



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE TECNOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALI-
MENTOS**

NÍVEL MESTRADO

JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA

**DESENVOLVIMENTO DE MOLHO DE MACAÚBA (*Acrocomia* spp.):
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E COMPOSTOS
BIOATIVOS**

JOÃO PESSOA - PB

2020

JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA

DESENVOLVIMENTO DE MOLHO DE MACAÚBA (*Acrocomia* spp.):
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E COMPOSTOS BIOATIVOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Orientadora: Prof^a Dr^a Graciele da Silva Campelo Borges

JOÃO PESSOA – PB

2020

F676d Fonseca, Jeniffer Viviany Dos Santos.

Desenvolvimento de molho de macaúba (*Acrocomia spp.*):
características físico-químicas, sensoriais e compostos
bioativos / Jeniffer Viviany Dos Santos Fonseca. - João
Pessoa, 2020.

77 f. : il.

Orientação: Graciele da Silva Campelo Borges.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Atividade antioxidante.
3. Compostos fenólicos. 4. Estabilidade. 5. Fibras
dietéticas. 6. Reologia. I. Borges, Graciele da Silva
Campelo. II. Título.

UFPB/BC

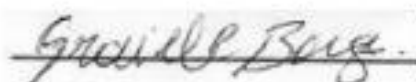
CDU 664(043)

JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA

**DESENVOLVIMENTO DE MOLHO DE MACAÚBA (*Acrocomia* spp.):
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E COMPOSTOS
BIOATIVOS**

Dissertação APROVADA em 07/08/2020

BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Grazielle da Silva Campelo Borges – DTA/CTDR/UFPB
Orientadora



Profª. Dra. Marciane Magnani - DEA/CT/UFPB
Membro Interno



Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles- UATA/CCTA/UFCG
Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me concedido força e coragem para realizar mais um sonho e continuar diante todas as dificuldades no meu caminho.

À minha orientadora, professora Dr^a Graciele da Silva Campelo Borges, por toda a dedicação, paciência, conselhos e incentivo que me deu durante esse período. Obrigada por tudo, serei eternamente grata.

À professora, Dr^a Marciane Magnani, por todo o auxílio no início deste projeto, pela disponibilidade do seu laboratório e por todas as suas contribuições científicas para melhorar a minha pesquisa.

Ao professor, Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles, por ter aceito participar da minha banca examinadora e contribuir para o aprimoramento deste trabalho.

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), pela oportunidade dada para o meu aperfeiçoamento profissional e a todos os seus docentes e funcionários.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da minha bolsa de estudos e pelo apoio a pesquisa.

Aos meus pais, Maria Valcilene e Francisco Luis da Fonseca, por todo o amor, carinho, compreensão e respeito pelas minhas escolhas. Sem vocês eu nada seria.

As minhas irmãs Jeneffe Vivian, Livia Maria e Ana Leiliany, pela força, incentivo e companheirismo. Eu amo vocês!

Aos meus avós, Tica, Tadeu Belo, Dona Nia e João Rosa (*in memoriam*), por todo amor e carinho. Obrigada por sempre torcerem por mim, mesmo sem entender.

À minha amiga desde a graduação, Mychelle Andrade, muito obrigada por sua amizade, por compartilhar comigo todos os momentos de aflição e, sobretudo os de alegria. Serei eternamente grata a Deus por te colocar em minha vida.

Ao grupo de pesquisa, Priscila, Alice, Débora, Flávio, Ricácia, Thaianaly e Thaís. A Aline Macedo por compartilhar seu conhecimento e auxílio durante as análises. Em especial a Jéssica Ferreira, minha companheira de todos os dias no laboratório, obrigada por sua amizade, pelo auxílio nas análises e por compartilhar todas as angústias dentro do laboratório, com certeza, sem a sua ajuda teria sido tudo mais difícil, muito obrigada por tudo.

À Suênia Gabriela, por todos os seus ensinamentos, dedicação e paciência em me ajudar no meu primeiro experimento.

À Seu Gilberto, pela doação dos frutos de macaúba para execução deste trabalho.

A todos os funcionários e aos técnicos do laboratório do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR), que me auxiliaram durante à pesquisa, José Carlos, Aline, Diego, Erivelton, Patrícia e especialmente a Natasha por ter me auxiliado nas análises reológicas.

Aos técnicos do Centro de Tecnologia (CT), Seu Gilvandro da Costa, Seu Claudionor de Oliveira e Genilson Batista De Oliveira, por todo acolhimento nos laboratórios.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho, que embora alguns não citados estarão sempre no meu coração.

Gratidão!

Que tudo que a gente sinta venha acompanhado de um monte de coragem, porque nada adianta o passarinho amar voar se teme os perigos de viver para o céu.

Diego Vinicius

RESUMO

A macaúba (*Acrocomia* spp.) é um fruto importante do Cerrado brasileiro, que apresenta em sua composição nutricional elevado teor de lipídeos, fibras e compostos bioativos, no entanto, é subutilizada para alimentação humana. Em atenção ao interesse da população por uma alimentação mais saudável e equilibrada na busca da prevenção de doenças cardiovasculares, objetivou-se desenvolver um molho com a polpa da macaúba com baixo teor de gordura e rico em fibras e propriedades antioxidantes, estudar sua composição físico-química, microbiológica, sensorial, e propriedades reológicas do molho desenvolvido, também avaliar o efeito dos polissacarídeos na estabilidade ao longo do armazenamento em embalagem de vidro e polipropileno. Foi determinada a composição físico-química da polpa de macaúba (proteínas, lipídeos, fibra dietética, perfil de ácidos graxos por CG-MS, o perfil de compostos fenólicos por HPLC-UV e atividade antioxidante. Os molhos com polpa de macaúba foram elaborados em três formulações: Molho sem adição de gomas (MSG), com goma xantana (MGX) e com goma arábica (MGA), submetidos a dois tipos de embalagens (vidro e plástico) e armazenamento (5°C). A caracterização físico-química e nutricional dos molhos foi realizada, através dos parâmetros de acidez, pH, sólidos solúveis, atividade de água (Aa), cor, proteínas, lipídeos, fibras, carboidratos e valor energético total. Os molhos foram avaliados quanto a sua estabilidade física e oxidativa, caracterização da atividade antioxidante pelos métodos de DPPH, ORAC fração hidrofílica (ORAC-H) e lipofílica (ORAC-L) e propriedades reológicas ao longo de 28 dias de armazenamento. A análise sensorial foi realizada por meio dos métodos de aceitação e preferência. Um total de 26,19% de lipídeos foi encontrado na polpa e o percentual de ácidos graxos insaturados e saturados foi de 81,3 e 17,9%, respectivamente. O perfil de compostos fenólicos da polpa de macaúba apresentou um perfil de fenólicos conjugados composto de flavanóis, ácidos fenólicos, flavonóis e estilbenos. Os compostos fenólicos livres apresentaram a catequina e procianidina B2 como predominantes. Os resultados evidenciaram que o MGX possui estabilidade física (100%) durante o armazenamento em embalagens de polipropileno. O MGA apresentou o menor índice de peróxido em ambas as embalagens. Os molhos caracterizaram-se como fluídos não-newtonianos e apresentaram-se sensorialmente aceitos pelos provadores, tendo o teste de preferência indicação de MGA>MSG>MGX. O uso da polpa de macaúba na elaboração de molhos representa uma alternativa para valorização desses frutos e tem potencial para ser utilizado na indústria de alimentos como matéria-prima para elaboração de molhos com baixo teor de gordura.

Palavras-chave: Atividade antioxidante. Compostos fenólicos. Estabilidade. Fibras dietéticas. Reologia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de macaúba com e sem casca.....14

Figura 2. Fluxograma de processamento dos molhos de macaúba.....28

ARTIGO

Figure 1. Physical stability of the sauces during storage in (A) polypropylene package at 5 °C; (B) glass package at 5 °C; (C) polypropylene package at 50 °C; (D) glass package at 50 °C. * SWG (sauce without gum); SXG (sauce with xanthan gum); SAG (sauce with arabic gum). ** Different lower case letters showed statistic differences ($p < 0.05$) stability (%) sauce during storage in the same storage conditions by Tukey test. Different capital letters showed different stability in the same sauce and package over the storage according to t -test ($p < 0.05$).....70

Figure 2. Peroxide value of the sauces during oxidative stability stored in (A) polypropylene package at 5 °C; (B) glass package at 5 °C. *(SWG) Sauce without Gum; (SXG) Sauce with Xanthan Gum; (SAG) Sauce with Arabic Gum. ** Lower case letters between the same sauce during storage days not differently statistical ($p < 0.05$) according to the Tukey test. Equal capital letters in different packages, have no statistical difference ($p < 0.05$), according to t -test.....71

Figure 3. Curves flow os sauces (A) 5 °C; (B) 25 °C. Curves of apparent viscosity of the sauces (C) 5 °C; (D) 25 °C. * Filled and open symbols refer to upward and downward curves, respectively. *(SWG, ■) Sauce Without Gum; (SXG, ♦) Sauce with Xanthan Gum; (SAG, ▲) Sauce with Arabic Gum. ** Filled and open symbols refer to upward and downward curves, respectively.....72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição Centesimal da polpa de macaúba.....	14
Tabela 2. Composição de ácidos graxos ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) dos óleos da polpa e amêndoa da macaúba.....	15
Tabela 3. Formulação dos molhos com a polpa de macaúba.....	27

ARTIGO

Table 1. Nutritional characterization and bioactive compounds of macauba pulp	68
Table 2. Physical-chemical, nutritional composition, color parameters and scores for sensory evaluation of salad dressing formulations made with macauba pulp.....	69

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 MACAÚBA (<i>Acrocomia</i> spp.)	14
2.2 MOLHOS PARA SALADA	18
2.2.1 Propriedades reológicas de emulsões	20
2.2.2 Utilização das gomas	21
2.2.3 Embalagens para molhos	22
3. METODOLOGIA.....	24
3.1 OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA	24
3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA.....	24
3.3 EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA POLPA DE MACAÚBA.....	25
3.3.1 Extração de compostos fenólicos livres.....	25
3.3.2 Extração de compostos fenólicos conjugados	25
3.4 PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS POR HPLC-DAD DA POLPA DE MACAÚBA.....	26
3.5 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE MACAÚBA.....	26
3.5.1 Determinação da capacidade de absorção dos radicais oxigenados (ORAC)	26
3.5.2 Atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH.....	27
3.6 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA POLPA DE MACAÚBA.....	27
3.7 FORMULAÇÃO DOS MOLHOS DE MACAÚBA	28
3.8 ELABORAÇÃO DOS MOLHOS DE MACAÚBA	29
3.9 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS MOLHOS	30
3.10 PARÂMETROS DE COR DOS MOLHOS.....	30
3.11 ESTABILIDADE FÍSICA E OXIDATIVA DOS MOLHOS.....	31
3.11.1 Estabilidade física dos molhos	31
3.11.2 Determinação do índice de peróxido	31
3.12 ANÁLISES REOLÓGICAS	32
3.13 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	32
3.14 ANÁLISE SENSORIAL	32
3.15 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	332
REFERÊNCIAS	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
APÊNDICES	75
ANEXOS	77

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares (DCVs) são uma das principais causas de mortes no mundo. Em 2017, no Brasil, aproximadamente 383.961 mortes foram resultantes de DCVs e cerca de 30 milhões de brasileiros foram diagnosticados hipertensos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2017).

O consumo de alimentos com alto teor de lipídeos é um importante fator para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e também para obesidade (GUSTAFSON; ZEBALLOS, 2019). Estima-se que 31% das mortes, em 2015, foram provocadas por DCVs destacando-se hipertensão, infarto agudo do miocárdio, miocardiopatias e insuficiência cardíaca como aquelas que mais causam mortalidade (OMS, 2017).

No Brasil, foi aprovada a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 332/2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que limita o uso de gorduras trans industriais em alimentos, com objetivo de eliminar totalmente a gordura parcialmente hidrogenada até o início de 2023 (BRASIL, 2019).

Atualmente, existe um aumento do interesse da população e dos profissionais da saúde por uma alimentação saudável, visando a importância dos alimentos na prevenção de doenças não transmissíveis (MAQSOOD et al., 2020). Paralelamente, a importância das refeições prontas para o mercado de alimentos tem crescido consideravelmente, principalmente pela busca da facilidade dos consumidores no preparo de alimentos (KANZLER et al., 2015).

Essa tendência levou ao surgimento das saladas de vegetais prontas para o consumo e das frutas e hortaliças minimamente processadas, ganhando notoriedade nos países em desenvolvimento ao longo dos últimos anos. Estes alimentos são considerados saudáveis e de baixa caloria, além de apresentarem praticidade de consumo e conveniência para o estilo de vida contemporâneo (MIR et al., 2018). Neste nicho de mercado, os molhos para salada têm recebido uma popularização na indústria de alimentos por possuírem sabor e textura específicos e quando adicionados a saladas contribuirão para a aceitação por este tipo de alimento (MELO et al., 2015).

Considerando a busca do mercado consumidor, as orientações e exigências dos órgãos de saúde pública visando a qualidade de vida e saúde da população, surge a necessidade das indústrias de alimentos atenderem ao mercado com o desenvolvimento de produtos com redução de calorias, a substituição ou remoção de gorduras e carboidratos (GUSTAFSON;

ZEBALLOS, 2019; SYLVETSKY; ROTHER, 2016), sem acarretar perdas nas suas propriedades físico-químicas e sensoriais (HEDAYATI et al., 2020).

Neste contexto, as pesquisas para o desenvolvimento de molhos com apelo nutricional, com reduzido teor de lipídeos e aumento de fibras e de compostos bioativos são interessantes para o desenvolvimento de produtos que atendam mercados específicos, como a população com dislipidemia, aterosclerose, redução calórica, como também, os consumidores que buscam uma alimentação saudável.

A macaúba (*Acrocromia* spp.), é um fruto pertencente a família Arecaceae, com ampla distribuição na América do Sul e Central conhecida também como macaíba, mocajá, bocaiúva e mucujá (MOTA et al., 2011). A polpa e amêndoa da macaúba são ricas em lipídeos, aproximadamente 24% e 47%, respectivamente (LESCANO et al., 2015). O óleo da polpa é composto, predominantemente, por ácidos graxos insaturados (70,3%), enquanto que o óleo da amêndoa é composto, principalmente, por ácidos graxos saturados (69%), contém também em sua composição carotenoides e tocoferóis, representados pelas vitaminas α -, β -, γ - e δ -tocoferol (COIMBRA e JORGE, 2011a; RIO et al., 2016).

Considerando esses aspectos, o presente trabalho teve como objetivos: I) Desenvolver um molho com a polpa de macaúba com baixo teor de gordura e rico em fibras e com propriedades antioxidantes; II) Estudar a composição físico-química, microbiológica, sensorial, e propriedades reológicas do molho desenvolvido; III) Avaliar o efeito dos polissacarídeos (goma xantana e goma arábica) na estabilidade ao longo do armazenamento em embalagem de vidro e polipropileno.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MACAÚBA (*Acrocomia* spp.)

A macaubeira (*Acrocomia* spp.) é uma palmeira nativa das regiões tropicais das Américas (HIANE et al., 2006). No Brasil há diferentes espécies de macaúba que possuem diferenças fisiológicas, morfológicas e de produtividade dos frutos denominados *Acrocomia intumescens*, *Acrocomia aculeata totai* e *Acrocomia aculeata sclerocarpa* (MACHADO et al., 2015).

A *Acrocomia aculeata sclerocarpa* ocorre nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Maranhão, Piauí e Bahia, distribuídas em áreas do Cerrado e florestas semidecíduas. A *A. intumescens* possui distribuição na Mata Atlântica, nas florestas da Caatinga e ao longo do litoral do Nordeste brasileiro, com ocorrências nos Estados do Pernambuco, Alagoas, Ceará, Bahia e Paraíba. Essa espécie cresce em áreas com baixa fertilidade e em áreas caracterizadas por seca prolongada. *Acrocomia aculeata totai* é uma espécie mais escassa, prefere áreas úmidas e várzeas e sua distribuição no Brasil está relatada apenas no Mato Grosso do Sul e Paraná (LIMA et al., 2018).

O Brasil é considerado como o maior fornecedor de áreas potenciais de cultivo da macaúba, contendo as maiores populações de crescimento silvestre da palmacea *A. aculeata*, que é a espécie de macaúba mais estudada (CICONINI et al., 2013; MACHADO et al., 2015; HIANE et al., 2005; LIEB et al., 2019). A macaubeira, por ser uma palmeira originária de fragmentos de vegetação, é encontrada em várias cidades na região Nordeste, sendo suas sementes facilmente espalhadas por espaços abertos (MORO; WESTERKAMP; ARAÚJO, 2014). Na região Nordeste, a espécie de maior ocorrência é a *A. intumescens*, porém informações sobre essa espécie são ainda escassas (NASCIMENTO et al., 2016).

O período de floração e frutificação dos frutos são variáveis, possivelmente pelos fatores climáticos de cada região (LORENZI; NEGRELLE, 2006). Os frutos são conhecidos por diversos nomes comuns, como mocajá, macaíba, macabira, mocajuba, bocaiúva e macaúba (HIANE et al., 2006). A macaúba é um fruto do tipo drupa comestível constituído por epicarpo, mesocarpo fibroso, mucilaginoso e fino, endocarpo e contém uma semente (amêndoa) ligada ao endocarpo (SANJINEZ-ARGANDOÑA; CHUBA, 2011).

Os diâmetros transversais (34,17 mm) e longitudinais (34,68 mm) do fruto o caracterizam como uma forma arredondada (Figura 1) (LESCANO et al., 2015).



