

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CANDIDO PEREIRA DO NASCIMENTO

**EXTRATO DE ACEROLA MICROENCAPSULADO COMO ANTIOXIDANTE
NATURAL EM *NUGGETS* DE TILÁPIA DO NILO**

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2018

CANDIDO PEREIRA DO NASCIMENTO

EXTRATO DE ACEROLA MICROENCAPSULADO COMO ANTIOXIDANTE
NATURAL EM *NUGGETS* DE TILÁPIA DO NILO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte – CE, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marlene Nunes Damaceno

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Sandra Maria Lopes dos Santos

LIMOEIRO DO NORTE – CE
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

-
- N244e Nascimento, Candido Pereira do.
Extrato de acerola microencapsulado como antioxidante natural em *nuggets* de tilápia do Nilo / Candido Pereira do Nascimento. - 2018.
71 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno.
Coorientação: Profa. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos.
1. Antocianinas. 2. *Malpighia emarginata* D.C. 3. *Oreochromis niloticus* L. 4. Polifenóis. 5. Resíduo. I. Título.

CDD 664

CANDIDO PEREIRA DO NASCIMENTO

EXTRATO DE ACEROLA MICROENCAPSULADO COMO ANTIOXIDANTE
NATURAL EM NUGGETS DE TILÁPIA DO NILO

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Tecnologia de Alimentos do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do
Norte – CE, como requisito parcial para
obtenção do Título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 31 / 08 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Marlene Nunes Damaceno

Profª. Drª. Marlene Nunes Damaceno (Orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Sandra Maria Lopes dos Santos

Profª. Drª. Sandra Maria Lopes dos Santos (Co-orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Virna Luiza de Farias

Profª. Drª Virna Luiza de Farias

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Nayara Coriolano de Aquino

Profª. Drª. Nayara Coriolano de Aquino

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Renato Teixeira Moreira

Prof. Dr. Renato Teixeira Moreira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Aos meus pais, Raimundo e Nelita, pelo amor, por todo o apoio e incentivo que me são dados constantemente.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom de minha vida e por me manter firme nesta caminhada, mesmo quando por vezes achei que não iria conseguir.

Aos meus amados pais, Raimundo e Nelita, por sempre darem a mim total dedicação e amor, e também por não medirem esforços em me ajudar financeiramente em todos estes anos em que estudei longe de casa.

À minha irmã Neliane, por todo o apoio em minha vida, por sempre estar ao meu lado quando preciso de alguém para conversar e por sempre se preocupar com meu futuro. À minha irmã Liliane, pelo carinho e cuidado a mim dispensados sempre.

À minha grande amiga Ingrid, sou grato pela parceria acadêmica de sempre, desde a graduação até aqui, pelos sorrisos e momentos felizes compartilhados e por ter sempre um ombro amigo para me dar em momentos de dificuldade.

À minha estimada amiga Josikelvia, a qual foi de fundamental importância para que os resultados desta pesquisa fossem obtidos. Por sua disponibilidade para com meu experimento, pois mesmo estando por vezes atarefada em um experimento totalmente diferente do meu, sempre se dispunha a me auxiliar. Por todo o apoio emocional nesta árdua caminhada e por todas as alegrias compartilhadas durante estes anos em Limoeiro.

Ao meu amigo Bruno pela amizade desde os tempos iniciais da graduação e por ser uma pessoa sempre disposta a ajudar. Sou grato por todos os momentos felizes e engraçados que já pudemos passar juntos e espero que possamos ser colegas nas etapas vindouras de nossas jornadas profissionais.

À querida amiga Josilene, pela grande ajuda nas análises de atividade antioxidante e por todo o trabalho em conjunto nos laboratórios desde a graduação. Por todos os nossos momentos de descontração e pela amizade sincera.

Ao amigo Carlos por todo o conhecimento compartilhado durante este período de mestrado e pela grande amizade fora dos muros da instituição.

À Claudene, pela amizade, pelos momentos de descontração durante os trabalhos em grupo neste período e pela ajuda no transporte dos resíduos de acerola em Limoeiro.

Às professoras Marlene e Sandra, minha e orientadora e coorientadora, respectivamente, por todos os conhecimentos repassados ao longo do mestrado e por se mostrarem sempre disponíveis a me ajudar com correções, cálculos e discussão de resultados, bem como com a compra de reagentes.

À professora Virna, que fez despertar em mim o desejo de trabalhar com microencapsulação e compostos bioativos, por meio de suas disciplinas no mestrado. Por sanar muitas de minhas dúvidas com seus conhecimentos práticos destas duas áreas de pesquisa e por contribuir com este trabalho desde a qualificação.

À professora Nayara, por todas as contribuições dadas a este trabalho e por sempre se mostrar acessível para sanar dúvidas sobre as análises químicas deste experimento auxiliando na interpretação dos espectros de infravermelho.

Ao professor Renato, por ter aceito o convite para participar da banca, contribuindo assim para a melhoria deste estudo.

Aos professores Rinaldo, do IFCE *campus* Fortaleza, por ter sido peça chave na obtenção das microcápsulas por *spray drying*, abrindo as portas do Laboratório de Tecnologia Química (LTQ) para que eu pudesse elaborá-las e realizar as análises de tamanho de partícula e espectroscopia no infravermelho.

À professora Lidiana, do IFCE *campus* Fortaleza, pelas orientações na operação do *spray dryer* e elaboração dos extratos aquosos. Por me auxiliar no processo de elaboração dos extratos e por se mostrar muito disponível para tirar minhas dúvidas.

Ao Tobias, técnico do LTQ, pela grande ajuda na operação do *spray dryer*, abdicando muitas vezes de estar em outros compromissos para me auxiliar nas secagens e nas análises de espectroscopia no infravermelho. Sua ajuda foi fundamental para a obtenção das microcápsulas.

À Érika, Jenniffer e Letícia, bolsistas do LTQ, pela acolhida e atenção que a mim foram dadas e pelo auxílio durante os dias em que passei no laboratório. Vocês fizeram com que eu mesmo não pertencendo ao LTQ, me sentisse parte dele. Ao Marlon, também bolsista do LTQ pela ajuda com os tamanhos de partícula.

À bolsista de iniciação científica Vera Lúcia, pela amizade e ajuda com as análises de atividade antioxidante das microcápsulas e de composição centesimal dos *nuggets*.

À Darciane, pela imensa ajuda durante o processamento dos *nuggets* e pela amizade desenvolvida ao longo deste curto período de tempo. À Fábia pela ajuda com a compra da CMS de tilápia.

À minha amiga Darliane, pela ajuda com os resíduos de acerola em Jaguaribe, pela otimização da logística de transporte dos mesmos.

Ao professor Belfort, do IFCE *campus* Limoeiro do Norte pela ajuda junto ao professor José Maria da Universidade Federal do Ceará, para a realização das análises físicas em seu laboratório.

Ao professor José Maria, por ter aberto as portas do Laboratório de Controle de Qualidade e Secagem de Alimentos da UFC, para que fossem realizadas as análises físicas dos pós. Ainda aos bolsistas Diácomo e Karla e a doutoranda Janaína, que auxiliaram na execução das análises.

À professora Elisabeth, da Universidade Federal do Ceará, por ter me recebido no Laboratório de Carnes, para a realização da análise de oxidação lipídica e aos técnicos Janevane e Luiz pela execução da análise.

Ao Tiago, Cristiano e Benacélia, pela excelente acolhida em seu apartamento durante o período do experimento em que precisei estar em Fortaleza.

À empresa Frutã, na pessoa da tecnóloga em alimentos Arilânia, pela doação de resíduos de acerola e à empresa Frutaboa, na pessoa do senhor Ancelmo pela também doação de resíduos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *campus* Limoeiro do Norte, por ter possibilitado a execução do experimento e por contribuindo com minha capacitação profissional ao longo dos anos desde a graduação.

À CAPES pelo apoio financeiro ao longo deste período de mestrado.

“Nada te perturbe, nada te espante, tudo passa! Só Deus não muda. A paciência, por fim, tudo alcança. Quem a Deus tem, nada lhe falta, pois só Deus basta. ”

Santa Teresa d'Ávila

RESUMO

O objetivo deste estudo foi aproveitar resíduos agroindustriais do despulpamento da acerola na elaboração de microcápsulas para utilização em *nuggets* de resíduos de pescado. O resíduo de acerola foi obtido de agroindústrias processadoras de polpa de fruta sendo caracterizado quanto a composição centesimal, teor de sólidos solúveis, acidez, pH, cor, vitamina C, teor de antocianinas e polifenóis e capacidade antioxidante. A etapa inicial da elaboração das microcápsulas se deu por meio do preparo de um extrato aquoso (EA) na proporção de 3:1 (água:resíduo) com três tratamentos: MD (EA + maltodextrina DE 10), MDGA (EA + maltodextrina DE 10 + goma arábica -1:1) e GA (EA + goma arábica). As microcápsulas foram caracterizadas por análises físico-químicas e de compostos bioativos. A microcápsula de resíduo de acerola (MRA) de goma arábica foi a que apresentou maior conteúdo de bioativos (3034,41±802,34 mg/100 g de vitamina C; 642,22 ± 280,70 mg/100 g de PET; 13,89 ± 5,28 mg/100 g de antocianinas) e foi aplicada em *nuggets* de tilápia do Nilo em quatro formulações A (0% MRA e 0,01% de BHT), B (0% MRA), C (2% MRA) e D (4% MRA), sendo estes armazenados durante 15 dias em temperatura de refrigeração (4 °C) para avaliação por testes microbiológicos, físico-químicos (oxidação lipídica por TBARS, pH e cor) e sensoriais, bem como pela determinação da composição centesimal. Os *nuggets* apresentaram boa estabilidade microbiológica durante o período de armazenamento se mostrando dentro dos padrões exigidos pela legislação para derivados de pescado, além de pH estável. A cor das formulações C e A foram semelhantes durante o período de armazenamento estudado, e a análise de TBARS mostrou uma maior quantidade de malonaldeído nas formulações C e D. Todas as formulações apresentaram boa aceitação sensorial. A caracterização do resíduo de acerola pode inferir que este apresenta grande potencial de aproveitamento como fonte para extração de compostos bioativos (antocianinas e vitamina C), o que foi confirmado pela expressiva quantidade destes compostos no extrato aquoso elaborado, podendo este ser utilizado na produção de microcápsulas com antioxidantes e corantes naturais, para uso como ingrediente alimentar. A aplicação das MRA em *nuggets* de resíduos de tilápia demonstrou ser possível sua utilização como substituto do antioxidante sintético BHT, tendo em vista que as características de cor e a aceitação sensorial foram semelhantes. A técnica utilizada para quantificar a

oxidação lipídica não foi adequada, apresentando valores superestimados para as formulações com MRA por influência da cor. Sugere-se para produtos desta natureza que a oxidação lipídica seja avaliada por outros métodos.

Palavras-chave: Antocianinas, *Malpighia emarginata* D.C, *Oreochromis niloticus* L. Polifenóis, Resíduo.

ABSTRACT

The aim of this study was to take advantage of agroindustrial waste from acerola pulp in the elaboration of microcapsules for use in nuggets of fish waste. The acerola waste was obtained from fruit pulp processing agroindustries and characterized as centesimal composition, soluble solids content, acidity, pH, color, vitamin C, content of anthocyanins and polyphenols and antioxidant capacity. The initial stage of preparation of the microcapsules was made through the preparation of an aqueous extract (AE) at a ratio of 3: 1 (water: waste) with three treatments: MD (AE + maltodextrin DE 10), MDGA (AE + maltodextrin DE 10 + gum arabic -1: 1) and GA (AE + gum arabic). The microcapsules were characterized by physicochemical analyzes and bioactive compounds. The microcapsule acerola residue (MRA) gum arabic that has the higher content of bioactive (3034.41 ± 802.34 mg / 100 g of vitamin C, 642.22 ± 280.70 mg / 100 g of PET, 13.89 ± 5.28 mg / 100 g of anthocyanins) and was applied in nuggets of Nile tilapia in four formulations A (0% MRA and 0.01% BHT), B (0% MRA), C (2% MRA) and D (4% MRA), stored for 15 days at refrigeration temperature C) for evaluation by microbiological, physical-chemical (lipid oxidation by TBARS, pH and color) and sensorial tests, as well as by the determination of the centesimal composition. The nuggets showed good microbiological stability during the period of storage, showing within the standards required by the legislation for fish derivatives, in addition to stable pH. The color of treatment C was similar to that of treatment A during the storage period studied, and TBARS analysis showed a greater amount of malonaldehyde in treatments C and D. All formulations showed good sensory acceptance. The characterization of the acerola residue can infer that this one presents great potential of use as source for the extraction of bioactive compounds (anthocyanins and vitamin C), which was confirmed by the expressive amount of these compounds in the elaborated aqueous extract, which can be used in the production of microcapsules with antioxidants and natural colorants, for use as a food ingredient. The application of MRAs in nuggets of tilapia residues demonstrated that it is possible to use it as a substitute for the synthetic antioxidant BHT, since color characteristics and sensorial acceptance were similar. The technique used to quantify the lipid oxidation was not adequate, presenting overestimated values for formulations with MRA by color influence. It is

suggested for products of this nature that lipid oxidation be evaluated by other methods.

