantes do processo em alguns casos, como distribuição, preço e dificuldades ligadas ao consumo massivo (ZANCUL, 2004).

Tais critérios legais utilizados para fortificação de alimentos, em combinação com recomendações nutricionais do nutriente em déficit de consumo, são essenciais na prevenção, controle e combate, neste cenário de hipovitaminose. As recomendações de vitamina A são dadas pelas DRIs, IOM (2011) através de valores de equivalente de atividade de retinol (RAEs), e de acordo com a mesma referência, uma unidade de RAE representa 1 µg de retinol, 12 µg de β-caroteno, 24 µg α-caroteno, ou 24 µg de β-criptoxantina.

Segundo as DRIs (IOM, 2011), o valor de Ingestão Diária Recomendada para adultos é de 900 µg RE para homens e 700 µg RE para mulheres. Para gestantes

maiores de 18 anos a recomendação é de 770 µg RE e para lactentes de 0 a 6 meses, 400 µg RE. Para a faixa etária infantil se tem as recomendações de: 6 a 12 meses, 500 µg RE; 1 a 3 anos, 300 µg RE; 4 a 8 anos, 400 µg RE; e crianças de 9 - 13 anos, 600 µg RE. A conversão para RE é feita da seguinte forma: 1 retinol equivalente (RE)= 1µg de retinol; 12 µg de β-caroteno; e 24 µg de outro carotenoide pró-vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

3.2. Experiências em fortificação com Vitamina A e seus pró-vitamínicos

Considera-se que os alimentos que apresentam maiores teores da vitamina lipossolúveis, como a vitamina A, são os alimentos mais ricos em gorduras, com destaque para os óleos e azeites vegetais como fonte de pró-vitamina A (RODRIGUES; PINTO-E-SILVA e SZARFARC; 2011).

De acordo com Donhowe et al. (2014) a melhor forma e processo de aplicação da vitamina A e de carotenoides para fortificação de alimentos ainda é discutível. A vitamina A pré-formada (retinol), possui caráter instável, e seu uso para fortificação só ocorre na forma esterificada (acetato de retinol ou palmitato de retinol) (WHO/FAO, 2006), existindo risco de acúmulo e consequente toxicidade quando utilizada nestas formas (SAUVANT et al., 2012). Por outro lado, os carotenoides pró-vitamínicos A, permitem equilíbrio fisiológico da vitamina A no organismo humano devido ao tipo de regulação que afeta sua bioconversão a retinol (TANUMIHARDJO, 2015).

Inúmeras técnicas, fontes e alimentos são utilizados objetivando suprir as demandas de fortificação. Existem alimentos que funcionam como veículo já com a vitamina A pré-formada como: a margarina, o açúcar, bolachas, bebidas, macarrão e leite. E existem técnicas comuns e mais frequentes como a que consiste em adicionar maior teor de carotenoides pró-vitamínicos A aos óleos vegetais usados na alimentação básica para cozimento de arroz, já que o nutriente consegue se conservar estável durante o aquecimento mostrando ser método eficaz para a fortificação (ZANCUL, 2004).

A fortificação de alimentos com vitamina A pode ser uma estratégia válida e foi recomendada no âmbito da saúde pelas *Nutrition Series* publicadas em 2008 na *Lancet*, como uma das principais intervenções diretas a ser adotada no combate aos déficits em vitamina A em crianças (BLACK et al., 2008; RODRIGUES; PINTO-E-SILVA; SZARFARC, 2011). A *Micronutrient Initiative* (MI), desde 1997 fornece mais de 75% da vitamina A pré-formada (mais de 5 mil milhões de doses), utilizada nos programas

de suplementação que ocorrem nos países em desenvolvimento, como apoio à fortificação de alimentos básicos como óleo e açúcar (LIMA et al., 2012).

Diante disto, alguns estudos sobre fortificação relacionados à deficiência de vitamina A têm sido realizados e diversas fontes e matrizes tem sido trabalhadas.

3. 3. Matrizes alimentícias para fortificação com vitamina A

O leite de vaca líquido integral e leite em pó integral fortificados com vitamina A já são realidade, sendo a adição direta de vitamina A ao leite uma prática comum no seu processamento tecnológico (BOENEKE e ARYANA, 2007). E desde o início do século XX a ação de fortificação de alimentos tem sido empregada (além dos produtos lácteos) em alimentos como açúcar, farinha de trigo, farinha de milho e arroz (BRASIL, 2007a).

Segundo o Ministério da Saúde, o Brasil dispõe de alimentos fortificados com vitamina A no mercado, mas ainda não optou pela estratégia de fortificação na indústria de alimentos à nível populacional, como ação de saúde pública, por inexistência de dados epidemiológicos que embasem de forma segura e justifiquem a fortificação universal de alimentos para controle da deficiência no país (BRASIL, 2007a).

No Brasil, a fortificação com vitamina A iniciou-se quando adicionada no óleo usado na alimentação básica para cozimento de arroz, sendo responsável por um aumento significativo das reservas deste nutriente para população estudada (ZANCUL, 2004).

Na Alemanha o uso da inserção de β -caroteno no endosperma do arroz para a produção do chamado *Golden Rice* significa alternativa de fortificação, em contrapartida, é um processo mais complexo e custoso. Um outro alimento, que, também está sendo biofortificado com β -caroteno, é a batata doce, denominada, batata doce laranja, (alimento de 90% das famílias de regiões muito pobres e sem acesso a alimentos industrializados, fortificados com vitamina A em Uganda) (ZANCUL, 2004).

O óleo de soja, adicionado de vitamina A em estudo descrito por Zancul (2004), conserva-se bem durante o aquecimento e cozimento dos alimentos, mostrando ser eficaz neste tipo de fortificação. Segundo Rodrigues, Pinto-e-Silva e Szarfarc (2011) o azeite de dendê pode ser utilizado em sua forma natural na fortificação de biscoitos, contudo, resultados revelaram que este deve ser utilizado apenas em quantidades mínimas, em torno de 6,4 a 9,5%, em preparações dietéticas para melhoria do aspecto visual, sem que se altere significativamente o sabor do produto.

Em experiências relatadas na literatura por Rodriguez-Amaya, Kimura, Amaya-Farfan (2008), a suplementação com óleo vermelho de palma (dendê), melhorou o estado nutricional em vitamina A: de mulheres grávidas da Tanzânia segundo Lietz et al. (2000) e, posteriormente, de lactantes e lactentes da Índia de acordo com Radhika et al. (2003). Em Honduras, Canfield e Kaminsky (2000) obtiveram um efeito positivo com o azeite de dendê, em formato de suplementação, comparável ao observado com o β -caroteno purificado.

A fortificação com vitamina A tem intuito de melhorar a qualidade nutritiva dos alimentos, principalmente dos produtos lácteos, primeiros aos quais foi adicionada, e nos quais é mais comumente realizada, por conta de suas características lipofílicas.

3.3.1. Iogurte

O termo iogurte é derivado da palavra *jugurt* e *yoghurma*, recebendo diferentes denominações ao redor do mundo como: *labeneh* (Oriente); *skyr* (Islandia); *srikhand* (Índia) e; iogurte grego (Grécia) (RAMOS et al, 2009). Como sugere sua própria apresentação, em etimologia a palavra tem o significado de "engrossar" (IDEC, 2012). E dentre diversas definições, o iogurte, *yogur*, *yoghurt* ou leite fermentado é todo produto adicionado ou não de substâncias alimentícias, obtido por coagulação e diminuição do pH do leite ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos por fermentação láctica mediante a ação do cultivo de microrganismos específicos. Estabelece-se que este deve, obrigatoriamente, ter em sua composição culturas específicas que agem por ação sinérgica e protosimbiótica, sendo viáveis, ativas e abundantes como: *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus casei*; *Bifidobacterium sp.*; *Streptococcus salivarius subsp.thermophilus* e/ou outras bactérias ácido-lácticas (BRASIL, 2007b).

Além disso, o padrão de identidade e qualidade dos iogurtes, na legislação brasileira estabelece: que para nomenclatura integral o iogurte deva apresentar conteúdo mínimo de matéria-gorda de 3,0 g/100g de origem de base láctea (faixa recomendada 3 a 5,9 %); possuir mínimo de 2,9 % de proteínas e acidez de 0,6 a 1,5 g de ácido láctico /100g. Devendo obedecer, também, aos critérios macroscópicos e microscópicos de não conter substâncias estranhas de qualquer natureza (BRASIL, 2007). E como critério microbiológico estabelece-se para coliformes a 45°C/g até 10 NMP/g (BRASIL, 2001).

De acordo com Ordónñez Pereda (2005), o iogurte teria origem no Oriente Médio ou na Índia, onde os nômades armazenavam leite sempre nos mesmos recipientes,

selecionando, assim, empiricamente, uma microbiota que fermentaria o leite (a temperaturas mais elevadas) e produziria um alimento diferente, com sabor e odor agradável.

Desde seu advento o iogurte vem passando por uma série de modificações tecnológicas, como diferentes processos de elaboração, composição, consistência, textura e adição de ingredientes como: concentrados de frutas; adição de vinho de arroz; sabores de frutos exóticos (BRAGA; ASSIS NETO; VILHENA, 2012); frutos nativos (FONSECA et al., 2014) e itens regionais típicos como a tapioca (OLIVEIRA, et al., 2014); batido com xarope de cacau ou polpas de frutas silvestres (ROBERT, 2008); com sabor café; com açúcar ou mel; dentre muitas outras inovações tecnológicas (HOFFMANN et al., 1997) .

Estimativas atuais revelam que o consumo mundial de iogurte em 2014 foi de 594 mil toneladas e segundo o *Dairy Index* da *Tetra Pak* (2014) haverá até 2024 um aumento de 36% no consumo desse produto no mundo. No Brasil são consumidos por ano aproximadamente 9,8-14,8 g/dia *per capita* de iogurtes (IBGE, 2011), e este representaria um dos produtos que mais desperta interesse para população (32%) quando lançado, caracterizando grande potencialidade de marketing de novos produtos da área (ABIC, 2015).

Quanto à consistência e textura pode-se verificar diferentes tipos de iogurte, tais como: "iogurte tradicional" ou "*set yogurt*" com processo de fermentação na embalagem obtendo produto firme; "iogurte batido" ou "*stirred yogurt*" com fermentação em incubadoras com posterior quebra do coágulo e "iogurte líquido" ou "*fluid yogurt*" com processo de fermentação realizado em tanques (UFSM, 2008). A variedade de iogurte "batido" possui textura, viscosidade e teor de sólidos num intermédio tanto próximo ao do iogurte tradicional como também ao líquido. Isto vai depender das características reológicas conferidas a ele a partir da adição de substâncias como, usualmente as frutas, geleias e polpas. A presença ou não de *flavor* adicionado ao produto colabora, especialmente, para a diferenciação e destaque do iogurte batido no mercado e na indústria de alimentos (ROBERT, 2008).

O iogurte e suas variedades tem ganhado percepção positiva por parte dos consumidores, com seus ingredientes promotores de saúde naturalmente intrínsecos ou incorporados pela indústria de alimentos, sendo eles: proteínas; peptídeos bioativos, ácidos orgânicos e oligossacarídeos; probióticos; gordura insaturada, e diversos minerais e vitaminas, inclusive antioxidantes (BOENEKE & ARYANA, 2007;

GAHRUIE et al., 2015). Essas substâncias promovem benefícios à saúde, uma vez que, seu consumo frequente, pode melhorar o sistema imune humano e auxiliar na prevenção de algumas doenças. Além disso, o iogurte pode ser consumido, inclusive por indivíduos intolerantes à lactose ou pelos que não apreciem a ingestão direta do leite, sendo uma opção funcional abrangente de macro e micronutrientes importantes (GAHRUIE et al., 2015).

A adição de vitamina A pré-formada, por exemplo, já é uma prática comum durante o processamento do leite (GAHRUIE et al., 2015). E, dentre os laticínios, o iogurte é uma matriz alimentícia que permite a fortificação, pois além de ser largamente consumida, é muito utilizada como lanche ou pequenas refeições dentro dos diversos grupos etários da população, principalmente crianças (público mais vulnerável a deficiências nutricionais, principalmente de ordem vitamínica). Mundialmente é um veículo de diversos compostos bioativos e nutrientes adicionados, representando 70% do total do mercado de alimentos funcionais (TAKSIMA; LIMPAWATTANA; KLAYPRADIT, 2015).

Tendo em vista o elevado consumo de iogurte no mundo, principalmente pelas crianças (BOENEKE & ARYANA, 2007), uma alternativa seria a fortificação com carotenoides pró-vitamínicos A, que são convertidos a retinol somente em caso de necessidade do organismo, como em condições de estresse metabólico, por exemplo (GOMES; SAUNDERS; ACCIOLY, 2005). Segundo Zancul (2004), a fortificação com vitamina A é realizada com a utilização de carotenoides, pelo fato destes apresentarem menor toxicidade quando comparados à vitamina A na sua forma nativa. Além disso, Gahrue et al. (2015) reportaram que é recomendado o uso do β -caroteno, e não da vitamina em si, para a fortificação, especialmente de produtos lácteos.

Chouchouli et al. (2013) empregaram extrato de semente de uva rico em antioxidantes para fortificação de iogurtes, Iwalokun e Shittu (2007) adicionaram extrato de hibiscus em iogurtes, Hashim, Kalil e Afifi (2009) adicionaram fibras ao produto e Rognlein et al. (2012) enriqueceram os iogurtes com ácidos graxos ômega-3. Já Najgerbauer-Lejko (2014) empregaram infusões de chás no iogurte.

A utilização de óleo para fortificação é complexa perante à estabilidade limitada destes às elevadas temperaturas, alto teor de umidade e presença de oxigênio, fatores naturalmente presentes no meio alimentar. Como alternativa, alguns tipos de óleo foram microencapsulados com intuito de fortificação de alimentos ou apelo funcional (ZANCUL, 2014; GUPTA; CHAWALA; ARORA, 2015).

Diante da necessidade de proteção à instabilidade dos elementos fundamentais da fortificação como os carotenoides pró-vitamínicos A, e por ser um método efetivo, o microencapsulamento, e alimentos fortificados com compostos bioativos microencapsulados, tem sido cada vez mais introduzidos na indústria de alimentos, tornando-se foco em potencial crescente de demanda dos consumidores conscientes de uma melhor qualidade de vida (TAKSIMA; LIMPAWATTANA; KLAYPRADIT, 2015).

4. Microencapsulamento

O encapsulamento tem sido utilizado pela indústria de alimentos por mais de 60 anos. Em um sentido mais amplo, esta tecnologia de processamento de alimentos inclui o revestimento de minúsculas partículas de ingredientes, bem como ingredientes maiores, por meio do microencapsulamento. E entre os diversos métodos de microencapsulamento, o *spray-drying* está entre o mais comumente utilizado na indústria de alimentos (PEGG e SHAHIDI, 2007; AGHBASHILO et al., 2013).

O encapsulante ou também chamado material de parede vai recobrir o núcleo, ou recheio ou *core* (ingrediente de interesse no encapsulamento). A escolha do agente encapsulante depende de uma série de fatores, entre eles a não reatividade com o material a ser encapsulado, o processo utilizado para a formação da microcápsula e o mecanismo de liberação ideal. Muitos materiais podem ser utilizados como cobertura para as microcápsulas, dentre eles as gomas: arábica, ágar, alginato e carragena; os carboidratos: amido, amidos modificados, dextrinas e sacarose; as celuloses: carboximetilcelulose, acetilcelulose, nitrocelulose; os lipídios: parafina, mono e diacilgliceróis, óleos e gorduras; os materiais inorgânicos: sulfato de cálcio e silicatos; as proteínas do glúten, caseína, gelatina e albumina (FÁVARO-TRINDADE, et. al., 2008).

O microencapsulamento é uma técnica promissora para preservar óleos contra a oxidação, pela restrição de influências indesejáveis ambientais como oxigênio, luz e umidade, dentre outros, tendo sido amplamente utilizado em estudos para proteger ácidos graxos insaturados da oxidação lipídica de óleo de peixe (AGHBASHILO et al., 2013a; AGHBASHILO et al., 2013b; BARRET et al., 2001; DRUSCH et al., 2007; HEINELMANN & FRANKE, 1999; JAFARI et al., 2008; KAGAMI et al., 2003; KEOGH et al., 2001; POLARAVAPU et al., 2011; WANG et al., 2011 *apud* FERREIRA, 2015), óleo hidrogenado de palma (WEGMULLER et al., 2006; DIAN et

al., 1996), azeite de oliva (CALVO et al., 2010), óleo de linhaça (CARNEIRO et al., 2013; GALLARDO et al., 2013; QUISPE-CONDORI et al., 2011; TONON et al., 2011), óleo de girassol (AHN et al., 2008; DOMIAN et al., 2014), óleo de cânfora (CHANG et al., 2006), entre outros, consequentemente aumentando a vida de prateleira dos mesmos preservando em certos casos, além do próprio óleo, o conteúdo de compostos bioativos do encapsulado, como, por exemplo, os carotenoides pró-vitamínicos e os que têm atividade antioxidante (AGHBASHILO et al., 2013).

A utilização de óleos microencapsulados em alimentos é relativamente pouco estudada. Entretanto, vem se destacando na última década. Em estudo de Jimenez, Garcia e Beristain (2008) com a incorporação de ácido linolênico conjugado (CLA) microencapsulado em produtos lácteos como leite em pó, manteiga e iogurte, foram observadas alterações de *flavor*, sabor de ranço, acidez e gosto residual de acordo com a concentração do CLA adicionado, sendo que a maioria dos provadores preferiu a manteiga como produto adicionado de CLA.

Segundo Tamjidi, Nasipour e Shahedi (2012) a incorporação de ômega-3 microencapsulado em iogurte foi uma estratégia eficiente quanto à prevenção da oxidação e da rancificação do produto enriquecido.

O estudo de Estrada et al. (2011) reporta experiência bem sucedida como a produção de iogurte com óleo de salmão microencapsulado, na proporção de 7% de óleo de salmão refinado; 22% de goma arábica, 11% de maltodextrina e 60% de água, com intuito de enriquecimento do produto. Outro estudo relatou a aplicação do óleo de palma hidrogenado microencapsulado acompanhado de ferro micronionizado e iodeto de potássio em sal para fins de fortificação e combate a hipovitaminoses (ZIMMERMAN et al., 2004). Contudo, não foram encontrados registros do uso do óleo de palma bruto microencapsulado em quaisquer alimentos.