Fonte: Própria (2019)

Figura 1. Fruto de macaúba com e sem casca

O peso total do fruto pode chegar até 22 g (LESCANO, et al., 2015), e as partes comestíveis do fruto (polpa e amêndoa) representam 48% do peso total do fruto, cerca de 44% são de polpa e aproximadamente 4% de amêndoa, apresentando um bom rendimento para o aproveitamento agroindustrial (RAMOS et al., 2008). De acordo com sua composição centesimal, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição Centesimal da polpa de macaúba

Parâmetros	%
Umidade	48,76
Proteínas	5,31
Lipídeos	23,62
Cinzas	1,50
Fibras totais	13,89
Carboidratos	6,92
Valor energético (Kcal)	261,5

Fonte: Adaptado de Lescano et al. (2015)

Porém, podem ocorrer variações do seu conteúdo devido as condições climáticas, período de coleta, ponto de maturação do fruto, tipo de solo e outras condições que podem afetar a sua composição (LESCANO et al., 2015).

Na Tabela 2 pode-se observar a composição dos ácidos graxos da polpa e da amêndoa da macaúba.

Tabela 2. Composição de ácidos graxos dos óleos da polpa e amêndoa da macaúba

Ácidos graxos (%)	Polpa	Amêndoa
Acido butanoico (C4:0)	-	0,91
Ácido caproico (C6:0)	0,22	0,27
Ácido caprílico (C8:0)	0,11	3,67
Ácido caprico (C10:0)	Tr	2,79
Ácido láurico (C12:0)	0,39	32,58
Ácido mirístico (C14:0)	0,38	9,21
Ácido palmítico (C16:0)	24,60	8,25
Ácido esteárico (C18:0)	1,08	2,24
Acido eicosanoico (C20:0)	-	-
Ácido decosanoico (C22:0)	-	-
Acido lignocérico (C24:0)	0,32	-
Acido palmitoleico (C16:1)	4,27	-
Acido heptadecanoico (C17:1)	-	-
Acido oleico (C18:1)	52,57	36,27
Acido linoleico (C18:2)	13,80	3,82
Acido α -linolênico (C18:3)	2,26	-

Fonte: Adaptado de Coimbra e Jorge (2011a).

O óleo da polpa de macaúba pode ser classificado como monoinsaturado por conter mais de 50% desses ácidos graxos em sua composição, mas também são encontrados polinsaturados. Os principais encontrados são o ácido oleico ($52,57 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), ácido palmítico ($24,60 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), linoleico ($13,80 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) e linolênico ($2,26 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). Já na fração lipídica (49,2%) extraída da amêndoa da macaúba foram encontrados o ácido graxo polinsaturado como o oléico ($36,27 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) e os saturados como o láurico ($32,58 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) e mirístico ($9,21 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). O óleo da polpa de macaúba pode ser comparado com o azeite de oliva ($59,90 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) (MELLO; PINHEIRO, 2011), por possuir composição bastante semelhante, com elevado teor de ácido oleico ($52,57 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) (COIMBRA; JORGE, 2011a).

A polpa de macaúba possui compostos bioativos em sua composição, como tocoferóis (COIMBRA; JORGE, 2011b), carotenoides (RAMOS et al., 2008), fitoesteróis (TRENTINI et al., 2015) e flavonoides (TRENTINI et al., 2017). Ramos e colaboradores (2008) analisaram os carotenoides da macaúba e o teor de β -caroteno foi de $49,0 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ correspondeu a 80% dos carotenoides totais. Ainda, γ -caroteno, trans β -caroteno, cis- β -caroteno, α -criptoxantina, cis-licopeno e zeaxantina foram encontrados em pequenas concentrações. O óleo da polpa de macaúba contém níveis de carotenoides de até $378 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ de lipídeos totais expressos como β -caroteno (NUNES et al., 2018).

Diversas possibilidades de aproveitamento da macaúba vem despertando o interesse socioeconômico pela produção de óleos vegetais (MOTA et al., 2011). A polpa e a amêndoa são consumidas de forma *in natura* ou na preparação de produtos regionais, tais como bolos, doce, sorvete, paçoca e cocada (RAMOS et al., 2008). Tradicionalmente o óleo extraído da macaúba não é utilizado como alimento, apesar de apresentar um perfil de ácidos graxos semelhante ao azeite e possuir carotenoides, tocoferóis e compostos bioativos na sua composição (NAVARRO-DÍAZ et al., 2014). Porém, são ainda utilizados como uma alternativa para o cenário energético (REZZADORI et al., 2015), sendo utilizado, também, na indústria de cosméticos, lubrificantes e resinas (SANJINEZ-ARGANDOÑA; CHUBA, 2011) apresentando, ainda, benefícios ambientais, como recuperação de áreas degradadas (MOTA et al., 2011).

Há um interesse por esta espécie de palmeira como matéria prima para o biodiesel, devido ao seu alto rendimento de frutos (62 Kg por planta), e pelo alto teor de óleo na polpa (23,62%) e na amêndoa dos frutos (49,2%) (BORA; ROCHA, 2004; EVARISTO et al., 2016). A produtividade do óleo obtido a partir da macaubeira é de 1500 a 5000 Kg de óleo

por hectare, valores de produtividade inferiores apenas ao óleo de palma que é responsável por aproximadamente 30% de todo óleo vegetal produzido no mundo (NAVARRO-DIAZ et al., 2014; MOTA et al., 2014).

Com a obtenção dos óleos, vários resíduos são gerados como a casca, torta da polpa, endocarpo e a torta da amêndoa, sendo esses resíduos utilizados como fontes para diferentes biocombustíveis (EVARISTO et al., 2016), também utilizados para a nutrição animal por não possuir em sua composição compostos tóxicos e antinutricionais (CICONINI et al., 2013).

Outras formas de utilização da palmeira também foram registradas como a utilização do fruto como fonte de alimentos para animais em sistemas agrossilvopastoris, estirpe para obtenção do palmito, extração de fibras para fabricação de linha de pesca e redes, e fonte de madeiras para produção de mourões e estacas (MENDES FILHO et al., 2013). No Brasil, há ainda a utilização do óleo da macaúba para fabricação de sabão e revestimento para produção de cerâmicas (CICONINI et al., 2013).

Apesar do uso da macaúba nas indústrias de cosméticos, alimentos e na produção de biocombustível, sua exploração ainda advém de ocorrência natural. Para que se torne possível sua utilização para fins comerciais e em larga escala, é necessário campos de produção da palmeira de forma que se possa obter frutos em quantidade, qualidade e consistência suprimindo as exigências do mercado para o seu uso a longo prazo (EVARISTO et al., 2017).

2.2 MOLHOS PARA SALADA

A legislação brasileira define molhos como produtos em forma líquida, pastosa, emulsão ou suspensão à base de especiaria(s) e ou tempero(s) e ou outro(s) ingrediente(s), fermentados ou não, utilizados para preparar e ou agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas (BRASIL, 2005).

Os molhos para salada são geralmente emulsões de óleo em água (O/A) ácidas, formadas com diversos ingredientes em diferentes condições de processamento, consequentemente com características físicas, químicas, funcionais e sensoriais distintas (HU et al., 2017). A estabilidade da emulsão está relacionada a prevenção da floculação, desnatação de gotículas e coalescência, sendo uma propriedade do produto de extrema importância para o processamento, armazenamento e transporte (DAPUETO et al., 2019).

Os molhos contêm em sua composição alto teor de lipídeos, o que se tornou uma preocupação nutricional para os consumidores. O teor varia com o tipo de molho, por exemplo a maionese que é considerada o molho de maior consumo possui entre 65 a 80%, enquanto molhos para salada apresentam de 30 a 60% (MIRZANAJAFI-ZANJANI; YOUSEFI; EHSANI, 2019).

Geralmente, a estabilidade dos molhos não representa um problema pois que possuem alto teor de gordura, porque as gotículas compactadas firmemente não podem se mover (SAREMNEJAD; MOHEBBI; KOOCHKEKI, 2020). Entretanto, quando o teor lipídico é reduzido, polissacarídeos podem ser incorporados para estabilizar as gotículas de óleo compensando a perda das propriedades espessantes provenientes da redução do óleo (MANTZOURIDOU; SPANOU; KIOSSEOGLOU, 2012).

De forma geral, a formulação de molhos inclui três ingredientes principais: a água ou leite, óleo e amido. Entre os principais ingredientes, o amido representa um papel fundamental nas propriedades reológicas, de texturas e estabilidade dos molhos (ROMÁN; REGUILÓN; GOMEZ, 2018). As indústrias utilizam diferentes emulsificantes, como a gema de ovo, proteínas do leite e polissacarídeos como a goma arábica, xantana, guar, goma de alfarroba, alginato e pectina (FONSECA et al., 2009). As gomas, também, têm a capacidade de aumentar a viscosidade, dependendo do seu peso molecular, grau de ramificação, conformação e flexibilidade (MA et al., 2013).

Bai et al. (2017) estudaram emulsões óleo em água caracterizando as propriedades de três emulsificantes (goma arábica, pectina de beterraba e goma de fibra de milho) preparados por microfluidização, concluindo que as emulsões com goma arábica e pectina de beterraba apresentaram estabilidade à agregação de gotículas e a separação gravitacional devido a alta viscosidade e ao pequeno tamanho das partículas.

Fibras alimentares que são principalmente os polissacarídeos não amiláceos e não hidrolisados pelas enzimas do trato digestivo humano (ZHANG et al., 2019) também podem ser adicionadas em produtos alimentícios como substituto de gordura, açúcar ou farinha, utilizadas para melhorar a estabilidade de emulsões ou a estabilidade oxidativa e como intensificadores da retenção.

A adição da fibra da polpa de laranja em molho para salada resultou na estabilização completa da emulsão contra a formação de *creaming* e ainda aumentou os parâmetros

reológicos da emulsão durante o armazenamento (CHATSISVILI; AMVROSIADIS; KIOSSEOGLOU, 2012).

2.2.1 Propriedades reológicas de emulsões

Reologia é a ciência que estuda o fluxo de um material e suas deformações quando submetidas ao estresse. As propriedades reológicas são importantes em alimentos para o seu controle de qualidade, estimativa do prazo de validade, transporte e avaliação sensorial. Além disso, os parâmetros reológicos fornecem a classificação dos fluidos, que podem ser considerados Newtonianos ou não Newtonianos (LI et al., 2020)

Um fluido Newtoniano é considerado como um fluido com viscosidade ideal, onde a tensão de cisalhamento é proporcional à taxa de cisalhamento. Fluido não Newtoniano são aqueles onde a viscosidade do fluido muda com a variação da taxa de cisalhamento, classificados, ainda, por ser dependente do tempo (reopéticos e tixotrópicos) ou independentes do tempo (dilatantes e pseudoplásticos) (SCHNEIDER; GERBER, 2020).

Souza et al. (2014) elaboraram molho com polpa de pequi e verificaram que o molho preservou sua estabilidade durante 240 dias de armazenamento e apresentou aceitação sensorial global de 40%. Bortnowska et al. (2014) elaboraram molho para salada utilizando gema de ovo seca, caseinato de sódio e amido de batata e concluíram que a adição de 5% do amido de batata foi suficiente para estabilizar o molho em relação a capacidade de retenção de gordura e a formação de *creaming*.

Saremnejad, Mohebbi e Koocheki, (2020) desenvolveram espumas não aquosas com óleo de girassol aerado com mono e diglicerídeos, para substituir a gordura de alimentos a base de emulsão. Os autores observaram que a substituição de até 80% da gordura em maionese foi possível sem comprometer as suas características de qualidade. Os parâmetros reológicos de cor e a estabilidade foram satisfatórios quando comparados com maioneses comerciais.

Mandala, Savvas e Kostaroupoulos (2004) estudaram a adição de goma xantana e goma de alfarroba em molhos brancos. Os autores observaram que todas as amostras apresentaram uma redução drástica da viscosidade com o aumento da taxa de deformação, comportamento de fluidos pseudoplásticos.

Krystyjan et al. (2012) estudaram a combinação de goma xantana e amido de batata em molhos de caramelo e verificaram que todos os molhos elaborados eram fluídos não-newtonianos, concluindo que os molhos estavam fluidos e poderiam facilmente ser derramados sobre os produtos alimentícios.

2.2.2 Utilização das gomas

Gomas é um termo comum para moléculas de alto peso molecular que apresentam características hidrofílicas ou hidrofóbicas, onde usualmente, possui propriedades coloidais com capacidade de produzir géis. As gomas são geralmente derivadas de plantas (goma arábica, goma guar, celulose e carragenina) e microrganismos (goma xantana e goma gelana) (QI et al., 2020).

As gomas possuem diversas propriedades e por isso tornam-se a escolha para as formulações alimentícias como molhos, ketchups, maionese, molhos para salada e bebidas. As propriedades essenciais na indústria de alimentos são emulsificação e estabilização de fases imiscíveis, espessamento e modificação das propriedades reológicas dos alimentos (HAMDANI; WANI; BHAT, 2019).

A goma xantana é um heteropolissacarídeo extracelular produzido por bactérias gram-negativas do gênero *Xanthomonas*, durante a fermentação aeróbica (HABIBI; KHOSRAVI-DARANI, 2017). A goma xantana constitui-se de uma espinha dorsal linear da glicose β -D-(1, 4), uma cadeia lateral de trissacarídeo ramificado com duas manoses da β -D-(1,2), uma cadeia lateral de ácido D-glicurônico β -(1,2), ácido pirúvico ligado ao acetal e grupos D-acetil (NEJADMANSOURI et al., 2020).

A cadeia de polímero rígida da goma xantana pode existir como uma hélice única, dupla ou tripla que se relaciona com outra molécula para formar uma rede complexa e fracamente ligada na solução. Esta estrutura proporciona a goma suas características reológicas incomuns em soluções, como, alta viscosidade de baixo cisalhamento e forte caráter de desbaste de cisalhamento. Com isso a goma xantana é considerada como um estabilizador de emulsão, aumentando a estabilidade das gotas contra a floculação e a formação de creme (BOUYER et al., 2013).

Nos últimos anos, a produção e demanda da goma xantana aumentou progressivamente em uma taxa de 5 a 10% (HABIBI; KHOSRAVI-DARANI, 2017). Devido

a sua capacidade de estabilizar molhos, por conter em sua composição uma rede de macromoléculas ocupando um maior volume da emulsão, podendo conectar as gotículas do molho (MANDALA; SAVVAS; KOSTAROULOS, 2004).

Outra goma amplamente utilizada em alimentos é a goma arábica uma resina exsudada da *Acacia senegal*, um polissacarídeo com alto peso molecular que se constitui de heteropolímeros de arabinogalactano ramificado. Na sua estrutura contém cerca de 2% de material proteico fortemente ligado aos polissacarídeos e a fração que contém proteína se adsorve fortemente na interface óleo/água (CHIVERO et al., 2016). A goma arábica é considerada como um dos polissacarídeos anfifílicos mais utilizados pela indústria de alimentos, por não ser sensível as variações de pH, altas forças iônicas e a elevadas temperaturas devido a formação de camadas estabilizadoras espessas em torno das gotículas de óleo (BAI et al., 2017).

Niu et al. (2016) estudaram a estabilidade, característica da microestrutura e propriedades reológicas de emulsões alimentícias com diferentes proporções de goma arábica e ovoalbumina. Com isso, concluíram que a influência da goma arábica, proporciona melhor estabilidade a longo prazo, possivelmente pela imobilização das gotículas de emulsão em uma rede estabilizada pelo efeito repulsivo das cargas eletrostáticas disponíveis nas moléculas.

2.2.3 Embalagens para molhos

Os materiais para fabricação das embalagens de alimentos são elaborados, geralmente, a partir de polímeros à base de petróleo, largamente utilizados devido a sua abundante disponibilidade, custo relativamente baixo e bom desempenho mecânico (VALERINI et al., 2018).

Diversas propriedades, como barreira de vapor de água, luz, gás, sabor, flexibilidade ou rigidez, são importantes na produção das embalagens de alimentos. Essas propriedades dificilmente são encontradas em um único material específico. Um polímero pode possuir resistência mecânica, no entanto apresentar transparência e permeabilidade (FÁVARO et al., 2013). Com isso, é importante a avaliação dos atributos dos produtos alimentícios que são conhecidos por influenciar a qualidade dos alimentos (KALPANA et al., 2019).

O vidro é um dos materiais mais utilizados em embalagens, apresentando características como barreira contra gases e aromas, inerte e totalmente reciclável. No entanto,

pode apresentar alguns problemas como vedação, comprometendo a hermeticidade da embalagem, alto custo e fragilidade no transporte e armazenamento. Por outro lado, as embalagens plásticas podem apresentar, ou não, a permeabilidade a gases, conforme a espessura e o tipo de polímero que compõe a embalagem. Características como baixo peso, menor custo de produção, menor gasto de energia para produção e facilidade de transporte são algumas das desvantagens deste tipo de embalagem (SOUSA et al., 2012).

Marengo et al. (2017) estudaram molhos de tomate comercializados em diferentes materiais de embalagens, sendo eles o plástico, vidro e lata. Os resultados apresentaram que as amostras armazenadas em vidro geralmente contém um maior teor de magnésio, potássio, escândio, zinco, α e β -caroteno, e as vitaminas (tiamina e ácido fólico) estão presentes em maior conteúdo em amostras armazenadas em vidro.