Keywords: Anthocyanins, *Malpighia emarginata* DC, *Oreochromis niloticus* L, Polyphenols, Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura básica das antocianinas.....	26
Figura 2 - Esquema do processo de secagem por <i>spray drying</i>	28
Figura 3 – Resíduo do despulpamento da acerola.....	33
Figura 4 - Fluxograma de obtenção do extrato aquoso de resíduo de acerola.	35
Figura 5 – Mini <i>Spray Dryer</i> Büchi B-290 utilizado na obtenção das microcápsulas.	37
Figura 6 - Fluxograma de processamento dos <i>nuggets</i> de tilápia do Nilo.....	40
Figura 7 - Microcápsulas de resíduo de acerola obtidas por secagem em <i>spray dryer</i>	49
Figura 8 - Espectros de infravermelho com transformada de Fourier (IVTF) do extrato aquoso atomizado do resíduo de acerola (A) e das microcápsulas de resíduo de acerola (B).....	52
Figura 9 - Índice de TBARS de <i>nuggets</i> de tilápia do Nilo elaborados com diferentes proporções de microcápsulas de acerola durante 15 dias de armazenamento sob refrigeração (4 °C).....	56
Figura 10 - <i>Nuggets</i> de tilápia do Nilo durante os períodos de 1 e 15 dias de armazenamento sob refrigeração a 4 °C.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições de secagem para atomização por <i>spray dryer</i> do extrato aquoso de acerola.....	37
Tabela 2 - Formulações de <i>nuggets</i> de CMS de tilápia do Nilo com diferentes proporções de adição de microcápsulas de acerola.	39
Tabela 3 - Análise físico-química do resíduo de acerola.....	42
Tabela 4 - Composição centesimal do resíduo de acerola.....	43
Tabela 5 - Parâmetros de cor do resíduo de acerola.	44
Tabela 6 - Compostos bioativos e atividade antioxidante do resíduo de acerola.....	44
Tabela 7 - Características físico-químicas do extrato aquoso de resíduo de acerola.	46
Tabela 8 - Cor instrumental do extrato aquoso de resíduo de acerola.....	46
Tabela 9 - Compostos bioativos e atividade antioxidante do extrato aquoso de resíduo de acerola expressos em base seca.	47
Tabela 10 - Características físico-químicas de tamanho de partícula das microcápsulas de acerola.....	48
Tabela 11 - Cor instrumental das microcápsulas de acerola.....	49
Tabela 12 - Compostos bioativos e atividade antioxidante das microcápsulas de acerola.	50
Tabela 13 - Composição centesimal de <i>nuggets</i> de CMS de tilápia do Nilo com diferentes proporções de adição de microcápsulas de acerola.....	53
Tabela 14 - Análise microbiológica de <i>nuggets</i> de CMS de tilápia do Nilo ao longo de 15 dias de armazenamento refrigerado (4 °C).	54
Tabela 15 - Potencial hidrogeniônico de <i>nuggets</i> de CMS de tilápia com diferentes concentrações de microcápsulas de acerola ao longo de 15 dias de armazenamento refrigerado (4 °C).....	55
Tabela 16 - Cor dos <i>nuggets</i> de CMS de tilápia do Nilo durante a estocagem sob refrigeração a 4 °C.	57
Tabela 17 - Atributos sensoriais de aceitação de <i>nuggets</i> de CMS de tilápia do Nilo com diferentes proporções de adição de microcápsulas de acerola.	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados da literatura para as diferentes bandas observadas nos espectros de infravermelho das microcápsulas.	52
--	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - APRESENTAÇÃO GERAL	18
1 INTRODUÇÃO	18
2 JUSTIFICATIVA.....	20
3 OBJETIVOS.....	21
3.1 Objetivo geral	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
REFERÊNCIAS.....	22
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
1.1 Desperdício de alimentos	24
1.2 Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> L.)	24
1.3 Acerola (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.)	25
1.4 Antocianinas	25
1.5 Microencapsulação aplicada à tecnologia de alimentos	26
1.5.1 <i>Spray drying</i>	27
REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 3	31
EXTRATO DE ACEROLA MICROENCAPSULADO COMO ANTIOXIDANTE NATURAL EM <i>NUGGETS</i> DE TILÁPIA DO NILO	31
RESUMO.....	31
1 INTRODUÇÃO	32
2 MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1 Obtenção da matéria-prima e ingredientes.....	33
2.2 Caracterização dos resíduos de acerola	34
2.2.1. <i>Análises físico-químicas e composição centesimal</i>	34
2.2.2 <i>Compostos bioativos e capacidade antioxidante</i>	34
2.3 Obtenção e caracterização físico-química do extrato aquoso do resíduo de acerola.....	35
2.3.1 <i>Obtenção do extrato aquoso</i>	35
2.3.2 <i>Análises físico-químicas</i>.....	36
2.3.3 <i>Compostos bioativos e capacidade antioxidante</i>	36
2.4 Obtenção e caracterização das microcápsulas	36

2.4.1 Microencapsulação por atomização em spray dryer	36
2.4.2 Análises físico-químicas.....	38
2.4.3 Compostos bioativos e capacidade antioxidante	38
2.4.4 Tamanho de partícula por espalhamento de luz dinâmico (ELD) e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (IVTF).	38
2.5 Aplicação em nuggets de tilápia do Nilo.....	38
2.5.1 Elaboração dos nuggets.....	38
2.5.2 Composição centesimal	40
2.5.3 Estabilidade físico-química e microbiológica.....	41
2.5.4 Análise sensorial.....	41
2.6 Análise estatística	42
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.1 Características físico-químicas e composição centesimal do resíduo de acerola.....	42
3.2 Compostos bioativos e capacidade antioxidante do resíduo de acerola.....	44
3.3 Características físico-químicas do extrato aquoso de resíduo de acerola..	45
3.4 Compostos bioativos e capacidade antioxidante do extrato aquoso.....	46
3.5 Tamanho de partícula e características físico-químicas das microcápsulas	47
3.6 Compostos bioativos e capacidade antioxidante das microcápsulas	49
3.7 Análise das microcápsulas na espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier	51
3.8 Composição centesimal dos nuggets	53
3.9 Estabilidade microbiológica dos nuggets.....	54
3.10 Estabilidade físico-química dos nuggets	54
3.11 Análise sensorial dos nuggets.....	58
4 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A	65
APÊNDICE B	68
ANEXO A.....	69

CAPÍTULO 1 - APRESENTAÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

O potencial nutritivo dos frutos é amplamente explorado no setor industrial em diversos países, isto em decorrência da alta procura por alimentos saudáveis; sendo utilizados geralmente para consumo *in natura* ou na forma de sucos, refrescos e néctar, ou ainda, incorporados em outras preparações alimentícias, seja em forma integral ou processada (SOUZA et al., 2015). Entretanto, o processamento de frutas gera elevadas quantidades de resíduos sólidos como casca, semente, caroço ou até mesmo polpa; estes subprodutos possuem nutrientes e compostos bioativos importantes para a alimentação humana, mas geralmente são descartados, o que causam sérios danos ao meio ambiente (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

O Brasil encontra-se entre os principais países produtores e exportadores de frutos tropicais, como por exemplo, a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), fruta pequena e vermelha, que se destaca pelo alto conteúdo de vitamina C; seu processamento envolve o despulpamento e gera resíduo constituído de cascas e sementes. O resíduo gerado (bagaço) possui quantidades expressivas de ácido ascórbico, flavonoides e antocianinas, compostos de alto valor nutricional e com propriedades antioxidantes, que são desperdiçados pela indústria (MOREIRA et al., 2009; MOREIRA et al., 2010).

O reaproveitamento de resíduos orgânicos da acerola geralmente é realizado através da elaboração de farinhas e da sua incorporação em outros alimentos (PEREIRA et al., 2013), no entanto, este processo pode promover a degradação de compostos termolábeis o que estimula o estudo de outras tecnologias para que se conservem as características nutricionais destes subprodutos.

Um outro tipo de indústria de alimentos que gera grandes quantidades de resíduo é a de processamento de pescado, onde várias partes comestíveis do mesmo são desperdiçadas desde a despesca até sua comercialização. Durante as etapas de processamento estima-se que cerca de 70% do pescado seja convertido em subprodutos como: cabeças, vísceras e aparas de carne sendo grande parte

desses resíduos destinados para a produção de ração para alimentação animal, no entanto, eles podem ser maior fonte de nutrientes que os próprios produtos, quando se trata de ácidos graxos e micronutrientes, que poderiam ser aproveitados na alimentação humana (BOSCOLO et al., 2012; FAO, 2016). Uma alternativa para o aproveitamento dos resíduos gerados seria a elaboração de produtos formatados de pescado, como os *nuggets* que atendem a necessidade atual da população, que busca praticidade na elaboração de suas refeições. Além disso, estes alimentos possibilitam a utilização de aparas de filetagem e de partes secundárias da carcaça de peixes que antes seriam descartadas (GONÇALVES, 2011). No entanto, estes alimentos são bastante suscetíveis a reações de oxidação, por isso, para seu controle, faz-se a aplicação de antioxidantes químicos visando controlar estas, no entanto, o uso destes aditivos químicos gera dúvidas e insegurança nos consumidores (MAYA; MOLINA, VARGAS, 2013). Uma alternativa ao uso dos aditivos químicos é a elaboração de aditivos obtidos a partir de fontes naturais, como os resíduos de frutas, sendo a microencapsulação de extratos vegetais uma técnica comum na elaboração deste tipo de material.

A microencapsulação é uma técnica empregada em diferentes produtos, visando à manutenção de suas características ou de compostos bioativos provenientes de extratos da polpa ou dos resíduos de frutos (BALDIN et al., 2016). As microcápsulas são obtidas através de métodos como a liofilização, *spray drying*, entre outros, e os materiais encapsulantes mais empregados são os carboidratos, por sua capacidade de ligação a outros compostos. Os principais objetivos desta técnica são retardamento de reações ou alterações, separação de componentes, melhoramento da solubilidade ou da incorporação em sistemas secos, e liberação controlada de componentes durante o processamento ou mesmo durante seu armazenamento (AZEREDO, 2005; BERSNTEIN; NOREÑA, 2015; CALISKAN; NURDIRIM, 2013).

2 JUSTIFICATIVA

O processamento de pescado e de frutos é de grande importância econômica para o Brasil, porém, este mesmo benefício traz a problemática da geração de resíduos com alto potencial de causar impactos ambientais se não forem tratados de maneira adequada. Tendo em vista que as tecnologias de tratamento de resíduos na indústria de alimentos são relativamente caras, a elaboração de produtos alimentícios utilizando estes resíduos se apresenta como uma potencial alternativa para o adequado manejo dos mesmos pelas indústrias processadoras.

O aproveitamento de resíduos de frutas também se mostra como uma alternativa viável para obtenção de compostos que podem atuar como substitutos de aditivos sintéticos, tendo em vista a presença de pigmentos que além de conferir cor, podem apresentar atividade antioxidante. Porém o uso destes pigmentos naturais no processamento de produtos alimentícios ainda é limitado, devido à pouca estabilidade que os mesmos possuem. Porém, esta estabilidade pode ser aumentada com o uso de técnicas como a microencapsulação, possibilitando assim que estes pigmentos venham a ser utilizados na elaboração de produtos, já que estando microencapsulados, estarão protegidos de fatores que venham a degradá-los.

O uso de alternativas que promovam o aproveitamento integral de alimentos se faz importante tanto do ponto de vista econômico quanto social, pois a prática de tais alternativas, bem como os lucros advindos da sua utilização trazem benefícios para todos os setores envolvidos na cadeia produtiva de alimentos, inclusive para os consumidores, já que de um modo geral estes buscam cada vez mais consumir produtos livres ou com baixo conteúdo de aditivos sintéticos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Aproveitar resíduos agroindustriais do despulpamento da acerola na elaboração de microcápsulas para aplicação em *nuggets* de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar por meio de análises físico-químicas os resíduos de acerola;
- Extrair compostos bioativos de resíduos do despulpamento de acerola;
- Elaborar microcápsulas contendo compostos bioativos de resíduo de acerola utilizando maltodextrina (DE 10) e goma arábica como materiais de parede;
- Caracterizar por meio de análises físicas e físico-químicas as microcápsulas de resíduos de acerola;
- Aplicar microcápsulas com maior conteúdo de antocianinas em *nuggets* de resíduos de tilápia do Nilo;
- Caracterizar *nuggets* de resíduo da filetagem de tilápia do Nilo com resíduo do despulpamento de acerola microencapsulado através de análises físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais e avaliar sua estabilidade durante quinze dias sob refrigeração.

Nos próximos capítulos serão apresentadas: uma breve revisão de literatura abordando aspectos sobre o desperdício de alimentos, características do fruto da aceroleira, definição e produção mundial de pescado, estrutura de antocianinas, aplicações da microencapsulação na tecnologia de alimentos e secagem por liofilização (Capítulo 2). Em seguida, será discutida a aplicação de extrato microencapsulado de acerola em *nuggets* de tilápia do Nilo (Capítulo 3).

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, H. M. C. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. **Alimentos & Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2005.
- BALDIN, J. C.; MICHELIN, E. C.; POLIZER, Y. J.; RODRIGUES, I.; GODOY, S. H. S.; FREGONESI, R. P.; PIRES, M. A.; CARVALHO, L. T.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; LIMA, C. G.; FERNANDES, A. M.; TRINDADE, M. A. Microencapsulated jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity. **Meat Science**, v. 118, p. 15-21, 2016.
- BERNSTEIN, A.; NOREÑA, C. P. Z. Encapsulation of red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. f. *rubra*) anthocyanins by spray drying using different encapsulating agents. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 58, n. 6, p. 944-952, 2015.
- BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; KLEIN, S. BITENCOURT, F.; CORRÊIA, A. F. Resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na forma de farinhas e silagem para a alimentação de lambari (*Astianax bimaculatus*). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 183-195, 2012.
- CALISKAN, G.; NUR DIRIM, S. The effects of the different drying conditions and the amounts of maltodextrin addition during spray drying of sumac extract. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, n. 4, p. 539-548, 2013.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016**: contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma: FAO, 2016. 224p.
- GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 608p.
- MAYA, Y. L. I.; MOLINA, D. A. R.; VARGAS, J. H. L. Oxidación lipídica y antioxidants naturales en derivados cárnicos. **Journal of Engineering and Technology**, v. 2, n. 2, p. 50-66, 2013.
- MOREIRA, G. É. G.; AZEREDO, H. M. C.; MEDEIROS, M. F. D.; BRITO, E. S.; SOUZA, A. C. R. Ascorbic acid and anthocyanin retention during spray drying of acerola pomace extract. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 34, n. 5, p. 915-925, 2010.
- MOREIRA, G. É. G.; COSTA, M. G. M.; SOUZA, A. C. R.; BRITO, E. S.; MEDEIROS, M. F. D.; AZEREDO, H. M. C. Physical properties of spray dried acerola pomace extract as affected by temperature and drying aids. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 2, p. 641-645, 2009.

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

PEREIRA, C. T. M.; SILVA, C. R. P.; LIMA, A.; PEREIRA, D. M.; COSTA, C. N.; CAVALCANTE NETO, A. A. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Acta Tecnológica**, v.1, n.2, p. 50-56, 2013.

SOUZA, A. L. R.; MARQUES, L. G.; GOMES, E. B.; NARAIN, N. Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por *spray drying*: uma revisão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 3, p. 327-338, 2015.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Desperdício de alimentos

De modo geral, não há uma definição padrão para perdas de alimentos e desperdício de alimentos, no entanto, sabe-se que as perdas estão relacionadas à redução em massa ou em valor nutricional de alimentos durante a colheita, processamento, armazenamento e distribuição. O desperdício de alimentos é produto de decisões inadequadas por parte do comércio, falta de infraestrutura ou por fatores relacionados à consciência dos consumidores (ALAMAR et al., 2018).

O desperdício de alimentos tem impacto direto no que diz respeito à segurança alimentar das populações mais pobres, sobre a qualidade e segurança dos alimentos, sobre o ambiente e o desenvolvimento econômico. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o desperdício de alimentos global é de 1,3 bilhões de toneladas por ano. Somente na América Latina são desperdiçadas 127 milhões de toneladas de alimentos por ano, o equivalente a 223 kg *per capita*/ano. Dentre os grupos de alimentos com maiores perdas e desperdício em sua cadeia produtiva estão frutas (55%), cereais e tubérculos (40%) e pescados e mariscos (33%) (FAO, 2011; FAO, 2016a).

1.2 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.)

O termo pescado define os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, répteis, equinodermos e outros animais aquáticos que são utilizados na alimentação humana. (BRASIL, 2017). A aquicultura é responsável por cerca de 47% da produção mundial de pescado e a tilápia do Nilo é uma das espécies com maior volume de produção dentro dos cultivos (FAO, 2016a; FAO, 2018).

A tilápia do Nilo pertence ao grupo de peixes teleósteos e teve sua origem no leste da África, na bacia do rio Nilo. Esta espécie se encontra distribuída em regiões tropicais e subtropicais como Israel, sudoeste da Ásia e América. O peixe apresenta um melhor desenvolvimento em temperaturas que variam de 25 a 30 °C,

sendo uma espécie de crescimento alcançar até 60 cm de comprimento e pesar até 9,5 kg (SILVA et al., 2015).

A introdução de tilápia do Nilo no Brasil se deu por meio do Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), no ano de 1971, que introduziu a mesma em alguns açudes da região Nordeste do Brasil. No ano de 2016, a tilápia liderou a produção na piscicultura nacional, com 239,09 mil toneladas despescadas, o equivalente a 47,1% do total da produção. O estado do Ceará se encontra como o quinto maior produtor do peixe no Brasil, com destaque para o município de Orós, maior produtor nacional de tilápia do Nilo, com um volume de produção 17.366 toneladas em 2017 (IBGE, 2017; SILVA et al., 2015).