5. Análise Sensorial

A análise sensorial é um importante instrumento que avalia a viabilidade ou a aceitabilidade de um produto alimentício, podendo ser empregada em indústrias com diversas finalidades, destacando-se, o desenvolvimento e o melhoramento de produtos, o controle de qualidade, a estabilidade no armazenamento, a seleção de novas fontes de suprimento, a elaboração de novos produtos, a redução de custos, entre outros. Existem diversos tipos de testes os quais podem ser empregados na indústria de alimentos como,

por exemplo, os testes afetivos (INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS, 1981; DUTCOSKY, 2013).

A determinação da aceitação e/ou preferência de um alimento se torna indispensável, por exemplo, no processo de desenvolvimento de novos produtos, bem como no melhoramento de processos e substituição de ingredientes. Os testes sensoriais afetivos ou de preferência têm como objetivo conhecer tal percepção em determinado grupo de consumidores (público alvo) sobre um determinado alimento que se tem interesse em avaliar (se gostam ou não) (STONE & SIDEL, 2004; REIS et al., 2009).

Por meio de testes sensoriais afetivos é possível mensurar quanto o consumidor gostou ou desgostou de determinado produto, e também sua preferência. São ferramentas importantes, uma vez que acessam diretamente a opinião do consumidor sobre as características específicas do produto, ou ideias sobre o mesmo (FERREIRA et al., 2000).

A análise sensorial de um novo produto é de elevada importância pois, a aceitação e o sucesso deste dependem da satisfação promovida pelos diversos sentidos dos consumidores. A escala hedônica constitui a forma mais utilizada em pesquisas para mensurar aceitação uma vez que está diretamente interligada com o estado psicológico consciente de: agradável e desagradável e gostar ou desgostar de um alimento. A escala hedônica de 1 (mínimo – desgostei extremamente) a 9 pontos (máximo- gostei extremamente) é a mais utilizada com adultos na determinação de preferência (LAND & SHERPHERD, 1988; DUTCOSKY, 2013).

Estudos prévios utilizando diversos métodos de análise sensorial na avaliação de iogurtes têm sido conduzidos. Taksima, Limpawattana e Klaypradit (2015) adicionaram astaxantina encapsulada em iogurtes, que foram submetidos a testes de expectativa do consumidor como o de aceitação simples, com resultados de 86,21% de aceitação do produto e teste de intenção de compra obtendo 64,53%, de aprovação do produto, mesmo desconhecendo suas características funcionais e passando para 95,57% após informação sobre o apelo funcional do iogurte.

Em trabalho de Boeneke e Aryana (2007) sobre a fortificação de iogurte de morango com ácido láctico foi utilizada na análise sensorial escala oficial da Associação Americana das Ciências dos Produtos Lácteos (ADSA), com pontuação de 1-10 para escala de *flavor*; e escalas de 1-5 pontos para aparência/cor e textura, cujos resultados não tiveram impacto direto na relação sobre o *flavor* dos iogurtes fortificados.

Em iogurtes fortificados com ácido linoleico microencapsulado, foi realizado teste com grupos focais, discutindo-se parâmetros do produto como reconhecimento de *flavors* diversos. Posteriormente foram aplicados: teste pareado para obter o limiar de concentração; análise quantitativa descritiva, e teste de preferência com uso da escala hedônica. Foi verificado que iogurtes com maior teor de CLA (300 mg/100g) obtiveram média muito baixa no teste de aceitação ($2,1 \pm 1,40$), enquanto que iogurte com menor quantidade (100 mg/100g) apresentou média de $5,50 \pm 1,10$, bastante próxima do iogurte controle elaborado neste estudo ($5,70 \pm 1,26$) (JIMENEZ et al., 2008).

5. REFERÊNCIAS

ABIC (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ) **Estatísticas de consumo e produtividade: leites e derivados (2015)**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>>: Acesso em: 20 de setembro de 2015.

AGHBASHLO, M.; MOBILI, H.; MADADLOU, A.; RAFIEE, S. Fish oil microencapsulation as influenced by spray dryer operational variables. **International Journal of Food Science and Technology**, v.48, n.8, p. 1707-17130, ago. 2013.

AHN, JANG-HYUK; KIM, YOUNG-PIL; YU-MI LEE; SEO, EUN-MI; LEE, KI-WOONG; KIM, HAK-SUNG. Optimization of microencapsulation of seed oil by response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 107, n.1, p. 98 – 105, mar. 2008.

ALMEIDA, D. T.; NUNES, I. L.; CONDE, P. L.; ROSA, R. P. S., ROGÉRIO, W. F.; MACHADO, E. R. A quality assessment of crude palm oil marketed in Bahia, Brazil. **Grasas y Aceites**, 64, n. 4, p. 387–394, jul. /set. 2013.

AMBROSIO, C.L.B.; CAMPOS, F.A.C. S; FARO, Z.P.de. Carotenoides como alternativa contra hipovitaminose A. **Revista Nutrição**, Campinas, v.19, n.2, p 233-243, 2006. Disponível em: < [http:// www.scielo.br](http://www.scielo.br)> Acesso em: 27 setembro 2015.

BAHARIN, B. S.; LATIP, R. A.; CHE MAN, Y. B.; RAHMAN, A. The effect of carotene extraction system on crude palm oil quality, carotene composition, and carotene stability during storage. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.78, n. 8, p. 851-855, jul. 2001.

BLACK, R. E.; ALLEN, L. H.; BHUTTA, Z. A.; CAUFIELD, L. E.; ONIS, M.; EZZATTI, M. Maternal and Child Under nutrition: Global and Regional Exposures and Health Consequences. **The Lancet**, v. 371, n. 9608, p. 243-60, 2008.

BOENEKE, C.A.; ARYANA, K.J. Effect of Folic Acid Fortification on the Characteristics of Strawberry Yogurt. **Journal of Food Technology**, v.5, n.4, p.274-278, maio. 2007.

BOLINI, E.V. **Controle sanitário do azeite de dendê (*Elaeis guineensis* Jacquin) industrializado no estado da Bahia**. Salvador: 2012.101 f. Tese (Mestrado Profissional em Saúde Coletiva) – Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia.

BRAGA, A. C. C.; ASSIS NETO, E. F.; VILHENA, M. J. V. Elaboração e caracterização de iogurtes adicionados de polpa e de xarope de mangostão (*Garcinia mangostana* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 1, p. 77-83, março. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007**. Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de leites fermentados. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. Disponível em: < <http://www.lex.com.br> > Acesso em: 02 de maio de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa n° 54, de 12 de novembro de 2001**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: < <http://www.lex.com.br> > Acesso em: 02 de maio de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria N° 31, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos adicionados de nutrientes essenciais. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/> > Acesso em: 22 de Agosto de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução N° 54, de 12 de novembro de 2012**. Aprova Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/> > Acesso em: 22 de Agosto de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução N° 360, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/> > Acesso em: 22 de Agosto de 2015.

CALVO, P.; HERNANDEZ, T; LOZANO, M.; GONZALEZ-GOMEZ, D. Microencapsulation of extra-virgin olive oil by *spray-drying*: Influence of wall material and olive quality. **European Journal of Lipid Science Technology**, v. 112, n.13, p. 852 - 858, dez. 2010.

CAMPOS, F. M.; ROSADO, G.P. Novos Fatores de Conversão de Carotenoides Pró-vitamínicos A. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 25, n.3, p. 571-578, abr. 2005.

CARNEIRO, H. C. F; TONON, R. V.; GROSSO, C. R. F.; HUBINGER, M. D. Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. **Journal of Food Engineering**, v. 115, n. 2, p. 443 - 451, mar. 2013.

CGPAN Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição-CGPAN/DAB/SAS/MS. Ministério da Saúde. **Boletim Carências Nutricionais - Deficiência de Vitamina A**. p. 1-8. 2009. Disponível: http://nutricao.saude.gov.br/docs/geral/boletim_carencias_nutricionais_vita_a.pdf >. Acesso em 23 de fevereiro de 2015.

CHANG, C.; LEUNG, T.; LIN, S.; HSU, C. Release properties on gelatin-gum arabic microcapsules containing camphor oil with added polystyrene. **Colloids and Surfaces: Biointerfaces**, v. 50 n. 2, p. 136 -140, jul. 2006.

CHIU, M.C.; COUTINHO, C.M.; GONCALVES, L. A. G.. Carotenoids concentration of palm oil using membrane technology. **Desalination**, v. 245, n. 1-3, p. 783-786, set. 2009.

CHOO, Y. M., NG, M. H., MA, A. N., CHUAH, C. H.; HASHIM, M. A. Application of supercritical fluid chromatography in the quantitative analysis of minor components

(carotenes, vitamin E, sterols, and squalene) from palm oil. **Lipids**, v. 40, n. 2, p. 429. abr. 2005.

CHOUCHOULI, V.; KALOGEROPOULOS, N.; KONTELES, S.J.; KARVELA, E.; MARKINS, D.P.; KARATHANOS, V.T. Fortification of yogurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. **Food Science and Technology**, Campinas, v.53, n 2., p. 522-529, out. 2013.

CODEX STAN 210. CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO) (2013). **Codex Standard for named vegetable oils**. Roma, 2013. Disponível: <<http://www.codexalimentarius.org/standards/>> Acesso em: 28 de Março de 2014.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Safra 2014-2015. 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>> Acesso em: 12 de Setembro de 2014.

DIAN, N. L. H. M; SUDIN, N.; YUSOFF, M. S. A. Characteristics of Microencapsulated Palm-Based Oil as affected by type of wall material. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 70, n.3, p. 422 - 426, jan. 1996.

DOMIAN, E.; SUŁEK, A.; CENKIER, J.; KERSCHKE, A. Influence of agglomeration on physical characteristics and oxidative stability of spray-dried oil powder with milk protein and trehalose wall material. **Journal of Food Engineering**, v. 125, n. 12 p. 34 – 43, abr. 2014.

DONHOWE, E. G.; FLORES, F. P.; KERR, W. L., WICKER, L.; KONG, F. Characterization and in vitro bioavailability of β -carotene: Effects of microencapsulation method and food matrix. **LWT—Food Science and Technology**, v. 57, n.1, p.42–48, mar. 2014.

DRUSCH, S.; SERFERT, Y.; SCHMIDT-HANSBERG, B.; SCAMPICCHIO, M.; SCHWARZ, K. Impact of Physicochemical Characteristics on the Oxidative Stability of Fish Oil Microencapsulated by Spray-Drying. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n .26, p. 11044 - 11051, jul. 2007.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de alimentos**. 4 ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

EMBRAPA. **Dendê e alimentos plantados lado a lado**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2006516/dende-e-alimentos-plantados-lado-a-lado>>. Acesso em: 12 de Setembro de 2015.

ESTRADA ANDINO, J.D. **Production and processing of a functional yogurt fortified with microencapsulated omega-3 and vitamin E**. Honduras: 2011. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases. Agricultural Data**. 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> >. Acesso em: 25 de Junho de 2015.

FÁVARO-TRINDADE, C.S.; PINHO, S.C. de; ROCHA, G.A. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n.2, p.103-112, abr. / jun. 2008.

FERREIRA, C.D. **Azeite de dendê microencapsulado: uma alternativa para preservação de compostos bioativos**. Salvador: 2015.147 f. Tese (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia.

FERREIRA, C. D.; CONCEIÇÃO, E. J. L.; MACHADO, B. A. S.; HERMES, V. S.; RIOS, A. O.; DRUZIAN, J. I.; NUNES, I. L. Physicochemical Characterization and Oxidative Stability of Microencapsulated Crude Palm Oil by Spray Drying. **Food Bioprocess Technology**, v. 9, n.1, p.124-136, jan. 2016.

FERREIRA, V. L. P. et al. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000. 127p.

FONSECA, C.M.; BOARI, C.A.; DOMINGUES, P.H.F.; MEIRA, D.P.; FERNANDES, L.S.F.; DUMONT, M.A. Iogurte produzido com cajui (*Anacardium othonianum* Rizz), **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, jun. 2014.

GAHRUIE, H.H.; ESKANDARI, M.H.; MESBAHI, G.; HANIFPOUR, M.A. Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. **Food Science and Human Wellness**, v.4, n. p. 1-8, mar. 2015.

GALLARDO, G.; GUIDA, L.; MARTINEZ, V.; LÓPEZ, M. C.; BERNHARDT, D.; BLASCO, R.; PEDROZA-ISLAS, R.; HERMIDA, L. G. Microencapsulation of linseed oil by spray drying for functional food application. **Food Research International**, v. 52, n. p. 473 – 482, out. 2013.

GOMES, M.; SAUNDERS, C.; ACCIOLY, E. Papel da vitamina A na prevenção do estresse oxidativo em recém-nascidos. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 5, n.3, p. 275-282, jul. /set., 2005.

GUPTA, C.; CHAWALA, P.; ARORA, S. Development and evaluation of iron microencapsules for milk fortification. **CYTA - Journal of Food**, v.13, n.1, p. 116-123, jul. 2015.

HASHIM I.B.; KHALIL; A. H.; AFIFI, H. S. Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. **Journal of Dairy Science**, v. 92 n. 11, p. 5403-5407, ago. 2009.

HENDLER, S. S.; RORVIK, D.M. **PDR for Nutritional Supplements**. 2 ed. Montvale: Physician's Desk Reference Incorporated, p. 80-83, 2008.

HOFFMAN, F.L.; PAGNOCCA, F.C.; FAZIO, M.L.F.; VENTURIM, T.M. Estudo higiênico-sanitário de diversos tipos de iogurte. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.15, n.2, p. 147-155, mar.1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aquisição alimentar domiciliar per capita: Brasil e Grandes Regiões. POF 2008-2009**, Brasília, 2011.

IDEC (INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR). Bebidas à base de leite e iogurtes ainda não respeitam novas regras de rotulagem. **Idec Release**. 2012. Disponível em: <http://www.idec.org.br/o-idec/sala-de-imprensa/release/bebidas-a-base-de-leite-e-iogurtes-ainda-no-respeitam-novas-regras-de-rotulagem>> Acesso em: 03 de Setembro de 2015.

INDEX MUNDI. **Statistics: Brazil Palm Oil**, 2014. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2015.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. 1981 **Statistics**. Disponível em: <<https://www.ift.org/>> Acesso em: 02 de Maio de 2015.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins**, 2011. Disponível em: <<http://www.iom.nationalacademies.org/Activities/Nutrition/SummaryDRI-Table.aspx>> Acesso em: 05 de maio de 2015.

IWALOKUM, B.A.; SHITTU, M.O. Effect of Hibiscus sabdariffa (Calyce) Extract on Biochemical and Organoleptic Properties of Yogurt. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.6, n.2, p. 172-182, jun. 2007.

JIMENEZ, M.; GARCIA, H.S.; BERISTAIN, C.I.; Sensory evaluation of dairy products supplemented with microencapsulated conjugated linoleic acid (CLA). **LWT-Food Science and Technology**, v. 41, p 1-8, ago. 2008.

KOUSHKI, K.; NAHIDI, M.; CHERAGHALI, F. Physico-chemical properties, fatty acid profile and nutrition in palm oil. **Journal of Paramedical Sciences (JPS)**, Iran, v. 6, n. 1, 118-134, jun. 2015.

LAND, D.G.; SHERPHERD, R. Scaling and ranking methods. In: PIGGOTT, J.R. **Sensory analysis of foods**, New York: Elsevier Applied Science, 1988.

LIMA, S.C.; MAGALHÃES, R.; FONSECA, L.E.; CARVALHO, A. de. Segurança Alimentar e Nutricional na Comunidade dos Países de Língua Portuguesa: Desafios e Perspectivas. **Oficina de Segurança Alimentar e Nutricional na CPLP -World Nutrition Rio 2012**. Rio de Janeiro, p. 1190- 1210, maio. 2012.

MALAYSIAN PALM OIL COUNCIL (MPOC). **Oil Palm: A versatile ingredient for food and non-food applications**. 2012. Disponível em: 19/09/2015 http://www.mpoc.org.my/upload/POTS_INDIA2012_DatukDrChoo.pdf> Acesso em: 19/09/2015.

MANN, J.; TRUSWELL, S. **Nutrição Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MAY, C.Y; NESARETNAM, K. Research advancements in palm oil nutrition. **Eur. J. Lipid Sci. Techn**, v.116, n. 1, p. 1301-1315, maio. 2014.

MBA, O. I.; DUMONT, M.J.; NGADI, M. Influence of palm oil, canola oil and blends on characteristics of fried plantain crisps. **British Food Journal**, Reino Unido, v. 171, n. 10, p. 26-41, jan. 2015.

MBA, O. I.; DUMONT, M.J.; NGADI, M. Palm oil: Processing; characterization and utilization in food industry – A review. **Food Bioscience**, v.10, n.1, p. 26-41, jul. 2015.

NAJGEBAUER-LEJKO, D. Effect of green tea supplementation on the microbiological, antioxidant, and sensory properties of probiotic milks. **Dairy Science and Technology**, v.94, n. 4, p.327-339, mar. 2014.

NG, M. H.; CHOO, Y. M. Improved Method for the Qualitative Analyses of Palm Oil Carotenes Using UPL. **Journal of Chromatographic Science**, v.54, n.4, p.633-638, out. 2016.

OLIVEIRA, E.N.A. de; SANTOS, D. da C.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.de; FEITOSA, R.M. Development and characterization of yogurts produced with tapioca. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.5, n.2, ago. 2014

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005: WHO global database on vitamin A deficiency**. WHO Library Cataloguing in Publication Data. p.1-68. 2009.

ORDÓÑEZ PEREDA, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PEGG, R. B.; SHAHIDI, F. Encapsulation, stabilization, and controlled release of food ingredients and bioactives in: **Handbook of food preservation**, Ed. CRC, Boca Raton – FL, 2007.

QUISPE-CONDORI, S.; SALDAÑA, M. D. A.; TEMELLI, F. Microencapsulation of flax oil with zein using spray and freeze drying. **LWT - Food Science and Technology**, 44, n.4, p.1880 - 1887, set. 2011.

RAMOS, T.M.; GAJO, A.A.; PINTO, S.M.; ABREU, L.R.; PINHEIRO, A.C. Perfil de Textura de Labneh (iogurte grego). **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n.369, jul./ago. 2009.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R.; DIAS, B. R. P.; CHAVES, J. B. P.; MINIM, L. A. Impact of the use of different sweeteners in the acceptability of strawberry light yogurt. **Alimentação e Nutrição**, v.20, n.1, p. 53-60, jan./mar. 2009.