Baiano et al. (2005) elaboraram molhos de tomate tratados termicamente (75 °C/15 min) e armazenaram em diferentes tipos de embalagens: vidro, tereftalato de polietileno (PET), PET + AMOSORB (que é considerado um sequestrante de oxigênio utilizado em embalagens PET) e polipropileno (PP). Os resultados demonstraram uma taxa de transmissão em ordem crescente PP>PET>PET+ AMOSORB, enquanto que o vidro apresentou barreira total ao oxigênio. Observou-se um aumento do teor de peróxido em todas as embalagens e que a degradação do teor de licopeno foi mais rápida nas embalagens de PET e PP.

3. METODOLOGIA

3.1 OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Os frutos de macaúba (*Acrocomia* spp.) foram colhidos na zona rural do município do Conde - PB durante o mês de maio de 2019, no estágio de maturação comercial e removidos manualmente de forma aleatória das palmeiras. Em seguida foram transportados para o laboratório de Processamento de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa-PB (Brasil). Aproximadamente 5 Kg de frutos foram lavados em água corrente e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (NaClO) de 100 ppm por 10 minutos, posteriormente, despolpados de forma manual até a remoção completa da polpa com auxílio de faca inox, seguido de homogeneização em liquidificador doméstico (550w, ARNO, Brasil) e armazenadas sob congelamento ($-16\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) até o momento da elaboração dos molhos e análises físico-química.

3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA

A determinação de proteínas (método 920.87) foi realizada pelo método de Kjeldahl, calculada pelo teor de nitrogênio total utilizando um fator de conversão de 6,25. As cinzas foram determinadas pelo método gravimétrico (método 940.26) e as frações, solúvel e insolúvel das fibras, foram quantificadas pelo método enzimático-gravimétrico (método 985.29) utilizando um kit de ensaio para fibra total dietética (Sigma TDF-100A), de acordo com as metodologias recomendadas pela Association of Official Analytical Chemicals (AOAC, 2016). Os lipídeos totais foram determinados pela metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959).

3.3 EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA POLPA DE MACAÚBA

3.3.1 Extração de compostos fenólicos livres

Para a extração dos compostos fenólicos livres utilizou-se 5 g de polpa de macaúba e adicionou-se 10 mL de solução de acetona/água/ácido acético (70: 29,5: 0,5), seguido de homogeneização em vortex por 2 min. Após a homogeneização, a mistura foi submetida a sonicação em banho ultrassônico (UNIQUE, modelo USC-1800, Brasil) a 40 KHz durante 30 min a 25 °C. A amostra foi centrifugada (SOLAB, modelo SL-701, Brasil) a 5000 rpm por 15 min e o sobrenadante recolhido e armazenado em tubo falcon. O decantado da centrifugação foi submetido a uma nova extração seguindo o procedimento descrito acima. Após os sobrenadantes foram misturados e filtrados em uma membrana de 0,45 µm (PTFE) para posteriormente a análise dos compostos (JACOBO-VELÁZQUEZ; HERNÁNDEZ-BRENES, 2012).

3.3.2 Extração de compostos fenólicos conjugados

O decantado proveniente da extração dos compostos fenólicos livres, foi utilizado para a extração dos compostos fenólicos conjugados com adição de 10 mL de metanol e acidificado com HCl (1 M) em que o pH foi reduzido a pH 2, foi então incubada a 120 rpm e 75 °C em incubadora Shaker (SOLAB, modelo SL-223, Brasil) por 30 min. Em seguida, a mistura foi submetida a extração por partição com éter etílico e as camadas foram separadas por centrifugação a 5000 rpm por 15 min. Este procedimento foi repetido por mais duas vezes com o resíduo para garantir a extração completa dos compostos fenólicos conjugados. Os solventes foram então evaporados por meio de um evaporador rotativo (Fisatom 802, São Paulo, Brasil) e o extrato seco reconstituído com 1 mL de metanol e filtrado com um filtro de 0,45 µm (PTFE) (ROSS; BETA; ARNTFIELD, 2009).

3.4 PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS POR HPLC-DAD DA POLPA DE MACAÚBA

Os compostos fenólicos foram identificados e quantificados em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu Corporation, Japão). A coluna utilizada foi uma Zorbax Eclipse Plus RP-C18 ($100 \times 4,6$ mm, $3,5 \mu\text{m}$) e uma pré-coluna Zorbax C18 ($12,6 \times 4,6$ mm, $5 \mu\text{m}$). A temperatura do forno foi ajustada para 35°C e o volume de injeção para $20 \mu\text{L}$ da amostra. As fases móveis foram água acidificada (pH 2,0) com ácido fosfórico $0,1 \text{ mM L}^{-1}$ (fase A) e metanol acidificado com ácido fosfórico a 0,5% (fase B), a taxa de vazão utilizada foi de $0,8 \text{ mL min}^{-1}$. A detecção dos compostos fenólicos foram realizadas a 220 nm, 280 nm, 320 nm e 360 nm, e a identificação foi realizada através da comparação com padrões externos (PADILHA et al., 2017). Os dados foram processados utilizando o software OpenLAB CDS ChemStation Edition™ (Agilent Technologies).

3.5 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE MACAÚBA

3.5.1 Determinação da capacidade de absorção dos radicais oxigenados (ORAC)

A capacidade antioxidante hidrofílica (H-ORAC) e lipofílica (L-ORAC) da polpa de macaúba foram determinadas pelo método de ORAC.

Para a extração dos compostos lipofílicos utilizou-se a metodologia de Jacobo-Velázquez e Hernández-Brenes (2012), com adaptações, onde 1 g de amostra com 5 mL de hexano foram homogeneizadas em vortex por 2 min, em seguida acondicionadas em banho ultrassônico a 40 KHz durante 30 min a 25°C , posteriormente centrifugados a 5000 rpm por 15 min a 4°C . O sobrenadante foi coletado e o procedimento repetido duas vezes para garantir a extração completa dos compostos lipofílicos. O solvente foi evaporado em um evaporador rotativo e o extrato seco ressuspendido com 2 mL de metanol.

A metodologia da avaliação da atividade antioxidante da fração lipofílica foi proposta por Prior et al. (2003) e Wu et al. (2004). Alíquotas da amostra diluída em ciclodextrina metilada randomizada a 7% foram distribuídas em uma microplaca contendo 96 poços com adição de fluoresceína diluída ($61,2 \text{ nM}$) em cada poço, incubados a 37°C por 30 min e então analisadas em um leitor de microplacas (Fluorstar Omega, BMG LABTEC) que adiciona

automaticamente o radical AAPH [2,2'-Azobis (2- methylpropionamidine) dihydrochloride (19 mM).

Para a determinação da atividade antioxidante da fração hidrofílica os compostos hidrofílicos foram extraídos de acordo com a metodologia descrito no item 3.3.1, utilizando o resíduo resultante da extração dos compostos lipofílicos. A metodologia utilizada foi descrita por Dávalos, Gómez-Cordovés e Bartolomé, (2004), com algumas modificações. Alíquotas da amostra são distribuídas em uma microplaca contendo 96 poços com adição de fluoresceína diluída (61,2 nM), incubados a 37 °C por 30 min, posteriormente adicionados automaticamente o radical AAPH.

Os resultados foram expressos em μmol de equivalente Trolox por 100 g de amostra ($\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ de amostra).

3.5.2 Atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH

A metodologia de Brand-Williams et al. (1995) foi utilizada para a quantificação da atividade antioxidante. Uma solução de DPPH concentração com metanol 80% com absorvância aproximada de 0,600 a 554 nm utilizando um leitor de microplacas (Fluorstar Omega, BMG LABTEC). Aliquotas de 20 μL da amostra foram distribuídas em microplacas com adição de 180 μL da solução de DPPH para iniciar a reação. Posteriormente, a redução do radical foi verificada a cada 60 s, por um período de 30 min. Os resultados foram expressos em μmol de equivalente Trolox por 100 g de amostra ($\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$).

3.6 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA POLPA DE MACAÚBA

Para a determinação do perfil dos ácidos graxos foi realizada uma esterificação metílica na fração lipídica seguindo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973).

A quantificação e identificação dos ácidos graxos foram realizadas utilizando um cromatógrafo gasoso (Varian 430 - GC, California, EUA), acoplado a um detector de ionização de chama (DIC), equipado com coluna capilar de sílica fundida (SPTM – 2560, SUPELCO, Bellefonte, EUA) (100 m x 0,25 mm e 0,20 μm), utilizando o hélio como gás de arraste na vazão de 1 mL min^{-1} . A temperatura do forno foi de 40 °C min^{-1} com aumento de 10 °C min^{-1} até atingir a temperatura de 180 °C por 30 minutos, aumentando-se 10 °C min^{-1}

até atingir 240 °C permanecendo por mais 10 min com um tempo total de corrida de 62 min. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões Supelco ME19 - Kit (Fatty Acid Methyl Esters C6 - C24).

3.7 FORMULAÇÃO DOS MOLHOS DE MACAÚBA

Foram elaborados três molhos com a polpa de macaúba: um molho sem adição de goma (MSG) e para os demais foram utilizados a goma xantana (MGX) e goma arábica (MGA), conforme descrito na Tabela 3, seguindo como referência os ingredientes utilizados por Gomes et al. (2008). Os teores de goma xantana e goma arábica foram definidos de acordo com a legislação brasileira vigente (BRASIL, 2007).

Tabela 3.Formulação dos molhos com a polpa de macaúba

Ingredientes (%)	MSG	MGX	MGA
Polpa de macaúba	22,7	22,7	22,7
Água mineral	68,1	68,0	68,0
Açúcar	3,6	3,6	3,6
Vinagre	3,6	3,6	3,6
Sal	0,5	0,5	0,5
Ácido cítrico	0,5	0,5	0,5
Alho em pó	0,4	0,4	0,4
Glutamato de sódio	0,5	0,6	0,6
Sorbato de potássio	0,1	0,1	0,1
Goma xantana	-	0,1	-
Goma arábica	-	-	0,1

MSG – Molho sem goma; MGX – Molho com goma xantana; MGA - Molho com gomaarábica

3.8 ELABORAÇÃO DOS MOLHOS DE MACAÚBA

Na Figura 1, observa-se o fluxograma de elaboração dos molhos definidos após testes pilotos. Inicialmente, a polpa de macaúba foi homogeneizada com água mineral por 5 min, e posteriormente, peneirada para remoção das partículas fibrosas. Em seguida foram adicionados os demais ingredientes e homogeneizados durante 3 min em liquidificador (3500 rpm), seguido de armazenamento em embalagem de vidro e polipropileno sob refrigeração (5 ± 2 °C) até a realização das análises.

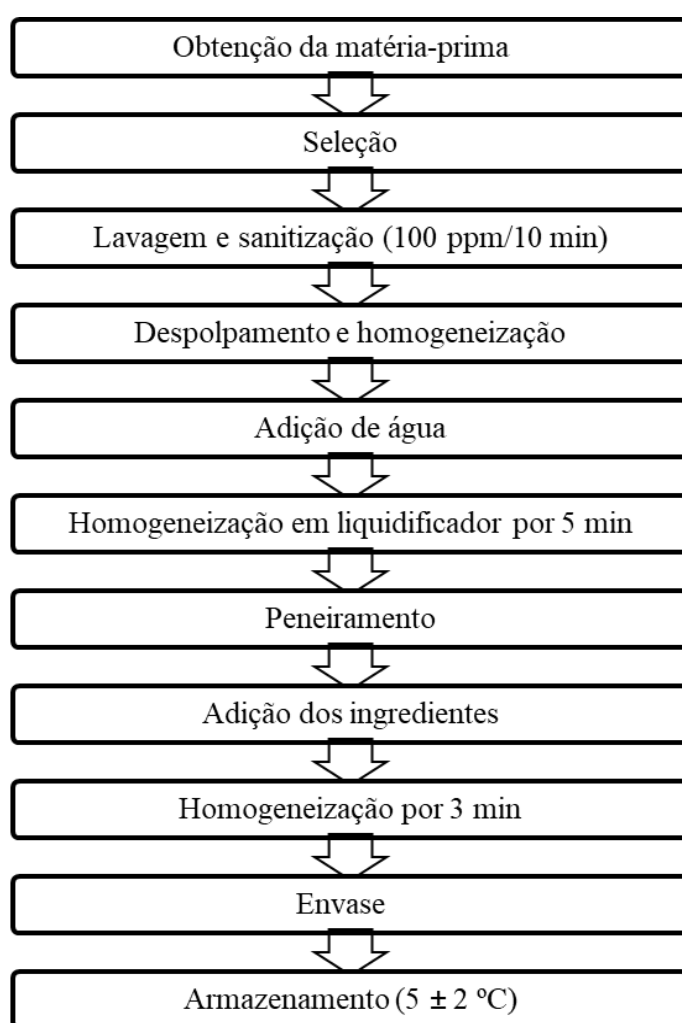


Figura 2. Fluxograma de obtenção dos frutos e processamento dos molhos de macaúba.

3.9 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS MOLHOS

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) foi utilizada para a obtenção da quantidade de proteínas, lipídeos, carboidratos e fibras de cada ingrediente utilizado nos molhos. O valor energético total dos molhos foi calculado pela multiplicação dos fatores de conversão de proteínas e carboidratos por 4 Kcal g⁻¹ e lipídeos por 9 Kcal g⁻¹ (BRASIL, 2005).

O pH dos molhos foi determinado utilizando um pHmetro digital (PHS3BW, Bel engineering). A acidez titulável (AT) foi avaliada pela titulação das amostras com NaOH (0,1M) e os resultados expressos em % de ácido cítrico (método 942.15). Os teores de sólidos solúveis totais foram determinados nos molhos utilizando um refratômetro (RT-90 ATC, Instrutherm) e os resultados expressos em °Brix (método 932.14). A Aa foi determinada em equipamento aquaLab (Dew Point, 4TEV, Estados Unidos), a temperatura de 25 °C.

Os carotenóides totais foram determinados pelo método espectofotométrico, com agitação da amostra com carbonato de sódio e acetona 80% e leituras a um comprimento de onda de 470 nm, 663 nm e 646 nm, os resultados foram expressos em µg de carotenoides totais 100 mg⁻¹ de amostra (LICHTENTHALER, 1987).

3.10 PARÂMETROS DE COR DOS MOLHOS

A cor foi analisada através de colorímetro (CR-400, Konica Minolta) operando em sistema CIE (L*, a*, b*), sendo L* a luminosidade, a* a intensidade da cor vermelha/verde e b* a intensidade da cor amarela/azul (MCGUIRE, 1992). Para os parâmetros cromático (C*), Hue e ΔE foram utilizadas as equações (1), (2) e (3):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (1)$$

$$^{\circ}\text{Hue} = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta E = [(L_1 - L_0)^2 + (a^*_1 - a^*_0)^2 + (b^*_1 - b^*_0)^2]^{1/2} \quad (3)$$

onde L₀, a*₀ e b*₀ representam a leitura dos molhos sem goma e L₁, a*₁ e b*₁ a leitura dos molhos com adição de gomas.

3.11 ESTABILIDADE FÍSICA E OXIDATIVA DOS MOLHOS

Para avaliação da estabilidade os molhos foram armazenados em dois tipos de embalagens: vidro transparente e polipropileno incolor. As análises de estabilidade física da emulsão e índice de peróxido, foram realizadas nos tempos correspondentes a 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado.

3.11.1 Estabilidade física dos molhos

Alíquotas de 5 g dos molhos embalados em vidro e polipropileno foram pesadas em tubos falcon (15 mL) e armazenados durante 48 h em temperaturas de 5 e 50 °C, posteriormente foram centrifugados a 3000 rpm por 10 min. A fase oleosa separada foi coletada e a estabilidade medida usando a seguinte equação:

$$(\%) = (F_0 - F_1 / F_0) \times 100 \quad (4)$$

Onde F_0 é a fase inicial dos molhos e F_1 é a fase oleosa separada (BAJAJ; NARPINDER SINGH; KAUR, 2019).

3.11.2 Determinação do índice de peróxido

Alíquotas de 0,5 g de amostra foram pesadas e homogeneizadas com 10 mL de solução ácido acético: clorofórmio (3:2) (v/v), depois adicionou-se 0,5 mL de solução saturada de Iodeto de Potássio (KI) (31 g dissolvidos em 21 mL de água destilada), seguido de repouso por 60 segundos. Após o repouso, adicionou-se 10 mL de água destilada e foram tituladas com uma solução de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,01 N. O índice de peróxido foi então calculado usando a seguinte equação:

$$\text{IP}_{(\text{meq peróxido/kg de amostra})} = (V - V_0) \times N \times 1000 / m \quad (5)$$

Onde V é o volume (mL) gasto na titulação da amostras, V_0 é o volume gasto na titulação do branco, N é a normalidade do $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ e m a massa (g) da amostra (Método Cd 1-25 - AOCS, 2009).

3.12ANÁLISES REOLÓGICAS

As medições reológicas foram realizadas utilizando um reômetro HAAKE MARS (Thermo Fisher Scientific Inc., Alemanha) equipado com geometria de placas rugosas paralelas com diâmetro de 30 mm. A taxa de cisalhamento foi controlada de 1 a 100 s⁻¹ eo tempo de corrida para cada ensaio foi de 60 s para curva ascendente, e 60 s para a curva descendente, os ensaios foram realizados em temperaturas de 5 °C e 25 °C em triplicata.

O modelo matemático de Ostwad-de-Waelle (Lei da potência) é indicado para ajustar os dados de molhos para salada (CHATTERJEE; BHATTACHARJEE, 2015):

$$\tau = k (\dot{\gamma})^n \quad (6)$$

$$\eta_{ap} = k (\dot{\gamma})^{n-1} \quad (7)$$

Os dados de tensão de cisalhamento (τ , Pa) foram plotados versus taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$, s⁻¹) e taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$, s⁻¹) versus viscosidade aparente (η_{ap} , mPas⁻¹) para cada amostra.