1.3 Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)

A acerola ou cereja das Antilhas pertence ao gênero *Malpighia*, e é um fruto nativo das Américas do Sul, Central e do Norte, com grandes áreas de cultivo no Brasil (MALEGORI et al., 2017). O fruto da aceroleira é pequeno em formato de globo, tendo um diâmetro médio de 2,5 cm e peso variando entre 2 e 10 g. Durante o amadurecimento, a casca da acerola adquire coloração vermelha brilhante, e sua polpa coloração alaranjada, mudanças estas atribuídas à presença de antocianinas e carotenoides.

No Brasil, a acerola é consumida de variadas maneiras, seja como fruta fresca, suco, néctar, obtendo destaque a polpa de acerola congelada, produto que por sua praticidade é largamente aceito pelos consumidores. O processamento de suco e polpa de acerola geram resíduos que equivalem em média a 40% do volume de processamento. Estes resíduos são ricos em antocianinas, flavonoides e vitamina C, que podem ser utilizados para extração de compostos bioativos, como forma de agregar valor comercial aos mesmos (ABUD; NARAIN, 2009; REZENDE; NOGUEIRA; NARAIN, 2017; BATISTA SOBRINHO, 2014; YAHIA, 2011).

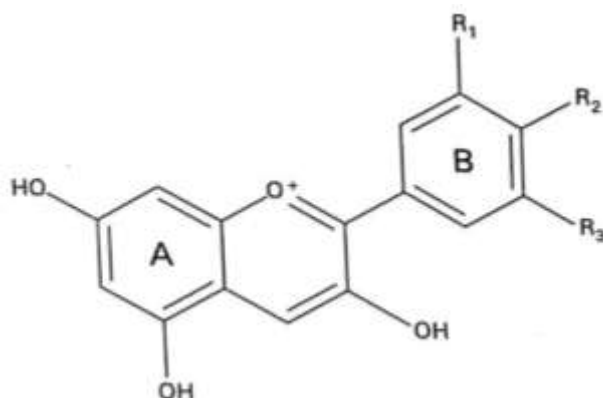
1.4 Antocianinas

As antocianinas pertencem ao grupo dos compostos fenólicos, que são substâncias bioativas associadas à redução do risco de doenças crônicas como o câncer, por sua capacidade de combater a ação dos radicais livres. Aquelas

encontradas nos alimentos derivam de agliconas (produtos da hidrólise do açúcar da antocianina) que podem apresentar três pigmentos: pelargonidina (vermelho), cianidina (vermelho) e delphinidina (violeta) (Figura 1).

Elas são responsáveis por cores como o azul, roxo e vermelho em frutos como acerola, açaí, mirtilo e morango. A utilização desses pigmentos pela indústria de alimentos é limitada, tendo em vista que a estabilidade desses compostos é afetada pelo pH, temperatura, oxigênio e luz, entre outros fatores. Basicamente, a aplicação desse pigmento natural se dá em iogurtes, sorvetes, produtos de padaria e confeitaria, pastas de frutas e doces (CARVALHO et al., 2016; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; COSTA; ROSA, 2010).

Figura 1 – Estrutura básica das antocianinas.



ANTOCIANINAS	R ₁	R ₂	R ₃
Cianidina	OH	OH	-
Peonidina	OCH ₃	OH	-
Delfinidina	OH	OH	OH
Malvinidina	OCH ₃	OH	OCH ₃
Petunidina	OCH ₃	OH	OH

Fonte: Costa; Rosa (2010).

1.5 Microencapsulação aplicada à tecnologia de alimentos

A encapsulação é um processo de aprisionamento de materiais ativos (núcleo) dentro de substâncias protetoras (parede), para produzir partículas com diâmetros nanométricos ou micrométricos. A primeira etapa da maioria dos

processos de encapsulação é a homogeneização do ativo com o material de parede, sendo esta mistura submetida a processos de secagem (atomização ou liofilização) (TAO et al., 2017).

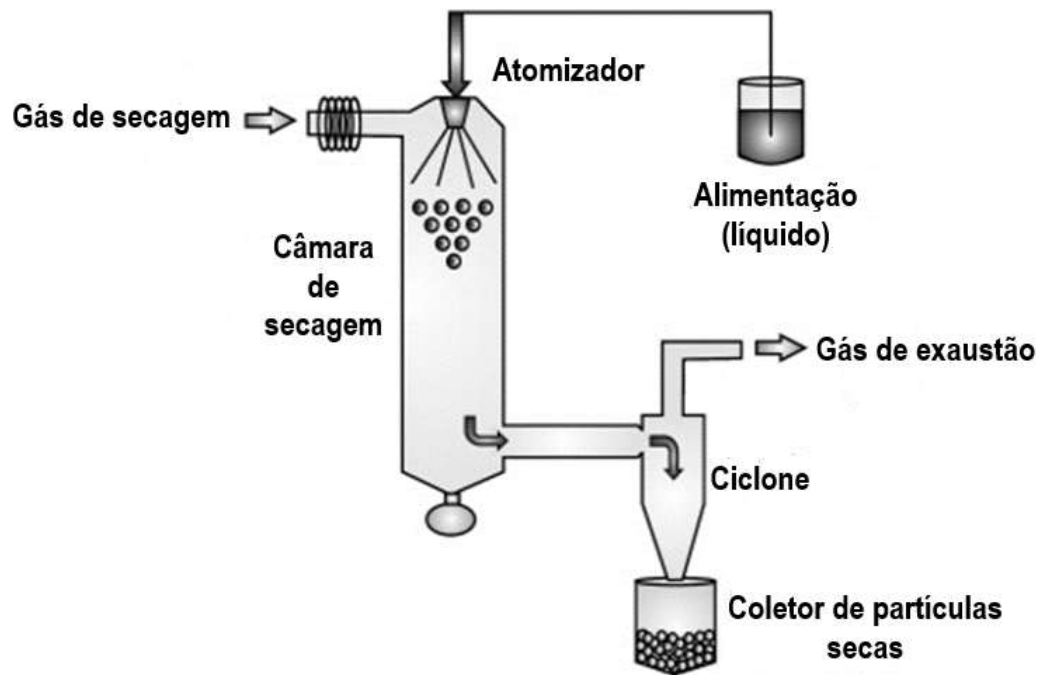
Na tecnologia de alimentos, variadas aplicações possuem as microcápsulas, muitas delas relacionadas com a proteção de substâncias que se degradariam facilmente quando incorporadas na matriz alimentícia, como por exemplo, as antocianinas e os carotenoides, por não tolerarem alterações de pH, temperatura e interação com proteínas, ou com o intuito de mascarar sabores indesejáveis de certos compostos, como os óleos essenciais, sendo elaboradas cápsulas que possibilitem a liberação controlada destes.

1.5.1 *Spray drying*

A secagem por pulverização ou *spray drying*, retira a umidade de um produto fluido e o transforma em partículas com auxílio de calor, e essas transformações estão relacionadas com a atomização da solução de alimentação, contato do spray com o ar quente, evaporação da umidade e separação das partículas (Figura 2). Os parâmetros utilizados no processo de secagem por atomização e as propriedades dos materiais influenciam diretamente na qualidade do produto final, sendo esses, a taxa de fluxo de alimentação, pressão, viscosidade, tensão superficial da alimentação (ANANDHARAMAKRISHNAN; PADMA ISHWARYA, 2015).

O processo possui uma ampla gama de aplicações e podem ser utilizados em setores diversos da indústria, tais como alimentação, produtos farmacêuticos, agrícolas e químicos. O principal objetivo dessa tecnologia é a proteção de um agente ativo contra deteriorações causadas por exposição a condições do ambiente em que se encontram, sendo esses fatores, água, oxigênio, luz e calor, e assim aumentar a sua viabilidade. Traz como benefício, além do aumento da vida útil, a capacidade de mascarar sabores e odores desagradáveis, o que eleva a aceitação do produto e a praticidade na manipulação, também controla reações indesejadas entre o agente ativo e os componentes naturais do alimento e torna possível o maior controle de liberação do agente encapsulado (GAONKAR et al., 2014).

Figura 2 - Esquema do processo de secagem por *spray drying*.



Fonte: Sosnik; Seremeta (2015).

REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processo de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.
- ALAMAR, M. C.; FALAGÁN, N.; AKTAS, E.; TERRY, L. A. Minimising food waste: a call for multidisciplinary research. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n.1, p. 8-11, 2017.
- ANANDHARAMAKRISHNAN, C.; PADMA ISHWARYA, S. **Spray drying techniques for food ingredient encapsulation**. Oxford: John Wiley & Sons, 2015. 293p.
- BATISTA SOBRINHO, I. S. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas**. 2014. 165f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Centro de Ensino, Pesquisa e Extensão Socioambiental, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Decreto n. 9.013, de 29 de Março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal-RIISPOA. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, Distrito Federal, 29 mar. 2017. Seção 1, p. 3.
- CARVALHO, A. G. S.; MACHADO, M. T. C.; SILVA, V. M.; SATORATTO, A.; RODRIGUES, R. A. F.; HUBINGER, M. D. Physical properties and morphology of spray dried microparticles containing anthocyanins of jussara (*Euterpe edulis* Martius) extract. **Powder Technology**, v. 294, s/n, p. 421-428, 2016.
- COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2010. 536p.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4 ed. Artmed: Porto Alegre, 2010. 900p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016: contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos**. Roma: FAO, 2016a. 224p.
- _____. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura: cumplir los objetivos de Desarrollo sostenible**. Roma: FAO, 2018. 250p.
- _____. **Global food losses and food waste: extent, causes and prevention**. Roma: FAO, 2011. 37p.
- _____. **Perdidas y desperdicios de alimentos en la America Latina y el Caribe**. Roma: FAO, 2016b. 23p.

GAONKAR, A. G.; VASISHT, N.; KHARE, A. R.; SOBEL, R. **Microencapsulation in the Food Industry: a practical implementation guide**. San Diego: Academic Press, 2014. 569p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da pecuária municipal 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. v. 44, 53p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da pecuária municipal 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. v. 45, 19p.

MALEGORI, C.; MARQUES, E. J. N.; FREITAS, S. T.; PRIMENTEL, M. F.; PASQUINI, C.; CASIRAGHI, E. Comparing the analytical performances of Micro-NIR and FT-NIR spectrometers in the evaluation of acerola fruit quality, using PLS and SVM regression algorithms. **Talanta**, v. 165, s/n, p. 112-116, 2017.

REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P.; NARAIN, N. Comparison and optimization of conventional and ultrasound assisted extraction for bioactive compounds and antioxidant activity from agro-industrial acerola (*Malpighia emarginata* D.C) residue. **LWT - Food Science and Technology**, v. 85, s/n, p. 158-169, 2017.

SILVA, G. F.; MACIEL, L. M.; DALMASS, M. V.; GONÇALVES, M. T. **Tilápia-do-Nilo: criação e cultivo no estado do Paraná**. Curitiba: GIA, 2015. 290p.

SOSNIK, A.; SEREMETA, K. P. Advantages and challenges of the spray-drying technology for the production of pure drug particles and drug-loaded polymeric carriers. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 223, s/n, p. 40-54, 2015.

TAO, Y.; WANG, P.; WANG, J.; WU, Y.; HAN, Y.; ZHOU, J. Combining various wall materials for encapsulation of blueberry anthocyanin extracts: optimization by artificial neural network and genetic algorithm and a comprehensive analysis of anthocyanin powder properties. **Powder Technology**, v. 311, s/n, p. 77-87, 2017.

YAHIA, E. M. **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. Volume 2: açai to citrus. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2011. 590p.

CAPÍTULO 3

EXTRATO DE ACEROLA MICROENCAPSULADO COMO ANTIOXIDANTE NATURAL EM *NUGGETS* DE TILÁPIA DO NILO

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho aproveitar o resíduo de acerola para a extração de antocianinas aplicadas na elaboração de microcápsulas para a adição em *nuggets* de tilápia do Nilo. Os resíduos de acerola foram coletados em diferentes agroindústrias e caracterizados quanto a composição centesimal, cor, pH, sólidos solúveis, acidez, vitamina C, teor de polifenóis e antocianinas. Para elaboração das microcápsulas de resíduo de acerola (MRA) por *spray dryer* foi preparado um extrato aquoso (EA), na proporção de 3:1 (água:resíduo) com três tratamentos: MD (EA + maltodextrina DE 10), MDGA (EA + maltodextrina DE 10 e goma arábica -1:1) e GA (EA + goma arábica). Estas foram caracterizadas por análises físico-químicas. A MRA de goma arábica foi a que apresentou maior conteúdo de bioativos e foi aplicada em *nuggets* de tilápia do Nilo. Foram elaboradas 4 formulações: A (0% MRA e 0,01% de BHT), B (0% MRA), C (2% MRA) e D (4% MRA), sendo estas armazenadas durante 15 dias em temperatura de refrigeração (4 °C) e avaliadas quanto às características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Pode-se concluir que os resíduos apresentaram elevado teor de antocianinas e vitamina C, sendo boas fontes para extração de compostos bioativos. A aplicação de microcápsulas em *nuggets* demonstrou que é possível utilizá-las em substituição ao antioxidante sintético BHT, tendo em vista que as características de cor e a aceitação sensorial foram semelhantes.

Palavras-chave: Antocianinas, *Malpighia emarginata* D.C., *Oreochromis niloticus* L., Polifenóis, Resíduo.

ABSTRACT

The aim of this study was to use the acerola waste to anthocyanin extraction applied in the preparation of microcapsules for adding nuggets in Nile tilapia. The acerola wastes were collected in different agroindustries and characterized as centesimal composition, color, pH, soluble solids, acidity, vitamin C, content of polyphenols and anthocyanins. For elaboration of the acerola residue microcapsules (MRA) by spray

dryer an aqueous extract (AE) was prepared in the ratio of 3:1 (water:waste) with three treatments: MD (AE + maltodextrin DE 10), MDGA (AE + maltodextrin DE 10 and gum arabic - 1:1) and GA (AE + gum arabic). These were characterized by physical-chemical analyzes. The gum arabic was MRA that feature the higher content of bioactive and was aplicad into nuggets of Nile tilapia. Four formulations were prepared: A (0% MRA and 0.01% BHT), B (0% MRA), C (2% MRA) and D (4% MRA), being stored for 15 days at refrigeration temperature (4 °C) and evaluated for physical-chemical, microbiological and sensory characteristics. It was found that wastes showed a high anthocyanin content and vitamin C, and good sources for the extraction of bioactive compounds. The application of microcapsules in nuggets has shown that it is possible to use them in substitution of the synthetic antioxidant BHT, considering that the color characteristics and the sensorial acceptance were similar.

Keywords: Anthocyanins, *Malpighia emarginata* DC, *Oreochromis niloticus* L, Polyphenols, Residue.

1 INTRODUÇÃO

A oxidação lipídica é uma reação química responsável por alterações indesejáveis em alimentos afetando sabor, aroma, textura e cor; fatores que interferem na sua qualidade e consequentemente, geram a rejeição pelo consumidor desencadeando grande volume de perdas na indústria ou no comércio. Como meio de evitar esses problemas, as indústrias responsáveis pelo processamento de derivados de carnes e de pescado utilizam antioxidantes de origem sintética, como por exemplo, o hidroxibutiltolueno (BHT).

Porém, o uso de aditivos químicos gera dúvidas e insegurança nos consumidores quanto as quantidades utilizadas no alimento e seus possíveis efeitos na saúde, o que culminou na busca de antioxidantes naturais que possuam efeito promissor contra a rancidez (MAYA; MOLINA; VARGAS, 2013).