ROBERT, N.F. Dossiê Fortificação: fabricação de iogurtes. **Redetec SBRT**: Rio de Janeiro, 2008.

RODRIGUES, P. H. C.; PINTO-E-SILVA, M.E.M.; SZARFARC, S.C. O uso do azeite de dendê na fortificação de alimentos. **Segurança alimentar e nutricional**, v. 18, n.2, p-53-59, ago. 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes**

brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos / Délia B. Rodrigues-Amaya, Mieko Kimura e Jaime Amaya-Farfan [autores]; Lidio Coradin e Vivian Beck Pombo, Organizadores. – Brasília: MMA/SBF, n.1, p.100, jan. 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., KIMURA, M. Harvest Plus Handbook for Carotenoid Analysis. **Harvest Plus Technical Monograph**, v. 2, n. 1, p. 1-63, jan. 2004.

ROGNLIEN, M.; DUNCAN, S.E.; O'KEEFE, S.F.; EIGEL, W.N. Consumer perception and sensory effect of oxidation in savory-flavored yogurt enriched with n-3 lipids. **Journal of Dairy Science**, Estados Unidos, v. 95, n. 4, p. 1690–1698, abr. 2012.

SAUVANT, P.; CANSELL, M.; ABDESSATTAR, H.S.; ATGIÉ, C. Vitamin A enrichment: caution with encapsulation strategies used for food application. **Food Research International**, v. 46, n.1, p. 469-479, set. 2012.

STONE, H.; SIDEL, J. L. 25. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. London: Academic, 2004. 408 p.

TAKSIMA, T.; LIMPAWATTANA, M.; KLAYPRADIT, W. Astaxanthin encapsulated in beads using ultrasonic atomizer and application in yogurts as evaluated by consumer sensory profile. **Food Science and Technology**, v.62, n.1, p.431-437, jan. 2015.

TAMJIDI, F.; NASIPOUR, A.; SHAHEDI, M. Physicochemical and sensory properties of yogurt enriched with microencapsulated fish oil, **Food Science and Technology International**, v.18 n.4, p. 381-390, ago. 2012.

TANUMIHARDJO, S. A. Food-Based Approaches for Ensuring Adequate Vitamin A Nutrition. **Harvest Plus Abstract - Comprehensive Reviews in Food Science and Safety**, v.7, n.1, p. 373-38, 2015.

TONON, R. V. GROSSO, C. R. F.; HUBINGER, M. D. Influence of emulsion composition and inlet air temperature on the microencapsulation of flaxseed oil by spray drying. **Food Research International**, v. 44, 3, p. 907-914, out. 2011.

TRIGUEIRO, I. N. S.; PENTEADO, M. V. C. Características físicas, químicas e estado de oxidação de óleos de dendê brasileiros. **Boletim Centro de Pesquisas de Processamento de Alimentos**, v. 11, n.2, p. 103 - 112, jan./jun. 1993a.

TRIGUEIRO. I. N. S.; PENTEADO, M. V. C. Mudanças nos teores de alfa e beta caroteno em óleo de dendê duranteo armazenamento a temperatura ambiente (26°C). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 11, n. 1, jan./jun. 1993b.

UFMS- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - Centro de Ciências Rurais Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. **Indústria de fabricação de iogurtes** (2008). Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp049847.pdf>>. Acesso em: 19.09. 2015.

USDA - United States Department of Agriculture. Oilseeds: World markets and trade. Foreign Agricultural Service, Oil Seeds Circular. 2016 Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psd.online/circulars/oilseeds.pdf>> Acesso em: 02 de julho de

VELLOZO, E. P.; FISBERG, M. A contribuição dos alimentos fortificados na prevenção da anemia ferropriva. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 32, n. 2, jun. 2010.

WEGMULLER, R.; ZIMMERMANN, M. B.; BUHR, V. G.; WINDHAB, E. J.; HURREL, R. Development, stability, and sensory testing of microcapsules containing iron, iodine and vitamin A for use in food fortification. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 2, p. 181-187, maio. 2006.

WWF. Palm oil market and sustainability in India (RSPO) 2013. **World Wide Found for Nature (WWF)**. EUA, 2013. Disponível em: <http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/agriculture/palm_oil/solutions/roundtable_on_sustainable_palm_oil/> Acesso em:20 de agosto de 2015.

WWF. Profitability and Sustainability in Palm Oil Production Analysis of Incremental Financial Costs and Benefits of RSPO Compliance. **World Wide Found for Nature (WWF)**. EUA, 2012. Disponível em: <http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/agriculture/palm_oil/>. Acesso em: 21 de Agosto de 2015.

WHO/FAO - World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations.**Guidelines on food fortification with micronutrients**. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations (Geneva) Library. 2006.

ZANCUL, M. S. Fortificação de Alimentos com Ferro e Vitamina A. **Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto**, v. 37, p. 45-50, jan./jun. 2004.

ZIMMERMANN, M.B.; WEGMUELLER, R.; ZEDER, C.; CHAONKI, N.; BIEBINGER, R.; HARRELL, R. F.; WINDHAB, E. Triple fortification of salt with microcapsules of iodine, iron, and vitamin A1-3. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 5 ,p. 1283-1290, nov. 2004.

ZOU, Y.; JIANG, Y.; YANG, T.; HU, P.; XU, X. Minor constituents of palm oil: Characterization, processing, and application. In: O, M. Lai, C. P. Tan, e C.C. Akoh (Eds), **Palm oil: Production, processing, characterization and uses** (pp. 471-524), Urbana, Illinois, USA:AOCS Press. 2012.

CAPÍTULO II

**ARTIGO: UTILIZAÇÃO DE AZEITE DE DENDÊ MICROENCAPSULADO
PARA A FORTIFICAÇÃO DE IOGURTE COM PRÓ-VITAMINA A.**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi empregar azeite de dendê microencapsulado por *spray-drying* para fortificação de iogurtes do tipo batido com carotenoides pró-vitamínicos A. Foram elaborados iogurtes batidos adicionados de azeite microencapsulado ($\cong 16$ g e $\cong 48$ g) nas versões sem e com sabor de cajá (*Spondias spp.*), e os respectivos controles. As amostras foram caracterizadas quanto à composição centesimal; índice de peróxidos; pH; acidez titulável; carotenoides totais; cor (escala CieLab); sinérese; atividade de água; textura e viscosidade. A qualidade higiênico-sanitária foi avaliada pela determinação de coliformes a 45°C. A análise sensorial dos produtos foi realizada utilizando-se teste de aceitação com escala hedônica de 9 pontos e verificação da intenção de compra. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguidos de teste de *Games-Howell* ou *Tukey*. A composição centesimal dos iogurtes variou a depender do nível de fortificação e adição de sabor, com elevados teores de proteínas $4,26 \pm 0,11$ a $12,16 \pm 0,18\%$; lipídios $2,13 \pm 0,10$ a $9,98 \pm 0,40\%$ e carboidratos $20,86 \pm 0,36$ a $43,47 \pm 0,13\%$, sendo os elevados valores de lipídios atribuídos ao azeite microencapsulado e/ou leite integral utilizados, e os carboidratos aos materiais de parede. Apresentaram $272,67 \pm 0,83$ a $2900,67 \pm 1,16$ $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de carotenoides totais por espectrofotometria, $343,28 \pm 10,56$ a $1520,14 \pm 57,95$ $\mu\cdot 100\text{g}^{-1}$ de pró-vitamínicos A por cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), o que determinou para maioria das amostras alegação de alimento “fonte” ou “rico” (até 105,79 μg de vitamina A em 100g do iogurte de cor laranja para os fortificados. Com pH, acidez e atividade de água adequados, a fortificação porém apontou necessidade de aperfeiçoamento do produto a partir de alterações em sinérese, textura e viscosidade do produto ($p < 0,05$) para maioria das amostras. Todas as amostras apresentaram contagem microbiológica dentro dos limites estabelecidos pela legislação (< 3 NMP/g), boa aceitação e boa intenção de compra. Portanto, baseando-se nas características físico-químicas e análise sensorial foi possível empregar o azeite de dendê microencapsulado na fortificação de iogurtes, ampliando a perspectiva de aplicação desta fonte de carotenoides pró-vitamínicos A no âmbito da fortificação. Para todos os testes a amostra indicada com maior potencialidade é a fortificada (A1) com 16 g azeite de dendê microencapsulado, sabor cajá.

Palavras-chave: óleo de palma bruto; carotenoides; hipovitaminose A; microcápsulas.

1. Introdução

A vitamina A é um micronutriente lipossolúvel, essencial ao ser humano para múltiplas funções como: crescimento; reprodução; visão e imunidade (Tanumihardjo, 2015). A ingestão de vitamina A pré-formada (retinol) é proveniente de uma dieta com alimentos de origem animal (leite, fígado e gema de ovo). Os alimentos de origem vegetal (vegetais, frutas, frutos oleaginosos, e óleos vegetais como o azeite de dendê) são fontes de carotenoides pró-vitamínicos A (β -caroteno, α -caroteno e criptoxantina) convertidos em retinol no corpo humano (Mantovani, Corazza, Costa, & Cardozo Filho, 2011; Marques et al., 2012;).

A deficiência da vitamina A é um problema de saúde pública em diversos países em desenvolvimento (Campos & Rosado, 2005). Neste contexto, a fortificação de alimentos surge como prática para o aumento deliberado do conteúdo de

micronutrientes essenciais (como a vitamina A) nos alimentos objetivando promover benefícios à saúde com o mínimo de riscos (Whiting, Kohrt, Warren, Kraenzlin, & Bonjour, 2016).

O azeite de dendê ou óleo de palma bruto, produto de notoriedade mundial, possui cerca de 500-2000 $\mu\text{g/g}$ de carotenoides, principalmente *all-trans- β -caroteno* e *all-trans- α -caroteno* (Ferreira et al., 2016), e seu uso surge como opção no combate à hipovitaminose A (Ambrósio, Campos, & Faro, 2006). Contudo, sua aplicação direta em alimentos não possui boa aceitação, devido às alterações organolépticas consequentes (Mba, Dumont, & Ngadi, 2015). Além disso, o caráter instável, decorrente da sua estrutura molecular e perfil lipídico limitam sua inserção em alimentos pela sua baixa dispersibilidade em matrizes aquosas (Matioli & Rodriguez-Amaya, 2003).

O microencapsulamento de óleos vegetais tem sido utilizado tanto para a proteção dos compostos bioativos (Anh et al. 2008; Ferreira et al. 2016) como para melhorar a dispersibilidade em matrizes aquosas (Aghbashlo, Mobli, Madadlou, & Rafiee, 2013; Ferreira et al. 2016), bem como para solucionar questões como reatividade, instabilidade, alteração de cor e odor, ou *flavor* exacerbado de compostos adicionados aos alimentos (Fávaro-Trindade, Pinho, & Rocha, 2008; Dias, Ferreira, & Barreiros, 2015).

O iogurte ou leite fermentado destaca-se como um dos alimentos mais utilizados como matriz ou veículo para a fortificação por ser amplamente consumido (Gahruie, Eskandari, Mesbahi, & Hanifpour, 2015) e possuir apelo funcional característico, ser facilmente adicionado de sabor, suplementado e adicionado de substâncias, representando uma alternativa para programas de combate a deficiência de vitamina A (Coisson, Travaglia, Piana, Capasso, & Arlorio, 2005; Costa, Mendes, Araújo, & Pereira, 2012).

O objetivo deste estudo foi empregar azeite de dendê microencapsulado por *spray-drying* para fortificação de iogurtes do tipo batido com pró-vitamina A.

2. Material e Métodos

2.1. Amostras

O azeite de dendê foi cedido pelo Grupo Agropalma (Pará, Brasil) e os encapsulantes fécula de mandioca e goma arábica (*Instantgum BA*) foram doados pela Cargill (São Paulo, Brasil) e Nexira (São Paulo, Brasil), respectivamente.

O leite líquido integral UHT (Bethânia, Fortaleza, Brasil), açúcar cristal (Agrovale, Juazeiro, BA, Brasil) e polpa de cajá pasteurizada congelada (Doce Mel, Ipiaú, BA, Brasil), utilizados para preparo dos iogurtes, foram adquiridos no comércio local. A cultura láctica *BioRich*® (sachês de 400 mg) composta por *Lactobacillus acidophilus LA-5*® (1×10^6 UFC.g⁻¹), *Bifidobacterium BB-12*® (1×10^6 UFC.g⁻¹) e *Streptococcus thermophilus* foi cedida pela Christian Hansen© (Chr Hansen A/S, Bøge Allé, Horsholm, Dinamarca).

2.2. Obtenção do azeite de dendê microencapsulado

O azeite de dendê microencapsulado foi preparado segundo Ferreira et al. (2016). O azeite (10% *p/v*) foi homogeneizado com a fécula de mandioca e a goma arábica (50:50, 40% *p/v*) com auxílio de um Ultra-Turrax (TE-102, Tecnal, São Paulo, Brasil) a 15.000 rpm durante cinco minutos. A emulsão resultante foi submetida à secagem em *spray-dryer* (MSDi 1.0, Labmaq, São Paulo, Brasil) utilizando bico atomizador de 1.0 mm de diâmetro, temperatura de entrada do ar de 180 °C e temperatura de saída de 90 °C; pressão do ar 2 kgf/cm²; fluxo de ar de 4 m³.min⁻¹ e fluxo de alimentação de 0,9 L.h⁻¹.

2.3. Preparação dos iogurtes

Foram elaboradas oito formulações de iogurte do tipo batido, denominados: a) A1 sem sabor (Iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado); b) A1 com sabor (Iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); c) A2 sem sabor (Iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado); d) A2 com sabor (Iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (Iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); f) C1 com sabor (Iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); g) C2 sem sabor (Iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e h) C2 com sabor (Iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).

A produção dos iogurtes seguiu a orientação do fabricante da cultura láctica utilizada *BioRich*® (Christian Hansen, Horsholm, Dinamarca) e metodologia de Costa, Mendes, Araújo, & Pereira, (2012), com modificações (Fig. 1). Para cada amostra, foram adicionados ao leite integral líquido UHT açúcar cristal e azeite de dendê microencapsulado ou apenas os encapsulantes (para os controles). Essa mistura de

ingredientes foi submetida a tratamento térmico a 83 ± 2 °C por 8-10 minutos, homogeneização e, em seguida, ao resfriamento rápido (banho de gelo) até atingir 42 ± 2 °C, quando foi inoculada a cultura *BioRich*® (0,04%). O controle de temperatura durante todo processo foi realizado com termômetro digital do tipo sonda (Mimipa MV-363, São Paulo, SP, Brasil).

Os iogurtes obtidos foram então distribuídos em embalagens de vidro (240g) (Duran® Mainz, Alemanha) e mantidos em estufa de secagem (Q317M-32, Quimis, Diadema, SP, Brasil) à temperatura de 42 ± 2 °C por 6 horas para incubação. A seguir foram transferidos para refrigeração (4 ± 1 °C) permanecendo por 48h. Após esse período, foi realizada a quebra do coágulo e manutenção em refrigeração (4 ± 1 °C) até o momento das análises (máximo de 21 dias) (Fig. 1).

Para as formulações com sabor após a quebra de coágulo, foi acrescida às amostras, 20% de polpa de cajá pasteurizada previamente descongelada (Doce Mel, Ipiaú, BA, Brasil).

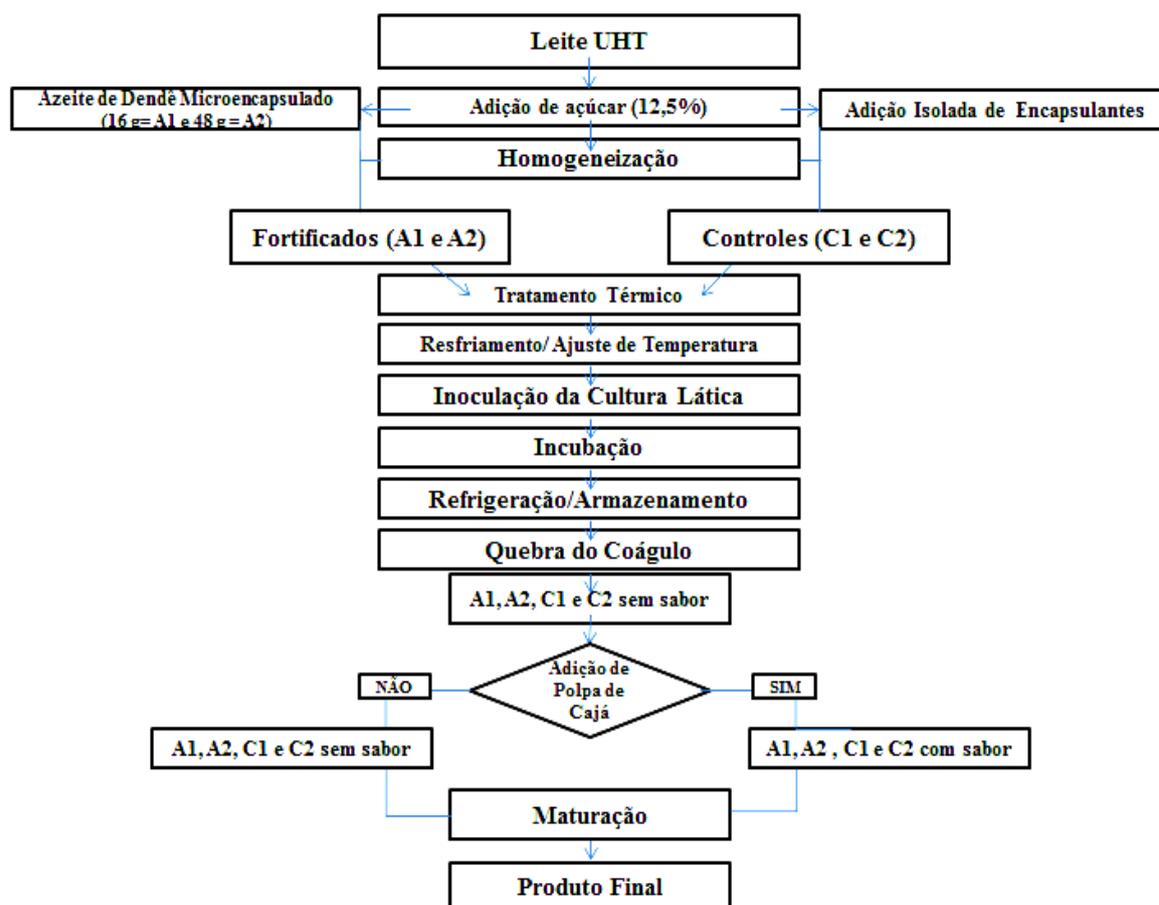


Figura 1. Fluxograma de preparação dos iogurtes.