3.13ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os molhos foram submetidos às análises de qualidade higiênico-sanitárias, antes da análise sensorial, tomando-se como referência os critérios estabelecidos pela IN 60, de 23 de dezembro de 2019 da Anvisa (BRASIL, 2019), onde foram avaliados os parâmetros de Enterobacteriaceae (UFC/g), bolores e leveduras (UFC/g) e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g, seguindo procedimentos descritos pela American Public Health Association (APHA, 2001).

3.14ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal da Paraíba, sob protocolo CAAE: 26347519.8.0000.5188.

A análise sensorial dos molhos foi realizada com 60 provadores não treinados em cabines individuais. Os provadores receberam as amostras de molhos (3 g) em copos brancos descartáveis com números aleatórios de três dígitos e orientados a consumir bolacha salgada, tipo cream cracker e água para evitar sabor residual entre as amostras avaliadas. Os testes realizados foram o de aceitação avaliando os atributos de cor, acidez, sabor, aroma, viscosidade e aceitação global, para isso utilizou-se uma escala hedônica estruturada de nove pontos (variando de 1 = “desgostei muitíssimo” a 9 = “gostei muitíssimo”) e o de preferência, onde os provadores eram orientados a colocar as amostras em ordem crescente de preferência (NIKZADE; MAZAHARI; SAADATMAND-TARZJAN, 2012).

3.15 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As diferenças obtidas no pH, acidez, °Brix, Aa, carotenoides, análise sensorial, estabilidade e índice de peróxido nos dias de armazenamento dos molhos foram avaliadas utilizando a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey para identificar diferenças significativas entre as médias obtidas. O teste t-student foi utilizado para avaliar as diferenças entre as embalagens utilizadas para o armazenamento. Os testes foram realizados com o auxílio do software ASSISTAT 7.0. A correlação de Pearson entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante foi realizada utilizando o software Microsoft Office Excel® 2010. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

REFERÊNCIAS

AGANOVIC, K.; BINDRICH, U.; HEINZ, V. Ultra-high pressure homogenisation process for production of reduced fat mayonnaise with similar rheological characteristics as its full fat counterpart. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 45, p. 208-214, 2018.

AMERICAN HEART ASSOCIATION - AHA Scientific Statement: Summary of the scientific conference on dietary fatty acids and cardiovascular health. Conference summary from the nutrition committee of The American Heart Association. **Circulation**, v. 103, n. 7, p. 1034-1039, 2001.

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY – AOCS. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS** (6th ed.). Champaign: AOCS, 2009.

ANAL, A.; Kumar; SHRESTHA, S.; SADIQ, M. B. Biopolymeric-based emulsions and their effects during processing, digestibility and bioaccessibility of bioactive compounds in food systems. **Food hydrocolloids**, v. 87, p. 691-702, 2019.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, D.C.: 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. In G. W. Latimer Jr. (Ed.). 19 th ed. Gaithersburg, Maryland, 2016.

AOCS. American Oil Chemists Society. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS** (6th ed.). Champaign: AOCS, 2009.

BAI, L.; HUAN, S.; LI, Z.; JULIAN, D.; MCCLEMENTS, D. J. Comparison of emulsifying properties of food-grade polysaccharides in oil-in-water emulsions: Gum arabic, beet pectin, and corn fiber gum. **Food Hydrocolloids**, v. 66, p. 144-153, 2017.

BAIANO, A.; TAMAGNONE, P.; MARCHITELLI, V.; ALESSANDRO, M.; NOBILE, D. Quality decay kinetics of semi-preserved sauce as affected by packaging. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 2, p. E92-E97, 2005.

BAJAJ, R.; SINGH, N.; KAUR, A. Properties of octenyl succinic anhydride (OSA) modified starches and their application in low fat mayonnaise. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 131, p. 147-157, 2019.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma FRAP as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**. V. 239, nº 1, p. 70–76, 1996.

BLIGH, E. G. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BORTNOWSKA, G.; BALEJKO, J.; SCHUBE, V.; TOKARCZYK, G.; KRZEMINSKA, N.; MOJKA, K. Stability and physicochemical properties of model salad dressings prepared with pregelatinized potato starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 111, p. 624-632, 2014.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V. M. Macaiba palm: fatty and amino acids composition of fruits. **CYTA - Journal of Food**, v. 4, n. 3, p. 158-162, 2004.

BOUYER, E.; MEKHLOUFI, G.; HUANG, N.; ROSILIO, V.; AGNELY, F. β -Lactoglobulin, gum arabic, and xanthan gum for emulsifying sweet almond oil: formulation and stabilization mechanisms of pharmaceutical emulsions. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 433, p. 77-87, 2013.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº. 276, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos. **Diário Oficial da União**. República Federativa do Brasil. Brasília, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde. **Resolução RDC Nº 4, de 15 de janeiro de 2007**. Aprova o Regulamento técnico sobre a “Atribuição de Aditivos e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 13: Molhos e Condimentos”. **Diário Oficial da União**. República Federativa do Brasil. Brasília, de 26 de março de 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 60, de 23 de dezembro de 2019**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos de alimentos, com exceção dos alimentos comercialmente estéreis. **Diário Oficial da União**. República Federativa do Brasil. Brasília, 17 de dezembro de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº. 332, de 26 de dezembro de 2019**. Resolução define os requisitos para uso de gorduras trans industriais em alimentos. **Diário Oficial da União**. República Federativa do Brasil. Brasília, 26 de dezembro de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Rotulagem Nutricional Obrigatória: Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos**. Brasília: Anvisa, 2005. 44 p.

BRIEESCA, E. A.; TURGEON, S. L.; BRITTEN, M. Effect of calcium on fatty acid bioaccessibility during in vitro digestion of Cheddar-type cheeses prepared with different milk fat fractions. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 4, p. 2454-2470, 2017.

CARDOSO, C.; AFONSO, C.; LOURENÇO, H.; COSTA, S.; NUNES, M. L. Bioaccessibility assessment methodologies and their consequences for the risk-benefit evaluation of food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 41, p. 5-23, 2014.

- CÉSAR, A. S.; ALMEIDA, F. A.; SOUZA, R. P.; SILVA, G. C.; ATABANI, A. E. The prospects of using *Acrocomiaaculeata* (macauba) a non-edible biodiesel feedstock in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 1213-1220, 2015.
- CHATSISVILI, N. T.; AMVROSIADIS, I.; KIOSSEOGLOU, V. Physicochemical properties of a dressing-type O/W emulsion as influenced by orange pulp fiber incorporation. **LWT-Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 335-340, 2012.
- CHATTERJEE, D.; BHATTACHARJEE, P. Use of eugenol-lean clove extract as a flavoring agent and natural antioxidant in mayonnaise: product characterization and storage study. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 8, p. 4945-4954, 2015.
- CHIVERO, P.; GOHTANI, S.; YOSHII, H.; NAKAMURA, A. Assessment of soy soluble polysaccharide, gum arabic and OSA-Starch as emulsifiers for mayonnaise-like emulsions. **LWT-Food Science and Technology**, v. 69, p. 59-66, 2016.
- CHUNG, C.; DEGNER, B.; MCCLEMENTS, D. J. Designing reduced-fat food emulsions: Locust bean gum–fat droplet interactions. **Food Hydrocolloids**, v. 32, n. 2, p. 263–270, 2013.
- CHUNG, C.; DEGNER, B.; MCCLEMENTS, D. J. Reduced calorie emulsion-based foods: Protein microparticles and dietary fiber as fat replacers. **Food Research International**, v. 64, p. 664-676, 2014.
- CHUNG, C.; DEGNER, B.; MCCLEMENTS, D. J. Textural properties of model food sauces: Correlation between simulated mastication and sensory evaluation methods. **Food Research International**, v. 51, n. 1, p. 310-320, 2013.
- CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; ROSCOE, R.; MIRANDA, C. H. B.; TAPETI, C. F.; MIYAHIRA, M. A. M.; BEARARI, L.; GALVANI, F.; BORSATO, A. V.; COLNAGO, L. A.; NAKA, M. H. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in MatoGrosso do Sul, Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 45, p. 208-214, 2013.
- CLEMENT, C. R.; PÉREZ, E. L.; LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociência**, Montevideu, v.9, n.1/2, p.67-71, 2005.
- COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Characterization of the pulp and kernel oils from *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana*, and *Acrocomia aculeata*. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 8, p. C1156-C1161, 2011b.
- COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrusoleraces*), jerivá (*Syagrusromanzoffiana*) and macauba (*Acrocomiaaculeata*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 3, p. 679-684, 2011a.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Phenolic compounds, carotenoids, tocopherols and fatty acids present in oils extracted from palm fruits. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 31, n. 2, 2013.

DAPUETO, N.; TRONCOSO, E.; MELLA, C.; ZÚÑIGAAC, R. N. The effect of denaturation degree of protein on the microstructure, rheology and physical stability of oil-in-water (O/W) emulsions stabilized by whey protein isolate. **Journal of Food Engineering**, v. 263, p. 253-261, 2019.

DÁVALOS, A.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC– fluorescein) assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 1, p. 48-54, 2004.

EVARISTO, A. B.; GROSSI, J. A. S.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTEL, L. D.; MOITOIKE, S. Y.; NAOMIKUKI, K. Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. **Biomass and Bioenergy**, v. 85, p. 18-24, 2016.

EVARISTO, A. B.; GOULART S. M.; MARTINS, A. D.; PIMENTEL, L. D.; GROSSI, J. A. S. Caracterização físico-química de frutos de macaúba provenientes de três regiões do estado de Minas Gerais. **Revista Agrotecnologia**, v. 8, n. 2, p. 81-92, 2017.

FAO. Food Energy – Methods of analysis and conversion factors. In *Report of a technical workshop*. FAO Food and Nutrition Paper 77. Rome: FAO, 2003.

FÁVARO, S. L.; FREITAS, T. A.; GANZERLI, A. G. B.; PEREIRA, A. L.; CARDOZO, O.; BARON, E. C.; MUNIZ, E. M.; GIROTTI, E. M.; RADOVANOVIC, E. PET and aluminum recycling from multilayer food packaging using supercritical ethanol. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 75, p. 138-143, 2013.

FERNANDES, S S.; MELLADO, M. M. S. Development of mayonnaise with substitution of oil or egg yolk by the addition of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 1, p. 74-83, 2018.

FONSECA, V. C.; HAMINIUK, C.W.I.; IZYDORO, D.R., WASZCZYNSKYJ, N.; SCHEER, A. P.; SIERAKOWSKI, M.R. Stability and rheological behaviour of salad dressing obtained with whey and different combinations of stabilizers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 4, p. 777–783, 2009.

GOMES, J. C.; MINIM, V. P. R.; ANDRADE, N. J. Substituto de gordura à base de proteína. **Ceres**, v. 55, n. 6, 2015.

GUSTAFSON, C. R.; ZEBALLOSM E. Cognitive aids and food choice: Real-time calorie counters reduce calories ordered and correct biases in calorie estimates. **Appetite**, v. 41, n. 1, p. 104320, 2019.

HABIBI, H.; KHOSRAVI-DARANI, K. Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 10, p. 130-140, 2017.

HAMDANI, A. M.; WANI, I. A.; BHAT, N. A. Sources, structure, properties and health benefits of plant gums: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 135, p. 46-61, 2019.

HARTMAN, L.; LAGO, L. C. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475-476, 1973.

HIANE, P. A.; BALDASSO, P. A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M. L. R. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiúva, *Acrocomiaaculeata* (Jacq.) Lodd. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 683-689, 2006.

HIANE, P. A.; BOGO, D.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M. Bocaiúva, *Acrocomiaaculeata*(Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, p. 256-9, 2005.

HEDAYATI, S.; SHAHIDI, F.; KOOCHEKI, A.; FARAHNAKY, A.; MAJZOOBI, M. Influence of pregelatinized and granular cold water swelling maize starches on stability and physicochemical properties of low fat oil-in-water emulsions. **Food Hydrocolloids**, p. 105620, 2019.

HU, Y.; TING, Y.; HU, J.; HSIESH, S. Techniques and methods to study functional characteristics of emulsion systems. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 25, n. 1, p. 16-26, 2017.

JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; HERNÁNDEZ-BRENES, C. Stability of avocado paste carotenoids as affected by high hydrostatic pressure processing and storage. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 16, p. 121-128, 2012.

KALPANA, S.; PRIYADARSHINI, M.; LEENA, J. A. M.; MOSES, J. A.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Intelligent packaging: Trends and applications in food systems. **Trends in Food Science & Technology**, 2019.

KALTSA, O.; YANNIOTIS, S.; POLISSIOU, M.; MANDALA, I. Stability, physical properties and acceptance of salad dressings containing saffron (*Crocus sativus*) or pomegranate juice powder as affected by high shear (HS) and ultrasonication (US) process. **LWT - Food Science and Technology**, v. 97, p. 404-413, 2018.

KANZLER, S.; MANSCHEIN, M.; LAMMER, G.; WAGNER, K. The nutrient composition of European ready meals: protein, fat, total carbohydrates and energy. **Food Chemistry**, v. 172, p. 190-196, 2015.

KRYGIER, K.; SOSULSKI, F.; HOGGE, L. KRYGIER K, SOSULSKI F, HOGGE L. Free, esterified and insoluble-bound phenolic acids. 1. Extraction and purification procedure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 30, p. 330-334, 1982.

- KRYSZYJAN, M.; SIKORA, M.; ADAMCZYK, G.; TOMASIK, P. Caramel sauces thickened with combinations of potato starch and xanthan gum. **Journal of Food Engineering**, v. 112, n. 1-2, p. 22-28, 2012.
- LESCANO, C. H.; OLIVEIRA, I. P.; SILVA, L. R.; BALDIVIA, D. D.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; ARRUDA, E. J.; MORAES, I. C. F.; LIMA, F. F. Nutrients content, characterization and oil extraction from *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. fruits. **African Journal of Food Science**, v. 9, n. 3, p. 113-119, 2015.
- LI, Y.; WANG, X.; LV, X.; WANG, X.; WANG, X.; CUI, J.; YAN, M.; Extractions and rheological properties of polysaccharide from okra pulp under mild conditions. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2020.
- LIEB, V. M.; SCHEX, R.; ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M.; SCHMARF, H. G.; CARLEA, R.; STEINGASSA, C. B. Fatty acids and triacylglycerols in the mesocarp and kernel oils of maturing Costa Rican *Acrocomia aculeata* fruits. **NFS Journal**, v. 14, p. 6-13, 2019.
- LIMA, N. E.; CARVALHO, A. A.; MEEROW, A. W.; MANFRIN, M. H. A review of the palm genus *Acrocomia*: Neotropical green gold. **Organisms Diversity & Evolution**, v. 18, n. 2, p. 151-161, 2018.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Methods Enzymology*, v. 148, p. 350-383, 1987.
- LORENZI, G. M. A. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Acrocomia aculeata* (JACQ.) LODD. EX MART.: ASPECTOS ECOLÓGICOS. **Visão Acadêmica**, v. 7, n. 1, 2006.
- MA, Z.; BOYE, J. I.; FORTIN, J.; SIMPSON, B. K.; PRASHER, S. O. Rheological, physical stability, microstructural and sensory properties of salad dressings supplemented with raw and thermally treated lentil flours. **Journal of Food Engineering**, v. 116, n. 4, p. 862-872, 2013.
- MACHADO, W.; GUIMARÃES, M. F.; LIRA, F. F.; SANTOS, J. V. F.; TAKAHASHI, L. S. A.; LEAL, A. C.; COELHO, G. T. C. P. Evaluation of two fruit ecotypes (*totali* and *sclerocarpa*) of macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Industrial Crops and Products**, v. 63, p. 287-293, 2015.
- MANDALA, I. G.; SAVVAS, T. P.; KOSTAROPOULOS, A. E. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. **Journal of Food Engineering**, v. 64, n. 3, p. 335-342, 2004.
- MANTZOURIDOU, F.; SPANOU, A.; KIOSSEOGLOU, V. An inulin-based dressing emulsion as a potential probiotic food carrier. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 260-269, 2012.