Vegetais e frutos são fontes promissoras de antioxidantes naturais, entre eles, compostos fenólicos, vitamina C, carotenoides e tocoferóis; que agem contra a oxidação por meio da redução da concentração de oxigênio, decomposição de

produtos primários e da ação quelante sob íons metálicos (SUCUPIRA et al., 2012). Entre os compostos fenólicos encontram-se as antocianinas, que são antioxidantes naturais, pertencentes ao grupo dos flavonoides, que conferem cor vermelha, rosa, roxa e azul a certos frutos e vegetais ou nos resíduos destes, que são gerados após o processamento (DOLINSKY, 2009; SILVA; SILVA; RIBEIRO, 2017).

Com o objetivo de preservar antocianinas e demais compostos bioativos extraídos de frutos ou de seus resíduos, para posterior aplicação em alimentos, a microencapsulação é uma técnica que utiliza diferentes matrizes para promover a retenção/aprisionamento de partículas sólidas, líquidas ou gasosas que vem sendo empregada (BERNSTEIN; NOREÑA, 2015; SOUZA et al., 2015).

Mediante o exposto, objetivou-se com este trabalho aproveitar o resíduo de acerola para a elaboração de microcápsulas contendo antocianinas para a adição em *nuggets* de tilápia do Nilo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da matéria-prima e ingredientes

Os resíduos do processamento da polpa de acerola foram obtidos de agroindústrias localizadas nas cidades de Limoeiro do Norte e Jaguaribe, no estado do Ceará, transportados até a Planta de Processamento de Frutos e Hortaliças, onde foram homogeneizados e divididos em três lotes de 2,5 kg cada, sendo estes embalados a vácuo, armazenados sob congelamento protegidos da luz (Figura 3).

Figura 3 – Resíduo do despulpamento da acerola.



Fonte: elaborada pelo autor.

A Carne Mecanicamente Separada (CMS) de tilápia do Nilo foi obtida no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, localizado no município de Pentecoste-CE, sendo armazenada sob temperatura de congelamento (-18 °C) até o momento de sua utilização. Os demais ingredientes utilizados nas formulações de *nuggets* foram obtidos no comércio local da cidade de Limoeiro do Norte-CE.

2.2 Caracterização dos resíduos de acerola

2.2.1. Análises físico-químicas e composição centesimal

Foram realizadas análises físico-químicas para indicação do pH, acidez titulável (g/100 g de ácido málico), sólidos solúveis (°Brix) em refratômetro de Abbé e atividade de água (A_w). A cor instrumental foi determinada em colorímetro modelo MINISCAN EZ- MSEZ0506, sistema CIELAB com leitura das coordenadas L^* , a^* e b^* , sendo estas duas últimas utilizadas para o cálculo da cromaticidade (C^*) e tonalidade (h^*) das amostras (McGUIRE, 1992). Para a composição centesimal dos resíduos foram determinados umidade em estufa a 105 °C, cinzas por incineração a 550 °C, lipídeos totais por Soxhlet, carboidratos por diferença e nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, convertido em proteína bruta pelo fator de conversão (6,25), segundo AOAC (2005).

2.2.2 Compostos bioativos e capacidade antioxidante

Os polifenóis extraíveis totais foram determinados pelo método descrito por Larrauri; Rupérez e Saura-Calixto (1997) e Obanda, Owuor e Taylor (1997), utilizando o ácido gálico como padrão para quantificação. A determinação de antocianinas totais foi realizada mediante a utilização da metodologia de Teixeira; Stringheta e Oliveira (2008). O teor de ácido ascórbico foi quantificado pelo método de Tillmans utilizando o corante sal sódico 2,6-diclorofenol indofenol (DFI). A mensuração da capacidade antioxidante foi realizada pelo método de redução do ferro (FRAP), seguindo a metodologia proposta por Rufino et al. (2006), e pela

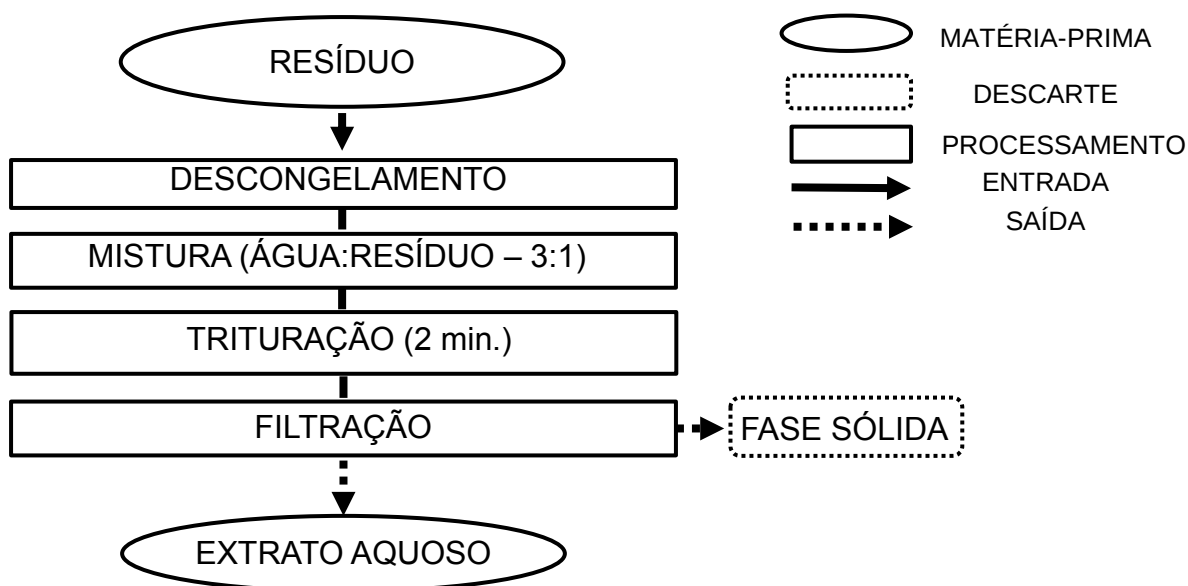
captura do radical livre ABTS•+, seguindo a metodologia proposta por Rufino et al. (2007), utilizando extratos acetônico-metanólicos.

2.3 Obtenção e caracterização físico-química do extrato aquoso do resíduo de acerola

2.3.1 Obtenção do extrato aquoso

A obtenção do extrato aquoso do resíduo de acerola foi realizada segundo a metodologia de Terci e Rossi (2002) adaptada por Silva et al. (2014) (Figura 4). Os resíduos obtidos do processo de despulpamento da acerola foram descongelados em temperatura de refrigeração (4 °C) por 12 horas. Posteriormente, se procedeu a extração das antocianinas por meio do preparo de uma mistura de resíduo e água na proporção de 1:3, respectivamente, triturada em liquidificador semi industrial (COLOMBO AR 1,5 L) durante dois minutos, com homogenato filtrado por duas vezes para adequação do teor de sólidos em suspensão, visando um processo de secagem adequado, sem entupimento do bico aspersor. O extrato foi armazenado em frascos plásticos recobertos com papel alumínio e estocado sob refrigeração a 4 °C até o seu uso. Posteriormente, foram utilizados aproximadamente 1300 mL de extrato aquoso para elaboração de cada formulação.

Figura 4 - Fluxograma de obtenção do extrato aquoso de resíduo de acerola.



Fonte: elaborado pelo autor.

2.3.2 Análises físico-químicas

Foram realizadas análises para medição do pH, acidez titulável, sólidos solúveis e totais, determinação da cor instrumental, conforme descrito no item 2.2.1.1.

2.3.3 Compostos bioativos e capacidade antioxidante

Foram quantificados polifenóis extraíveis totais (PET), antocianinas, teor de ácido ascórbico e capacidade antioxidante, conforme descrito no item 2.2.1.2.

2.4 Obtenção e caracterização das microcápsulas

2.4.1 Microencapsulação por atomização em spray dryer

Com base no teor de sólidos solúveis do extrato aquoso, determinado previamente em refratômetro portátil da marca DIGIT modelo 103, foi calculada a quantidade de agente encapsulante a ser utilizada no processo de microencapsulação. Foram realizados três tratamentos: MD (extrato aquoso + maltodextrina DE 10), MDGA (extrato aquoso adicionado de maltodextrina DE 10 e goma arábica – 1:1), GA (extrato aquoso adicionado de goma arábica).

Os encapsulantes foram adicionados ao extrato aquoso na proporção de 5:1 (encapsulante:sólidos solúveis) sob agitação magnética a 1000 rpm por 5 minutos. Após este tempo de homogeneização, os extratos foram microencapsulados por atomização utilizando-se goma arábica e maltodextrina (DE 10) como encapsulantes. O processo de atomização foi realizado em Mini Spray Dryer Büchi B-290 com as dimensões 60x 50x110 cm, 48 kg, capacidade de secagem máxima de 1 Kg de água por hora, pressão de ar máxima de 8 bar e bico atomizador integrado de duplo fluido de 0,7 mm de diâmetro (Figura 5). As condições de secagem (Tabela 1) foram adaptadas a partir das utilizadas por Moreira (2007).

Figura 5 – Mini *Spray Dryer* Büchi B-290 utilizado na obtenção das microcápsulas.

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 1 - Condições de secagem para atomização por *spray dryer* do extrato aquoso de acerola.

Condição	Valor (m ³ /h)
Vazão de ar comprimido para atomização	8,4 x 10 ⁴
Vazão de ar de secagem	35,5
Vazão de alimentação	4,9 x 10 ⁴

Fonte: elaborada pelo autor

A temperatura de entrada utilizada foi de 185 °C, que foi a temperatura obtida como mais adequada para secagem de extrato de resíduo de acerola por Moreira (2007). A temperatura de saída durante os processos de secagem ficou em torno de 112 °C. As microcápsulas obtidas foram armazenadas em sacos plásticos metalizados, os quais foram selados e armazenados a temperatura ambiente.

2.4.2 Análises físico-químicas

Foram realizadas análises para medição do pH, acidez titulável, sólidos solúveis e totais, determinação da cor instrumental, conforme descrito no item 2.2.1.1.

2.4.3 Compostos bioativos e capacidade antioxidante

Foram quantificados polifenóis extraíveis totais (PET), antocianinas, teor de ácido ascórbico e capacidade antioxidante, conforme descrito no item 2.2.1.2.

2.4.4 Tamanho de partícula por espalhamento de luz dinâmico (ELD) e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (IVTF).

O diâmetro médio das cápsulas foi determinado pelo método de espalhamento de luz dinâmico utilizando o equipamento Zetasizer® Nanoseries da Malvern Instruments, sendo realizada a diluição das amostras (1:100) em água ultrapura.

Para identificação dos grupos funcionais presentes nas microcápsulas realizou-se a Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier, para tanto, as amostras foram trituradas em contato com brometo de potássio até que se obtivesse uma mistura homogênea, que foi transferida para uma célula DRIFT para a realização da leitura. Os espectros foram obtidos em equipamento da PerkinElmer modelo Spectrum 100, operando numa faixa de 4000 a 600 cm^{-1} em transmitância.

2.5 Aplicação em *nuggets* de tilápia do Nilo

2.5.1 Elaboração dos *nuggets*

Foram elaboradas quatro formulações de *nuggets* (Tabela 2), a primeira denominada formulação A, recebeu a adição do antioxidante sintético BHT; a segunda (B) foi formulada sem a adição de antioxidante ou microcápsulas; e as formulações C e D receberam adição de 2 e 4% de extrato de acerola

microencapsulado, respectivamente. A quantidade de BHT foi adicionada de acordo com a legislação que indica o máximo de 0,01 g/100 g (BRASIL, 2007), enquanto a concentração da microcápsula nas formulações foi estipulada após pré-testes utilizando os valores reportados por Baldin et al. (2016).

Tabela 2 - Formulações de *nuggets* de CMS de tilápia do Nilo com diferentes proporções de adição de microcápsulas de acerola.

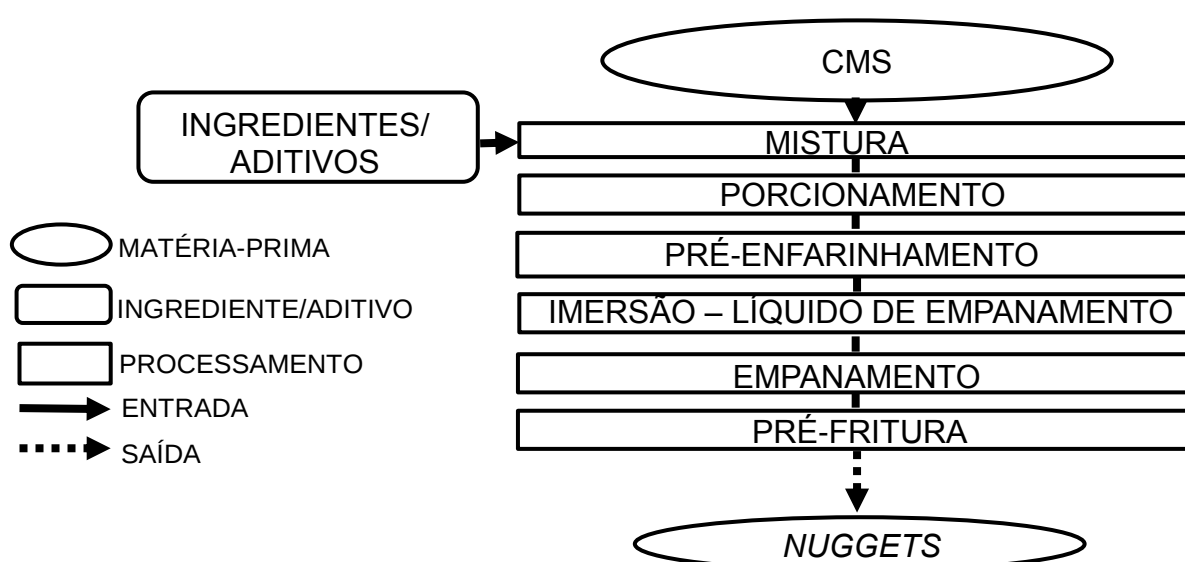
Ingredientes (%)	Formulação			
	A	B	C	D
CMS de tilápia do Nilo	80,49	80,50	78,50	76,50
Proteína texturizada de soja	4	4	4	4
Gordura vegetal hidrogenada	10	10	10	10
Microcápsulas de acerola	-	-	2	4
Fécula de mandioca	2	2	2	2
Sal	2	2	2	2
Condimentos	1	1	1	1
Tripolifosfato de sódio	0,5	0,5	0,5	0,5
Butilhidroxitolueno (BHT)	0,01	-	-	-
TOTAL	100	100	100	100

Fonte: elaborada pelo autor. A= 0% de microcápsulas e 0,01% de BHT; B= 0% de microcápsulas; C= 2% de microcápsulas; D= 4% de microcápsulas.

Para o preparo da massa cárnea, a Carne Mecanicamente Separada (CMS) de tilápia foi inicialmente descongelada em temperatura de refrigeração a aproximadamente 4 °C. Os ingredientes foram pesados em balança digital e, posteriormente misturados e um *cutter* até a obtenção de uma massa homogênea. Foi realizada a divisão das massas em porções de aproximadamente 80 g, sendo os *nuggets* formatados com moldes de hambúrguer e divididos em partes iguais, de aproximadamente 5 g com cortadores triangulares de aço inoxidável. Na etapa seguinte, de pré-enfarinhamento, os *nuggets* receberam uma camada de fécula de mandioca, com o objetivo de melhorar a adesão da cobertura final com o substrato, visto que a farinha auxilia na redução da umidade superficial do *nugget*, o que implica na maior aderência das camadas posteriores do processo de empanamento. Os *nuggets* pré-enfarinhados foram imersos em líquido de empanamento, composto por uma mistura de farinha, leite, amido de milho e sal, com o objetivo de facilitar a

adesão entre o produto e a farinha de cobertura. A farinha utilizada para a camada de cobertura foi a farinha de milho. Após esta etapa, os *nuggets* foram pré-fritos em óleo de soja a 190 °C por 45 segundos para que o interior dos mesmos atingisse 72 °C; logo em seguida, foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, recobertos com plástico filme e armazenados sob refrigeração a 4 °C para os testes de estabilidade físico-química e microbiológica. Os *nuggets* destinados a análise sensorial foram acondicionados sob congelamento a -18 °C. O fluxograma de processamento dos *nuggets* é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma de processamento dos *nuggets* de tilápia do Nilo.