2.4. Composição química dos iogurtes

A umidade foi determinada a 105 °C/ 45 minutos, utilizando-se uma balança de infravermelho (MOC-120 H, Shimadzu Corporation, São Paulo, Brasil) segundo Polavarapu, Oliver, Ajlouni, & Augustin (2011).

Para análise de cinzas 5 g de cada amostra foram carbonizadas em bico de Bünsen por 15 minutos e, em seguida, incineradas em forno mufla semiautomático (SP 2707-20, Spencer Equipamentos, Santo André, SP, Brasil) a 500°C por 4 horas até resíduo mineral, branco acinzentado, para pesagem final (AOAC, 2012).

O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl com preparo da amostra em bloco digestor (MOD 040/25, Tecnal, São Paulo, Brasil), aplicação em destilador de nitrogênio (SL-74, Solab Científica, São Paulo, Brasil) e posterior titulação com ácido clorídrico, determinando a matéria nitrogenada total dos iogurtes. O cálculo foi feito utilizando-se fator de conversão do nitrogênio para leites e derivados de 6,3 (AOAC, 2012).

Os lipídios foram determinados pelo método de Bligh, & Dyer (1978) com extração lipídica por mistura de solventes a frio.

Os carboidratos foram calculados por diferença, segundo Beninca, Martins, Souza, Bechel, & Antochesk (2014).

2.5. Carotenoides totais e pró-vitamínicos dos iogurtes

A extração dos carotenoides foi realizada segundo Xavier, Mercadante, Domingos, & Viotto (2012), e o teor dos mesmos foi quantificado em espectrofotômetro UV-Vis (Lambda 25, Perkin Elmer, Waltham, Estados Unidos) de acordo com Rodriguez-Amaya, & Kimura (2004).

Para a determinação dos carotenoides pró-vitamínicos A, foi realizada extração lipídica por Bligh e Dyer (1978). Os extratos foram mantidos à -20°C durante 24h, de acordo com Zeb e Murkovic (2013), para separação física da gordura, filtrados e avaliados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (Nunes, & Mercadante, 2007; Zanatta, & Mercadante, 2007) em sistema de bomba quaternário em cromatógrafo equipado com sistema quaternário de bombas G1311A-DE14917573 (Agilent, 1100 Series), detector UV/Vis G1314B-DE71358944 (Agilent, 1100 Series) com coluna C₃₀ de fase reversa polimérica (250 mm x 4.6 mm x 3 µm i.d.) e fase móvel em gradiente linear de água/metanol/éter metil-tert-butil, numa razão de 5:90:5, modificada para

0:95:5 em 12 min; para 0:89:11 em 25 min, e por fim, 0:75:25 aos 40 minutos num fluxo de 1,0 ml/min a 33 °C. A razão final dos solventes foi mantida até que se completassem 60 minutos (Nunes, & Mercadante, 2007; Zanatta, & Mercadante, 2007).

Foram utilizadas curvas padrão para all-*trans*-β-caroteno (5-50 μg. ml⁻¹), all-*trans*-α-caroteno (2-25 μg. ml⁻¹) e criptoxantina (4-100 μg. ml⁻¹) (Sigma-Aldrich, EUA). O limite de quantificação (LOQ) e o limite de detecção (LOD) foram 1089 x 10⁻² μg. 100g⁻¹ e 653 x 10⁻² μg. 100g⁻¹ para all-*trans*-β-caroteno; 351 x 10⁻² μg. 100g⁻¹ e 211 x 10⁻² μg.100g⁻¹ para criptoxantina; e 328 x 10⁻² μg.100g⁻¹ e 197 x 10⁻² μg.100g⁻¹ para all-*trans*-α-caroteno, respectivamente. As áreas dos picos foram comparadas com as curvas de calibração padrão. Todos os resultados foram expressos em μg de carotenoides por 100 g de amostra.

A conversão dos carotenoides pró-vitamínicos em vitamina A foi realizada conforme IOM (2011) e Rodriguez-Amaya, Kimura, & Amaya-Farfan (2008), de acordo com a equação 1:

$$\text{Eq. (A1). } \frac{(\mu\text{g } \beta\text{-criptoxantina} + \mu\text{g } \alpha\text{-caroteno})}{24} + \frac{(\mu\text{g } \beta\text{-caroteno})}{12} = \frac{\mu\text{g carotenoides pró vitamínicos}}{\text{A/g de óleo da microcápsula}}$$

Onde μg de β-criptoxantina, μg de α-caroteno e μg de β-caroteno no óleo de palma das microcápsulas determinadas por CLAE.

2.6. Cor

A cor foi avaliada em colorímetro CR400 (Konica Minolta, Osaka, Japão) utilizando a escala CIELab (L*a*b*) conforme Chouchouli et al. (2013). Aproximadamente 20 g de amostra foram transferidos para uma célula de quartzo, e realizada a leitura utilizando refletância especular com iluminante D₆₅ e ângulo de observação de 2°.

2.7. Acidez, pH e índice de peróxidos

Para a determinação da acidez titulável 10 g da amostra foram dissolvidos em água destilada (1:1) e adicionados de indicador para titulação com hidróxido de sódio (AOAC, 2012).

O pH foi medido em peagâmetro (Quimis Q-400, Diadema, SP, Brasil) com eletrodo acoplado, inserido em 10 g da amostra diluída em água destilada (1:10).

Soluções tampão (pH 4,0 e 7,0), mantidas em refrigeração, foram utilizadas na calibração do equipamento entre as leituras (AOAC, 2012).

Após extração lipídica de acordo com Bligh, & Dyer (1978) as amostras foram submetidas à avaliação do índice de peróxidos conforme método da AOCS (1993).

2.8. Sinérese e atividade de água

A sinérese foi determinada segundo Ghorbani, Ali, Kouhestani, & Rasouli, (2012), com modificações, por centrifugação (Centrífuga 3-18K, Sigma-Aldrich, Missouri, Estados Unidos) do iogurte, expressa em volume por 100 g do produto.

Atividade de água foi determinada segundo AOCS (2012), utilizando-se Decágono Labmaster 8156 (Novasina, Tecnal, São Paulo, Brasil).

2.9. Textura e Viscosidade

Quanto aos parâmetros físicos para análise de textura foi utilizado texturômetro (*Brookfield Normal Test*®, Middleboro, Massachusetts, EUA), com sonda cilíndrica 170°, verificando parâmetros como: resiliência, coesividade, adesividade e elasticidade (Ramos, Gajo, Pinto, Abreu, & Pinheiro, 2009).

Para determinação da viscosidade foi utilizada metodologia de Boeneke, & Aryana (2007) em viscosímetro (*Brookfield LVDV-I Prime*, Middleboro, Massachusetts, EUA), acoplado a um T-C *spindle* n°63, 50 rpm por 1 minuto, sendo os resultados expressos em *cP* (*centipoise*).

2.10. Análise microbiológica

Foram pesquisados coliformes a 45 °C conforme técnica do Número Mais Provável (NMP), utilizando-se três tubos por diluição da amostra em água peptonada a 0,1%. Após homogeneização foram realizadas as demais diluições pertinentes. Foi utilizado caldo Lauril Sulfato Triptose para o teste presuntivo (Oxoid, Basingstoke, Inglaterra). A confirmação foi feita em Caldo EC (Oxoid, Basingstoke, Inglaterra) incubado em banho-maria a $44,5 \pm 0,2$ °C por 24 ± 2 horas (Kornacki, & Jonhson, 2001). E para contagem, foram considerados positivos os tubos que apresentaram produção de gás, seguindo a Tabela de Hoskins, determinando o NMP de coliformes termotolerantes. g^{-1} .

Os resultados foram comparados com parâmetros estabelecidos pela legislação sanitária vigente (Brasil, 2001).

2.11. Análise Sensorial

Todas as formulações foram avaliadas com relação ao grau de aceitação. Os provadores, homens e mulheres, jovens e adultos, recrutados com base na disponibilidade para o teste (SENAI-BA, Salvador, BA, Brasil), não treinados, preencheram ficha adaptada de Rocha (2016) e Nassu, Borba, & Verruma-Bernardi, (2010) para identificação.

Os participantes foram orientados a indicar o quanto gostavam ou não de cada produto utilizando uma escala estruturada de nove pontos, com extremos entre “gostei extremamente” e “desgostei extremamente”. Os 115 avaliadores, em cabines individuais dotadas de iluminação artificial fluorescente, ajustada em intensidade e brilho, provaram as amostras codificadas com três dígitos, servidas à temperatura de 4-6 °C, em copos descartáveis (50 ml) de forma monádica e aleatorizada (Reis, Minim, & Dias, 2009; Taksima, Limpawattana, & Klaypradit, 2015).

Na mesma ficha, foram avaliados aceitação e atributos de: aparência, aroma, consistência na boca e sabor (Tamjdi, Nasirpour, & Shahedi, 2012). Para intenção de compra, foi utilizada escala estruturada de cinco pontos, com extremos entre “eu certamente compraria” e “eu certamente não compraria”. O estudo contou com a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, sob N° 1.453.341 correspondente ao Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE).

2.12. Análise estatística

Todos os experimentos foram conduzidos em três repetições (n=3) e as análises em triplicada (com exceção de cor, textura, sinérese, atividade de água, realizados em quintuplicatas e as análises por CLAE, realizadas em duplicata). Os resultados foram expressos em valores médios \pm desvio padrão e avaliados pela Análise de Variância (ANOVA) e a comparação das médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (composição centesimal) ou Teste de *Games Howell* ($p < 0,05$) (quando as variâncias não foram homogêneas). O estudo das associações entre as variáveis foi realizado pela correlação de *Pearson* (r). Todos os tratamentos estatísticos foram realizados no programa *SPSS* Versão 24 (IBM[®], Nova York, EUA).

Os dados de aceitação sensorial foram submetidos à estatística descritiva e ANOVA seguida de teste de *Tukey*, pelo *software Assitat 7.7 beta* (Universidade

Federal de Campina Grande, PB, Brasil) para determinar significância estatística ($p < 0,05$).

3. Resultados e Discussão

3.1. Composição química dos iogurtes

Os resultados referentes à composição centesimal dos iogurtes estão apresentados na Tabela 1. A fortificação proporcionou redução significativa ($p < 0,05$) na umidade dos iogurtes quando comparados aos respectivos controles, e ainda conforme o aumento na quantidade de azeite microencapsulado adicionado ($p < 0,05$). Nos dois casos a menor umidade se relaciona com o elevado conteúdo de sólidos totais no pó resultante do encapsulamento por *spray-drying* (Carmo, Fernandes, & Borges, 2015).

Contudo, houve aumento significativo da umidade ($p < 0,05$) quando adicionada polpa de cajá (iogurtes com sabor) nos dois níveis de fortificação. Valores de umidade superiores aos encontrados nesse estudo (46,83 a 63,23%) foram reportados por Hossain, Fakruddin, & Islam (2012) para iogurtes enriquecidos com 5 a 10% de suco de laranja, morango e uva (73,59 a 75,12%) devido ao maior teor de água em suco, e por Braga, Assis Neto, & Vilhena (2012), para iogurte com polpa de mangostão ($76,24 \pm 0,08$ %) pelo caráter mais úmido da polpa desta fruta ($84,13 \pm 0,75$), do que a de cajá ($83,66 \pm 0,04$) (Tiburski, Rosenthal, Deliza, Godoy, & Pacheco, 2011).

Esse parâmetro não é contemplado pela legislação brasileira, mas é importante para consistência do iogurte tipo batido, e principalmente para sua vida de prateleira, devendo ficar no máximo entre 70-79% (Shahnawaz, Sheikh, & Akbar, 2013).

O teor de cinzas variou entre $0,72 \pm 0,18$ a $1,06 \pm 0,03$ %, tendo aumento significativo apenas para A2 em relação ao controle (C2) (Tabela 1). Esse parâmetro não é estabelecido ao produto pela legislação brasileira, e pode ser muito influenciado pelas matérias-primas utilizadas (Borges & Medeiros 2009). Apesar dos teores de umidade obtidos próximos da literatura como $0,80 \pm 0,01$ % para iogurtes comerciais sabor frutas (Moleta, 2006) e $0,88 \pm 0,06$ a $0,86 \pm 0,02$ % para iogurtes com 5-15% de suco de jaca (Dey, Begum, Rahman, & Janny, 2014). Exemplos desta variação são constatados em iogurtes preparados a partir de ingredientes diversos como para umidade mais elevada encontrada nas amostras A2 comparável aos $0,91 \pm 0,01$ % de iogurte de *yacon* (3,83%) (Vaconcelos, Minim, & Chaves, 2012).

Tabela 1.

Caracterização química dos iogurtes elaborados.

Amostras	Composição Centesimal (g.100g ⁻¹)									
	Umidade		Cinzas		Proteína		Lipídeos		Carboidratos	
	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor
A1	38,84±0,01 ^{bC}	59,37±0,03 ^{aC}	0,87±0,08 ^{aAB}	0,78±0,02 ^{aBC}	9,42±0,07 ^{aB}	6,22±0,27 ^{bB}	7,38±0,10 ^{aB}	4,85±0,20 ^{bB}	43,47±0,13 ^{aB}	28,77±0,16 ^{bC}
C1	71,08±0,01 ^{aA}	63,23±0,03 ^{bA}	0,73±0,04 ^{aB}	0,74±0,01 ^{aC}	4,76±0,03 ^{aD}	4,90±0,02 ^{aC}	2,56±0,35 ^{aC}	2,13±0,10 ^{aC}	20,86±0,36 ^{bD}	28,99±0,09 ^{aC}
A2	26,66±0,04 ^{bD}	46,83±0,01 ^{aD}	1,06±0,03 ^{aA}	1,05±0,03 ^{aA}	12,16±0,18 ^{aA}	8,82±0,14 ^{bA}	9,98±0,40 ^{aA}	7,28±0,16 ^{bA}	50,13±0,61 ^{aA}	36,00±0,10 ^{bA}
C2	57,35±0,03 ^{bB}	59,87±0,02 ^{aB}	0,72±0,18 ^{bB}	0,98±0,00 ^{aAB}	7,38±0,24 ^{aC}	4,26±0,11 ^{bD}	2,80±0,10 ^{aC}	2,25±0,18 ^{aC}	31,75±0,31 ^{aC}	32,63±0,22 ^{aB}

A1 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado); A1 com sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); A2 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado); A2 com sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); C1 com sabor (iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); C2 sem sabor (iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e C2 com sabor (iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).

^{a-b} Médias na mesma linha seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre o iogurte com e sem sabor. ^{A-D} Médias na mesma coluna seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes porcentagens de fortificação e controles.

Com relação às proteínas, a legislação exige um percentual mínimo de 2,9% em iogurtes (Brasil, 2007). Todas as amostras apresentaram valores superiores (Tabela 1). O valor encontrado para A2 com sabor foi similar ao de iogurte comercial com apelo nutricional de caráter hiperprotéico (8%), enquanto A1 sem sabor apresentou conteúdo semelhante ao iogurte de morango com 5% extrato de soja ($9,13 \pm 0,20\%$) (Miguel, Marmitt, Schlabit, Hauschild, & Souza, 2010). A variação nos teores de proteínas podem ocorrer conforme produto, estudo, ingredientes e métodos de determinação (Venturoso, Almeida, Rodrigues, Damin, & Oliveira, 2007), como observado para os iogurtes fortificados sem e com sabor, que diferiram de forma significativa dos seus controles (Tabela 1) ($p < 0,05$) e entre si. A adição de polpa de cajá ocasionou uma redução das proteínas, exceto para C1.

A fortificação contribuiu de forma significativa ($p < 0,05$) para o aumento dos lipídios, tanto com relação aos controles quanto aos iogurtes com acréscimo da concentração de azeite microencapsulado adicionado (Tabela 1). Segundo a legislação vigente (Brasil, 2007), apenas os controles e o iogurte A1 com sabor podem ser classificados como “integral”, pois o conteúdo de lipídios recomendado para essa categoria deve ficar entre 3,0 a 5,9%. Uma alternativa para que as demais amostras fortificadas possam se adequar à norma seria utilizar leite desnatado na formulação, o que reduziria em 3% o teor de lipídios.

Os teores lipídicos de $2,39 \pm 0,38\%$ e 1,1 a 1,6% em iogurte de morango enriquecido com 2% de óleo de alga (Chee et al., 2005) e iogurte de lima com 1% de ômega-3 (Rognlien, Duncan, O’keefe, & Eigel, 2012), respectivamente, foram inferiores aos verificados para as amostras fortificadas, provavelmente em função das diferentes concentrações de óleo empregadas e/ou uso de leite desnatado nas preparações.

O teor de carboidratos também aumentou de forma significativa ($p < 0,05$) com a fortificação quando comparados aos controles (exceto A1 com sabor) e amostras fortificadas em diferentes níveis (Tabela 1), o que já era esperado, pois os materiais de parede utilizados no microencapsulamento do azeite (goma arábica e fécula de mandioca) são polissacarídeos.

Não há uma recomendação específica na legislação para teor de carboidratos em iogurtes, mas, os resultados, em geral, verificados para esse parâmetro foram maiores do que registra a literatura científica (5,26 a 15,78%). Medeiros, Moura, Araújo, & Aquino, 2011) reportaram

valor similar a C1 e A1 com sabor de carboidratos, em seu iogurte com doce de jaca (30g), $25,01 \pm 0,00\%$ (Tabela 1). Ainda assim, no comércio brasileiro valores muito superiores ($68,18 \pm 2,14\%$ a $80,22 \pm 0,15\%$) foram constatados, provavelmente, devido ao maior conteúdo de espessantes utilizados como ingredientes pela indústria (Miguel, Marmitt, Schlabitz, Hauschild, & Souza, 2010).

3.2. Carotenoides totais, pró-vitamínicos A e cor

A fortificação elevou os carotenoides totais das amostras de forma significativa ($p < 0,05$) em relação aos controles e a quantidade de microcápsulas adicionada (Tabela 2).