- MARENGO, E.; MAZZUCCO, E.; ROBOTTI, E.; GOSETTI, F.; MANFREDI, M.; CALABRESE, G. Characterization study of tomato sauces stored in different packaging materials. **Current Analytical Chemistry**, v. 13, n. 3, p. 187-201, 2017.
- MAQSOOD, S.; ADIAMO, O.; AHMAD, M.; MUDGIL, P. Bioactive compounds from date fruit and seed as potential nutraceutical and functional food ingredients. **Food Chemistry**, p. 125522, 2019.
- MENDES FILHO, J. L.; MARCHI, E. C. S.; NEVES, J. E. G.; PIMENTEL, V. C. Frutos da macaubeira-uma alternativa para a alimentação animal. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.
- MCGUIRE, R. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, p.1254-1255, 1992.
- MELLO, L. D.; PINHEIRO, M. F. Physico-chemical characterization of monovarietal olive oil and olive leaves of cultivars introduced in the RS State, Brazil. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 23, n. 4, p. 548, 2013
- MELO, A. N. F.; SOUZA, E. L. S.; ARAÚJO, V. B. S.; MAGNANI, M. Stability, nutritional and sensory characteristics of French salad dressing made with mannoprotein from spent brewer's yeast. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 771-774, 2015.
- MIR, S. A.; SHAH, M. A.; MIR, M. M.; DAR, B. N.; GREINER, R.; ROOHINEJAD, S. Microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salads in developing countries and potential solutions in the supply chain to control microbial pathogens. **Food Control**, v. 85, p. 235-244, 2018.
- MIRZANAJAFI-ZANJANI, M.; YOUSEFI, M.; EHSANI, A. Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. **Food Science & Nutrition**, v. 7, n. 8, p. 2471-2484, 2019.
- MORO, M. F.; WESTERKAMP, C.; DE ARAÚJO, F. S. How much importance is given to native plants in cities' treescape? A case study in Fortaleza, Brazil. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, p. 365–374, 2014.
- MOTA, C. S.; CORRÊA, T. R.; GROSSI, J. A. S.; CASTRICINI, A.; RIBEIRO, A. S. Exploração sustentável da macaúba para produção de biodiesel: colheita, pós-colheita e qualidade dos frutos. **InformeAgropecuário**, v. 32, n. 265, p. 41-50, 2011.
- NASCIMENTO, A. D. P.; SOARES, L. A. L.; STRAGEVITCH, L.; DANIELSKI, L. Extraction of *Acrocomiaintumescens*Drude oil with supercritical carbon dioxide: Process modeling and comparison with organic solvent extractions. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 111, p. 1-7, 2016.
- NAVARRO-DIAZ, H. J.; GONZALEZ, S. L.; IRIGARAY, B.; VIEITEZ, I.; JACHMANIÁN, I.; HENSE, H.; OLIVEIRA, V. O. Macauba oil as an alternative feedstock for bio-

diesel: characterization and ester conversion by the supercritical method. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 93, p. 130-137, 2014.

NEJADMANSOURI, M.; SHADA, E.; RAZMJOOEI, M.; SAFDARIANGHOMSHEH, R.; DELVIGNE, F.; KHALES, M. Production of xanthan gum using immobilized *Xanthomonas campestris* cells: effects of support type. **Biochemical Engineering Journal**, p. 107554, 2020.

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

NIU, F.; NIU, D.; ZHANG, H.; CHANG, C.; GU, L.; SU, Y.; YANG, Y. Ovalbumin/gum arabic-stabilized emulsion: Rheology, emulsion characteristics, and Raman spectroscopic study. **Food Hydrocolloids**, v. 52, p. 607-614, 2016.

NUNES, A. A.; FAVARO, S. P.; GALVANI, F.; MIRANDA, C. H. B. Good practices of harvest and processing provide high quality Macauba pulp oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 117, 2036–2043, 2015.

OMS/WHO. Organização Mundial de Saúde/World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). 2017. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)). Acesso em 25 de junho de 2020.

PADILHA, C.V.S.; MISKINIS, G.A.; SOUZA, M.E.A.O.; PEREIRA, G.E.; OLIVEIRA, D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T.; LIMA, M.D.S. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, v. 228, p. 106-115, 2017.

PRIOR, R.L.; HOANG, H.; GU, L.; WU, X.; BACCHIOCCA, M.; HOWARD, L.; HAMP-SCH-WOODILL, M.; HUANG, D.; OU, B.; JACOB, R. Assays for Hydrophilic and Lipophilic Antioxidant Capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of Plasma and Other Biological and Food Samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 3273–3279, 2003.

RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; HIANE, P. A.; BRAGA NETO, J. A.; SIQUEIRA, E. M. A. Qualidade nutricional da polpa de bociúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 90-94, 2008.

RAMOS, M. I. L.; SIQUEIRA, E. M. A.; ISOMURA, C. C.; BARBOSA, A. M. J.; ARRUDA, S. F. Bociúva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd) Improved Vitamin A Status in Rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 8, p. 3186-3190, 2007.

REZZADORI, K.; VENERAL, J. G.; SILVEIRA, J. C. M.; PENHA, F. M.; PETRUS, J. C. C.; PRÁDANOS, P.; PALACIO, L.; HERNÁNDEZ, A. H.; DILUCCIO, M. Effect of dense CO₂ on polymeric reverse osmosis and nanofiltration membranes and permeation of mixtures

of macauba oil (*Acrocomiaaculeata*) and CO₂. **Journal of Membrane Science**, v. 481, p. 195-206, 2015.

RIO, J. C.; EVARISTO, A. B.; MARQUES, G.; MARTÍN-RAMOS, P.; MARTÍN-GIL, J.; GUTIÉRREZ, A. Chemical composition and thermal behavior of the pulp and kernel oils from macauba palm (*Acrocomia aculeata*) fruit. **Industrial Crops and Products**, v. 84, p. 294-304, 2016.

ROMÁN, L.; REGUILÓN, M. P.; GÓMEZ, M. Physicochemical characteristics of sauce model systems: Influence of particle size and extruded flour source. **Journal of Food Engineering**, v. 219, p. 93-100, 2018.

ROSS, K. A.; BETA, T.; ARNTFIELD, S. D. A comparative study on the phenolic acids identified and quantified in dry beans using HPLC as affected by different extraction and hydrolysis methods. **Food Chemistry**, v. 113, p. 336-344, 2009.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CHUBA, C. A. M. Biometrical, physical and chemical characterization of bociuiva (*Acrocomiaaculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart) Palm fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 1023-1028, 2011.

SAREMNEJAD, F.; MOHEBBI, M.; KOOCHEKI, A. Practical application of nonaqueous foam in the preparation of a novel aerated reduced-fat sauce. **Food and Bioproducts Processing**, v. 119, p. 216-225, 2020.

SCHNEIDER, N.; GERBER, M. Rheological properties of digestate from agricultural biogas plants: An overview of measurement techniques and influencing factors. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 121, p. 109709, 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Mortes por doenças cardiovasculares no Brasil. Disponível em: <<http://www.cardiometro.com.br/anteriores.asp>>. Acesso em: 07 de abril de 2020.

SOUSA, L. C. F. S.; BORGES, M. G. B.; MACHADO, A. V.; SILVA, M. J. S.; FERREIRA, R. T. F. V.; SALDADO, A. B. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 19-28, 2013.

SOUZA, J. P.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; LUCENA, M. N. G.; RUFINO, M. S. M. Estabilidade de molho de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) armazenado à temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 425-432, 2014.

SPOTTI, M. J.; CAMPANELLA, O. H. Functional modifications by physical treatments of dietary fibers used in food formulations. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, p. 70-78, 2017.

SYLVETSKY, A. C.; ROTHERM, K. Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. **Physiology & Behavior**, v. 164, n. 1, p. 446-450, 2016.

TRENTINI, C. P.; OLIVEIRA, D. M.; ZANETTE, C. M.; SILVA, C. Low-pressure solvent extraction of oil from macauba (*Acrocomia aculeata*) pulp: characterization of oil and defatted meal. **Ciência Rural**, n. ahead, p. 0-0, 2015.

TRENTINI, C. P.; SANTOS, K. A.; SILVA, E. A.; GARCIA, V. A. S.; CARDOZO-FILHO, L.; SILVA, C. Oil extraction from macauba pulp using compressed propane. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 126, p. 72-78, 2017.

QI, X.; ZHANG, M.; SU, T.; PAN, W.; TONG, X.; ZENG, Q.; XIONG, W.; JIANG, N.; QIAN, Y.; LI, Z.; HE, X.; SHEN, L.; ZHOU, Z.; SHEN, J. Biocompatible Hydrogels Based on Food Gums with Tunable Physicochemical Properties as Scaffolds for Cell culture. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 68, n. 12, p. 3770-3778, 2020.

VALERINI, D.; TAMMARO, L.; BENEDETTO, D.; VIGLIOTTA, G.; CAPODIECI, L.; TERZI, R.; RIZZO, A. Aluminum-doped zinc oxide coatings on polylactic acid films for antimicrobial food packaging. **Thin Solid Films**, v. 645, p. 187-192, 2018.

WHO/ OMS. World Health Organization. Cardiovascular Diseases (CVDs). 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

WU, X.; GU, L.; HOLDEN, J.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; BEECHER, G.; PRIOR, R.L. Development of a database for total antioxidant capacity in foods: a preliminary study. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, p. 407–422, 2004.

ZHANG, H.; QIAN, Y.; CHEN, S.; ZHAO, Y. Physicochemical characteristics and emulsification properties of cellulose nanocrystals stabilized O/W Pickering emulsions with high -OSO₃⁻ groups. **Food Hydrocolloids**, v. 96, p. 267-277, 2019.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tópico resultados e discussão desta dissertação estão apresentados na forma de um artigo científico segundo as normas do PPGCTA, o qual está intitulado: Development of low-fat rich-fibers macauba (*Acrocomia* spp.) sauces: physical and oxidative stability, quality and sensory aspects during storage in glass and polypropylene bottles

Abstract

Sauces with macauba pulp was formulated without gum (SWG), with xanthan gum (SXG) and with gum arabic (SAG) and stored in glass and polypropylene (PP) in a refrigerator at 5 °C. Macauba pulp has 26.19% lipids, 68.76% oleic acid, 9.03% linoleic acid and 40% dietary fibers. Flavonols were predominant such as catechin, epicatechingallate, epigallocatechingallate and procyanidin B2, contributing to the antioxidant activity. The sauces had a high fiber content (10%) and low fat content (6%), with an intense yellow color due to the carotenoid content. The sauces showed non-Newtonian behavior with stability influenced by the storage temperature. The SXG stored in PP bottles showed the highest stability (100%) for 28 days of storage at 5 °C. SGA showed lower peroxide value in PP bottles at 5°C and was preferred by the tasters. Macauba pulp is an alternative base ingredient for formulating sauces.

Key words: Antioxidant activity. Dietary fibers. Reology. Salad dressing

1. Introduction

Sauces represent an important category in the food industry that has been adapting their formulations comply with market demands (Kaltsa, Yanniotis, Polissiou e Mandala, 2018). Comprising a mixture of various condiments used to flavor foods and improve the aroma, texture and appearance of vegetables, meat, eggs, salads, pancakes, sandwiches, among others (Cárdenas-Castro et al., 2019). Currently the market of sauces offers a variety of formulations, flavors, convenience and cost. They are representative of regional and international cuisines, which have been formulated to meet the nutritional needs and requirements of consumers (Kim et al., 2018).

Generally, sauce is an emulsion with 30 to 60 % oil in a mixture of sugar, organic acids, salts and additives such as: chelators, thickeners, preservatives and surfactants (Ribes, Fuentes and Barat, 2019). The most used vegetables oils to formulate are sunflower oil, corn and soy (Kaltsa et al., 2018).

There is an increasing demand for low-fat, low-calorie and functional foods including sauces with bioactive ingredients (Bortnowska et al., 2014; Kaltsa et al., 2018; Ribes, Fuentes and Barat, 2019). However, the reduction of fat in sauces affects physical-chemical, sensory and rheology characteristic (Kaltsa et al., 2018).

Recent studies on the development of low-fat sauces have been carried out, such as sauce based on potato starch (Bortnowska et al., 2014), locust bean gum (Chung, Degner, and McClements, 2013), chia mucilage (Fernandes and Mellado, 2018). Dietary fiber can also be added to sauces as a substitute for lipids, as they increase the physical stability of emulsions (Spotti and Campanella, 2017). Soluble fibers are used for their emulsifying capacity some polysaccharides, for example, gum arabic, xanthan gum, alginate and pectin (Mantzouridou, Spanou and Kiosseoglou, 2012). Potato starch combined with xanthan gum can reduce the lipid content of mayonnaise by up to 23% (Krystyjan et al., 2012).

Macauba (*Acrocomia* spp.) is an abundant fruit of the Brazilian Cerrado with high potential for sustainable development of new food products (Silva, Cortez-Vega, Prentice and Fonseca, 2019). Macauba pulp has a high content of lipids (18.6 – 23.6%), dietary fiber (8.82 – 13.89%) and carbohydrates (6.92 - 21.3%) (Gonçalves et al., 2020). The lipid fraction has high levels of oleic acids (60.42 - 62.69 %) and carotenoids (205.02-232.44 mg 100g⁻¹) (Trentini et al., 2017). Despite the use in the production of cakes, paçocas, ice cream and sweets, the fruit has been mostly explored in biofuels (Cardoso, Machado and Caramão, 2016; Trentini et al., 2017).

Considering these aspects, the present study was performed to i) assess the chemical composition, profile phenolic compounds and antioxidant activity of macauba pulp; ii) evaluate the technological feasibility of using macauba pulp as the major ingredient in the development of low-fat rich fiber sauces by measuring physical and oxidative stability, quality and sensory aspects during refrigerate storage in glass and polypropylene bottles.

2. Material and Methods

2.1. Chemicals and reagents

The 2,2'-diphenyl-2-picrylhydrazyl hydrate (DPPH[•]), hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxyl acid (Trolox), 2,2'-azobis (2-methylpropanimidamide) dihydrochloride (AAPH) were obtained from Sigma-Aldrich Chemical, SA (Hamburg, Germany), 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) and Folin-Ciocalteu were supplied from Sigma-Aldrich Chemical, S. A. (Milano, Italy). Standards for phenolic compounds in HPLC were used by Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). Sulfuric acid (H₂SO₄), ethanol, methanol and hexane were purchased from Neon (Sao Paulo, Brazil). All chemical reagents used in the experiments were of analytical grade.

2.2 Macauba fruits

The macauba (*Acrocomia* spp.) were collected in the rural area of the municipality of Conde - PB during the month of May 2019, harvested at the stage of commercial maturation and randomly removed manually from the palm trees. Approximately 5 kg fruits were washed in wa-

ter and sanitized with sodium choride (NaClO) solution (100 ppm) for 10 min. Fruits were pulped using a stainless steel knife and crushed in a domestic blender (550w, ARNO, Brazil). Pulp were stored in plastic packing and stored under freezing ($-16\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) until analyses and sauce processing.

2.3 Physical and chemical characterization of macauba pulp and sauce

Protein determination (method 920.87) was performed by the Kjeldahl method using 6.25 conversion factor. Ashes were determined by the thermo-gravimetric method (method 940.26) and the dietary fibers (soluble and insoluble) were quantified by the enzyme-gravimetric method (method 985.29) using a total dietary fiber assay kit (Sigma TDF-100A) according AOAC (2016). Total lipids were determined by Bligh and Dyer (1959).

2.4 Extraction of phenolic compounds from macauba pulp

2.4.1 Extraction of free phenolic compounds

For extraction of free phenolic compounds, 5 g of macauba pulp were mixed in 10 mL of acetone / water / acetic acid solution (70: 29.5: 0.5) followed by vortexing for 2 min. The mixture was placed in a 40 KHz ultrasonic bath for 30 min at 25 °C (UNIQUE, model USC-1800, Brazil). The sample was centrifuged at 5000 rpm for 15 min (SOLAB, model SL-701, Brazil) and the supernatant collected. This procedure was repeated twice to ensure complete extraction of free phenolic compounds. The collected extract was filtered through a 0.45 µm syringe filter (PTFE) (Jacobo-Velázquez and Hernández-Brenes, 2012).

2.4.2 Extraction of conjugated phenolic compounds

The remainder of the free phenolics extraction was added of 10 mL of methanol and acidified with HCl (1 M) to pH 2, then incubated at 75 ° C at 120 rpm in a shaker incubator (SOLAB, model SL-223, Brazil) for 30 min. The mixture was partitioned with ethyl ether and the layers separated by centrifugation at 5000 rpm for 15 min. This procedure was repeated twice to ensure complete extraction of conjugated phenolic compounds. The extract was then dried under a high vacuum at >35°C in a rotary evaporator (Fisatom 802, São Paulo, Brazil). The dried extract was reconstituted with 1 mL methanol and filtered through a 0.45 µm syringe filter (PTFE).

2.5 Determination of phenolic compounds by HPLC/DAD

Phenolic compounds were identified and quantified on a high-performance liquid chromatograph (Shimadzu Corporation, Japan). The column used was a Zorbax Eclipse Plus RP-C18 (100 × 4.6 mm, 3.5 µm) and a Zorbax C18 pre-column (12.6 × 4.6 mm, 5 µm). The oven temperature was set to 35 ° C and the injection volume to 20 µL of the sample. The mobile phases were acidified water (pH 2.0) with 0.1 mM phosphoric acid L-1 (phase A) and methanol acidified with 0.5% phosphoric acid (phase B), the flow rate used was 0.8 mL min⁻¹. The detection of phenolic compounds was performed at 220 nm, 280 nm, 320 nm and 360 nm and identification was performed by comparison with external standards (Dutra et al., 2018). Data

were processed using OpenLAB CDS ChemStationEdition™ software (Agilent Technologies).

2.6 Determination of antioxidant activity

2.6.1 Determination of the absorption capacity of oxygenated radicals (ORAC)

The hydrophilic (H-ORAC) and lipophilic (L-ORAC) antioxidant capacity of macauba pulp were determined.

For the extraction of lipophilic compounds, the methodology of Jacobo-Velázquez and Hernández-Brenes (2012) was used, with adaptations. An aliquot of 1 g of pulp with 5 mL of hexane was vortexed for 2 min, then placed in an ultrasonic bath at 40 KHz for 30 min at 25 °C, then centrifuged at 5000 rpm for 15 min at 4 °C. The supernatant was collected, and the procedure repeated twice to ensure complete extraction of lipophilic compounds. The solvent was evaporated on a rotary evaporator and the dried extract resuspended with 2 mL methanol. The methodology for evaluating the antioxidant activity of the lipophilic fraction was proposed by Wu et al. (2004). Aliquots of the sample diluted with 7% randomized methylated cyclodextrin with diluted fluorescein (61.2 nM) added.