Fonte: elaborado pelo autor.

2.5.2 Composição centesimal

Nas formulações de *nuggets* foram realizadas análises para determinação da composição centesimal, sendo o teor de umidade obtido mediante a secagem em estufa a 105 °C até peso constante; cinzas por incineração em forno mufla a 550 °C; lipídeos pelo método Bligh & Dyer; proteína total pelo método Kjeldahl e os carboidratos foram obtidos por diferença. As metodologias utilizadas foram as descritas pela AOAC (2005).

2.5.3 Estabilidade físico-química e microbiológica

As quatro formulações de *nuggets* foram avaliadas quanto à estabilidade físico-química (1, 4, 8, 11 e 15 dias de armazenamento) e microbiológica (1 e 15 dias de armazenamento). As análises físico-químicas realizadas foram: pH (AOAC, 2005), Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico - TBARS (FACCO, 2002) e cor instrumental (McGUIRE, 1992).

As análises microbiológicas realizadas em todas as formulações foram contagens de coliformes termotolerantes e *Staphylococcus aureus* e pesquisa de *Salmonella* sp. seguindo as metodologias propostas pela APHA (2011). Os resultados foram comparados com os preconizados pela RDC nº 12 da ANVISA para derivados de pescado (BRASIL, 2001).

2.5.4 Análise sensorial

Para a avaliação sensorial a pesquisa foi aprovada sob parecer Nº 2.448.876 (ANEXO A) pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CEP, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE de acordo com a Resolução nº466/2012 do Ministério da Saúde, referente a pesquisas envolvendo seres humanos (BRASIL, 2013). Os provadores assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A)

A avaliação sensorial das formulações de *nuggets* foi realizada com 120 provadores não treinados, no laboratório de Análise Sensorial do IFCE *Campus* Limoeiro do Norte, através do teste de escala hedônica estruturada de 9 pontos onde 1 corresponde a “desgostei muitíssimo” e 9 “gostei muitíssimo” (APÊNDICE B). Os julgadores foram dispostos em cabines individuais, estando o laboratório sob iluminação artificial (luz branca) e as amostras foram apresentadas aos mesmos em sua temperatura de consumo, dentro de copos plásticos codificados com números aleatórios de três dígitos, sendo solicitado que os mesmos provassem as mesmas e indicassem na escala o escore para os atributos avaliados: impressão global, aparência, odor, textura e sabor (DUTCOSKY, 2013).

2.6 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas, composição centesimal, compostos bioativos, atividade antioxidante e sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o *software Statistic 7.0* (STATSOFT, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características físico-químicas e composição centesimal do resíduo de acerola

O resíduo de acerola apresentou baixa acidez (Tabela 3) quando comparado ao fruto, que apresenta acidez em torno de 1,31 % (NASSER; ZONTA, 2014), resultado esperado já que agroindústrias processadoras de polpas de frutas utilizam frutos com grau de maturação elevado, tendo em vista que a acidez reduz durante o processo de amadurecimento com a degradação dos ácidos orgânicos por meio da respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 3 - Análise físico-química do resíduo de acerola

Parâmetro	Média $\pm$ desvio padrão
Acidez (% de ácido málico)	0,90 $\pm$ 0,13
pH	3,19 $\pm$ 0,08
Sólidos solúveis (°Brix)	8,26 $\pm$ 0,12

Fonte: elaborada pelo autor.

O pH ácido (Tabela 3) pode conferir ao resíduo boa estabilidade da cor, levando em consideração que as antocianinas são os pigmentos majoritários da acerola e que estas são mais estáveis em valores de pH ácidos (LOPES et al., 2007; YOUSUF et al., 2016)

O baixo teor de sólidos solúveis (Tabela 3) pode estar relacionado ao baixo teor de açúcares encontrado no resíduo (Tabela 4), já que os sólidos solúveis são medidas indiretas do teor de açúcar.

O resíduo mostrou-se com elevado teor de umidade (Tabela 4), que pode ser resultado da presença de polpa, ainda que em baixa concentração. A umidade em alimentos está relacionada a diversos fatores importantes durante o processamento e armazenamento dos mesmos, pois este parâmetro está diretamente ligado à ocorrência de reações químicas que venham a degradá-lo. Além das reações químicas, alimentos de elevado teor de umidade podem estar propícios ao crescimento de microrganismos, sejam eles deteriorantes ou patogênicos.

Tabela 4 - Composição centesimal do resíduo de acerola.

Parâmetro	Média ± desvio padrão
Umidade (%)	81,88 ± 1,36
Cinzas (%)	0,37 ± 0,04
Proteínas (%)	1,97 ± 0,94
Lipídeos (%)	1,39 ± 0,20
Carboidratos (%)	14,84 ± 1,70

Fonte: elaborada pelo autor.

O conteúdo mineral (cinzas) do resíduo foi 0,37%. As frações proteicas e lipídicas apresentaram valores de 1,97 e 1,39% (Tabela 4), respectivamente. O teor de carboidratos foi 14,84%. A composição de frutos está relacionada a diversos fatores, sejam eles climáticos, de manejo dos tratos culturais, ou inerentes ao próprio processamento. Em se tratando de resíduo, a quantidade de cascas, sementes e folhas presentes passa por grande variação e pode ter influência significativa na composição centesimal do mesmo.

O resíduo apresentou luminosidade intermediária (Tabela 4) com a cor se concentrando no primeiro quadrante da escala de cor segundo a tonalidade, estando mais próximo do vermelho do que do laranja, e ainda com uma cor mais escura que tendeu à coloração vermelha, segundo à cromaticidade.

Tabela 5 - Parâmetros de cor do resíduo de acerola.

Parâmetro	Média ± desvio padrão
L*	41,43 ± 1,66
Chroma	37,21 ± 0,55
Hue	34,40 ± 2,88

Fonte: elaborada pelo autor.

3.2 Compostos bioativos e capacidade antioxidante do resíduo de acerola

O resíduo de acerola apresentou elevado teor de antocianina (Tabela 6), sendo este valor condizente com o encontrado por Moreira (2007), que obteve em bagaço de acerola prensado um teor de antocianinas de $30,00 \pm 3,81$ mg/100 g. As antocianinas são responsáveis pela coloração avermelhada da casca da acerola e estão em maior concentração no resíduo que na polpa. Estes compostos possuem grande importância nutricional e tecnológica, pois são antioxidantes naturais e ainda podem atuar como corantes naturais em diversos produtos. De acordo com Kukoski et al. (2006) o teor de antocianinas totais em polpa de acerola foi de $16,00 \pm 0,50$ mg/100 g, já para Araújo et al. (2007), em polpas congeladas de diferentes clones de aceroleira, variou de 8,00 a 27,00 mg/100 g.

Tabela 6 - Compostos bioativos e atividade antioxidante do resíduo de acerola

Parâmetro	Média ± desvio padrão
Antocianinas totais (mg/100 g)	28,00 ± 3,81
Polifenóis extraíveis totais (mg/100 g)	728,02 ± 89,57
Vitamina C (mg/100 g)	442,02 ± 204,35
ABTS•+ (µM de Trolox/g)	21,41 ± 3,37
FRAP (µM de Sulfato ferroso/g)	140,22 ± 9,24

Fonte: elaborada pelo autor.

Um alto teor de polifenóis foi observado no resíduo analisado (Tabela 6). Vieira et al. (2011) encontraram $449,63 \pm 10,24$ mg ácido gálico/100 g quando analisaram extrato hidroalcolico e $835,25 \pm 32,44$ mg ácido gálico/100 g analisando o extrato aquoso, ambos de polpa de acerola. Silva et al. (2012) analisando o comportamento reológico de polpas de frutos tropicais, obtiveram $1956,53 \pm 29,38$

mg/100 g para polpa de acerola. Os compostos fenólicos são responsáveis pela capacidade antioxidante de muitos frutos e assim como outros antioxidantes são sensíveis à luz, variações de temperatura e exposição ao oxigênio. A variação no conteúdo de polifenóis, pode ser advinda dos fatores anteriormente listados, bem como da presença deles em maior quantidade na polpa quando comparada ao resíduo.

Um expressivo teor de vitamina C foi obtido no resíduo de acerola em estudo (Tabela 6). Quando comparada a outros frutos, a acerola se destaca pelo seu elevado valor deste nutriente, em contrapartida morangos da cultivar 'aroma' analisados por Rocha et al. (2008) continham apenas 81,14 mg de ácido ascórbico/100 g; laranjas lima estudadas por Couto; Canniatti-Brazaca (2010) apresentaram 64,58 mg de ácido ascórbico/100 g e Mattietto; Lopes; Menezes (2010) obtiveram em frutos da cajazeira apenas 23,72 mg de ácido ascórbico/100 g. Com base nos resultados desses estudos, observa-se que aproximadamente 63% do conteúdo de antocianinas e 61% do conteúdo de polifenóis disponível no fruto é descartado pelas indústrias, além do elevado teor de vitamina C que ainda se encontra presente no resíduo.

O resíduo ainda apresentou boa atividade antioxidante pelos métodos ABTS•+ e FRAP (Tabela 6) quando comparado a frutos tropicais tais como o bacuri ($18,1 \pm 3,7$ μ M de Trolox/g e $16,1 \pm 1,4$ μ M de sulfato ferroso/g) e a carnaúba ($16,4 \pm 0,2$ μ M de Trolox/g e $18,8 \pm 0,1$ μ M de sulfato ferroso/g) (RUFINO et al., 2010). A atividade antioxidante em resíduos de fruta é uma característica importante do ponto de vista do reaproveitamento dos mesmos, já que esta confere ao material um valor agregado, com potencial para uso como ingrediente funcional em outros alimentos, vislumbrando questões de saúde, bem como interesses tecnológicos, como a redução ou controle das reações de oxidação em produtos.

3.3 Características físico-químicas do extrato aquoso de resíduo de acerola

O extrato aquoso de resíduo de acerola apresentou pH e acidez baixos (Tabela 7), característica esta já observada nos resíduos analisados neste estudo, sendo inerente do próprio fruto.

Tabela 7 - Características físico-químicas do extrato aquoso de resíduo de acerola.

Parâmetro	Média ± desvio padrão
pH	3,20 ± 0,17
Acidez (% de ácido málico)	0,30 ± 0,04
Sólidos solúveis (°Brix)	1,66 ± 0,30
Sólidos totais (%)	1,33 ± 0,08

Fonte: elaborada pelo autor.

Os teores de sólidos solúveis e de sólidos totais do extrato aquoso foram baixos (Tabela 7). Estes valores são resultado das etapas de filtração do extrato aquoso, que visavam diminuir ao máximo o teor dos sólidos em suspensão no mesmo para um adequado processo de secagem por atomização. Os sólidos solúveis e totais são importantes dados no processo de microencapsulação, pois estão diretamente relacionados ao rendimento do processo já que, maiores teores de sólidos resultarão em maiores rendimentos de secagem.

O extrato aquoso apresentou luminosidade intermediária (Tabela 8) e uma tonalidade vermelho-alaranjada, segundo o ângulo hue, com uma baixa pureza de cor de acordo com o valor do chroma. Essas características de cor do extrato aquoso indicam a presença de antocianinas no mesmo (Tabela 9), tendo em vista que estes pigmentos adquirem esta coloração em pH ácido como o obtido no extrato aquoso (Tabela 7).

Tabela 8 - Cor instrumental do extrato aquoso de resíduo de acerola

Parâmetro	Média ± desvio padrão
L*	54,84 ± 5,21
Chroma	29,62 ± 2,92
Hue	48,98 ± 4,09

Fonte: elaborada pelo autor.

3.4 Compostos bioativos e capacidade antioxidante do extrato aquoso

O extrato aquoso de resíduo de acerola se mostrou com bom conteúdo de antocianinas totais (Tabela 9), indicando que o processo de obtenção do mesmo proporcionou uma boa extração do pigmento. Esse elevado conteúdo de

antocianinas é importante tanto para a atividade antioxidante, como para a coloração das microcápsulas obtidas, pois um elevado conteúdo de antocianinas pode possibilitar o uso das microcápsulas como corante natural.

Tabela 9 - Compostos bioativos e atividade antioxidante do extrato aquoso de resíduo de acerola expressos em base seca.

Parâmetro	Média ± desvio padrão
Antocianinas totais (mg/100 g)	114,72 ± 69,08
Polifenóis extraíveis totais (mg/100 g)	11823,48 ± 2573,05
Vitamina C (mg/100 g)	16410,47 ± 2825,32
ABTS•+ (µM de Trolox/g)	13,29 ± 0,58
FRAP (µM de Sulfato ferroso/g)	67,07 ± 28,22

Fonte: elaborada pelo autor.

O conteúdo de polifenóis também foi expressivo, o que sugere que a extração de compostos bioativos foi elevada, sendo a trituração dos resíduos um fator que pode ter influenciado neste resultado, por conta do rompimento de estruturas celulares, como os vacúolos, e consequente liberação dos compostos bioativos. Os resultados encontrados para o extrato aquoso são próximos aos encontrados por Rufino et al. (2010), que analisando frutos da aceroleira encontrou $10280 \pm 77,7$ mg/100 g de polifenóis expressos em base seca. O teor de vitamina C foi igualmente elevado no extrato aquoso, sendo já largamente discutido na literatura esta característica para a acerola, que é um dos frutos que apresenta maior teor deste nutriente. A atividade antioxidante pelo método ABTS e FRAP foi elevada, e esta elevação na atividade antioxidante pode ter relação com o também elevado teor de compostos bioativos do extrato aquoso (Tabela 9).

3.5 Tamanho de partícula e características físico-químicas das microcápsulas

As cápsulas obtidas podem ser classificadas como microcápsulas (Tabela 10), de acordo com Azeredo (2005), que relata que microcápsulas possuem de 0,2 a 5000 µm de diâmetro. O tratamento GA diferiu dos demais ($p \leq 0,05$), apresentando um tamanho de partícula um pouco mais elevado. O tamanho de partícula tem ligação direta com a estabilidade dos compostos encapsulados, pois menores

tamanhos de partícula ampliam a superfície de contato do material e favorecem a ocorrência de reações de degradação, em contrapartida, tamanhos muito elevados podem ocasionar falhas na estrutura da superfície das microcápsulas o que pode levar a liberação antecipada do ativo (ZARDO, 2014).

No que diz respeito aos parâmetros físico-químicos das microcápsulas obtidas os tratamentos MD e MDGA, não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey no teor de umidade. Já o tratamento com goma arábica (GA) diferiu estatisticamente dos demais, apresentando umidade um pouco mais elevada (Tabela 10), podendo este resultado estar associado à estrutura da goma arábica, que apresenta mais grupos hidrofílicos que a maltodextrina (ZARDO, 2014). A umidade é um parâmetro importante quando se trabalha com secagem, pois pode influenciar diretamente na estabilidade do produto final, bem como nas características de retenção dos compostos nas cápsulas (GAONKAR et al., 2014).