Apesar do aumento dos carotenoides totais, comparando-se as versões fortificadas, sem e com sabor, os resultados para A2 foram semelhantes ($p > 0,05$), indicando que não houve impacto da adição de polpa de cajá neste parâmetro para essa amostra. O mesmo pode ser observado para os carotenoides pró-vitamínicos ($p > 0,05$). Em estudo de Abreu, Silva, Maia, Figueiredo, & Sousa (2011) com bebidas mistas (manga, maracujá e caju) e prebióticos, o teor de carotenoides ficou entre 590 e 630 $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, demonstrando que mesmo com uso de um “*mix*” de frutas o produto desenvolvido no presente trabalho com o azeite de dendê e polpa de cajá apresentou teor de carotenoides superior (Tabela 2).

Tabela 2.

Carotenoides totais, pró-vitamínicos A e cor dos iogurtes produzidos.

Amostras	Carotenoides Totais ($\mu\text{g. } 100\text{g}^{-1}$)		Carotenoides pró-vitamínicos A ($\mu\text{g. } 100\text{g}^{-1}$)		Cor					
	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor	L*		a*		b*	
					Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor
A1	1622,67 \pm 0,99 ^{bb}	2373,67 \pm 0,89 ^{aB}	662,55 \pm 0,52 ^{bb}	887,63 \pm 5,95 ^{aB}	62,35 \pm 0,79 ^{aB}	62,45 \pm 0,33 ^{aA}	-2,82 \pm 0,80 ^{Bc}	0,54 \pm 0,12 ^{aB}	38,76 \pm 2,43 ^{aB}	37,80 \pm 0,66 ^{aB}
C1	272,67 \pm 0,83 ^{bc}	832,67 \pm 2,78 ^{ac}	ND	343,28 \pm 10,56 ^D	66,34 \pm 0,70 ^{aA}	62,08 \pm 0,88 ^{ba}	-0,50 \pm 0,17 ^{bb}	0,20 \pm 0,21 ^{aC}	5,32 \pm 0,87 ^{bd}	18,65 \pm 0,80 ^{ac}
A2	2581,33 \pm 1,25 ^{aA}	2900,67 \pm 1,16 ^{aA}	1520,14 \pm 57,95 ^{aA}	1413,53 \pm 51,13 ^{aA}	34,47 \pm 0,27 ^{bc}	55,74 \pm 1,51 ^{aB}	-0,07 \pm 0,19 ^{ba}	1,62 \pm 0,81 ^{aA}	48,70 \pm 0,46 ^{aA}	47,19 \pm 2,01 ^{aA}
C2	445,67 \pm 0,32 ^{bc}	1014,00 \pm 0,82 ^{ac}	ND	543,29 \pm 12,52 ^C	65,75 \pm 0,89 ^{aA}	61,84 \pm 1,16 ^{ba}	-0,50 \pm 0,18 ^{bb}	1,02 \pm 0,19 ^{aA}	9,49 \pm 0,60 ^{bc}	19,79 \pm 0,95 ^{ac}

A1 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado); A1 com sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); A2 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado); A2 com sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); C1 com sabor (iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); C2 sem sabor (iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e C2 com sabor (iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).

^{a-b} Médias na mesma linha seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre o iogurte com e sem sabor. ^{A-D} Médias na mesma coluna seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes porcentagens de fortificação e controles.

Nos iogurtes sem sabor (C1 e C2) não foi detectada a presença de carotenoides pró-vitâmicos, já nas versões com sabor destaca-se a presença da β -criptoxantina, evidenciada para C2 com sabor (Figura 2), que é carotenoide principal da polpa de cajá atingindo até $1708,5 \pm 21,9 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa (Tiburski, Rosenthal, Deliza, Godoy, & Pacheco, 2011). Os carotenoides pró-vitâmicos *all-trans*- β -caroteno, *all-trans*- α -caroteno e β -criptoxantina foram identificados e quantificados. Em todas as amostras fortificadas. Esses pigmentos também foram verificados em azeite de dendê bruto e encapsulado no estudo de Ferreira et al. (2016).

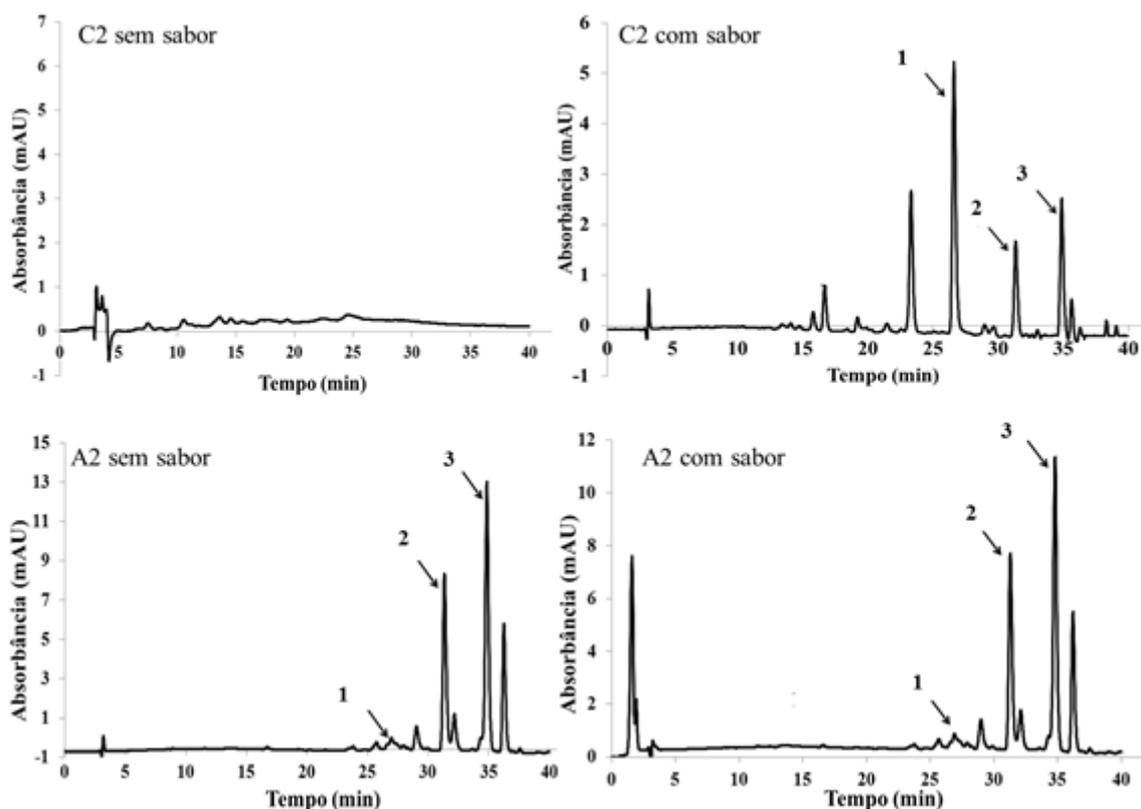


Figura 2.

Cromatogramas dos carotenoides pró-vitâmicos, obtidos por CLAE, das amostras C2 e A2, sem e com sabor. Os picos numerados são: 1) β -criptoxantina; 2) *all-trans*- α -caroteno e 3) *all-trans*- β -caroteno.

De acordo com a RDC nº54/ 2012, para ser considerado “fonte” de vitaminas, o alimento precisa fornecer no mínimo 15% da ingestão diária de referência (IDR) em 100 g do produto. Já para ser denominado alimento com “alto conteúdo” ou “rico” em um nutriente específico, este precisa apresentar 30% da IDR (IOM, 2011).

Considerando que o iogurte natural batido apresenta 23 µg de vitamina A em 100 g segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (NEPA, 2011), para cada faixa etária do ciclo de vida, seria necessário adicionar uma determinada quantidade de carotenoides pró-vitamínicos para suprir 15 % ou 30 % dos requerimentos nutricionais estabelecidos pelas DRIS (IOM, 2011).

Dessa forma, e com base na quantidade de pró-vitamínicos presentes nas amostras, os iogurtes A1 e A2, sem e com sabor, alcançaram a recomendação de fortificação para diversas faixas etárias da população, representando na maioria dos casos alimento “fonte”, e em alguns alcançando até o “alto conteúdo”, indicando que o azeite de dendê tem potencial para a fortificação de iogurtes, e que foi possível alcance maior dos requerimentos de vitamina A inclusive em comparação com iogurtes comerciais contendo palmitato de retinila sintético (APÊNDICE F).

Segundo Tanumihardjo (2015), o uso da vitamina A sintética pré-formada é questionável pelo risco de hipervitaminose ou superdosagens em alimentos fortificados com sua forma sintética; acúmulo no organismo e toxicidade; instabilidade devido à baixa polaridade, solubilidade e dispersibilidade. Já os carotenoides pró-vitamínicos A oriundos de fontes vegetais são ideais para o balanço de vitamina A nos seres humanos devido ao sistema de regulação que afeta a bioconversão de retinol no organismo, o que reforça a potencialidade do azeite microencapsulado para fortificação de alimentos com pró-vitamínicos.

Com relação à cor as amostras controle apresentaram luminosidade (L^*) significativamente superior ($p < 0,05$) às fortificadas em função da cor branca característica do iogurte, exceto A1 com sabor ($p > 0,05$). Os menores valores de L^* foram observados para as amostras A2, com destaque para a versão sem sabor (Tabela 2).

Os iogurtes fortificados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para os parâmetros a^* e b^* quando comparados com seus controles, com exceção de A2 com sabor para a^* . A adição do azeite microencapsulado provocou uma alteração na cor, pois à medida que se aumentou a porcentagem do mesmo, a cor amarelo-alaranjado ficou mais intensa (aumento do parâmetro b^*), devido à maior quantidade de carotenoides (Tabela 2).

Resultados semelhantes ao dos controles sem sabor foram obtidos em estudo com iogurte adicionado de polpa de pequi (2-3%) para o parâmetro a^* ($-0,42 \pm 0,14$)

(Silva et al. 2014), pois a quantidade de polpa nele utilizada foi extremamente mais baixa. Em estudo de Madora, Takalani, & Mashau (2016), em iogurte com sumo de cenoura (3 %) foram verificados valores maiores de L^* ($80,14 \pm 0,00$) e a^* ($4,80 \pm 0,00$), e valor menor de b^* ($17,75 \pm 0,00$). Mesmo com igual propósito de agregar carotenoides ao iogurte, os valores diferiram devido à fonte e percentuais distintos entre estudos. Já em trabalho de Molina (2014), com micropartículas de β -caroteno adicionadas (7%) a iogurte de soja, foram verificados valores mais próximos para L^* ($69,18 \pm 0,00$) e diferentes para a^* ($-0,89 \pm 0,00$) e b^* ($19,64 \pm 0,00$).

A adição de polpa de cajá não alterou de forma significativa ($p > 0,05$) o parâmetro b^* para as amostras fortificadas, ocorrendo o inverso com relação ao parâmetro a^* , que passou de valores negativos (tendência ao verde) para valores positivos (tendência ao vermelho) (Tabela 2).

Foi verificada ainda forte correlação positiva ($r = 0,962$) entre os valores de carotenoides totais e o parâmetro b^* ($p < 0,05$), demonstrando que o aumento do teor de carotenoides realmente interfere e confere uma cor mais alaranjada ao produto. O inverso ocorreu para luminosidade ($p < 0,05$), com correlação moderada ($r = -0,652$).

3.3. Acidez, pH e índice de peróxidos

A fortificação aumentou a acidez para os iogurtes em relação aos seus controles de forma significativa ($p < 0,05$), no entanto, entre A2 e C2 com sabor ocorreu leve redução. Já em relação aos diferentes níveis de fortificação foi observada diferença significativa de acidez ($p < 0,05$) somente entre A1 e A2 com sabor (Tabela 3). O iogurte é um alimento de caráter ácido, mas o azeite de dendê também pode ter contribuído para a maior acidez das amostras fortificadas devido ao conteúdo de ácidos graxos livres, derivados da hidrólise de seus triglicérides (Koushki, Nahidi, & Cheraghali, 2015).

Tabela 3.

Acidez, pH e índice de peróxidos dos iogurtes elaborados.

Amostra	Parâmetro					
	Acidez (g ácido láctico.100g ⁻¹)		pH		Índice de Peróxidos (meq.kg ⁻¹)	
	Sem sabor	Com Sabor	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor
A1	1,14±0,02 ^{bA}	1,22±0,00 ^{aA}	4,41±0,02 ^{aB}	4,34±0,03 ^{aB}	2,19±0,54 ^{bB}	9,12±0,04 ^{aA}
C1	0,84±0,00 ^{bB}	1,09±0,01 ^{aB}	4,85±0,02 ^{aA}	4,53±0,08 ^{bA}	1,88±0,00 ^{aB}	2,42±0,48 ^{aB}
A2	1,12±0,04 ^{aA}	1,04±0,00 ^{bC}	4,93±0,04 ^{aA}	4,67±0,02 ^{bA}	3,59±0,00 ^{bA}	9,30±0,19 ^{aA}
C2	0,72±0,01 ^{bC}	1,14±0,02 ^{aB}	4,96±0,06 ^{aA}	4,46±0,13 ^{bAB}	1,89±0,02 ^{bB}	2,75±0,00 ^{aB}

A1 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado); A1 com sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); A2 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado); A2 com sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); C1 com sabor (iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); C2 sem sabor (iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e C2 com sabor (iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).

Os valores de acidez encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para iogurtes, de 0,6 a 1,5 g ácido láctico.100g⁻¹ do produto (Brasil, 2007) para todas as amostras. Dados semelhantes foram reportados por Molina (2014) para iogurtes adicionados de β -caroteno microencapsulado (0,9 a 1,0 g ácido láctico.100g⁻¹) e Madora, Takalani, & Mashau (2016) (0,94 a 1,01 g ácido láctico/100 g) para iogurte fortificado com farinha de cenoura (0 a 15%). Nesses estudos a fortificação/enriquecimento promoveu elevação na acidez em função das matérias-primas utilizadas.

O incremento da acidez do iogurte com a adição da polpa justifica-se devido às características ácidas da mesma (mínimo de 0,9 g de ácido láctico.100g⁻¹, Brasil, 2007). Foi reportada acidez de 0,94±0,60 g ácido láctico.100g⁻¹ em iogurte de cajá (15% calda de cajá) adoçado (Borges & Medeiros (2009), similar ao verificado neste trabalho (Tabela 3). As fermentações ocorridas na produção do iogurte são potencializadas com adição de polpas/frutas provocando o aumento da acidez total (Madora, Takalani, & Mashau (2016).

Verificou-se redução significativa ($p < 0,05$) do pH para os iogurtes A1 sem e com sabor em relação ao controle (C1), enquanto para as amostras A2/C2 os resultados foram similares. Com a adição de polpa de cajá houve diminuição do pH ($p < 0,05$),

exceto quando comparadas A1 com e sem sabor, ou seja, neste nível de fortificação a adição de polpa não interferiu no pH do produto.

De modo geral, os valores de pH obtidos para as amostras foram próximos ao recomendado 4,5-4,7 (Mundim, 2008) e similares ao verificado no estudo de Borges & Medeiros (2009) para iogurte com calda de cajá (15%) adoçado ($4,66 \pm 0,01\%$).

A adição das microcápsulas de azeite de dendê provocou aumento significativo no índice de peróxidos ($p < 0,05$) quando comparadas as amostras fortificadas com os controles, exceto para A1 sem sabor. O aumento no nível de fortificação teve efeito significativo ($p < 0,05$) apenas para as amostras sem sabor. A adição de polpa de cajá promoveu aumento significativo ($p < 0,05$) de peróxidos nos iogurtes com sabor, com exceção da C1. Ainda assim, nenhuma amostra atingiu o limite máximo permitido (15 meq.kg^{-1} de óleo)

A média de $2,89 \pm 1,4 \text{ meq.kg}^{-1}$ para os iogurtes fortificados sem sabor foi semelhante à encontrada por Estrada-Andino (2011) para iogurtes fortificados com ômega-3 e vitamina E ($3,56 \pm 0,19 \text{ meq.kg}^{-1}$). Para as amostras fortificadas com sabor o valor médio ($9,21 \pm 0,18 \text{ meq.kg}^{-1}$) ficou próximo do reportado por Ferreira et al. (2016) para azeite microencapsulado ($11,16 \pm 0,00 \text{ meq.kg}^{-1}$).

3.4. Sinérese e Atividade de água

A adição de polpa foi responsável pela diminuição da sinérese nos iogurtes A1 ($p < 0,05$). Já para os iogurtes A2 com a adição de polpa houve aumento significativo da sinérese.

São muitos os fatores interferentes neste parâmetro para iogurtes como: mudanças dentro da rede do gel, produzidas por forças atrativas entre as partículas de caseína ou “*cluster*” de micelas com contração do gel e expulsão de água (Antunes, Cazetto, & Bolini 2004); e o aumento da matéria sólida diminuiu a sinérese (como entre A1-A2 e C1-C2) (Lima, Oliveira, Lourenço Junior, Rodrigues, & Neres, 2011) (Tabela 4).

Em estudo de Han et al. (2016), iogurtes com combinações de cultura láctica diferentes apresentaram menor sinérese (10,7 e 12,2%) do que o presente estudo, provavelmente pela retenção de líquido devido aos exopolissacarídeos produzidos pelas culturas. Com a adição de óleos, há formação de géis mais elásticos, permitindo que as cavidades alveolares proteicas do iogurte retenham mais água, como no iogurte com

ômega-3 ($43, 2 \pm 7, 02$) (Estrada-Andino, 2011), valor próximo de algumas amostras deste estudo; e iogurte de soja enriquecido com óleo de peixe e de prímula ($26,0 \pm 0,02$) - iogurte com maior teor de óleos à $39,17 \pm 0,02\%$) (Sengupata, Bhowar, & Bhattacharyya, 2013).

Tabela 4.

Resultados de sinérese e atividade de água para os iogurtes produzidos

Amostra	Sinérese (%)		Atividade de água (a_w)	
	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor
A1	$67,31 \pm 0,69^{aA}$	$16,02 \pm 0,14^{bD}$	$0,95 \pm 0,00^{aA}$	$0,95 \pm 0,00^{aA}$
C1	$52,08 \pm 2,23^{bB}$	$86,38 \pm 4,40^{aA}$	$0,96 \pm 0,00^{aA}$	$0,96 \pm 0,00^{aA}$
A2	$25,77 \pm 0,41^{bD}$	$36,27 \pm 0,14^{aB}$	$0,96 \pm 0,00^{aA}$	$0,96 \pm 0,00^{aA}$
C2	$31,61 \pm 0,53^{aC}$	$24,67 \pm 0,26^{bC}$	$0,96 \pm 0,00^{aA}$	$0,96 \pm 0,00^{aA}$

A1 sem sabor (iogurte fortificado com $\cong 16$ g de azeite de dendê microencapsulado); A1 com sabor (iogurte fortificado com $\cong 16$ g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); A2 sem sabor (iogurte fortificado com $\cong 48$ g de azeite de dendê microencapsulado); A2 com sabor (iogurte fortificado com $\cong 48$ g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); C1 com sabor (iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); C2 sem sabor (iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e C2 com sabor (iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).