To determine the antioxidant activity of the hydrophilic fraction of samples (pulp and sauce), the compounds were extracted according to the methodology described previously in item 2.4.1, using the residue resulting from the extraction of lipophilic compounds. The methodology used was described by Dávalos, Gómez-Cordovés and Bartolomé (2004) with some modifications.

For both analyzes, aliquots of the sample are distributed in a diluted fluorescein-added microplate (61.2 nM), incubated at 37 ° C for 30 min and then analyzed in a microplate reader (Fluostar Omega, BMG), which automatically adds the AAPH [2,2'-Azobis (2-methylpropionamidine) dihydrochloride (19 mM) radical.

Results were expressed in $\mu\text{mol Trolox equivalent per } 100 \text{ g sample}$ ($\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1} \text{ sample}$).

2.6.2 Antioxidant activity by DPPH free radical sequestration

The methodology of Brand-Williams, Cuvelier and Berset (1995) was used for the quantification of antioxidant activity, a standard curve for Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8 tetramethylchroman-2-carboxylic acid) was constructed at concentration ranges. DPPH solution with 80% methanol concentration with approximate absorbance of 0.600 to 554 nm using a microplate reader. Aliquots of 20 μL of the sample were distributed into microplates with 180 μL of DPPH solution added to initiate the reaction. Subsequently, the radical reduction was verified every 60 seconds for a period of 30 min. Results were expressed in $\mu\text{mol Trolox equivalent per } 100 \text{ g sample}$ ($\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1} \text{ sample}$).

2.7 Fatty acid profile

To determine the profile of fatty acids in the macauba pulp, methylation of fatty acids present in lipid extracts was performed, following the methodology described by Hartman and Lago (1973).

The quantification and identification of fatty acids were performed using a gas chromatograph (Varian 430 - GC, California, USA), coupled to a flame ionization detector, equipped with a fused silica capillary column (SPTM - 2560, SUPELCO, Bellefonte, USA) (100 m x 0.25 mm and 0.20 μ m), using helium as carrier gas at a flow rate of 1 mL min⁻¹. The oven temperature was 40 °C min⁻¹ with an increase of 10 °C min⁻¹ until reaching a temperature of 180 °C for 30 min, increasing 10 °C min⁻¹ until reaching 240 °C and remaining for 10 min with a total running time of 62 min. The fatty acids were identified by comparing the retention times of the methyl esters of the samples with Supelco ME19 - Kit standards (Fatty Acid Methyl Esters C6 - C24).

2.8 Preparation of macauba sauces

Three sauces were prepared with macauba pulp as follow: sauce containing 0.1% xanthan gum (SXG), sauce containing 0.1% gum arabic (SAG) and sauce without xanthan or arabic gum (SWG). The formulation ingredients included macauba pulp (22.7%), water (68%), sugar (3.6%) vinegar, salt (0.5%), citric acid (0.5%), garlic powder (0.4%), sodium glutamate (0.5%) and potassium sorbate (0.1%). The amounts of xanthan gum and gum arabic were defined according to the current Brazilian legislation for sauce formulation (Brazil, 2007).

The macauba pulp was homogenized with water for 5 min and then sieved to remove the particles. The other ingredients were added and homogenized for 3 min in a domestic blender, followed by storage in colorless polypropylene containers and transparent glass under refrigeration (5 ± 1 °C).

2.9 Physico-chemical characterization and quantification of total carotenoids in sauces

The pH of sauces was determined using a digital pH meter (PHS3BW, Bel engineering). The titratable acidity (TA) was evaluated by titrating the samples with NaOH (0.1M) and the results expressed in % citric acid (method 942.15). The total solids content was determined using a refractometer (RT-90 ATC, Instrutherm) and the results expressed in °Brix (method 932.14). Aw was determined on aquaLab equipment (Dew Point, 4 TEV, United States), at a temperature of 25 °C. The color was analyzed using a colorimeter (CR-400, Konica Minolta) operating in a CIE system (L^* , a^* , b^*) (Mcguire, 1992). For the parameters Chroma (C^*), Hue and ΔE , equations (1), (2) and (3) were used:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (1)$$

$$^{\circ}\text{Hue} = \text{arc tang } (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta E = [(L_1 - L_0)^2 + (a^*_1 - a^*_0)^2 + (b^*_1 - b^*_0)^2]^{1/2} \quad (3)$$

where L_0 , a^*_0 and b^*_0 represent the reading of sauces without gum and L_1 , a^*_1 and b^*_1 the reading of sauces with addition of gums.

The total carotenoids of sauces were determined by the spectrophotometric method, with sample agitation with sodium carbonate and 80% acetone and readings at a wavelength of 470 nm, 663 nm and 646 nm (Lichtenthaler, 1987). The energy values were calculated by multiplying by the conversion values, being 4 kcal g⁻¹ for proteins, 9 kcal g⁻¹ for lipids and 4 kcal g⁻¹ for carbohydrates (Brazil, 2005).

2.10 Physical stability of sauces

For stability, the sauces were stored in two types of packaging (colorless polypropylene and transparent glass) and the analyzes were performed at 1, 7, 14, 21 and 28 days of storage at refrigerated temperature (5 °C ± 1 °C).

Aliquots of 5 g (F_0) of the sauces were weighed in tubes (15 mL) and then stored at temperatures of 5 ° C and 50 ° C for 48 h, then centrifuged at 3000 rpm for 10 min. The separated oil phase was collected and the stability measured using the following equation 4:

$$(\%) = (F_0 - F_1 / F_0) \times 100 \quad (4)$$

Where F_0 is the initial phase of sauces and F_1 is the separate oil phase (Bajaj, Singh and Kaur, 2019).

2.11 Determination of peroxide index

Aliquots of 0.5 g of sample were weighed and homogenized with 10 mL of acetic acid: chloroform (3: 2) (v / v) solution, then 0.5 mL of saturated potassium iodide (KI) solution was added. (31 g dissolved in 21 mL distilled water), followed by standing for 60 s. After standing, 10 mL of distilled water was added and titrated with a 0.01 M sodium thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) solution. The peroxide index was then calculated using the following equation 5:

$$\text{IP}_{(\text{meq peroxide} / \text{kg sample})} = (V - V_0) \times N \times 1000 / m \quad (5)$$

Where V is the volume (mL) spent on sample titration, V_0 is the volume spent on white titration, N is the normality of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ and m is the mass (g) of the sample (Method Cd 1-25 - AOCS, 2009).

2.12 Reological analysis

The rheological measurements were performed using a HAAKE MARS rheometer (Thermo Fisher Scientific Inc., Germany) equipped with geometry of parallel rough plates with a diameter of 30 mm. The shear rate was controlled from 1 to 100 s⁻¹ and the run time for each test was 60 s for the ascending and descending curve, the tests were performed at temperatures of 5 °C and 25 °C.

The mathematical model of law of potency is indicated to adjust the data of salad dressings (Chatterjee and Bhattacharjee, 2015):

$$\tau = k (\dot{\gamma})^n \quad (6)$$

$$\eta_{ap} = k (\dot{\gamma})^{n-1} \quad (7)$$

Shear stress data (τ , Pa) were plotted versus shear rate ($\dot{\gamma}$, s⁻¹) and shear stress (τ , Pa) versus apparent viscosity (η_{ap} , mPas⁻¹) for each test.

2.13 Sensory analysis of sauces

Sensory analyzes were performed after approval by the Research Ethics Committee Involving Humans at the Federal University of Paraíba (CAAE protocol: 26347519.8.0000.5188). Before sensory analysis, the sauces were evaluated for compliance for Enterobacteriaceae (UFC / g), molds and yeasts (UFC / g) and the absence of Salmonella sp. in 25 g, molds and yeasts (UFC / g) following procedures applied by the American Public Health Association (APHA, 2001). All samples meet the required quality standard (complementary material).

Preferences tests were performed by designation of the samples in ascending order of preference by painelists (Nikzade, Mazaheri, and Saadatmand-Tarzjan, 2012).

Sixty consumers of sauce (29 men and 31 women, with ages in the range of 17 to 60 years old, with a mean age of 27 years) received the samples of sauces (3 g) in disposable white cups with random numbers of three digits in individual booths. Between samples they were

oriented to consume crackers and water to avoid residual taste. Acceptance of color, acidity, flavor, aroma, viscosity and global acceptance attributes was carried out using a nine points hedonic scale (one = strongly disliked; nine = strongly liked).

2.14 Statistical analysis

Differences in pH, acidity, °Brix, Aw, carotenoids, sensory analysis, stability and peroxide index on the days of storage of the sauces were evaluated using an analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test to identify differences between the previous averages. The t-student test was used to assess the differences between the packaging used for storage. The tests were performed with the assistance of the ASSISTAT 7.0 software. Pearson's correlation between phenolic compounds and an antioxidant was performed using Microsoft Office Excel® 2010 software. All activities analyzed were performed in triplicate.

3. Results and discussion

3.1 Nutritional characterization, bioactive compounds and antioxidant activity

The nutritional characterization of macauba pulp (Table 1) showed highest lipid content (26.19 %). The majority fatty acid were unsaturated (81.31 %) mainly oleic acid (68.76 %) with similar content to the described in olive oil 55% to 83% (Alowaiesh, Singh, Fang and Kailis, 2018) and linoleic acid was found (9.03 %). The total fibers of macauba was 40 % with 7.57 % soluble fibers and 32.43 % insoluble fibers, characterizing it as a source of fibers due highest content (CODEX, 2010). In accordance WHO (2003) daily fiber intake 25 g, thus

the intake of 62.5 g macauba pulp supply the recommended daily intake. These results suggest the macauba pulp as a promising ingredients in the development of products that may contribute for fatty acids and fibers daily intakes.

Conjugated phenolics were predominant compared to free phenolics in the macauba pulp. Interesting that flavanols were mainly class in the conjugated (86.73%) and free (96.28 %) fraction with compounds such as catechin, epicatechingallate, epigallocatechingallate, and procyanidin B2. Phenolics occur in free forms or conjugated with sugars, acids, fibers and others molecules soluble or insoluble in water (Araújo et al. 2021). Especially with insoluble fibers through the hydrophilic hydroxyl groups connected to the hydrophobic aromatic rings (Macagnan, Silva e Hecktheuer, 2016). These finding are explained by the high fiber content in macauba pulp may be linked to phenolics. Macauba pulp has antioxidant activity of the hydrophilic fraction by the DPPH ($109.73 \mu\text{g TEAC } 100\text{g}^{-1}$) and ORAC ($104.47 \mu\text{g TEAC } 100\text{g}^{-1}$) assay. Statistically relevant correlations were found between the hydrophilic components of the pulp, DPPH with catechin ($r = 0.97$), epicatechingallate ($r = 0.90$), procyanidin B1 ($r = 0.99$) and cis-resveratrol ($r = 0.95$) and the hydrophilic ORAC with epicatechin gallate ($r = 0.96$), catechin (0.87) and epigallocatechin gallate ($r = 0.83$). Lipophilic fraction showed antioxidant activity ($125.40 \mu\text{g TEAC } 100\text{g}^{-1}$) 20% higher than the hydrophilic one by the ORAC assay. Carotenoids are lipophilic antioxidants, however it was not possible to observe whether carotenoids influence the lipophilic antioxidant activity of macauba pulp. Good correlations were observed between ORAC-L and catechin ($r = 0.96$), epicatechin gallate ($r = 0.99$) and procyanidin B1 ($r = 0.87$).

The results of the correlation suggest that the phenolic compounds of macauba contribute strongly to the antioxidant activity, presenting positive relationships between most compounds, demonstrating that the pulp is a source of hydrophilic and lipophilic antioxidants.

3.2 Physico-chemical, nutritional and sensory analysis of sauce

The physicochemical characteristics of macauba sauces varied among the formulations evaluated ($p < 0.05$) (Table 2).

It is possible to observe a reduction in pH and an increase in acidity with the addition of gums, with average pH values of 3.82 to 3.99 and 0.76 to 1.01% of citric acid, thus, sauces can be considered as very acidic foods ($\text{pH} < 4.0$) that restricts microbial growth without the use of thermal treatments that degrade the bioactive compounds, consequently influencing the nutritional quality of the product.

Water activity is also a parameter that can contribute to or prevent microbial growth and reactions of chemical degradation in food. Significant differences were observed between the formulations, which ranged from 0.9737 to 0.9852, probably due to the different compositions of the gums added in the formulation of the sauces.

The carotenoids in the sauces ranged from 10.33 to 11.49 influencing the color of the sauces. According to the results of parameter b^* the sauces tended to yellow, due to the content of carotenoids present in the sauce. The highest luminosity (L^*), b^* value, color intensity (C^*) were found in the SXG in comparison with the other sauces ($p < 0.05$) demonstrating that the xanthan gum was able to intensify the color. This effect is associated with a more structured system, variation in particle size mainly with the addition of polysaccharides that modify the reflectance of light (Canet, Fernández and Alvarez, 2011).

The hue angle ($^{\circ}$ Hue) characterizes the color changes, the 90° characterizes the yellow color, where all the sauces showed proximity, which can be explained by the characteristic color of the macauba. In general, the difference in the total color of the sauces detected by instrumental analyzes ($p < 0.05$) was not detected in the sensory analysis.

The differences in total color (ΔE), which indicate the magnitude of the color difference between the sauce without gum and sauces containing gums, showed a significant difference ($p < 0.05$). This suggests that the addition of gums has an influence on the color change of sauces.

The sauces stand out for their nutritional composition, low lipid content (5.95%) and high fiber content (10%) compared to other sauces described in the literature with pre-gelatinized potato starch (20.0%) and yeast manoprotein beer with (37.79%), respectively (Bortnowska et al., 2014; Melo, Souza, Araújo and Magnani, 2015).

Microbiological analysis was performed to determine the safe consumption of sauces for sensory analysis, and the results were < 5 NMP / g of Enterobacteriaceae and molds and yeasts, with the absence of *Salmonella* spp. Indicating that the sauces are suitable for sensory analysis according to the current Brazilian legislation (Brazil, 2019).

There were no differences ($p > 0.05$) between the sauce formulations for all evaluated attributes. This is due to the same amount of macauba pulp added in the three formulations. The average scores obtained were close to seven, which correspond to “I liked it moderately”. These results suggest that the use of pulp and gums as an emulsifier in salad dressings does not negatively affect the sensory characteristics of the product.

According to the preference test, the SAG was preferred, probably due to the higher Brix content, consequently, the greater the amount of sugar present in this sauce and the greater the

sweetness, which may have influenced this choice, meanwhile the SXG presented the smaller Brix and was considered by the tasters as the least preferred.

3.3 Sauce stability

The stability of sauces is influenced by the capacity of emulsifiers, their interfacial composition, emulsion droplet size and continuous phase rheology and it is important to determine their self-life (Kaltsa et al., 2018; Bai, Huan, Li and McClements, 2017). As shown Fig. 1 the stability of the sauces varied with the used gum used, storage temperature and package ($p < 0.05$). All sauces showed greater stability stored at a temperature of 5°C compared to 50°C ($p < 0.05$). The low storage temperature favors the stability of the emulsion due to reduced interaction between droplets resulting in a low mobility of the emulsion avoiding the separation of the oil phase (Su et al., 2018).

The SXG showed the highest stability (100%) when stored in polypropylene bottles (Fig.1 A) compared to glass bottles (Fig. 1B) for 28 days of storage at temperature of 5 °C ($p < 0.05$). Interestingly, when the same sauce was stored in glass bottles the stability reduced 58.43% indicating that the packaging influenced the stability of the macauba sauce. The highest stability of sauces containing xanthan gum was probably due ability of this gum to increase the viscosity of the continuous phase, reducing droplet collisions, consequence stabilizing emulsion (Espert, Salvador and Sanz, 2019).

The SWG showed greater stability at the end of cold storage when compared to sauces with gum arabic. The SAG showed a reduction in stability, with 45.97% of stability in glass bottles

and in the polypropylene packaging, it had a stability of 37.02% ($p < 0.05$), both in 28 days of storage at 5°C. As the gum arabic in the amount used in the formulation, presented a low capacity to maintain the stability of the sauce, it can then be associated with another type of emulsifier and observe the synergism between them, which depend on the type and concentration used.

3.4 Peroxide value

After 28 days of storage, the sauces in polypropylene bottles with high peroxide content (Fig. 2A) in relation to the sauces in glass bottles (Fig. 2B) ($p < 0.05$), probably due to the greater permeability of the packaging to oxygen. The SWG has the highest PV after 28 days of storage. Sauces SXG and SAG independent a lower rate of peroxides, which may have been the result of a slower diffusion of oxidants to a surface area of the oil drop, consequently, a rate of oxidation of lipids (Chityala, Khouryieh, Williams and Count, 2016).

The SXG showed an increase of 58.47 and 76.45% peroxides in glass and polypropylene bottles. However, the SAG presented, lower value peroxide during storage these can be explained due to the interfacial composition of emulsion, thus presenting physical and chemical barriers reducing the interaction between fatty acids and oxygen delaying lipid oxidation (Yao et al., 2013).

3.5 Sauces rheology

The flow curves of the sauces are shown in Fig. 3A and 3B and demonstrated a non-linear relationship between the rate and shear stress, characteristic behavior of non-Newtonian fluids.

The downward curves exhibit lower shear stress values than the upward curves, at temperatures of 5 and 25 °C, thereby exhibiting pseudoplastic behaviors during all the shear rates studied.

The values of the behavior index (n) of all samples were less than 1.0, indicating a pseudoplastic behavior and showing a reduction in viscosity with an increase in the shear rate (Fig. 3C e 3D).