Tabela 10 - Características físico-químicas de tamanho de partícula das microcápsulas de acerola.

Parâmetros	Amostras		
	MD	MDGA	GA
Umidade (%)	2,69 ± 0,24b	2,80 ± 0,63b	3,70 ± 0,26a
pH	3,49 ± 0,09c	3,86 ± 0,11b	4,02 ± 0,12a
Acidez (%)	2,54 ± 0,43b	2,80 ± 0,24b	3,55 ± 0,32a
Tamanho de partícula (µm)	0,80 ± 0,01b	0,81 ± 0,05b	1,33 ± 0,04a

Fonte: elaborada pelo autor. Médias seguidas de letras iguais na linha não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey; MD= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina; MDGA= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina e goma arábica; GA= extrato aquoso de acerola encapsulado com goma arábica.

O tratamento GA diferiu estatisticamente dos demais ($p \leq 0,05$) apresentando um valor mais elevado de pH, no entanto, todos os tratamentos se apresentaram com valores de pH na faixa ácida, característica associada a própria acerola. A acidez dos pós analisados foi baixa, sendo o tratamento GA o de acidez mais elevada (Tabela 10).

As microcápsulas de acerola demonstraram altos valores de luminosidade. O tratamento GA diferiu estatisticamente dos demais, apresentando um valor ligeiramente inferior, fato que pode ser atribuído à coloração da goma arábica que é amarelada enquanto a maltodextrina tem coloração mais clara, o que

implica diretamente na luminosidade do material após a secagem. A tonalidade das microcápsulas segundo o ângulo hue se concentrou no primeiro quadrante de cor, estando os tratamentos MDGA e GA com uma tonalidade vermelho-alaranjada e o tratamento MD uma coloração tendendo ao vermelho. Os valores de chroma indicam uma baixa pureza de cor em todos os tratamentos (Tabela 11). As microcápsulas obtidas podem ser observadas na Figura 7.

Tabela 11 - Cor instrumental das microcápsulas de acerola.

Parâmetros	Amostras		
	MD	MDGA	GA
L*	75,86 ± 2,31a	75,76 ± 2,47a	72,67 ± 0,69b
Chroma	15,51 ± 0,92b	15,08 ± 0,43b	17,44 ± 0,10a
Hue	18,07 ± 3,74b	30,37 ± 9,97a	30,69 ± 6,51a

Fonte: elaborada pelo autor. Médias seguidas de letras iguais na linha não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey; MD= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina; MDGA= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina e goma arábica; GA= extrato aquoso de acerola encapsulado com goma arábica.

Figura 7 - Microcápsulas de resíduo de acerola obtidas por secagem em *spray dryer*.



Fonte: elaborada pelo autor. MD= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina; MDGA= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina e goma arábica; GA= extrato aquoso de acerola encapsulado com goma arábica.

3.6 Compostos bioativos e capacidade antioxidante das microcápsulas

Quanto ao conteúdo de vitamina C, as microcápsulas de acerola apresentaram perda deste composto em relação ao extrato aquoso, o que pode ter ocorrido em decorrência da elevada temperatura (185 °C) utilizada no processo de atomização. Contudo, a concentração de vitamina C observada nas microcápsulas é ainda bastante elevada frente a outras frutas, como a laranja pêra (516,34 mg/100

g), o caju (1842 mg/100 g) e a goiaba vermelha (537,33 mg/100 g) (NEPA-UNICAMP, 2011). Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$), sugerindo que essa redução teve menos influência do encapsulante do que da temperatura (Tabela 12).

Se tratando do conteúdo de PET os tratamentos apresentaram valores altos para este grupo de bioativos (Tabela 12) e não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Os polifenóis são compostos largamente associados com a atividade antioxidante em frutas, tendo em vista que uma gama de compostos bioativos fazem parte da classe dos compostos fenólicos. Os polifenóis também estão associados a benefícios na saúde humana, como a prevenção de cardiopatias, prevenção do câncer e retardo do envelhecimento (DOLINSKY, 2009).

O conteúdo de antocianinas (Tabela 12), independentemente do encapsulante utilizado, foi superior ao encontrado por Moreira et al. (2010) analisando microcápsulas de extrato de acerola tendo como material de parede maltodextrina (DE 10) e goma de cajueiro, que encontrou valores de 3,88 mg/100 g.

Tabela 12 - Compostos bioativos e atividade antioxidante das microcápsulas de acerola.

Parâmetros	Amostras		
	MD	MDGA	GA
Vitamina C (mg/100g)	2804,01±1489,45a	1915,42±454,49a	3034,41±802,34a
PET (mg/100g)	639,44±401,80a	647,35 ± 410,70a	642,22 ± 280,70a
Antocianinas (mg/100g)	10,35 ±1,91a	11,16 ± 3,38a	13,89 ± 5,28a
ABTS•+ (µM de Trolox/g)	27,04 ± 7,94a	29,73 ± 8,42a	29,92 ± 5,24 ^a
FRAP (µM de Sulfato ferroso/g)	182,11 ± 40,26a	178,28 ± 8,89a	187,00 ± 25,10 ^a

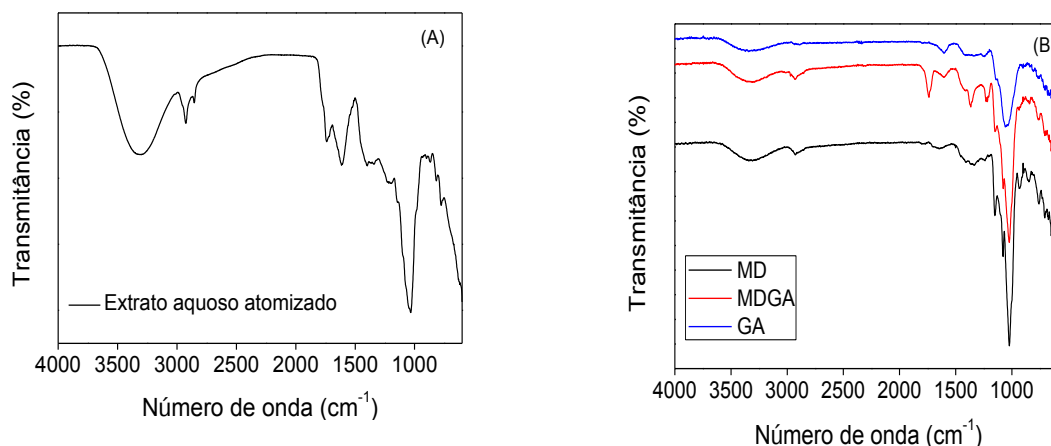
Fonte: elaborada pelo autor. Médias seguidas de letras iguais na linha não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey; MD= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina; MDGA= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina e goma arábica; GA= extrato aquoso de acerola encapsulado com goma arábica.

Com relação às análises de ABTS•+ e FRAP, não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 12). De maneira geral, pode-se observar que as microcápsulas elaboradas com goma arábica como material de parede, se mostraram numericamente com maior teor de compostos bioativos e maior atividade antioxidante. Tendo em vista isso, o tratamento GA foi o escolhido para aplicação nos nuggets de tilápia do Nilo.

3.7 Análise das microcápsulas na espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier

Ao observar os espectros de infravermelho, percebeu-se uma banda de maior intensidade no extrato aquoso que nos extratos encapsulados (Figura 8) nos números de onda de aproximadamente $3300\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$, que correspondem ao estiramento vibracional do grupo O-H, podendo ser relacionado ao conteúdo de água e antocianinas presente na amostra (MENDES et al., 2017; MGWETYANA et al., 2017), já que estes dois compostos apresentam grupamentos O-H em sua estrutura química, seguidas por uma banda de menor intensidade entre os números de onda de $2900\text{ a }2800\text{ cm}^{-1}$, correspondente às vibrações simétricas e assimétricas no grupamento C-H (QIU et al., 2017). Observou-se que esta banda não estava presente no extrato de resíduo de acerola microencapsulado com goma arábica. Pode-se observar também a presença do pico em aproximadamente 1740 cm^{-1} no extrato aquoso e no extrato microencapsulado com maltodextrina e goma arábica, equivalente ao estiramento de C=O de lactonas provenientes do ácido ascórbico (SOUZA et al., 2015). Os picos com número de onda de 1600 cm^{-1} estão relacionados ao estiramento das ligações C=C, equivalentes à presença de anéis aromáticos (HU et al., 2016). Pelo fato dos microencapsulantes serem adicionados em maior quantidade ao extrato aquoso, tal pico mostrou-se mais intenso neste último que nos demais extratos, mostrando assim picos fracos nos extratos microencapsulados (Figura 8). As intensas bandas presentes nas amostras no número de onda 1030 cm^{-1} são características das ligações glicosídicas (ZHANG et al., 2018). Um resumo dos dados encontrados se encontra no Quadro 1.

Figura 8 - Espectros de infravermelho com transformada de Fourier (IVTF) do extrato aquoso atomizado do resíduo de acerola (A) e das microcápsulas de resíduo de acerola (B).



Fonte: elaborada pelo autor. MD= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina; MDGA= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina e goma arábica; GA= extrato aquoso de acerola encapsulado com goma arábica.

Quadro 1 - Dados da literatura para as diferentes bandas observadas nos espectros de infravermelho das microcápsulas.

LITERATURA	ATRIBUIÇÕES	TRATAMENTOS			
		EA	MD	MDGA	GA
Nº DE ONDA (cm ⁻¹)		Nº DE ONDA (cm ⁻¹)			
3600-3000 ^{ab}	Estiramento vibracional (O-H)	3306	3344	3320	3359
3000-2800 ^c	Vibrações simétricas e assimétricas no grupamento C-H	2925	2928	2933	2886
1760 ^d	Ligações C=O	1740	-	1740	-
1600 ^e	Ligações C=C	1615	1658	1601	1600
1030 ^f	Ligações glicosídicas	1033	1022	1025	1054

Fonte: elaborada pelo autor. EA= extrato aquoso de acerola atomizado sem encapsulantes; MD= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina; MDGA= extrato aquoso de acerola encapsulado com maltodextrina e goma arábica; GA= extrato aquoso de acerola encapsulado com goma arábica. ^a Mendes et al., 2017; ^b Mgwetyana et al., 2018; ^c Qiu et al., 2017; ^d Souza et al., 2015; ^e Hu et al., 2016; ^f Zhang et al., 2018.

3.8 Composição centesimal dos *nuggets*

Os *nuggets* elaborados apresentaram baixa umidade, característica esta que pode contribuir para a estabilidade do produto. O conteúdo de cinzas da formulação C se mostrou mais elevado que o das formulações A e B, e próximo ao da formulação D indicando um maior conteúdo mineral nestas formulações, o que pode estar ligado à presença de extrato acerola nas mesmas. Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) no conteúdo proteico e no teor de carboidratos das formulações, no entanto as formulações C e D apresentaram maiores valores, que podem estar associados com a inclusão das microcápsulas, que possuem carboidratos como material de parede. O conteúdo de lipídeos nas formulações foi considerável, sendo a formulação C a que apresentou menor conteúdo lipídico (Tabela 13).

No Brasil não existe legislação específica para composição de *nuggets* elaborados com peixe. A variação na composição centesimal das formulações, também pode ser explicada pela maneira como se realiza o processo de empanamento, que por ser manual, não são aplicadas exatamente as mesmas quantidades de cobertura em todas as formulações, fato que influencia diretamente na quantidade de nutrientes que irão compor as formulações.

Tabela 13 - Composição centesimal de *nuggets* de CMS de tilápia do Nilo com diferentes proporções de adição de microcápsulas de acerola.

Parâmetros (%)	Formulações			
	A	B	C	D
Umidade	41,52 ± 2,78a	39,29 ± 2,21a	39,28 ± 2,35a	39,82 ± 2,54 ^a
Cinzas	2,90 ± 0,06b	2,95 ± 0,11ab	3,10 ± 0,06a	2,99 ± 0,04ab
Proteínas	8,33 ± 1,78a	10,74 ± 1,18a	9,15 ± 0,73a	8,76 ± 0,52 ^a
Lipídios	17,08 ± 0,11a	17,14 ± 0,30a	15,81 ± 0,41b	17,22 ± 0,15 ^a
Carboidratos	30,17 ± 3,99a	29,88 ± 0,93a	32,67 ± 2,68a	31,21 ± 3,22 ^a

Fonte: elaborada pelo autor. Médias seguidas de letras iguais na linha não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey; A= 0% de microcápsulas e 0,01% de BHT; B= 0% de microcápsulas; C= 2% de microcápsulas; D= 4% de microcápsulas.

3.9 Estabilidade microbiológica dos *nuggets*

A legislação brasileira (BRASIL, 2001) estabelece para produtos à base de pescado refrigerados ou congelados, uma contagem máxima de 10^3 NMP/g para coliformes termotolerantes e 10^3 UFC/g para *Staphylococcus aureus* e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g. Os *nuggets* apresentaram boa estabilidade microbiológica durante os 15 dias de armazenamento sob refrigeração a 4 °C, pois as contagens de microrganismos em todas as formulações se mantiveram em acordo com o preconizado pela legislação brasileira citada anteriormente (Tabela 14).

Tabela 14 - Análise microbiológica de *nuggets* de CMS de tilápia do Nilo ao longo de 15 dias de armazenamento refrigerado (4 °C).

Dias	Amostra	Parâmetros		
		Coliformes a 45°C (NMP/g)	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	<i>Salmonella</i> (Ausência/Presença)
1	A	< 3	< 10	Ausência
	B	< 3	< 10	Ausência
	C	< 3	< 10	Ausência
	D	< 3	< 10	Ausência
15	A	< 3	< 10	Ausência
	B	< 3	< 10	Ausência
	C	< 3	< 10	Ausência
	D	< 3	< 10	Ausência

Fonte: elaborada pelo autor. A= 0% de microcápsulas e 0,01% de BHT; B= 0% de microcápsulas; C= 2% de microcápsulas; D= 4% de microcápsulas.

3.10 Estabilidade físico-química dos *nuggets*

Todas as formulações de *nuggets* apresentaram pH em torno da neutralidade e se mantiveram estáveis durante todo o período de armazenamento. Gonçalves (2011) relata que o pH do músculo dos peixes no pré-rigor é 7 e que no pós-rigor este valor decai um pouco (6,6 - 6,8), como observado neste estudo (Tabela 15). Alimentos com pH maior que 4,5 são considerados alimentos pouco

ácidos e bastante suscetíveis a deterioração microbiana (GAVA; SILVA; GAVA, 2008). Porém, apesar dos valores de pH favorecerem o crescimento microbiano, isto não ocorreu durante o período de refrigeração e possivelmente por este motivo, o pH tenha se mantido estável, já que a alteração no pH é um dos indicativos de alteração nos alimentos.