Apenas o conhecimento do teor de umidade não é suficiente para predizer a estabilidade de um alimento. É a atividade de água que indica o teor de água disponível para a atividade microbológica, enzimática ou química, ou seja, pode determinar a vida de prateleira de um alimento, devendo ficar em torno de 0,95, em decorrência da viabilidade da cultura láctica, e pela presença do óleo inserido no iogurte, pois a oxidação de lipídios ocorre em a_w baixas devido à ação dos radicais livres (Fellows, 2006).

As amostras apresentaram valores elevados e muito próximos de atividade de água ($p > 0,05$) (Tabela 5), sendo similares aos verificados por Ayar, & Gürlin (2014) em iogurte com óleo de linhaça ($0,95 \pm 0,15$) e óleo de cominho ($0,96 \pm 0,01$). Em estudo de Borges & Medeiros (2009) com iogurtes com calda de cajá, foi verificada atividade de água moderada ($0,64 \pm 0,0$).

3.5. Textura e Viscosidade

É possível verificar que a fortificação alterou a resiliência nos iogurtes, sendo esta reduzida com a adição de menor quantidade de azeite microencapsulado (A1) e elevada com maior quantidade (A2) ($p < 0,05$) em relação aos controles. Entre os

diferentes teores de fortificação, houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) e o iogurte A2 apresentou maior resiliência (Tabela 5). Esse resultado deve-se a menor umidade dessa amostra (Tabela 1), pois segundo Sigh, Guizan, Al-Alawi, Claereboudt, & Rahan (2013) a resiliência tende a aumentar com a diminuição da umidade. A adição de sabor, com sua vez reduziu de forma significativa ($p < 0,05$) a resiliência, exceto para A1 (Pollard, Sherkat, Seuret, & Halmos, (2003).

Em estudo de Zhao, Wang, Zhao, Jiang, & Chun, (2006), foram encontrados valores de $0,03 \pm 0,001$ a $0,05 \pm 0,001$ de resiliência para iogurtes suplementados de hidrolisados de caseína (0,5%), próximos ao verificado para A2 e C2 ($0,07 \pm 0,01$ e $0,09 \pm 0,01$) (Tabela 5). A adição de ingredientes diversos afeta as propriedades físicas do iogurte por interferir no tempo de fermentação, metabolismo da cultura láctica, e interação com as proteínas do leite (Zhao, Wang, Zhao, Jiang, & Chun, 2006). As amostras com sabor possuem mais ingredientes que podem interagir com a base da formulação do iogurte, acarretando em valores menores de resiliência.

Saint-Eve, Lévy, Martin, & Souchon (2006), reportam que iogurtes com maior teor de proteínas apresentam diferentes características de textura, em especial menores valores de resiliência, como no caso das amostras A2 (Tabelas 1 e 5).

Tabela 5.

Parâmetros de textura e viscosidade de iogurtes fortificados com azeite de dendê microencapsulado, em diferentes graus, e seus respectivos controles.

Amostras	Resiliência		Coesividade		Adesividade (mJ)		Viscosidade (cP)	
	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor	Sem sabor	Com sabor
A1	0,14±0,00 ^{bb}	0,35±0,01 ^{aA}	0,84±0,06 ^{aA}	1,08±0,06 ^{aA}	2,55±0,40 ^{aA}	0,54±0,13 ^{bc}	5813,50±3,32 ^{aA}	5828,05±1,80 ^{aA}
C1	0,88±0,02 ^{aA}	0,60±0,10 ^{bA}	0,90±0,12 ^{aA}	0,66±0,07 ^{aB}	0,54±0,39 ^{aB}	0,87±0,26 ^{aC}	2122,68±4,72 ^{bD}	4334,66±6,90 ^{aB}
A2	0,89±0,01 ^{aA}	0,07±0,01 ^{bb}	0,92±0,17 ^{aA}	0,69±0,00 ^{aB}	0,51±0,35 ^{bb}	10,12±0,60 ^{aA}	1005,95±5,41 ^{aC}	1012,20±7,88 ^{aC}
C2	0,10±0,11 ^{aB}	0,09±0,01 ^{aB}	0,78±0,17 ^{aA}	0,78±0,07 ^{aA}	3,87±1,5 ^{aA}	2,56±0,20 ^{aB}	3306,10±2,91 ^{aB}	947,64±2,56 ^{bD}

A1 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado); A1 com sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); A2 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado); A2 com sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); C1 com sabor (iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); C2 sem sabor (iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e C2 com sabor (iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).

Os resultados de coesividade encontrados no presente trabalho demonstram comportamento semelhante entre as amostras. Para todos os iogurtes sem sabor não houve diferença significativa entre controles e fortificados, e entre os diferentes níveis de fortificação ($p > 0,05$). O inverso foi observado para as amostras com sabor (Tabela 5). O aumento da coesividade relaciona-se ao maior teor de proteínas, estando a maioria das amostras próximas ao apresentado por iogurtes adicionados de 5 e 15% de leite em pó (0,61 e 0,72), e até de queijos tipo *petit suisse* (0,76-0,81) (Judacewisk, 2016).

As amostras fortificadas com o azeite microencapsulado apresentaram consistência mais firme, próxima, inclusive, a de um queijo mole, o que se deve a presença dos encapsulantes (fécula e goma), que tem ação espessante atribuindo-se à amilose da fécula capacidade de formação de géis e filmes, favorecendo o aparecimento de uma massa mais resistente (Reis et al., 2012).

A fortificação levou a uma diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$) para adesividade, principalmente entre A1 e A2. Porém, quando combinada à adição do microencapsulado houve diferença estatística com redução da adesividade entre A1 sem e com sabor, e aumento entre A2 sem e com sabor (Tabela 5). Segundo Zhao et al. (2006) a adesividade é parâmetro importante, por seu efeito positivo na firmeza dos iogurtes, conferindo estabilidade aos produtos, melhorando sua percepção bucal, características de textura, e atuando na preservação das características físicas do produto durante armazenamento.

Segundo Oroian, Escriche, & Gutt (2011) existe uma correlação entre parâmetros físico-químicos e de textura. Em seu estudo os maiores valores de coesividade ($0,79 \pm 0,00$ - $3,9 \pm 0,00$) e adesividade ($0,05 \pm 0,00$ mJ à $0,35 \pm 0,00$ mJ) foram das amostras de iogurte com mais lipídios (10%). Esta tendência foi observada, principalmente, no iogurte A2 sem sabor para coesividade e com sabor com relação à adesividade, que são as amostras com teor elevado de azeite microencapsulado, e consequentemente de lipídios (A2 com sabor, 7,28 % $\pm 0,16$ de lipídios).

Os iogurtes fortificados apresentaram no geral maior teor de viscosidade (Tabela 5), pois o próprio óleo de palma (viscosidade de 45,0 cP), agrega valor de viscosidade aos iogurtes. Garcia & Leonel (2005) apontam que com o aumento da concentração de ácido láctico, ocorre aumento significativo da expansão da fécula de mandioca, o que pode ter influenciado no aumento da viscosidade em algumas amostras (Tabela 5).

Foi verificada diferença significativa entre controles e fortificados na maioria das amostras, com aumento da viscosidade, respectivamente ($p < 0,05$). Durante o tratamento térmico de fabricação do iogurte as proteínas do soro do leite se desnaturam parcialmente e criam novas ligações, formando agregados de β -lactoglobulinas. Tais agregados aumentam a viscosidade do iogurte (Robert, 2009).

Em estudo de Ayar & Gürlin (2014) com iogurtes saborizados com diferentes ingredientes, foram encontrados valores inferiores aos verificados neste estudo: $52,17 \pm 2,86$ cP (iogurte adicionado de 5% de semente de linhaça); $82,37 \pm 18,74$ cP (iogurte adicionado de 3% de polpa de morango) e $218,63 \pm 36,1$ cP (iogurte adicionado de 5% de cenoura). Toda matéria seca do iogurte aumenta com a adição de ingredientes, então, a viscosidade foi aumentada pela adição do microencapsulado.

Valores de viscosidade similares ao do presente estudo foram observados para iogurtes fortificados com cenoura em “pó” (cenoura e amido de milho 1-3%) (2879 a 3494 cP), sendo diretamente proporcionais à adição do “pó”.

3.6. Análises Microbiológicas

A determinação de coliformes a 45 °C foi realizada com o intuito de avaliar as condições higiênico-sanitárias dos iogurtes após sua fabricação. Todas as amostras apresentaram valor < 3 NMP. g^{-1} , estando de acordo com o estabelecido na legislação vigente (até 10 NMP. g^{-1}), demonstrando que os iogurtes foram processados sob condições higiênico-sanitárias adequadas (Brasil, 2001).

Assim como neste estudo, também foi reportada a ausência de coliformes em iogurtes fortificados com óleo de peixe e primula (Sengupta, Bhoward, & Bhattacharyya, 2015) e, em iogurtes adicionados de geleias de frutas (ex. cajá) (Queiroga et al., 2011).

3.7. Características Sensoriais

A amostra A1 com sabor foi a que obteve a maior nota para aparência, no entanto, só diferiu de forma significativa ($p < 0,05$) da C2 e da A2 sem sabor. Segundo Teixeira (2009) a aparência do produto geralmente está relacionada à sua forma natural, ou a uma forma comercial consagrada culturalmente. No caso dos iogurtes formulados os provadores já esperavam diferenças oriundas da fortificação, porém desconhecidas.

Desta forma, o produto final apresentou-se diferente das marcas comerciais, interferindo na aceitação da aparência do produto (Tabela 6).

Tabela 6.

Resultados do teste de aceitação dos iogurtes elaborados

Tipo de Iogurte	Atributos				Qualidade Global
	Aparência	Aroma	Consistência	Sabor	
C1 sem sabor	5,57 ^{AB}	6,08 ^A	5,44 ^A	6,28 ^{AB}	6,33 ^A
C1 com sabor	5,65 ^{AB}	6,05 ^A	5,82 ^A	6,44 ^A	6,40 ^A
C2 sem sabor	4,77 ^B	5,48 ^{ABC}	5,32 ^A	5,74 ^{AB}	5,70 ^{AB}
C2 com sabor	5,45 ^{AB}	5,75 ^{AB}	5,68 ^A	6,31 ^{AB}	6,28 ^{AB}
A1 sem sabor	5,48 ^{AB}	4,68 ^{CD}	5,84 ^A	4,41 ^C	4,39 ^C
A1 com sabor	5,86 ^A	5,03 ^{BC}	6,13 ^A	5,47 ^B	5,45 ^B
A2 sem sabor	4,86 ^B	3,92 ^D	5,59 ^A	3,36 ^D	3,00 ^D
A2 com sabor	4,97 ^{AB}	4,11 ^D	5,51 ^A	3,59 ^{CD}	3,50 ^D

Nota: A1 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado); A1 com sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); A2 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado); A2 com sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); C1 com sabor (iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); C2 sem sabor (iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e C2 com sabor (iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).

^{A-D}Médias na mesma coluna seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes porcentagens de fortificação e controles.

1= Desgostei extremamente; 9= Gostei extremamente.

Os iogurtes C1 sem e com sabor tiveram as maiores notas para aroma, diferindo de forma significativa ($p < 0,05$) de todas as amostras fortificadas, e entre essas, A1 com e sem sabor foram semelhantes ($p > 0,05$), e obtiveram melhor aceitação pelos avaliadores. As características que definem a percepção de odor de um alimento são a intensidade, a persistência e a saturação (Teixeira, 2009). O aroma dos iogurtes controles teve melhor aceitação, provavelmente, pela sua maior similaridade aos comercializados. Já os fortificados tiveram a influência marcante do aroma do azeite de dendê (A1 e A2 sem sabor), atenuado pelo aroma frutal do cajá (A1 e A2 com sabor). Borges e Medeiros (2009), obtiveram notas similares (6,49 a 7,10) para aroma de iogurte com calda de cajá.

A consistência foi semelhante para todas as amostras ($p > 0,05$), independente da adição de cajá e azeite (Tabela 6), com a maior nota para A1 com sabor. A classificação desse parâmetro ficou entre “indiferente” e “gostei ligeiramente”. Em menor quantidade a adição de micropartículas lipídicas ($7\text{g } 100\text{g}^{-1}$) não provocou reações desagradáveis em relação à textura do produto (Molina, 2014).

Para sabor, foram obtidas desde médias similares às reportadas por Madora, Takalani e Mashau (2016) (4 a 4,5) e Tamjdi, Nasirpour e Shahedi (2012) (3,4 a 4,0) para iogurtes enriquecidos com óleo de linhaça e de peixe sabor limão, respectivamente; até inferiores às reportadas para iogurte com óleo de peixe e de prímula (7,5 a 8,7) (Sengupta, Bhowar, & Bhattacharyya, 2013) e para iogurtes com astaxantina encapsulada (6,91-7,35) avaliados no estudo de Taksima et al. (2015). Essa variação deve-se especialmente aos diferentes sabores adicionados para mascarar *flavours* indesejáveis.

No entanto, o iogurte A1 com sabor obteve destaque como melhor nota entre as amostras fortificadas. A adição de polpa de cajá melhorou o sabor para A1 ($p < 0,05$), apesar de não ter sido eficiente para aumentar a nota do iogurte A2 com sabor ($p > 0,05$), em função do maior conteúdo de azeite de dendê. As frutas ou ingredientes frutais adicionados aos iogurtes determinam o sabor das amostras (Ayar & Gürlin, 2014), e devido a presença de grande diversidade de compostos, são capazes de enriquecer o gosto e o aroma do iogurte.

No geral as amostras foram classificadas entre “desgostei regularmente” a “gostei regularmente” no quesito “Qualidade Global” (Tabela 6). A amostra fortificada com maior média para este parâmetro (5,45), e também para todos os atributos foi a A1 com sabor. A qualidade global do iogurte A1 com sabor foi similar à reportada para iogurte com óleo de linhaça e sesame (3%) ($5,3 \pm 2,28$ e $5,38 \pm 1,88$, respectivamente) (Ayar, & Gürlin, 2014).

3.8. Intenção de Compra

A adição de polpa de cajá e o aumento na quantidade de azeite microencapsulado não interferiram significativamente na intenção de compra dos iogurtes ($p > 0,05$). Apesar das amostras A1 apresentarem médias semelhantes para suas versões sem e com sabor ($p > 0,05$), destaca-se a A1 com sabor, que dentre as fortificadas obteve melhor intenção de compra (2,97) (Fig. 3).

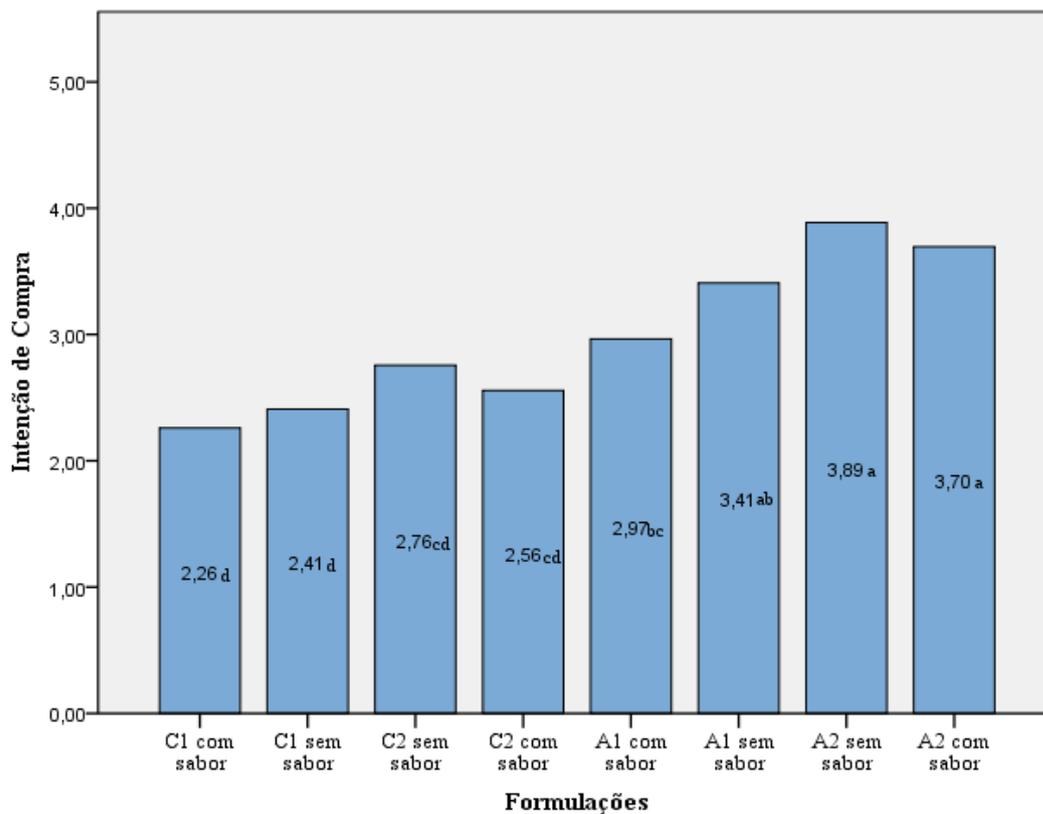


Fig. 3.

Médias de notas para intenção de compra dos iogurtes.

Nota: A1 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado); A1 com sabor (iogurte fortificado com \cong 16 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); A2 sem sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado); A2 com sabor (iogurte fortificado com \cong 48 g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); C1 com sabor (iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); C2 sem sabor (iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e C2 com sabor (iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).

^{a-d}Médias no mesmo plano seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes porcentagens de fortificação e controles

1= Eu certamente compraria; 2= Eu provavelmente compraria; 3= Tenho dúvida se compraria ou não; 4= Eu provavelmente não compraria e 5= Eu certamente não compraria.

4. Conclusão

Os resultados obtidos para maioria dos parâmetros avaliados estão de acordo com a legislação e/ou literatura existentes.