The apparent viscosity of the SXG at 5 °C is similar to the SWG, the same behavior occurs at 25 °C. The gum arabic is described as a mixture of three fractions: an arabinogalactan rich polysaccharide fraction (88%) mainly composed by D-galactose, L-arabinose, L-rhamnose, D-glucuronic acid and 4-O-methyl-d-glucuronic, a polysaccharideprotein conjugates (10%) and a fraction of glycoproteins (2%) suggesting stronger interactions between water and gum arabic, due to its hydrophilic affinity (Sowntharya et al., 2017).

The lower viscosity of the sauce with gum arabic maybe related to the greater number of branches of these molecules, thus presenting low hydration. Polysaccharides can generally increase the viscosity of emulsions depending on their molecular weight, interactions and conformations (Bai, Huan, Li and McClements, 2017).

The consistency index (K) can be considered as a measure of viscosity and indicates the degree of resistance of the fluid during the flow, however the K of SXG, SWG and SAG sauces were 20.11, 21.40 and 9.65 when submitted to analysis at 5 °C, respectively. However, K values at 25 °C show a reduction in all dimensions. With that, it can be verified that the sauces stored under refrigeration present a higher viscosity in relation to sauces at 25 °C. According to the increase in the shear rate, the consistency decreases because the hydrodynamic forces deform the aggregates and consequently break (Aghdaei, Aalami, Geefan and Ranjbar, 2014).

With that, we can conclude that the flow behavior of the sauces was considered dependent on the temperature and the shear force.

4. Conclusion

The macauba pulp has a high content of unsaturated fatty acids, fibers, flavonoids and antioxidant activity. The sauces formed from the macauba pulp as the main ingredient were characterized as fibers rich in low fat content, with yellowish color, characteristic of the macauba and by the content of carotenoids present. The physical stability during the storage of macauba sauces added with xanthan gum and gum arabic were different in the analyzed packaging, with the plastic packaging maintaining its best characteristics. The findings point to the macauba pulp as an attractive ingredient for obtaining foods with nutritional composition that can contribute to a healthy diet.

Acknowledgments

The authors thank CNPq-Brazil for providing financial support (Project number 447232/2014-2) and CAPES-Brazil for providing a scholarship to the first author. This study was financed in part by the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)* – Finance Code 001.

References

Aghdaei, S. S. A.; Aalami, M.; Geefan, S. B. e Ranjbar, A. (2014). Application of Isfarzeh seed (*Plantago ovate* L.) mucilage as a fat mimetic in mayonnaise. *Journal of Food Science and Technology*, v. 51, p. 2748–2754. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0796-7>

Alowaiesh, B., Singh, Z., Fang, Z., e Kailis, S. G. (2018). Harvest time impacts the fatty acid compositions, phenolic compounds and sensory attributes of Frantoio and Manzanilla olive oil. *Scientia Horticulturae*, 234, 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.017>

AOAC- Association of Official Analytical Chemistry (2016). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. (20th ed). Gaithersburg, Maryland.

APHA. (2001). Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th ed.). Washington, DC: American public health association.

AOCS- American Oil Chemists Society (2009). Official Methods and Recommended Practices of the AOCS (6th ed.). Champaign: AOCS.

Bai, L., Huan, S., Li, Z., e McClements, D. J. (2017). Comparison of emulsifying properties of food-grade polysaccharides in oil-in-water emulsions: Gum arabic, beet pectin, and corn fiber gum. *Food Hydrocolloids*, 66, 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.12.019>

Bajaj, R., Singh, N., e Kaur, A. (2019). Properties of octenyl succinic anhydride (OSA) modified starches and their application in low fat mayonnaise. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131, 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.054>

Bligh, E. G., e Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>

Bortnowska, G., Balejko, J., Schube, V., Tokarczyk, G., Krzeminska, N., e Mojka, K. (2014). Stability and physicochemical properties of model salad dressings prepared with pregelatinized potato starch. *Carbohydrate Polymers*, 111, 624-632. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.05.015>

Brazil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2005. *Rotulagem Nutricional Obrigatória: Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos*. 44p.

Brazil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2007. *Atribuição de Aditivos e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 13: Molhos e Condimentos*. 37p.

Cárdenas-Castro, A. P., del Carmen Perales-Vázquez, G., Laura, A., Zamora-Gasga, V. M., Ruiz-Valdiviezo, V. M., Alvarez-Parrilla, E., e Sáyago-Ayerdi, S. G. (2019). Sauces: An undiscovered healthy complement in Mexican cuisine. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 17, 100154. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100154>

Cardoso, C. A. L., Machado, M. E., e Caramão, E. B. (2016). Characterization of bio-oils obtained from pyrolysis of bocaiuva residues. *Renewable Energy*, 91, 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.11.086>

Canet, W., Fernandez, C., e Alvarez, M. D. (2011). Functionality of amidated low methoxyl pectin and xanthan gum blends on the texture and color of mashed potatoes. *Journal of Food Process Engineering*, 34(3), 746-776. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2009.00431.x>

CODEX Alimentarius Commission (2010). CODEX Alimentarius (CODEX) guidelines on nutrition labeling CAC/GL 2–1985 as last amended 2010. Rome: FAO

Chatterjee, D., e Bhattacharjee, P. (2015). Use of eugenol-lean clove extract as a flavoring agent and natural antioxidant in mayonnaise: product characterization and storage study. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 4945-4954. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1573-6>

Chityala, P. K., Khouryieh, H., Williams, K., e Conte, E. (2016). Effect of xanthan/enzyme-modified guar gum mixtures on the stability of whey protein isolate stabilized fish oil-in-water emulsions. *Food Chemistry*, 212, 332-340. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.187>

Chung, C., Olson, K., Degner, B., e McClements, D. J. (2013). Textural properties of model food sauces: Correlation between simulated mastication and sensory evaluation methods. *Food Research International*, 51(1), 310-320. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.005>

Dávalos, A., Gómez-Cordovés, C., e Bartolomé, B. (2004). Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC– fluorescein) assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(1), 48-54. <https://doi.org/10.1021/jf0305231>

Dutra, M. C. P.; Rodrigues, L. L., Oliveira, D., Pereira, G. E., e Lima, M. S. (2018). Integrated analyses of phenolic compounds and minerals of Brazilian organic and conventional grape juices and wines: Validation of a method for determination of Cu, Fe and Mn. *Food Chemistry*, 269, 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.014>

Espert, M., Salvador, A., e Sanz, T. (2019). Rheological and microstructural behaviour of xanthan gum and xanthan gum-Tween 80 emulsions during in vitro digestion. *Food Hydrocolloids*, 95, 454-461. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.05.004>

Fernandes, S S., e Mellado, M. M. S. (2018). Development of mayonnaise with substitution of oil or egg yolk by the addition of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. *Journal of Food Science*, 83 (1), 74-83. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13984>

Gonçalves, T. O., Filbido, G. S., de Oliveira Pinheiro, A. P., Piereti, P. D. P., Dalla Villa, R., e de Oliveira, A. P. (2020). In vitro bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and bocaiúva pulp and, macronutrients characterization. *Journal of Food Composition and Analysis*, 86, 103356. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103356>

Hartman, L. e Lago, R.C.A. (1973). Rapid preparation of fatty acids methyl esters from lipids. *Laboratory Practices*, 22, 475-477. [http://refhub.elsevier.com/S0309-1740\(17\)30147-X/rf0130](http://refhub.elsevier.com/S0309-1740(17)30147-X/rf0130)

Jacobo-Velázquez, D. A., e Hernández-Brenes, C. (2012). Stability of avocado paste carotenoids as affected by high hydrostatic pressure processing and storage. *Innovative Food Science e Emerging Technologies*, 16, 121-128. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.05.001>

- Kaltsa, O., Yanniotis, S., Polissiou, M., e Mandala, I. (2018). Stability, physical properties and acceptance of salad dressings containing saffron (*Crocus sativus*) or pomegranate juice powder as affected by high shear (HS) and ultrasonication (US) process. *LWT-Food Science and Technology*, 97, 404-413. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.015>
- Kim, H. J., Chung, S. J., Kim, K. O., Nielsen, B., Ishii, R., e O'Mahony, M. (2018). A cross-cultural study of acceptability and food pairing for hot sauces. *Appetite*, 123, 306-316. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.01.006>
- Krystyjan, M., Sikora, M., Adamczyk, G., e Tomasik, P. (2012). Caramel sauces thickened with combinations of potato starch and xanthan gum. *Journal of Food Engineering*, 112(1-2), 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.03.035>
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Methods Enzymology*, 148, 350-383. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)
- Macagnan, F. T., da Silva, L. P., e Hecktheuer, L. H. (2016). Dietary fiber: The scientific search for an ideal definition and methodology of analysis, and its physiological importance as a carrier of bioactive compounds. *Food Research International*, 85, 144-154. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.032>
- Mantzouridou, F., Spanou, A., e Kiosseoglou, V. (2012). An inulin-based dressing emulsion as a potential probiotic food carrier. *Food Research International*, 46 (1), 260-269. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.12.016>
- Mcguire, R. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, (27), 1254-1255. <https://doi.org/10.21273/hortsci.27.12.1254>
- Melo, A. N. F., Souza, E. L., Araújo, V. B. S., e Magnani, M. (2015). Stability, nutritional and sensory characteristics of French salad dressing made with mannoprotein from spent brewer's yeast. *LWT - Food Science and Technology*, 62 (1), 771-774. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.050>
- Nikzade, V., Mazaheri, T. M., e Saadatmand-Tarzjan, M. (2012). Optimization of lowcholesterol-low-fat mayonnaise formulation: effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *FoodHydrocolloids*, 28, 344-352. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.12.023>
- Ribes, S., Fuentes, A., e Barat, J. M. (2019). Effect of oregano (*Origanumvulgare* L. ssp. hirtum) and clove (*Eugenia* spp.) nanoemulsions on *Zygosaccharomycesbailii* survival in salad dressings. *Food Chemistry*, 295, 630-636. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.173>
- Silva, A. O., Cortez-Vega, W. R., Prentice, C., e Fonseca, G. G. (2019). Development and characterization of biopolymer films based on bocaiuva (*Acromoniaaculeata*) flour. *International Journal of Biological Macromolecules*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.083>

Sowntharya, C., Gayathri, S., Dhenadayalan, N., Vasanthi, R., Vanjinathan, M., e Kumaran, R. (2017). Photophysical studies of a food hydrocolloid, Gum Arabic with resorcinol based acridinedione dyes in water. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 341, 78-86. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.03.022>

Spotti, M. J., e Campanella, O. H. (2017). Functional modifications by physical treatments of dietary fibers used in food formulations. *Current Opinion in Food Science*, 15, 70-78. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.10.003>

Su, J., Guo, Q., Mao, L., Gao, Y., e Yuan, F. (2018). Effect of gum arabic on the storage stability and antibacterial ability of β -lactoglobulin stabilized d-limonene emulsion. *Food Hydrocolloids*, 84, 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105276>

Trentini, C. P., da Silva, S. B., Rodrigues, G. M., dos Santos Garcia, V. A., Cardozo-Filho, L., e da Silva, C. (2017). Pressurized liquid extraction of macauba pulp oil. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 95(8), 1579-1584. <https://doi.org/10.1002/cjce.22789>

WHO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series, 916.

Wu, X., Gu, L., Holden, J., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., Beecher, G., e Prior, R. L. (2004). Development of a database for total antioxidant capacity in foods: a preliminary study. *Journal of Food composition and analysis*, 17(3-4), 407-422. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2004.03.001>

Yao, X., Xu, Q., Tian, D., Wang, N., Fang, Y., Deng, Z., Phillips, G. O., e Lu, J. (2013). Physical and chemical stability of gum arabic-stabilized conjugated linoleic acid oil-in-water emulsions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(19), 4639-4645. <https://doi.org/10.1021/jf400439d>

Table 1. Nutritional characterization and bioactive compounds of macauba pulp

Nutritional characterization		
Parameters(g 100 g ⁻¹)	Content	
Protein	2.09 ± 0.90	
Ash	1.18 ± 0.06	
Soluble fiber	7.57 ± 0.001	
Insoluble fiber	32.43 ± 0.001	
Lipids	26.19 ± 5.38	
Fattyacids (%)		
Miristicacid (C14:0)	2.56 ± 0,16	
Palmiticacid (C16:0)	13.60 ± 1,38	
Palmitoleicacid (C16:1)	2.68 ± 0,07	
Stearicacid (C18:0)	1.74 ± 0,16	
Oleicacid (C18:1n9c)	68.76 ± 0,34	
Linoleicacid (C18:2n6c)	9.03 ± 0,72	
α-linoleicacid (C18:3n6c)	0.84 ± 0,01	
Saturated (%)	17.90	
Unsaturated (%)	81.31	
Compounds phenolic (mg 100 g ⁻¹)	Free phenolics	Conjugated phenolics
Catechin	205.63	2318.55
Epicatechin	-	137.60
Epicatechin gallate	-	657.10
Epigallocatechin gallate	-	340.42
Procyanidin B1	-	292.24
Procyanidin B2	56.04	148.64
Myricetin	-	254.87
Rutin	10.09	-
Kaempferol glucoside	-	3.47
Caffeic acid	-	40.24
Trans-caftaric	-	155.25
Chlorogenic acid	-	89.39
Cis-Resveratrol	-	82.82
Total content	271.76	4520.59
Antioxidant activity		
DPPH (μmol TEAC 100 g ⁻¹)	109.73 ± 0.77	
ORAC-H (μmol TEAC 100 g ⁻¹)	104.47 ± 0.50	
ORAC-L (μmol TEAC 100 g ⁻¹)	125.40 ± 0.63	

*Data presented as mean and SD of three distinct assays. Values expressed in g 100 g⁻¹ fresh weight. **Values expressed in mg 100 g⁻¹ fresh weight. - Below the detection limit.

Table 2. Physical-chemical, nutritional composition, color parameters and scores for sensory evaluation of salad dressing formulations made with macauba pulp

Formulation	Parameters					
	pH	°Brix	Acidity	Aw	Carotenoids (µg 100g)	
SWG	3.99 ± 0.015 ^a	2.47 ± 0.23 ^c	0.76 ± 0.03 ^c	0.9852 ± 0.004 ^a	10.75 ± 0.24 ^b	
SXG	3.93 ± 0.012 ^b	4.87 ± 0.16 ^b	0.63 ± 0.46 ^b	0.9783 ± 0.001 ^{ab}	10.33 ± 0.08 ^c	
SAG	3.82 ± 0.008 ^c	6.60 ± 0.2 ^a	1.01 ± 0.04 ^a	0.9737 ± 0.006 ^b	11.49 ± 0.10 ^a	
Formulation	Color parameters					
	L*	a*	b*	C*	° Hue	ΔE
SWG	30.93 ± 0.039 ^a	-3.16 ± 0.02 ^c	20.17 ± 0.057 ^b	20.42 ± 0.05 ^b	81.10 ± 0.07 ^b	-
SXG	29.62 ± 0.004 ^b	-3.55 ± 0.04 ^a	23.21 ± 0.09 ^a	23.47 ± 0.01 ^a	81.31 ± 0.09 ^a	3.33 ± 0.14 ^b
SAG	24.53 ± 0.01 ^c	-3.41 ± 0.04 ^b	16.71 ± 0.13 ^c	17.06 ± 0.14 ^c	78.48 ± 0.05 ^c	7.28 ± 0.12 ^a
Formulation	Nutricional composition					
	Proteins (%)	Lipids (%)	Carbohydrate (%)	Fibers (%)	Energetic value (kcal)	
SWG	0.49	5.95	10.15	9.08	96.09	
SXG	0.50	5.95	10.23	9.16	96.45	
SAG	0.50	5.95	10.23	9.16	94.45	
Formulation	Sensory attributes					
	Color	Viscosity	Acidity	Flavor	Aroma	Overall acceptance
SWG	7.23 ± 1.57 ^a	7.08 ± 1.72 ^a	6.93 ± 1.91 ^a	7.15 ± 1.70 ^a	6.58 ± 1.84 ^a	7.10 ± 1.41 ^a
SXG	7.20 ± 1.60 ^a	7.13 ± 1.63 ^a	6.77 ± 1.86 ^a	6.98 ± 1.84 ^a	6.73 ± 1.60 ^a	6.73 ± 1.77 ^a
SAG	7.46 ± 1.60 ^a	6.98 ± 1.65 ^a	7.01 ± 1.72 ^a	6.85 ± 1.87 ^a	6.71 ± 1.75 ^a	6.93 ± 1.66 ^a

*SWG (sauce without gum); SXG (sauce with xanthan gum); SAG (sauce with arabic gum) ** Same letters in the same column do not differ statistically (p > 0,05) by the Tukey test.