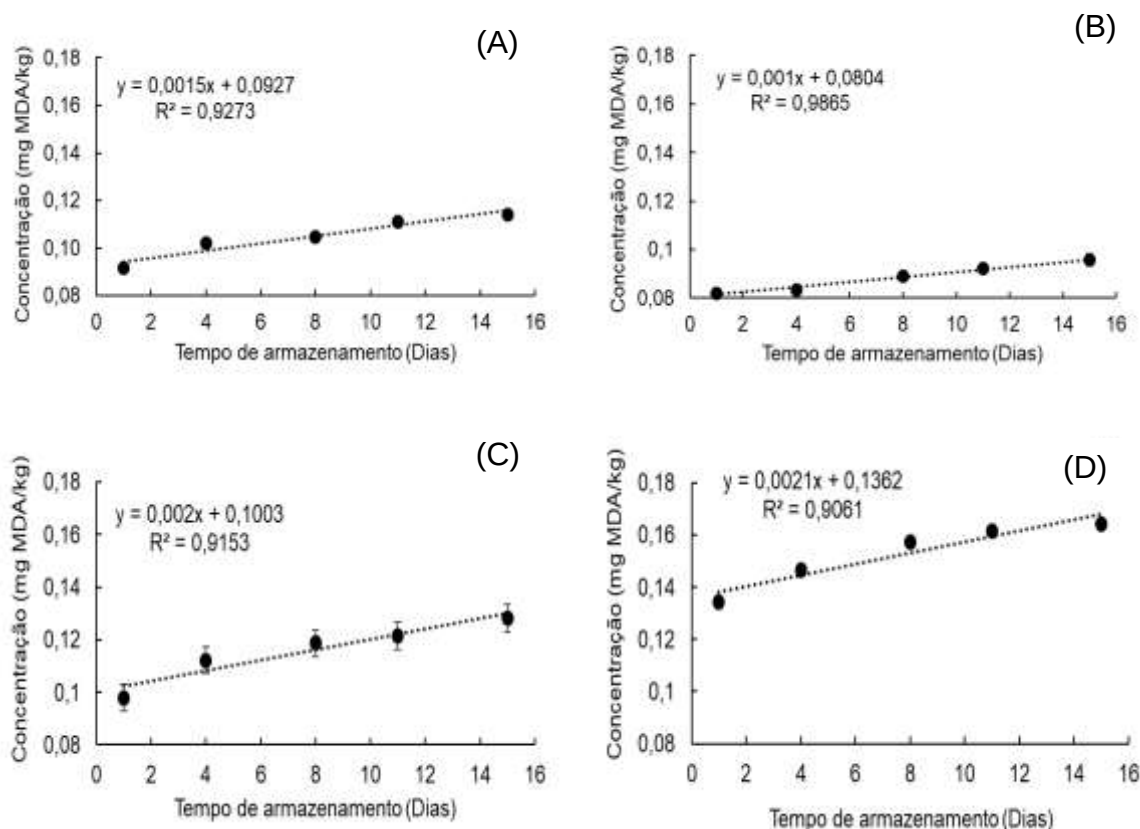
Tabela 15 - Potencial hidrogeniônico de *nuggets* de CMS de tilápia com diferentes concentrações de microcápsulas de acerola ao longo de 15 dias de armazenamento refrigerado (4 °C).

Dias	Formulações			
	A	B	C	D
1	6,83 ± 0,6ab	6,90 ± 0,00a	6,80 ± 0,10a	6,77 ± 0,06a
4	6,73 ± 0,06b	6,87 ± 0,06a	6,77 ± 0,06a	6,70 ± 0,00ab
8	6,93 ± 0,06a	6,90 ± 0,00a	6,87 ± 0,06a	6,77 ± 0,06a
11	6,90 ± 0,00a	6,90 ± 0,00a	6,77 ± 0,06a	6,67 ± 0,06ab
15	6,87 ± 0,06ab	6,90 ± 0,00a	6,80 ± 0,00a	6,60 ± 0,00a

Fonte: elaborada pelo autor. Médias seguidas de letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey; A= 0% de microcápsulas e 0,01% de BHT; B= 0% de microcápsulas; C= 2% de microcápsulas; D= 4% de microcápsulas.

Com relação a oxidação lipídica, os tratamentos que continham microcápsulas (C e D) apresentaram concentrações maiores de malonaldeído ao longo dos dias de armazenamento sob refrigeração (Figura 9), o que a princípio sugere que a formação de compostos secundários da reação de oxidação lipídica ocorreu em maior quantidade nestes tratamentos. Porém, Semeniuc et al. (2016) afirma falta de especificidade na análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, pois outros compostos presentes na matriz alimentícia como os carboidratos, alcanos e dienos podem igualmente reagir com o ácido tiobarbitúrico e formar malonaldeído, além de aditivos como os flavorizantes. Isto é confirmado por Hodges et al. (1999) que sugerem que a presença de flavonoides como as antocianinas nos produtos avaliados por TBARS pode aumentar a absorbância lida no espectrofotômetro a 522 nm, superestimando os valores de malonaldeído e consequentemente de oxidação lipídica, já que em meio ácido as mesmas adquirem intensa coloração avermelhada, se assemelhando à coloração obtida durante a reação com o ácido tiobarbitúrico e o ácido tricloroacético.

Figura 9 - Índice de TBARS de *nuggets* de tilápia do Nilo elaborados com diferentes proporções de microcápsulas de acerola durante 15 dias de armazenamento sob refrigeração (4 °C)



Fonte: elaborada pelo autor. A= 0% de microcápsulas e 0,01% de BHT; B= 0% de microcápsulas; C= 2% de microcápsulas; D= 4% de microcápsulas.

Dentre as formulações desenvolvidas, a B foi a que apresentou no início do armazenamento menor luminosidade externa ($L^* = 66,12$) e maior ângulo hue, externo, sugerindo que sua tonalidade tendeu mais ao amarelo que as demais amostras. Independente da formulação desenvolvida, os parâmetros de cor permaneceram constantes ao longo dos 15 dias de armazenamento sob refrigeração (4 °C) (Tabela 16). Os *nuggets* armazenados podem ser observados na Figura 10.

Tabela 16 - Cor dos *nuggets* de CMS de tilápia do Nilo durante a estocagem sob refrigeração a 4 °C.

Formulação	Tempo	Parâmetros		
		L*	Chroma	Hue
A	1	68,70 ± 1,17a	32,42 ± 3,17a	77,85 ± 0,37 ^a
	4	65,42 ± 1,46a	26,85 ± 1,03a	80,09 ± 0,50b
	8	62,49 ± 5,54a	27,09 ± 2,39a	80,27 ± 0,54b
	11	63,64 ± 1,37a	28,42 ± 1,52a	79,17 ± 0,44ab
	15	66,87 ± 1,51a	28,23 ± 2,51a	79,23 ± 1,44ab
B	1	66,12 ± 2,04a	29,87 ± 1,90a	78,36 ± 0,64 ^a
	4	65,88 ± 2,16a	27,97 ± 0,31a	79,62 ± 0,94 ^a
	8	64,27 ± 1,02a	29,85 ± 0,68a	79,16 ± 1,01 ^a
	11	58,75 ± 2,39b	29,11 ± 2,02a	77,61 ± 0,93 ^a
	15	66,18 ± 0,69a	29,81 ± 1,93a	78,73 ± 0,56 ^a
C	1	66,98 ± 0,57a	29,14 ± 1,50a	76,37 ± 0,51 ^a
	4	63,93 ± 1,19ab	28,19 ± 1,36a	77,22 ± 0,22 ^a
	8	60,90 ± 1,12b	27,93 ± 0,45a	76,61 ± 0,17 ^a
	11	63,06 ± 2,48ab	28,44 ± 1,06a	76,31 ± 0,48 ^a
	15	64,78 ± 1,54ab	28,78 ± 1,70a	76,41 ± 0,50 ^a
D	1	67,25 ± 1,63a	28,81 ± 1,84a	75,87 ± 0,37 ^a
	4	64,16 ± 0,84b	31,14 ± 1,01a	74,82 ± 0,23ab
	8	61,64 ± 1,56b	29,72 ± 1,77a	74,36 ± 0,53b
	11	63,74 ± 0,17b	29,69 ± 1,27a	74,33 ± 0,83b
	15	63,37 ± 0,57b	28,64 ± 0,29a	75,57 ± 0,19ab

Fonte: elaborada pelo autor. Médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey; A= 0% de microcápsulas e 0,01% de BHT; B= 0% de microcápsulas; C= 2% de microcápsulas; D= 4% de microcápsulas.

Figura 10 - *Nuggets* de tilápia do Nilo durante os períodos de 1 e 15 dias de armazenamento sob refrigeração a 4 °C.

Fonte: elaborada pelo autor. A= 0% de microcápsulas e 0,01% de BHT; B= 0% de microcápsulas; C= 2% de microcápsulas; D= 4% de microcápsulas.

3.11 Análise sensorial dos *nuggets*

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para os atributos sensoriais avaliados em todas as formulações de *nuggets* (Tabela 17). A formulação C, com 2% de adição de microcápsulas, obteve a maior média de notas em todos os atributos avaliados, sendo considerada a amostra de maior aceitação. Para os atributos sabor e textura as duas formulações que continham microcápsulas (C e D) foram as que obtiveram maior média de notas. As médias para todos os atributos ficaram entre os escores 7 e 8 da escala hedônica de 9 pontos, que correspondem as respostas ‘gostei moderadamente’ e ‘gostei muito’, respectivamente, estando assim dentro da faixa de aceitação. Baldin et al. (2016) avaliando a aceitação sensorial de linguças frescas com adição de extrato microencapsulado de jabuticaba obtiveram maior aceitação sensorial na formulação que continha 2% que na formulação que continha 4%.

Tabela 17 - Atributos sensoriais de aceitação de *nuggets* de CMS de tilápia do Nilo com diferentes proporções de adição de microcápsulas de acerola.

Parâmetros	Formulações			
	A	B	C	D
Impressão global	7,62 ± 1,20a	7,61 ± 1,18a	7,63 ± 1,21a	7,59 ± 1,13 ^a
Aparência	7,48 ± 1,28a	7,48 ± 1,28a	7,72 ± 1,18a	7,60 ± 1,10 ^a
Odor	7,48 ± 1,26a	7,61 ± 1,20a	7,63 ± 1,04a	7,63 ± 1,09 ^a
Textura	7,72 ± 1,32a	7,71 ± 1,35a	7,81 ± 1,23a	7,70 ± 1,25 ^a
Sabor	7,59 ± 1,47a	7,56 ± 1,59a	7,69 ± 1,30a	7,63 ± 1,38 ^a

Fonte: elaborada pelo autor. Médias seguidas de letras iguais na linha não apresentam diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste de Tukey. A= 0% de microcápsulas e 0,01% de BHT; B= 0% de microcápsulas; C= 2% de microcápsulas; D= 4% de microcápsulas.

4 CONCLUSÃO

A caracterização do resíduo microencapsulado de extrato de acerola pode inferir que este apresenta grande potencial de aproveitamento como fonte para extração de compostos bioativos (antocianinas e vitamina C), podendo estes serem utilizados na produção de microcápsulas visando a obtenção de antioxidantes e corantes naturais, para serem utilizados como ingrediente alimentar.

O extrato aquoso de bagaço de acerola apresentou expressivas quantidade de compostos bioativos e atividade antioxidante, o que sugere que o método de preparo favoreceu a extração destes.

O processo de secagem em *spray dryer* para a obtenção das microcápsulas ocasionou a perda de parte dos compostos bioativos presentes no extrato aquoso, assim como a diminuição da capacidade antioxidante das cápsulas, no entanto, mesmo com esta diminuição, os valores encontrados para estes parâmetros foram elevados, com destaque para o tratamento elaborado com goma arábica, que numericamente apresentou maior conteúdo de bioativos e atividade antioxidante.

No que diz respeito aos *nuggets*, pode-se inferir que a formulação C (2% de microcápsulas) pode substituir o antioxidante sintético BHT, tendo em vista que as características de cor foram semelhantes e a aceitação sensorial também. A técnica utilizada para quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico não foi adequada, já que os interferentes de cor contidos nas formulações com microcápsulas superestimaram os valores de oxidação lipídica dos mesmos. Sugere-se que para produtos desta natureza a oxidação lipídica seja avaliada por outros métodos.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4.ed. Washington: American. 2001.
- ARAÚJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; PAIVA, J. R. β -caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais em polpa de frutos de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 104-107, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International, ed. 18, 2005.
- BALDIN, J. C.; MICHELIN, E. C.; POLIZER, Y. J.; RODRIGUES, I.; GODOY, S. H. S.; FREGONESI, R. P.; PIRES, M. A.; CARVALHO, L. T.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; LIMA, C. G.; FERNANDES, A. M.; TRINDADE, M. A. Microencapsulated jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity. **Meat Science**, v. 118, p. 15-21, 2016.
- BERNSTEIN, A.; NOREÑA, C. P. Z. Encapsulation of red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. f. *rubra*) anthocyanins by spray drying using different encapsulating agents. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 58, n. 6, p. 944-952, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51 de 29 de dezembro de 2006. Aprova o regulamento técnico de atribuição de aditivos, e seus limites das seguintes categorias de alimentos: categoria 8: carne e produtos cárneos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 3, 4 jan. 2007. Seção 1, p. 14-18.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 12, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59.
- BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**; Ministério da Saúde, Brasília, DF, 10 jan. 2001, Seção 1, p. 45.
- CARVALHO, A. G. S.; MACHADO, M. T. C.; SILVA, V. M.; SATORATTO, A.; RODRIGUES, R. A. F.; HUBINGER, M. D. Physical properties and morphology of spray dried microparticles containing anthocyanins of jussara (*Euterpe edulis* Martius) extract. **Powder Technology**, v. 294, s/n, p. 421-428, 2016.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. Supl. 1, p. 15-19, 2010.

DAOUB, R. M. A.; ELMUBARAK, A. H.; MISRAN, M.; HASSAN, E. A.; OSMAN, M. E. Characterization and functional properties of some natural *Acacia* gums. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, s/n, p.241-249, 2018.

DOLINSKY, M. **Nutrição funcional**. São Paulo: Editora Roca, 2009. 204p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4ª ed. rev. ampl. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.

FACCO, E.M.P. **Parâmetros de qualidade do charque relacionados ao efeito da suplementação de vitamina E na dieta de bovinos de raça Nelore em confinamento**. Campinas, 2002. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, 2002.

GAONKAR, A. G.; VASISHT, N.; KHARE, A. R.; SOBEL, R. **Microencapsulation in the Food Industry**: a practical implementation guide. San Diego: Academic Press, 2014. 569p.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; GAVA J. R. F. **Tecnologia de alimentos**: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2008.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 608p.

HODGES, D. M.; DELONG, J. M.; FORNEY, C. F.; PRANGE, R. K. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. **Planta**, v. 207, n. 4, p. 604-611, 1999.

HU, Q.; GERHARD, H.; UPADHYAYA, I.; VENKITANARAYANAN, K. Antimicrobial eugenol nanoemulsion prepared by gum arabic and lecithin and evaluation of drying technologies. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 87, s/n, p. 130-140, 2016.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.45, n. 4, p.1390-1393, 1997.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 291-297, 2007.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 3, p. 156-164, 2010.

MAYA, Y. L. I.; MOLINA, D. A. R.; VARGAS, J. H. L. Oxidación lipídica y antioxidants naturales en derivados cárnicos. **Journal of Engineering and Technology**, v. 2, n. 2, p. 50-66, 2013.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MENDES, F. R. S.; BASTOS, M. S. R.; MENDES, L. G.; SILVA, A. R. A.; SOUSA, F. D.; MONTEIRO-MOREIRA, A. C. O.; CHENG, H. N.; BISWAS, A.; MOREIRA, R. A. Preparation and evaluation of hemicellulose films and their blends. **Food Hydrocolloids**, v. 70, n. 1, p. 181-190, 2017.

MGWETYANA, U.; MAKHATHA, M. E.; MAMO, M.; NDUNGU, P. Synthesis and characterization of mesoporous titania using a synthetic (Pluronic P123) and a natural (Gum Arabic) templating agente. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, s/n, p. 10585-10591, 2018.

MOREIRA, G. É. G. **Obtenção e caracterização de extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola**. Natal, 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal-RN, 2007.

MOREIRA, G. É. G.; AZEREDO, H. M. C.; MEDEIROS, M. F. D.; BRITO, E. S.; SOUZA, A. C. R. Ascorbic acid and anthocyanin retention during spray drying of acerola pomace extract. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 34, n. 5, p. 915-925, 2010.