Considerando a ampla caracterização realizada no desenvolvimento deste novo produto, destacou-se o iogurte fortificado com a menor quantidade de azeite microencapsulado sabor de cajá (A1 com sabor) como o que apresentou melhores características entre todas as amostras, demonstrando maior potencialidade para ajustes

de formulação e /ou processos necessários, gerando uma alternativa de novo produto para aplicação em programas de fortificação de alimentos com vitamina A.

Diante disso, como prioridades de adequação, os elevados teores lipídicos encontrados, podem ser corrigidos a partir do uso de leite desnatado na formulação dos iogurtes. E quanto aos parâmetros físicos, modificações de processamento devem ser aplicadas.

Os produtos elaborados neste estudo representam, portanto, a possibilidade de utilização do azeite de dendê microencapsulado para fortificar iogurtes com carotenoides pró-vitâmicos A, sendo considerados “fonte” e até alimento “rico” em vitamina A para população infantil e mulheres adultas.

Referências

- Abreu, D.A., Silva, L.M.R., Lima, A.S., Maia, G.A., Figueiredo, R.W., & Sousa, P.H.M. (2011). Desenvolvimento de bebidas mistas à base de manga, maracujá e caju adicionadas de prebióticos. *Alim Nutr.*, 22, 197-203.
- Aghbashlo, M., Mobli, H., Madadlou, A., & Rafiee, S. (2013). Fish oil microencapsulation as influenced by spray dryer operational variables. *International Journal of Food Science and Technology*, 48, 1707-17130.
- Ahn, J. Y., Kim, Y.P., Yu-mi, L., Seo, E., Lee, K., & Kim, H. (2008). Optimization of microencapsulation of seed oil by response surface methodology. *Food Chemistry*, 107, 98 – 105.
- Al-Rowaily, M. A. (2008). Effect of heating treatments, processing methods and refrigerated Storage of milk and some dairy products on lipids oxidation. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7, 118-125.
- Ambrósio, C.L.B., Campos, F. de A. C. S. & Faro, Z. P. de. (2006). Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. *Rev. Nutr.*, 19, 233-243.
- Antunes, A. E. C., Cazetto, T. F. & Bolini, H. M. A. (2004). Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. *Alimentos e Nutrição*, 15, 105-114.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. (2012). *Official methods of analysis*. (19th Ed). (1-3000). Gaithersburg: Maryland AOAC.
- AOCS (1993). AOCS Official method Cd 8-53. In F. Gunstone (Ed.), *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society method Cd8-53*. Peroxide value acetic acid-chloroform method (4th Ed.). Champaign, IL: AOCS Press.

Ayar A, & Gürlin E. (2014). Production and Sensory, Textural, Physicochemical Properties of Flavored Spreadable Yogurt. *Life Sci J*; 11, 58-65.

Beninca, C., Martins, C., Souza, A. A. D. F. de, Bechel, B. V., & Antochesk, E. (2014). Análise sensorial e caracterização físico-química de Iogurte Prebiótico com polpa de *Physalis* s. 87p.

Bligh, E. G & Dyer W. J. (1978). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37, 911-917.

Braga, A. C. C., Assis Neto, E. F. & Vilhena, M. J. V. (2012). Elaboração e caracterização de iogurtes adicionados de polpa e de xarope de mangostão (*Garcinia mangostana L.*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 14, 77-83.

Brasil. Ministério da Saúde e Unicef. (2013). *Cadernos de Atenção Básica: Carências de Micronutrientes / Ministério da Saúde, Unicef*, 1, 1-60.

Brasil. (2001). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 54, de 12 de novembro de 2001. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário oficial da União, (Brasília, D)*. Disponível em: < <http://www.lex.com.br> > Acesso em: 02 de maio de 2015.

Boeneke, C.A., & Aryana, K.J. (2007). Effect of Folic Acid Fortification on the Characteristics of Strawberry Yogurt. *Journal of Food Technology*, 5, 274-278.

Bolini E.. (2016). Controle sanitário do azeite de dendê (*Elaeis guineensis Jacquin*) industrializado no estado da Bahia Influência do tempo e temperatura de torração de amêndoas de cacau nas características sensoriais de chocolates. 81 f. Salvador: 101 f. Tese (Saúde Coletiva), Universidade Federal da Bahia.

Borges, K.C, & Medeiros, A. C. L. (2009). *Alim. Nutr.*, 20, 295-300.

Caleguer, V. F.; Benassi, M. T.. (2007). Efeito da adição de polpa, carboximetilcelulose e goma arábica nas características sensoriais e aceitação de preparados em pó para refresco sabor laranja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27, 270-277.

Campos, F. M., & Rosado, G.P. (2005). Novos Fatores de Conversão de Carotenoides pró-vitamínicos A. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25, 571-578.

Carmo, Fernandes & Borges (2015). Microencapsulação por spray drying, novos biopolímeros e aplicações na tecnologia de alimentos. *Journal of Chemical Engineering and Chemistry*, 1, 30-44.

Chee, C. P., Gallaher, J. J., Djordjevic, D., Faraji H., McClements, D. J., Decker, E. A., Hollender, R., Peterson, D. G., Roberts, R. F., Coupland, J. N. (2005). Chemical and sensory analysis of strawberry flavoured yogurt supplemented with an algae oil emulsion, *Journal of Dairy Research*, 72, 311-31.

Chouchouli, V.; Kalogeropoulos, N.; Konteles, S.J.; Karvela, E.; Markins, D.P.; Karathanos, V.T. (2013). Fortification of yogurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *Food Science and Technology*, Campinas, 2, 522-529.

CODEX (2013). Codex Standard for named vegetable oils. *CODEX STAN 210*, (Roma) 2013. Available: <<http://www.codexalimentarius.org/standards/>> Access: March 9th. 2014.

Coisson, J., Travaglia, F., Piana, G., Capasso, M., & Arlorio, M. (2005). *Euterpe oleracea* juice as functional pigment for yogurt. *Food Research International*, 38, 839-897.

Costa, G. N. dos S., Mendes, M. F., Araújo, I. O. & Pereira, C. de S. S. (2012). Desenvolvimento de um iogurte sabor Juçará (*Euterpe edulis Martius*): avaliação físico-química e sensorial. *Revista Eletrônica TECCEN*, 5, 43-58.

Dey, K. C., Begum, R. B., Rahman, M. R. T., Sultana, A., Akter, S., & Janny, R. J. (2014). Development of fruit juice yogurt by utilization of jackfruit juice: a preliminary study on sensory evaluation, chemical composition and microbial analysis. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3, 181-190.

Dias, M. I., Barros, L., Fernandes, I. P. Ruphuy, G., Oliveira, B. P.P., Buelga, C. S., Barreiro, M. F., & Ferreira, I.C.F.R. (2015). A Bioactive formulation based on *Fragaria vesca* L. vegetative parts: Chemical characterization and application in carrageenan gelatin. *Instituto Politécnico de Bragança*, 1, 1-12.

Estrada Andino, J.D. Production and processing of a functional yogurt fortified with microencapsulated omega-3 and vitamin E. Honduras. 2011. 89f. *Dissertação (Mestrado em Ciências) - Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College*.

Fávaro-Trindade, C. S., Pinho, S. C. de; Rocha, G. A. (2008). Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. *Braz. J. Food Technology (São Paulo)*, 11, 103-112.

Fellows, P. J. *Tecnologia de processamento de alimentos: princípios e práticas*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

Ferreira, C. D., Conceição, E. J. L., Machado, B. A. S., Hermes, V. S., Rios, A. O., Druzian, J. I. & Nunes, I. L. (2016). Physicochemical Characterization and Oxidative Stability of Microencapsulated Crude Palm Oil by Spray Drying. *Food Bioprocess Technology*, 9, 124-136.

Gahruie, H. H., Eskandari, M. H.; Mesbahi, G., & Hanifpour, M. A. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*, 4, 1-8.

Ghorbani, M., Ali, H., Kouhestani, A., & Rasouli, A. (2012). Study of the relationship between cultural intelligence and organizational effectiveness in Esfarayen industrial

complex of Iran. *African Journal of Business Management*, 6, 1491-1498.

Garcia, A. D. B, & Magali, L. (2005). Efeito da concentração de ácido láctico sobre a propriedade de expansão em amidos modificados fotoquimicamente. *Ciênc. agrotec., Lavras*, 29, 629-634.

Han, X., Yang, Z., Jing, X., Yu, P., Zhang, Y., Yi, H., & Zhang, L. (2016). Improvement of the Texture of Yogurt by Use of Exopolysaccharide Producing Lactic Acid Bacteria. *BioMed Research International*, 1, 1-6.

Hashim, I. B., Khalil, A. H., & Afifi, H. S. (2009). Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *Journal of Dairy Science*, 92, 5403-5407.

Hassan, L. K., Haggag, H. F., El-Kalyouli, M. H., El-Aziz, M.A., El-Sayed, M. M, & Sayde, A. F. Physico-chemical properties of yoghurt containing cress seed, mucilage or guar gum. *Annals of Agricultural Science*, 60, 21-28.

Hossain, M. N., Fakruddin, M. & Islam, M. N. (2012) Development of Fruit Dahi (Yoghurt) Fortified with Strawberry, Orange and Grapes Juice. *American Journal of Food Technology*, 7, 562-570.

IOM - INSTITUTE OF MEDICINE. (2011). *Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins*, 2011. Disponível em: <<http://www.iom.nationalacademies.org/Activities/Nutrition/SummaryDRI-Table.aspx>> Acesso em: 05 de maio de 2015.

Judacewski, P. Qualidade de queijo tipo Camembert: culturas primárias e inóculo de micélio microfragmentado. Ponta Grossa: 2015. 83 f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), *Universidade Bahia Estadual de Ponta Grossa*.

Kim, J., J. Ahn, J. S. S., & Kwak, H. S. (2003). Microencapsulated Iron for Drink Yogurt Fortification. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 16, 581-587.

Kornacki J. L., & Johnson J. L. (2001). *Enterobacteriaceae, Coliforms, and Escherichia coli as quality and safety indicators*. In: _____. 4.ed. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Washington DC: American Public Health Association. (p.69-82).

Koushki, M., Nahidi, M. & Cheraghali, F. (2015). Physico-chemical properties, fatty acid profile and nutrition in palm oil. *Journal of Paramedical Sciences (JPS)*, 6, 117-134.

Lima, S. C. G. de, Oliveira, P. D., Lourenço Júnior, J. D. B., Rodrigues, L. de S., Neres, L. S. Efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme. *Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"*, 66, 32-39.

- Madora, E. P., Takalani, T. K. & Mashau, M. E. (2016). Physicochemical, microbiological and sensory properties of low fat yoghurt fortified with carrot powder. *Int. J. Agric & Biol Eng*, 9, 118-124.
- Mantovani, D., Corazza, M. L., Costa S. C. da, & Cardozo Filho, L. (2011). Adição de carotenoides em produto lácteo fermentado e análise de vida de prateleira. *Revista Tecnológica*, 20, 41-45.
- Marques, M. F., Marques, M. M., Xavier, E. R., & Gregóri, E. L. (2012). Fortificação de alimentos: uma alternativa para suprir as necessidades de micronutrientes no mundo contemporâneo. *HU Revista*, 38, 79-85.
- Martins, G.H., Kwiatkowski, A., Bracht, L., Srutkoske, C. L. de Q. & Haminiuk, C. W. I. (2013). Perfil físico-químico, sensorial e reológico de iogurte elaborado com extrato hidrossolúvel de soja e suplementado com inulina. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15, 93-102.
- Mamede, E. de O., Perazzo, K. K., Maciel, L. F., & Carvalho, L. D. de. (2010) Avaliação sensorial e química de café solúvel descafeinado. *Alim. Nutri.*, 21, 311-324.
- Matioli, G., & Rodriguez-Amaya, D.B. (2003). Microencapsulação do licopeno e ciclodextrina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23, 12-18.
- Mba, O. I.; Dumont, M.J.; Ngadi, M. (2015). Palm oil: Processing; characterization and utilization in food industry – A review. *Food Bioscience*, 10, 26-41.
- Medeiros, T. C., Moura, A.S., Araújo, K.B. de & Aquino L.C.L.de. (2011). Elaboração de iogurte de jaca: Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Scientia Plena*, 7, 1-4.
- Medeiros, T.C., Moura, A. S., Araújo, K. B. D., & Aquino, L.C.L. de. (2011). Elaboração de iogurte de jaca: Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial, *Scientia Plena*, 7, 1-4.
- Miguel, P. R., Marmitt, T., Schlabit, C., Hauschild, F. A. D. & Souza, C. F. V. de. (2010). Desenvolvimento e caracterização de “iogurte” de soja sabor morango produzido com extrato de soja desengordurado enriquecido com cálcio. *Alim. Nutr. (Araraquara)*, 21, 57-63.
- Moleta, C.B. (2006). Elaboração de iogurte caseiro e avaliação físico-química em relação ao iogurte industrializado. *Cascavel: FAG/Departamento de Nutrição*. 61 p. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- Molina, C.V. *Beta-caroteno encapsulado em micropartículas lipídicas sólidas: avaliação tecnológica e sensorial da incorporação em iogurte*. Pirassununga: 2014, 95 f. Tese (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

- Morais, F. L. de. *Carotenoides: Características biológicas e químicas*. Brasília: 2006.147 f. Monografia (Qualidade em Alimentos), Universidade Federal de Brasília.
- Mundim, S. A. P. (2008). Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Nassu, R. T., Borba, H., & Verruma-Bernardi, M. R. (2010). Validação de protocolo sensorial para avaliação de carne bovina. *Braz. J. Food Technol*, 6, 152-160.
- NEPA. (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação). Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO. 4.ed. 2011. Online. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4-versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 12 de março de 2015.
- Nunes, I. L., & Mercadante, A. Z. (2007). Encapsulation of lycopene using spray-drying and molecular inclusion processes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50, 893 –900.
- Oliveira, E. N. A.de; Santos, D. da C.; Figueirêdo, R. M. F.de; & Feitosa, R. M. (2014). Development and characterization of yogurts produced with tapioca. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*,5, 110-118.
- Ordóñez-Pereda, J. A. et al. (2005) *Tecnologia de alimentos*. (1-294) Porto Alegre: Artmed.
- Oroian, M., Escriche, I., & Gutt, G. (2011). Rheological, textural, color and physico-chemical properties of some yogurt products from the spanish market. *Journal of Faculty of Food Engineering*, 5, 24-29.
- Polavarapu, S., Oliver, C. M., Ajlouni, S., & Augustin, M. A. (2011). Physicochemical characterization and oxidative stability of fish oil and fish oil–extra virgin olive oil microencapsulated by sugar beet pectin. *Food Chemistry*, 127, 1694-1671.
- Pollard, A., Sherkat, F., Seuret, M.G., & Halmos A.L. (2016). Textural Changes of Natural Cheddar Cheese During the Maturation Process. *Journal of Food Science*, 68, 2011-2016.
- Queiroga, R. C. R. do E., Sousa, Y. F., Silva, M. G. F da, Oliveira, M. E, G, de, Sousa, H. M. H.,Oliveira, C. E. V. (2011). *Rev. Inst. Adolfo Lutz.*, 70, 489-96.
- Reis, R. C., Minim, V. P. R, Dias, B. R. P., Chaves, J. B. P., & Minim, L. A. (2009). Impact of the use of different sweeteners in the acceptability of strawberry light yogurt. *Alim. Nutr.*, Araraquara, 20, p. 53-60.
- Robert, N.F. (2008). *.Dossiê Fortificação: fabricação de iogurtes*. Rio de Janeiro: Redetec SBRT, 1, 1-133.

- Ramos, T.M., Gajo, A.A., Pinto, S.M., Abreu, L.R., & Pinheiro, A.C. (2009). Perfil de Textura de Labneh (iogurte grego). *Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes*, 64, 1-8.
- Rocha, I. S.. (2016) Influência do tempo e temperatura de torração de amêndoas de cacau nas características sensoriais de chocolates. 81 f. Brasília: 147 f. Tese (Ciência dos Alimentos), Universidade Federal da Bahia.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2001). A guide to carotenoid analysis in foods. *International Life Sciences Institute Press*, 1, 1-64.
- Rodriguez-Amaya, D. B., Kimura, M. & Amaya-Farfan, J. (2008). Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. *MMA/SBF*, 1, 1-100.
- Rodriguez-Amaya, D. B. & Kimura, M. (2004). Harvest Plus Handbook for Carotenoid Analysis. *Harvest Plus Technical Monograph*, 2, 1-64.
- Rognlien, M.; Duncan, S.E.; O'keefe, S.F. & Eigel, W.N. (2012). Consumer perception and sensory effect of oxidation in savory-flavored yogurt enriched with n-3 lipids. *Journal of Dairy Science*, 95, 1690–1698.
- Saint-Eve, A., Lévy, C., Martin, N., & Souchon, I. (2006). Influence of proteins on the perception of flavored stirred yogurts. *American Dairy Science Association*, 89, 922-933.
- Sauvant, P., Cansell, M., Abdessattar, H.S. & Atgié, C. (2012). Vitamin A enrichment: caution with encapsulation strategies used for food application. *Food Research International*, 46, 469-479.
- Sengupta, S., Bhowar, J., & Bhattacharyya, D. K. (2013). Development of new kinds of soy yogurt containing functional lipids as superior quality food. *Annals of Biological Research*, 4, 144-151.
- Shahnawaz, Sheikh, & Akbar, (2013). Physicochemical analysis of desi yoghurts produced by the local community in Gilgit District. *African Journal of Food Science*, 7, 183-185.
- Sigh, A., Guizan, N., Al-Alawi, A. Claereboudt, M., & Rahan, S.M. (2013) Instrumental texture profile profile analysis (TPA) of date fruits as function of its physicochemical properties. *Industrial Crop and Products*, 50, 866-873.
- Silva, N., Junqueira, V.C.B., & Silveira, N.F.A. (1997). *Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos*. São Paulo: Varela.
- Silva, B.S.; Resende, S.R.; Souza, A.K.; Silva, M.A.; Plácido. G.R. & Caligari, M. (2014). Sensory, physicochemical and microbiological characteristics of Greek Style yogurt flavored with pequi (*Caryocar Brasiliense*, Cambess). *African Journal of*

Biotechnology, 13 (37), 3795-3804.

Taksima, T., Limpawattana, M., & Klaypradit, W. (2015). Astaxanthin encapsulated in beads using ultrasonic atomizer and application in yogurts as evaluated by consumer sensory profile. *Food Science and Technology*, 62, 431-437.