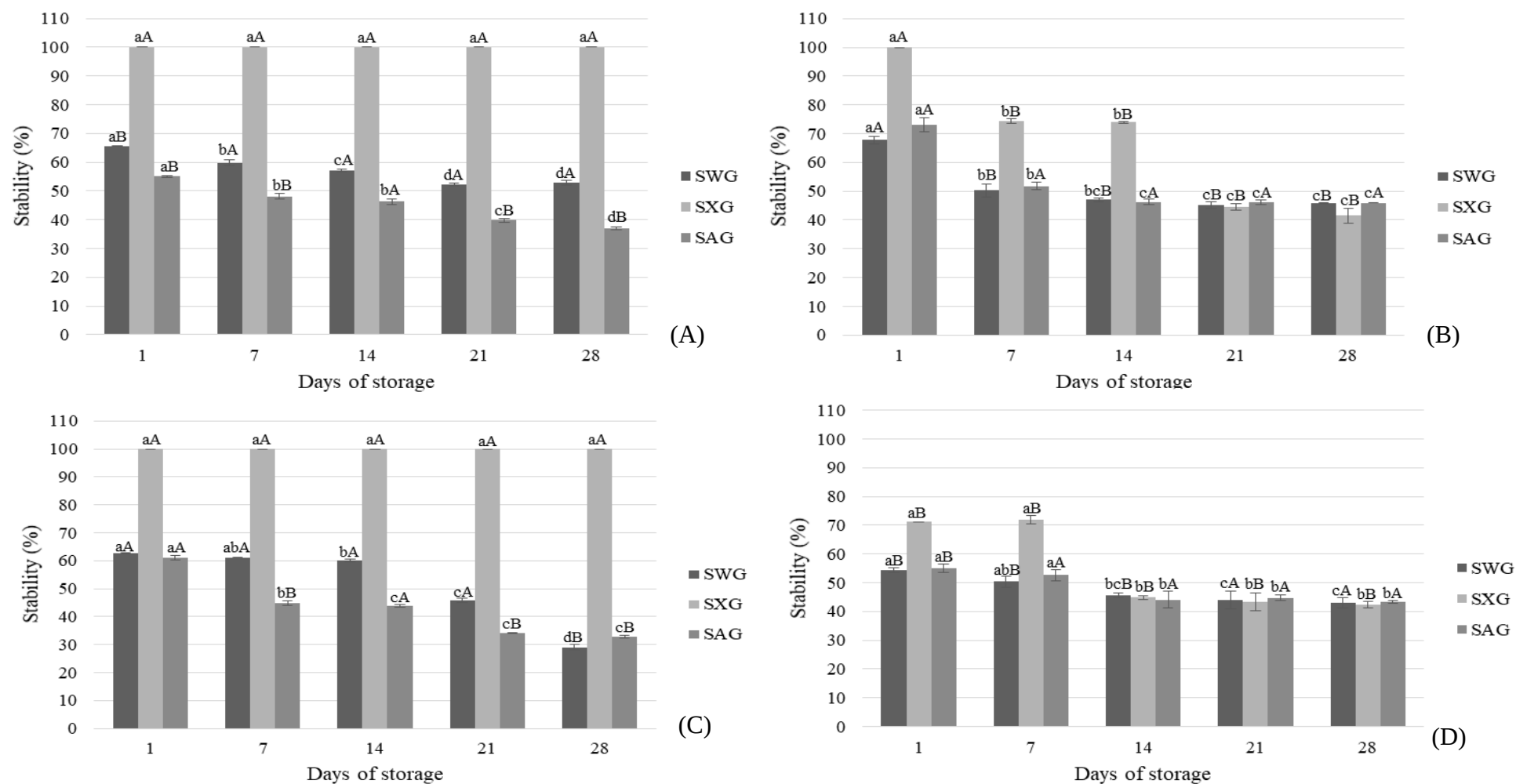


Figure 1. Physical stability of the sauces during storage in (A) plastic packaging at 5 °C; (B) glass packaging at 5 °C; (C) plastic packaging at 50 °C; (D) glass packaging at 50 °C. * SWG (sauce without gum); SXG (sauce with xanthan gum); SAG (sauce with arabic gum). ** Different lower case letters showed statistic differences ($p < 0.05$) stability (%) sauce during storage in the same conditions storage by Tukey test. Different capital letters showed different stability between the same sauce in the equal packaging and days storage according to t-Ttest ($p < 0.05$).

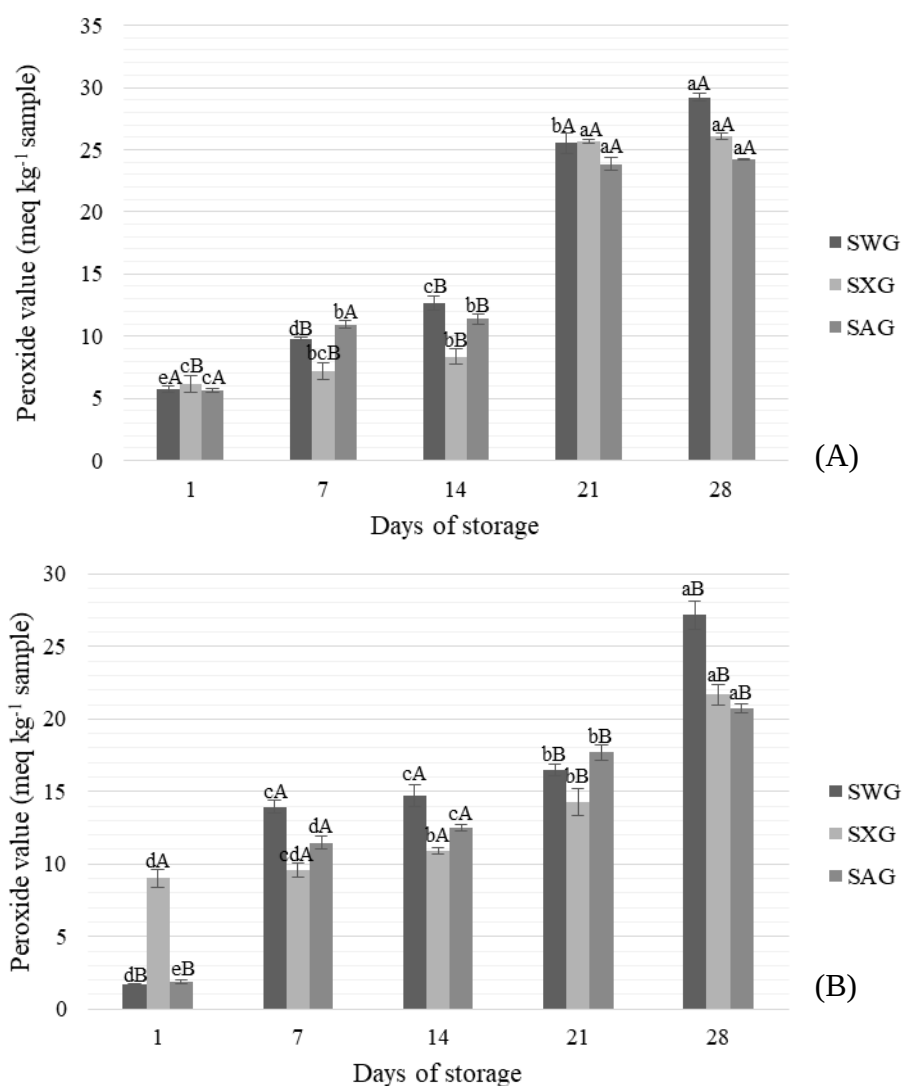


Figure 2. Peroxide value of the sauces during oxidative stability stored in (A) plastic packaging at 5 °C (B) glass packaging at 5 °C. *(SWG) Sauce Without Gum; (SXG) Sauce with Xanthan Gum; (SAG) Sauce with Arabic Gum. ** Lower case letters between the same sauce during storage days not differently statistical ($p < 0.05$) according to the Tukey test. Equal capital letters in different packages, have no statistical difference ($p < 0.05$), according to the t test.

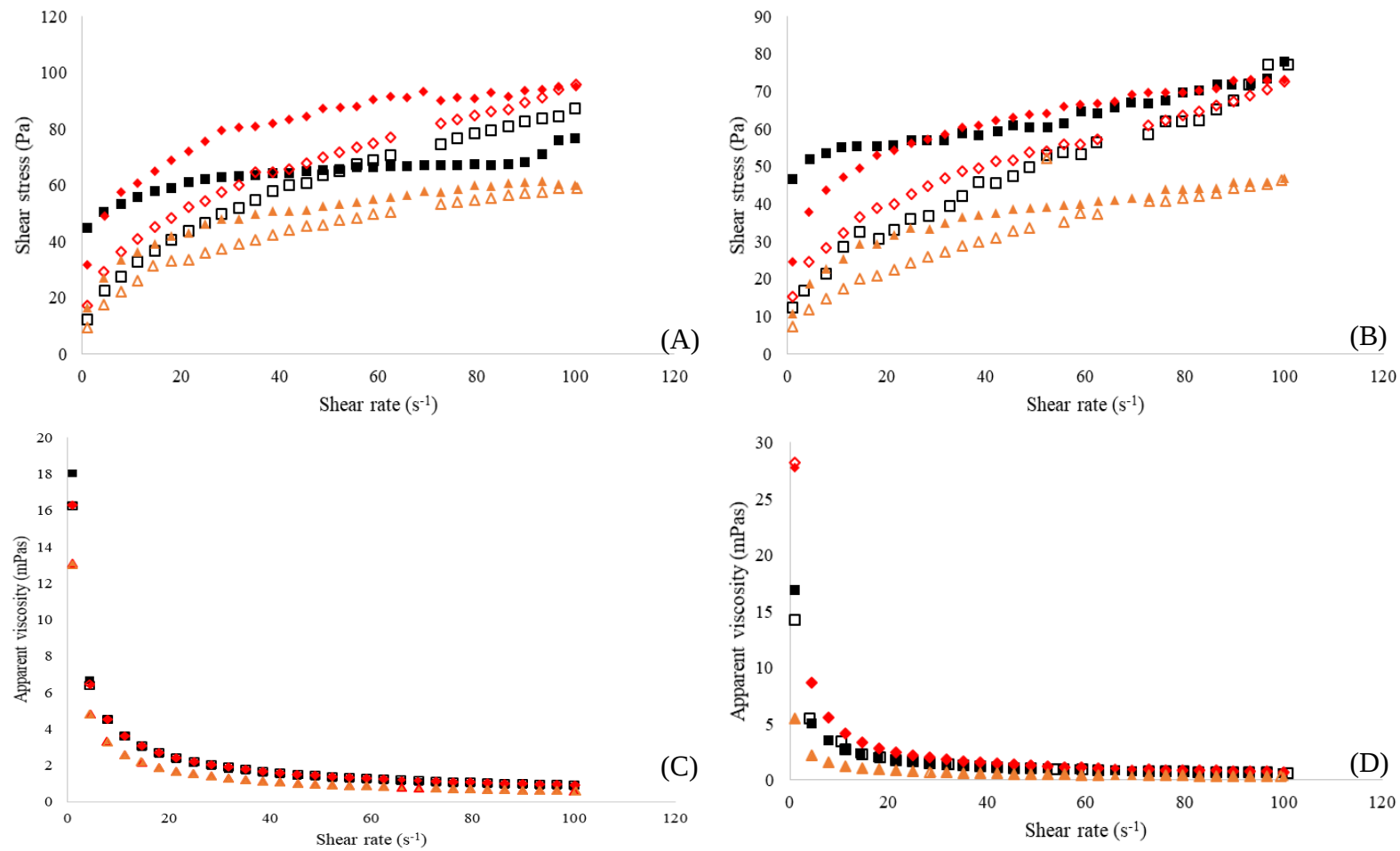


Figure 3. Curves flow os sauces (A) 5 °C; (B) 25 °C. Curves of apparent viscosity of the sauces (C) 5 °C; (D) 25 °C. * Filled and open symbols refer to upward and downward curves, respectively. *(SWG, ■) Sauce Without Gum ; (SXG, ♦) Sauce with Xanthan Gum; (SAG, ▲) Sauce with Arabic Gum. ** Filled and open symbols refer to upward and downward curves, respectively.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A polpa de macaúba pode ser considerada como fonte de lipídeos, principalmente os ácidos graxos: oleico, palmítico e linoleico; fibras alimentares e compostos fenólicos, principalmente catequina, galato de epicatequina, galato de epigallocatequina e procianidina B1.

Os molhos elaborados com a polpa de macaúba apresentaram um alto teor de fibras e valor energético. De acordo com resultados da análise sensorial, os molhos apresentaram aceitação global correspondente a “gostei moderadamente” e demonstraram que não há diferença nos atributos sensoriais em relação a utilização das diferentes gomas.

O MGX possui boa estabilidade física quando armazenados em embalagens de polipropileno. O MGA apresentou o menor índice de peróxido durante o armazenamento em ambas as embalagens avalidas. Os molhos apresentaram comportamentos característicos de fluídos não-newtonianos e pseudoplásticos.

Esses resultados podem ser úteis para a indústria de alimentos para a fabricação de molhos com baixo teor de gordura e valorização dos frutos de macaúba, fornecendo uma alternativa comestível para a utilização desses frutos.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para análise sensorial dos molhos de macaúba

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a) _____

Esta pesquisa é sobre a Aceitação sensorial de molho para salada elaborado com a polpa de macaúba e está sendo desenvolvida por Jeniffer Viviany dos Santos Fonseca, aluna do Programa de Pos-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da Professora Doutora Graciele da Silva Campelo Borges e está norteado pela Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

O objetivo deste estudo é elaborar um molho para salada utilizando a polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*) como fonte de lipídeos, fibras e antioxidantes naturais, com a finalidade de se obter um novo produto estável e que seja aceito pelo mercado consumidor.

Solicitamos a sua colaboração para responder a entrevista e se apto, participar da análise sensorial do Molho para salada, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde. Durante o decorrer da entrevista e da análise sensorial, caso o (a) senhor (a) se sentir constrangido a responder determinada pergunta ou a não querer proceder com o teste sensorial, é possível não responder ou deixar o local sem qualquer prejuízo.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador (a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, fazer contato com a pesquisadora:

Jeniffer Viviany dos Santos Fonseca. Endereço: Rua Maria Francisca da Cunha, nº 312, Mangabeira VIII. Telefone: (84) 996708284 Ou Comitê de Ética em Pesquisa do CCS/UFPB – Cidade Universitária / Campus I. Bloco Arnaldo Tavares, sala 812 – Fone: (83) 3216-7791
Atenciosamente,

Jeniffer Viviany dos Santos Fonseca
Assinatura do Pesquisador Responsável

Dr^a Graciele da Silva Campelo Borges
Assinatura do Pesquisador Orientador

APÊNDICE B – Ficha sensorial para avaliação dos molhos

Nome: _____

Gênero: () F () M Idade: _____

1- Você está recebendo 3 amostras codificadas de **MOLHOS PARA SALADA COM POLPA DE MACAÚBA**. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita. Utilize a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto.

9 – Gostei muitíssimo
 8 – Gostei muito
 7 – Gostei moderadamente
 6 – Gostei ligeiramente
 5 – Nem gostei/ Nem desgostei
 4 – Desgostei ligeiramente
 3 – Desgostei moderadamente
 2 – Desgostei muito
 1 – Desgostei muitíssimo

AMOSTRA	Cor	Viscosidade	Acidez	Aroma	Sabor	Aceitação global

2 - Ordene as amostras de **MOLHOS** em **ORDEM CRESCENTE** de acordo com a sua preferência.

	Nº da amostra
1º Lugar	
2º Lugar	
3º Lugar	

Obrigada pela participação!

Comentários: _____

ANEXOS
ANEXO A – Parecer do comitê de ética em saúde

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE MOLHO DE MACAÚBA (*Acrocomia spp.*):
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E BIOACESSIBILIDADE DE
COMPOSTOS BIOATIVOS

Pesquisador: JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 26347519.8.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.770.561

Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa intitula-se, DESENVOLVIMENTO DE MOLHO DE MACAÚBA (*Acrocomia spp.*):
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS
BIOATIVOS

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Elaborar molhos para salada utilizando a polpa de macaúba (*Acrocomia spp.*) como fonte de lipídios.

Objetivo Secundário:

Caracterizar a polpa de macaúba quanto sua composição centesimal e compostos bioativos; Elaborar
três molhos para salada utilizando a polpa de macaúba como fonte lipídica e a goma xantana e goma
arábica como estabilizantes; Determinar a composição centesimal e o valor energético dos molhos de
macaúba; Mensurar o conteúdo de carotenoides e a atividade antioxidante dos molhos de macaúba; Avaliar
a bioacessibilidade dos ácidos graxos dos molhos sob condições gastrointestinais simuladas; Determinar a
estabilidade dos molhos; Determinar a vida de prateleira do
molhos; Avaliar os atributos sensoriais dos molhos de macaúba.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 3.770.561

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os possíveis riscos avaliados para esta pesquisa são: a contaminação microbiológica, alergias ou intolerância a algum dos componentes do alimento e possibilidade de exposição das informações obtidas. Serão realizadas todas as análises necessárias para que sejam servidos alimentos seguros e que não acarretem riscos a saúde dos provadores durante a análise sensorial, bem como serão informados sobre os ingredientes utilizados para que não ocorra nenhuma reação adversa pelo consumo. Os pesquisadores também garantem o anonimato das informações obtidas para que não sejam publicadas informações sigilosas ou que constrem os participantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto apresentado, enquadra-se dentro das normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, onde o mesmo atendeu todas as obrigações propostas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto apresenta-se bem instruído e sem pendência.

Recomendações:

Recomenda-se aprovação

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado!

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa. Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	05/11/2019		Aceito

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 3.770.561

Básicas do Projeto	ETO_1445308.pdf	13:43:17		Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	05/11/2019 13:41:30	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.docx	14/10/2019 16:23:15	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito
Outros	projetoaprovado.jpg	14/10/2019 12:08:25	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito
Outros	cartadeanuencia3.jpg	14/10/2019 12:05:43	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito
Outros	cartadeanuencia2.jpg	14/10/2019 12:05:16	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito
Outros	cartadeanuencia.jpg	14/10/2019 12:04:40	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito
Orçamento	gastos.docx	14/10/2019 12:02:23	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	14/10/2019 12:01:23	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	14/10/2019 11:58:29	JENIFFER VIVIANY DOS SANTOS FONSECA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 13 de Dezembro de 2019

Assinado por:

**Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))**

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br