NASSER, M. D.; ZONTA, A. Caracterização de frutos de genótipos de aceroleira em função de estádios de maturação. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 5, p. 76-78, 2014.

NEPA – UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. - 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O.; TAYLOR, S. J. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indication of Kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 74, n. 2, p. 209-215, 1997.

QIU, C.; QIN, Y.; JIANG, S.; LIU, C.; XIONG, L.; SUN, Q. Preparation of active polysaccharide-loaded maltodextrin nanoparticles and their stability as a function of ionic strength and pH. **LWT – Food Science and Technology**, v. 76, s/n, p. 164-171, 2017.

REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P.; NARAIN, N. Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. **Food Chemistry**, v. 254, s/n, p. 281-291, 2018.

RIBEIRO, H. L.; OLIVEIRA, A. V.; BRITO, E. S.; RIBEIRO, P. R. V.; SOUZA FILHO, M. S. M.; AZEREDO, H. M. C. Stabilizing effect of montmorillonite on acerola juice anthocyanins. **Food Chemistry**, v. 245, s/n, p. 966-973, 2018.

ROCHA, D. A.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; FONSECA, E. W. N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30. n. 4, p. 1124-1128, 2008.

RUFINO, M. D. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. D. G., PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução de ferro (FRAP). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006, 4p. (Comunicado Técnico 125).

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2007, 4 p (Comunicado Técnico 128).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, s/n, p. 996-1002. 2010.

SEMENIUC, C. A. et al. Thiobarbituric acid reactive substances in flavored phytosterol-enriched drinking yogurts during storage: formation and matrix interferences. **European Food Research and Technology**, v. 242, n. 3, p. 431-439, 2016.

SILVA, A. C. P.; JORGETTO, A. O.; WONDRACEK, M. H. P.; GALERA, R. M.; SCHNEIDER, J. F.; SAEKI, M. J.; PEDROSA, V. A.; ZARA, L. F.; CASTRO, G. R. Properties, characteristics and application of grinded *Malpighia emarginata* seeds in the removal of toxic metals from water. **Groundwater for Sustainable Development**, v. 6, s/n, p. 50-56, 2018.

SILVA, L. F.; SILVA, M. M.; RIBEIRO, D. S. Antioxidant activity and the content of antocianines of hydroalcolic extracts of red grapes from Pernambuco. **Revista Brasileira de Agrotecnologia** v. 2, n. 2, p. 248-252, 2017.

SILVA, L. M. R.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; GONZAGA, M. L. C.; FIGUEIREDO, E. A. T. Estudo do comportamento reológico de polpas de caju (*Anacardium occidentale*, L.), acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.) e manga (*Mangifera indica*, L.). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 237-248, 2012.

SILVA, M. C.; SOUZA, V. B.; THOMAZINI, M.; SILVA, E. R.; SMANIOTTO, T.; CARVALHO, R. A.; GENOVESE, M. I.; FÁVARO-TRINDADE, C. S. Use of the jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) depulping residue to produce a natural pigment powder with functional properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 203-209, 2014.

SOUZA, A. L. R.; MARQUES, L. G.; GOMES, E. B.; NARAIN, N. Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por *spray drying*: uma revisão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 3, p. 327-338, 2015.

SOUZA, C. A. G.; SIQUEIRA, S. M. C.; AMORIM, A. F. V.; MORAIS, S. M.; GONÇALVES, T.; GOMES, R. N.; CUNHA, A. P.; RICARDO, N. M. P. S. Encapsulação do ácido L-ascórbico no biopolímero natural galactomanana por *spray-drying*: preparação, caracterização e atividade antioxidante. **Química Nova**, v. 38, n. 7, p. 877-883, 2015.

STATSOFT. 2007. **Statistic for Windows-computer programe manual, versão 7.0**. Tulsa: Statsoft Inc.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.

TEIXEIRA, L.N; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F.A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008.
TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: Usar papel ou solução? **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 684–688, 2002.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

YOUSUF, B.; GUL, K.; WANI, A. A.; SINGH, P. Health benefits of anthocyanins and their encapsulation for potential use in food systems: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 13, p. 2223-2230, 2016.

ZARDO, I. **Extração e microencapsulação de compostos antociânicos do bagaço de mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L.)**. Porto Alegre, 2014. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre-RS, 2014.

ZHANG, L.; ZENG, X.; FU, N.; TANG, X.; SUN, Y.; LIN, L. Maltodextrin: A consummate carrier for spray-drying of xylooligosaccharides. **Food Research International**, v. 106, s/n, p. 383-393, 2018.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS NA ELABORAÇÃO DE DERIVADOS DE PESCADO

O Sr(a) está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa **“Aproveitamento de resíduos alimentícios na elaboração de derivados de pescado”** de responsabilidade de Marlene Nunes Damaceno, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *Campus* Limoeiro do Norte-CE.

1. JUSTIFICATIVA

A agroindústria de beneficiamento de pescado, bem como a de polpas congeladas gera uma quantidade considerável de resíduos, que contém uma quantidade significativa de nutrientes.

2. OBJETIVOS

Obter derivados de pescado (*fishburger* e *nuggets*) com adição de resíduos do processamento de polpas de acerola, cajá e caju.

3. PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

Ao participar desta pesquisa o(a) Sr.(a) será submetido(a) a uma análise sensorial, na qual as amostras ofertadas serão avaliadas através de testes sensoriais de aceitação, a partir da aplicação de ficha de avaliação dos testes. Está assegurado ao participante a garantia de plena liberdade, podendo este recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

4. RISCOS E DESCONFORTOS

O(s) procedimento(s) utilizado(s) poderão trazer desconforto ou risco aos participantes que apresentem alguma patologia, como alergia ao pescado tilápia e as frutas acerola, cajá e caju, ou a algum outro ingrediente/condimento (alho, açúcar, pimenta do reino e glutamato monossódico) utilizado na elaboração dos derivados de pescado (*fishburger* e *nugget*) e que ao consumirem apresentem problemas de saúde. Nesse caso, estas pessoas não poderão participar da pesquisa. A pesquisa não deverá apresentar risco a integridade moral e física dos demais participantes.

5. BENEFÍCIOS

A elaboração de produtos alimentícios tendo como base resíduos gerados na produção de outros alimentos, é de grande interesse, tanto para o produtor, que aproveita integralmente sua matéria prima, de maneira a não agredir o ambiente e ainda recebe retorno financeiro, quanto para o consumidor que tem em sua mesa produtos de menor custo e elevado valor nutricional.

6. FORMAS DE ASSISTÊNCIA

Se o (a) Sr. (a) precisar de alguma orientação por se sentir prejudicado (a) por causa da pesquisa, poderá se encaminhar à responsável da pesquisa para esclarecimentos e /ou posicionamentos pertinentes ao prejuízo. O participante

deverá entrar em contato imediatamente com o pesquisador, caso haja algum dano e/ou efeito adverso decorrentes da pesquisa, assim como haverá o acompanhamento no tratamento e o encaminhamento ao hospital.

7. GARANTIA DE RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO

Se existirem despesas para a participação na pesquisa (como alimentação, transporte e hospedagem), essas serão de responsabilidade dos pesquisadores. Caso haja danos comprovadamente associados à pesquisa, o participante terá o direito à indenização.

8. CONFIDENCIALIDADE

Todas as informações fornecidas ou que sejam conseguidas através da ficha de avaliação dos testes serão utilizadas somente para esta pesquisa. Suas respostas e dados pessoais ficarão em segredo e o seu nome não aparecerá em lugar nenhum, nem quando os resultados forem apresentados e publicados.

9. ESCLARECIMENTOS

Caso aceite participar da pesquisa, não receberá nenhuma compensação financeira. Caso haja danos comprovadamente associados à pesquisa, o participante terá o direito à indenização. Se apresentar alguma dúvida a respeito da pesquisa e/ou dos métodos utilizados na mesma deverá procurar a qualquer momento o pesquisador responsável.

Nome da pesquisadora responsável: Marlene Nunes Damaceno

Endereço: Estevão Remígio, 1145, Bairro Centro. **Cidade:** Limoeiro do Norte – CE

CEP: 62930-000 **Telefone para contato:** (88) 34476400 / 344776421 (85) 996493220

E-mail: marlene@ifce.edu.br

Contato: Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Endereço: Rua Jorge Dumar, 1703, Bairro Jardim América. **Cidade:** Fortaleza – CE

CEP: 60410-426 **Telefone para contato:** (85) 3401-2332 **E-mail:** cep@ifce.edu.br

10. RESSARCIMENTO DAS DESPESAS

Caso aceite participar da pesquisa, não receberá nenhuma compensação financeira. Se necessário o participante terá ressarcimento sobre despesas como alimentação e/ou transporte.

11. CONCORDÂNCIA NA PARTICIPAÇÃO

Se o (a) Sr. (a) estiver de acordo em participar, deverá preencher e assinar as duas vias do Termo de Consentimento Pós-esclarecido que se segue, e ficar com uma cópia.

12. CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o(a) Sr.(a) _____, portador(a) da cédula de identidade _____, declara que, após leitura minuciosa do TCLE, teve oportunidade de fazer perguntas, esclarecer dúvidas que

foram devidamente explicadas pelos pesquisadores, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido e, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO em participar voluntariamente desta pesquisa.

E, por estar de acordo, assina o presente termo.

Limoeiro do Norte - CE, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE B

MODELO DE FICHA DE AVALIAÇÃO PARA O TESTE DE ESCALA HEDÔNICA

SEXO: () Masculino () Feminino IDADE: _____ DATA: __/__/__

ESTUDOS: () sem estudos () fundamental () médio () superior () pós-graduação

() incompleto () completo

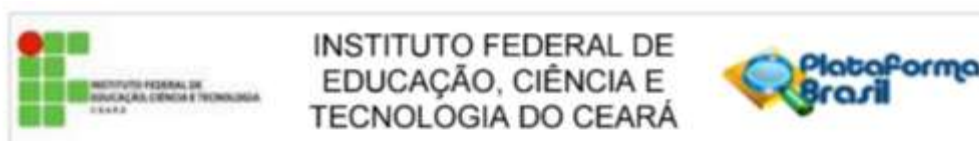
Você está recebendo quatro amostras codificadas. Prove as amostras da esquerda para a direita e avalie cada amostra utilizando a **escala abaixo** para indicar o quanto você **gostou ou desgostou** do produto quanto aos atributos impressão global, aparência, odor, textura e sabor:

- 1 – Desgostei muitíssimo
- 2 – Desgostei muito
- 3 – Desgostei regularmente
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 5 – Indiferente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 7 – Gostei regularmente
- 8 – Gostei muito
- 9 – Gostei muitíssimo

Amostra	Impressão global	Aparência	Odor	Textura	Sabor

Comentários _____

ANEXO A



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS NA ELABORAÇÃO DE DERIVADOS DE PESCADO

Pesquisador: Marlene Nunes Damasceno

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 80630817.3.0000.5589

Instituição Proponente: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Limoeiro do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Limoeiro do Norte

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.448.876

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa na área de ciência de alimentos, com enfoque na elaboração de derivados de pescado utilizando resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com incorporação de fibras provenientes de resíduos do despolpamento de frutas tropicais.

Objetivo da Pesquisa:

- Elaborar derivados de pescado utilizando resíduos da filetagem da tilápia do Nilo com incorporação de fibras provenientes de resíduos do despolpamento de frutas tropicais;
- Elaborar formulações de fishburger e nuggets de CMS de tilápia do Nilo com diferentes teores de adição de pós-alimentícios de acerola, cajá e caju;
- Avaliar a qualidade higiênico-sanitária dos produtos elaborados;
- Determinar as características físico-químicas e a composição centesimal das formulações;
- Avaliar a aceitação das diferentes formulações de derivados de pescado, por meio de testes sensoriais;
- Identificar quais concentrações de adição dos pós-alimentícios são as mais adequadas, com base na aceitação sensorial;
- Transmitir para a academia e para a indústria as metodologias de elaboração dos produtos desta pesquisa, visando à expansão do conhecimento sobre a utilização de resíduos alimentícios e suas

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

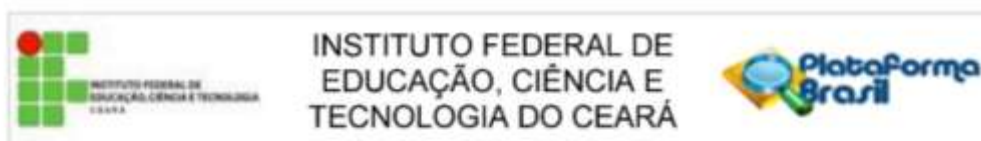
UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 2.448.876

contribuições no aproveitamento integral da produção.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisa poderá trazer riscos para pessoas que apresentem alguma alergia ao pescado tilápia e às frutas acerola, caju e caju, ou a algum outro ingrediente/condimento (alho, açúcar, pimenta do reino e glutamato monossódico) utilizado na elaboração dos derivados de pescado (fishburger e nuggets). Estas pessoas não poderão participar da pesquisa.

Benefícios descritos na proposta:

- Benefícios gerais como a elaboração de produtos alimentícios tendo como base resíduos gerados na produção de outros alimentos;
- Aproveitamento integral de matéria prima, de maneira a não agredir o ambiente e ainda poder receber retorno financeiro;
- Benefício para o consumidor, que terá à sua mesa produtos de menor custo e elevado valor nutricional.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta metodologia adequada aos objetivos propostos, respeitando os princípios éticos. Por se tratar de projeto cujo objetivo é desenvolver um produto alimentício, o aspecto da segurança sanitária (testes microbiológicos anteriores aos testes sensoriais) também foi destacado. Trata-se de pesquisa com relevância científica e tecnológica na área de ciência de alimentos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE foi apresentado conforme a Resolução 466/2012, com todos os itens obrigatórios listados, sem conflitos de ordem ética. Os demais termos também foram apresentados adequadamente.

Recomendações:

Sem recomendações.

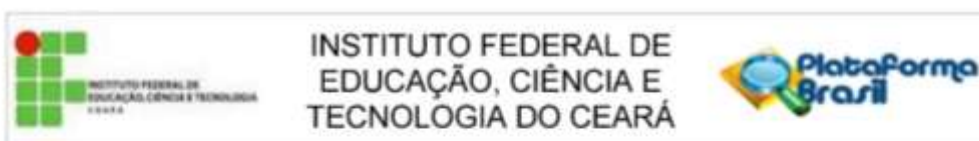
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto obedece às normas éticas e está apto a ser executado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Enviar ao CEP, relatório ao final da pesquisa.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América
UF: CE Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 CEP: 60.410-426
E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 2.448.876

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1044448.pdf	30/11/2017 17:04:12		Aceito
Outros	GARANTIA BENEFÍCIOS.pdf	30/11/2017 17:01:10	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	30/11/2017 16:53:50	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO FINANCEIRO.pdf	30/11/2017 16:53:28	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO aproveitamento resíduos.pdf	30/11/2017 16:49:27	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO COMPROMISSO PESQUISADOR.pdf	30/11/2017 16:48:43	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO INFRAESTRUTURA.pdf	30/11/2017 16:48:03	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Cronograma	Cronograma execucao pesquisa.pdf	30/11/2017 16:47:42	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO assinatura.pdf	30/11/2017 16:47:19	Marlene Nunes Damaceno	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 19 de Dezembro de 2017

Assinado por:
Arinilson Moreira Chaves Lima
(Coordenador)

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América
UF: CE Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 CEP: 60.410-426
E-mail: cep@ifce.edu.br