Tamjidi, F., Nasipour, A., & Shahedi, M. (2012). Physicochemical and sensory properties of yogurt enriched with microencapsulated fish oil. *Food Science and Technology International*, 18, 381-390.

Tanumihardjo, S. A. (2015). Food-Based Approaches for Ensuring Adequate Vitamin A Nutrition. *Harvest Plus Abstract - Comprehensive Reviews in Food Science and Safety*, 7, 373-38.

Teixeira, E. (2009). Análise Sensorial na Indústria de Alimentos. *Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes*, 64,12-21.

Tiburski, J. H., Rosenthal, A., Deliza, R., Godoy, R. L. de O. & Pacheco, S. (2011). Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombim L.*) pulp. *Food Research International*, 44, 2326-2331.

Vasconcelos, C M., Minim, V. P. R., & Chaves, J. B. P. (2012). Yogur bajo en calorías añadido con harina de yacón: desarrollo y evaluación físico-química. *Rev. Chil. Nutr.*, 39, 65-71.

Venturoso, R. C. Almeida, K. E. D.; Rodrigues, A. M.; Damin, M. R. & Oliveira, M. N. de. (2007). .Determinação da composição físico-química de produtos lácteos: estudo exploratório de comparação dos resultados obtidos por metodologia oficial e por ultrasom. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 43, 607-613.

Whiting, S. J., Kohrt, W.M., Warren M.P., Kraenzlin, M.I., & Bonjour, J.P. (2016). Food fortification for bone health in adulthood: a scoping review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 11, 1-7.

World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations (WHO/FAO). **Guidelines on food fortification with micronutrients**. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations (Geneva) Library. 2006.

Xavier, A. A. O., Mercadante, A.Z., Domingos, L.D., & Viotto. W.H. (2012). Development and validation of a spectrophotometric method for determination of lutein colorant added to nonfat yogurt. *Quím. Nova*, 35, 171-176.

Yin, N. G., Abdullhah, S., & Phin, C. G. Physicochemical constituents from leaves of *Elaeis guineensis* and their antioxidant and antimicrobial activities. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5, 110-117.

Zanatta, C. F., & Mercadante, A. Z.(2007). Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry*, 101, 1526-1532.

Zeb, A., & Murkovic, M. (2013). Determination of thermal oxidation and oxidation products of β -carotene in corn oil triacylglycerols. *Food Research International*, 50, 534.

Zhao, Q. G., Wang, J. S., Zhao, M., Jiang, Y. M., & Chun, C. (2006). Effect of Casein Hydrolysates on Yogurt Fermentation and Texture Properties during Storage. *Food Technol. Biotechnol.* 44, 429–434.

4. CONCLUSÃO GERAL

Os resultados apresentados ao longo deste estudo demonstram que é possível empregar azeite de dendê microencapsulado por *spray-drying* para fortificação de iogurtes do tipo batido com carotenoides pró-vitamínicos A, resultando em iogurtes fonte e/ou ricos em vitamina A, e atendendo de 15 a 30% das recomendações de vitamina A para crianças e até para mulheres adultas a depender da quantidade de microcápsulas adicionada.

Os iogurtes fortificados elaborados apresentaram composição centesimal satisfatória, necessitando prioritariamente de ajustes no teor de lipídios (utilização de matriz láctea desnatada), e de carboidratos (adequação de quantidades e proporções de encapsulantes e açúcar).

De modo geral os iogurtes elaborados apresentaram características satisfatórias para cor (especialmente as amostras sabor cajá), acidez, pH, índice de peróxidos, sinérese, e atividade de água. Com boa qualidade higiênico-sanitária o produto obteve, ainda, boa aceitação e intenção de compra quanto a análise sensorial.

Os parâmetros de textura e viscosidade foram heterogêneos e variáveis de acordo com a quantidade de ingredientes adicionada, indicando necessidade de ajustes no processo para padronização.

Por fim, a ampla caracterização dos produtos elaborados, permite destacar o iogurte fortificado com a menor quantidade de azeite microencapsulado, sabor cajá (A1 com sabor), como o de maior potencial para aperfeiçoamento em formulação e/ou processo produtivo, representando uma nova alternativa na fortificação de alimentos, especialmente, como integrante em programas de combate à hipovitaminose A.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
 ESCOLA DE NUTRIÇÃO
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE
 Rua Araújo Pinho, 32, Canela
 40.110-150 Salvador, Bahia, Brasil
 Tel: 71-2637705. Fax: 71-2637703

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____ (*nome do sujeito da pesquisa, nacionalidade, idade, telefone (opcional)*), estou sendo convidado a participar de um estudo denominado **“AZEITE DE DENDÊ MICROENCAPSULADO: UMA ALTERNATIVA PARA FORTIFICAÇÃO DE IOGURTES”**, que tem por objetivo avaliar a aceitabilidade de iogurtes fortificados com azeite de dendê microencapsulado e está sob a responsabilidade da professora orientadora Itaciara Larroza Nunes de número de 881.294.200-82, email: itaciara@ufba.br, e sob a execução da mestranda do curso de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde da Escola de Nutrição da UFBA Elaine Janaína Linhares da Conceição, e com ela poderei manter contato pelo email elainejlc@hotmail.com e telefone (71) 99652-8155.

A minha participação no referido estudo é voluntária e será no sentido de realizar a análise sensorial de iogurtes fortificados com azeite de dendê microencapsulado, fonte rica em carotenoides, ao provar amostras deste novo produto, sob condições ideais, e de formulação, aparentemente, inócua aos indivíduos, e preencher fichas, nas quais serão demonstradas as minhas aceitabilidade e intenção de compra com relação aos produtos. Fui alertado (a) que ao aceitar participar da pesquisa poderei experimentar alimentos que desagradem o meu paladar, porém estarei contribuindo para a conclusão de um trabalho de pós-graduação, além de contribuir para o desenvolvimento de um produto fortificado com carotenoides.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado (a) de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo.

É assegurado acesso direto a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, antes, durante e depois da minha participação. Tendo sido orientado (a) quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

Salvador, de _____ de 2016.

Nome e assinatura do sujeito da pesquisa

Nome(s) e assinatura(s) do(s) pesquisador(es) responsável(responsáveis)

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE B. Ficha de seleção de avaliadores (Adaptado Rocha (2016) e Nassu, Borba, & Verruma-Bernardi (2010).

IDENTIFICAÇÃO DE AVALIADORES



Projeto: “AZEITE DE DENDÊ MICROENCAPSULADO: UMA ALTERNATIVA PARA FORTIFICAÇÃO DE IOGURTES”

**Universidade Federal da Bahia
Escola de Nutrição**

Responsáveis :

Coordenadora da Pesquisa Profª. Dra. Itaciara Larroza Nunes - itaciara@ufba.br
Pesquisadora: Elaine Janaína Linhares da Conceição (CRN5 -4673) – elainejlc@hotmail.com

IDENTIFICAÇÃO DE AVALIADORES

Este questionário tem como objetivo identificar melhor os interessados em participar da pesquisa afim de formar uma equipe de avaliadores, que verificarão a qualidade sensorial de iogurtes fortificados com provitâmnicos A. Você será de fundamental importância e terá a oportunidade de nos ajudar a conhecer melhor estes produtos.

Para ser um avaliador, nos testes de análise sensorial não será exigido de você nenhuma habilidade especial, nem muito do seu tempo e não estará envolvida nenhuma tarefa difícil ou prejudicial. A equipe de avaliadores se reunirá duas vezes por semana, no máximo, por um período de 30 minutos, durante as próximas 3 semanas.

Se tiver alguma dúvida ou necessitar de informações adicionais, por favor, entre em contato conosco: **Elaine Janaína** (71 99652-8155), pesquisadora.

Nome Completo: _____ Sexo: F ____ M ____

Idade: _____ Ocupação/Atividade: _____

Local trabalha/estuda: _____ Telefone: _____

Turno trabalha/estuda: _____

Horário/Dia não disponível para participação: _____

Tem hábito de fumar: SIM ____ NÃO ____ Frequência/Quantidade: _____

Por favor, leia com atenção e responda as questões abaixo:

1-Você conhece algum iogurte fortificado? SIM ____ NÃO ____

2-Você já experimentou algum iogurte fortificado? SIM ____ NÃO ____

3-(Se SIM para 1 e 2) Indique o quanto você gostou/gosta de produtos fortificados: _____

4-Com que frequência você consome iogurtes?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Raramente | <input type="checkbox"/> 2 vezes por mês |
| <input type="checkbox"/> 1 vez por mês | <input type="checkbox"/> a cada 15 dias |
| <input type="checkbox"/> ao menos 1 vez por semana | <input type="checkbox"/> 2 vezes por semana |

() Mais de 2 vezes por semana

() Frequentemente (quantidade: __/tempo: __)

5- Cite alguns alimentos e ingredientes que você desgoste e por isso não os consome.

6- Por favor, cite ao menos quatro alimentos que sejam **gordurosos**.

7- Por favor, cite ao menos quatro alimentos que sejam **ácidos**.

8- Descreva algumas características de sabor que você percebe em iogurtes em geral

9- Descrevam algumas características de textura que você percebe em iogurtes tradicionais e em iogurtes do tipo batido

10- Cite alguns aromas que você percebe em iogurtes.

11- Por favor, especifique os alimentos e ou bebidas que você **não pode** comer ou beber por questões de saúde.

12- No momento você está em dieta ou algum tipo de restrição alimentar por questões de saúde ou outra razão? Em caso positivo, explique por favor.

13- Está em uso de alguma medicação que altere seus sentidos? Especialmente olfato e paladar? Se sim, qual?

14- Indique se você apresenta alguma destas opções:

() Alergia a proteína do leite de vaca

() Intolerância a lactose

() Diabetes

() Hipertensão

() Hipoglicemia

() Doença Bucal

() Aparelho ortodôntico

() Outros

Comentários/Observações: _____

Adaptado de Rocha (2016) e Nassu, Borba, & Verruma-Bernardi (2010).

APÊNDICE C. Ficha utilizada na aceitação do produto (Adaptada: Mamede et al. 2010; Dutcosky, 2013).

Projeto: “Azeite de dendê Microencapsulado: uma alternativa para fortificação de iogurtes”

**Universidade Federal da Bahia
Escola de Nutrição**

Responsáveis :

Coordenadora da Pesquisa Prof^ª. Dra. Itaciara Larroza Nunes - itaciara@ufba.br

Pesquisadora: Elaine Janaína Linhares da Conceição (CRN5 -4673) –

elainejl@hotmail.com

Nome do Avaliador: _____ Data: _____

Sexo: _____ Idade: _____ Escolaridade: _____

TESTE DE ACEITAÇÃO - ESCALA ESTRUTURADA

Instruções:

a. *Avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever quanto você gostou ou desgostou do produto (de 1 a 9).*

- 1 – Desgostei extremamente
- 2- Desgostei muito
- 3- Desgostei regularmente
- 4- Desgostei ligeiramente
- 5- Nem desgostei, nem gostei (Indiferente)
- 6- Gostei ligeiramente
- 7- Gostei regularmente
- 8- Gostei muito
- 9- Gostei Extremamente

Nº da amostra	Valor

Por favor, avalie as amostras de iogurte codificadas da esquerda para a direita e utilize a numeração da escala acima para indicar o quanto você *gostou* ou *desgostou*, relativamente a cada característica citada a seguir:

Nº da amostra	Aparência	Aroma	Consistência	Sabor

Aceitação Global e Comentários:

APÊNDICE D. Ficha utilizada na intenção de compra (Adaptada: Mamede et al. 2010; Dutcosky, 2013).

Projeto: "Azeite de dendê Microencapsulado: uma alternativa para fortificação de iogurtes"

**Universidade Federal da Bahia
Escola de Nutrição**

Responsáveis:

Coordenadora da Pesquisa Prof^ª. Dra. Itaciara Larroza Nunes - itaciara@ufba.br

Pesquisadora: Elaine Janaína Linhares da Conceição (CRN5 -4673) –

elainejlc@hotmail.com

Nome do Avaliador: _____ Data: _____

Sexo: _____ Idade: _____ Escolaridade: _____

INTENÇÃO DE COMPRA

Instruções:

a. *Com base em sua opinião, se os produtos apresentados estivessem à venda, qual seria a opção que mais se relaciona com cada amostra:*

- 1- Eu certamente compraria
- 2- Eu provavelmente compraria
- 3- Tenho dúvida se compraria ou não
- 4- Eu provavelmente não compraria
- 5- Eu certamente não compraria

Nº da amostra	Valor

Justifique:

APÊNDICE E. Sumarização e sistematização dos marcos legais brasileiros sobre fortificação de alimentos e relacionados.

Ano	Legislação	Dispõe	Determina	Revoga	Relaciona	Nutriente	Atributo	Condições do Produto
1998	Portaria n°27	Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais	-	RDC N°12/1978	Lei N°6437/1977 (infrações às legislações sanitárias)	Vitaminas e Minerais	FONTE: <i>SOURCE</i> ALTO TEOR: <i>HIGH; RICO; ALTO TEOR; ALTO CONTEÚDO</i>	Mín. de 15% da IDR de ref. por 100g sólidos; Mín. de 7,5% do IDR por 100ml se líquido Mín. de 30% da IDR por 100ml se líquido
1998	Portaria n°31	Informação Nutricional Complementar (Declaração relacionado ao conteúdo de nutrientes)	-	Nenhum		Vitaminas e Minerais	FONTE ALTO TEOR OU RICO	Alimento Adicionado de Nutrientes desde que 100g do produto, pronto para consumo forneçam no máx. ou mín. 15% da IDR (sólidos) e 7,5% (líquido) ALIMENTOS FORTIFICADOS (enriquecidos, vitaminados, rico), desde que 100ml ou 100g do produto pronto para consumo forneça no mín. 15% da IDR (líquido) ou 30% (sólido).
2003	RDC N°359	Reg. Téc. De Porções de Alimentos	Porção do Iogurte (200ml/g) – 1	Nenhum	Lei N° 6437	Vitaminas e Minerais	-	-

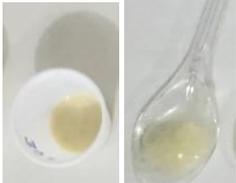
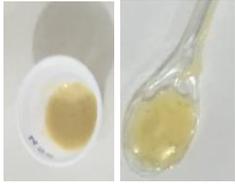
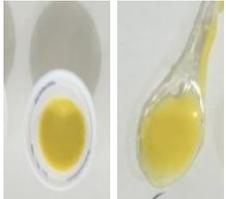
		Embalagens para fins de Rotulagem	vaso					
2003	RDC N°360	Reg. Téc. Sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional	Como apresentar a tabela nutricional	N°40/2001 N°39/2001 N°198/2001 N°207/2003		Vitaminas e Minerais	-	-
2012	RDC N°54	Reg. Téc. Sobre Informação Nutricional Complementar	Definição de porção e prato pronto. A INC deve ser atendida na porção Alimento pronto= INC atendida em 100g.	N° 27/1998	Incorpora ao Mercosul N°01/2012	Vitaminas e Minerais	FONTE: Com... Contém...	Mínimo de 15% da IDR por 100g em pratos preparados conforme o caso ou por porção. Mínimo de 30% da IDR por 100g ou em pratos preparados conforme o caso ou por porção.
							ALTO CONTEÚDO: Alto teor... Rico.....	

APÊNDICE F. Comparativo entre iogurtes elaborados e marcas disponíveis comercialmente quanto à contribuição para o aporte de vitamina A.

Iogurte	Aspecto Visual	Teor de Vitamina A	Classificação Conforme Fortificação	Grupo de Alcance	Tipo de Vitamina Adicionada
“MARCA X” Rico em Zinco e Fonte de Cálcio Vitaminas A e D (Maçã e Banana)		66,47 $\mu\text{g}.100 \text{ g}^{-1}$	Fonte de Vitamina A	Não especificado	Sintética – Palmitato de Retinila
“MARCA Y” Rico em Zinco e Fonte de Cálcio Vitaminas A e D (Morango)		66,47 $\mu\text{g}.100 \text{ g}^{-1}$	Fonte de Vitamina A	Não especificado	Sintética – Palmitato de Retinila
“MARCA Z” Rico em Zinco e Fonte de Cálcio Vitaminas A e D (Morango Sem Lactose)		66,47 $\mu\text{g}.100 \text{ g}^{-1}$	Fonte de Vitamina A	Não especificado	Sintética – Palmitato de Retinila
C1 sem sabor		ND	-	-	-

Cont.

Cont.

C1 com sabor		20,89 $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	-	-	Carotenoides da polpa de cajá
C2 sem sabor		ND	-	-	-
C2 com sabor		33,06 $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	-	-	Carotenoides da polpa de cajá
A1 sem sabor		46,12 $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	- Fonte de Vitamina A	- Crianças de 1 a 3 anos	Carotenoides do azeite de dendê microencapsulado
A1 com sabor		57,89 $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	- Fonte de vitamina A	- Criança de 1-3 anos	Carotenoides do azeite de dendê microencapsulado e polpa de cajá

A2 sem sabor		105,79 $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	<ul style="list-style-type: none"> - Fonte de vitamina A - Rico em vitamina A 	<ul style="list-style-type: none"> - Crianças de 0 meses a 8 anos - Adolescentes de 9-13 anos - Mulheres de 14 a 70 anos - Crianças de 1 a 3 anos 	Carotenoides do azeite de dendê microencapsulado
A2 com sabor		92,18 $\mu\text{g}/100\text{g}$	<ul style="list-style-type: none"> - Fonte de vitamina A - Rico em vitamina A 	<ul style="list-style-type: none"> - Crianças de 0 meses a 8 anos - Adolescentes de 9-13 anos - Crianças de 1 a 3 anos 	Carotenoides do azeite de dendê microencapsulado e polpa de cajá

A1 sem sabor (iogurte fortificado com $\cong 16$ g de azeite de dendê microencapsulado); A1 com sabor (iogurte fortificado com $\cong 16$ g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); A2 sem sabor (iogurte fortificado com $\cong 48$ g de azeite de dendê microencapsulado); A2 com sabor (iogurte fortificado com $\cong 48$ g de azeite de dendê microencapsulado sabor cajá); e) C1 sem sabor (iogurte controle 1 sem fortificação e sem sabor); C1 com sabor (iogurte controle 1 sem fortificação sabor cajá); C2 sem sabor (iogurte controle 2 sem fortificação e sem sabor) e C2 com sabor (iogurte controle 2 sem fortificação sabor cajá).