



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

FRANCISCO ROBÉRIO DA SILVA MARQUES

EFEITO DA INCORPORAÇÃO DA FIBRA DE CAJU A UM
REESTRUTURADO PROTEICO A BASE DE PIRARUCU (*ARAPAIMA GIGAS*)

FORTALEZA

2018

FRANCISCO ROBÉRIO DA SILVA MARQUES

EFEITO DA INCORPORAÇÃO DA FIBRA DE CAJU A UM
REESTRUTURADO PROTEICO A BASE DE PIRARUCU (*ARAPAIMA GIGAS*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de produtos de origem animal.

Orientador: Prof. Dr. Elisabeth Mary Cunha da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Janice Ribeiro Lima.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M317e Marques, Francisco Robério da Silva.
Efeito da incorporação da fibra de caju a um reestruturado proteico a base de Pirarucu (*Arapaima gigas*)
/ Francisco Robério da Silva Marques. – 2018.
69 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2018.

Orientação: Profa. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva.

Coorientação: Profa. Dra. Janice Ribeiro Lima.

1. Reestruturado. 2. Compostos antioxidantes. 3. Estabilidade. I. Título.

CDD 664

FRANCISCO ROBÉRIO DA SILVA MARQUES

EFEITO DA INCORPORAÇÃO DA FIBRA DE CAJU A UM
REESTRUTURADO PROTEICO A BASE DE PIRARUCU (*ARAPAIMA GIGAS*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de produtos de origem animal.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva. (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Souza
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Tatiana Fontoura Vidal Bandeira
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

In memoriam a querida professora
Maria Lúcia Nunes que tão breve se foi e muito
contribuiu para a construção deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus,

À minha família,

Aos meus amigos,

À prof. Dr^a. Maria Lúcia Nunes, jamais será esquecida,

À minha co-orientadora Dr^a. Janice Ribeiro Lima pela acolhida,

À prof. Dr^a Elisabeth Mary Cunha da Silva, por ter me orientado na reta final,

À Embrapa – Empresa Brasileira de Agroindústria Tropical e aos colegas de laboratório,

À Universidade Federal do Ceará,

À FUNCAP pelo auxílio e fomento à pesquisa,

...deu certo!

“Repetir para aprender, criar para renovar”

Ezra Pound

RESUMO

O processamento industrial de pescado e a agroindústria do caju geram grandes quantidades de resíduos considerados matérias-primas para a obtenção de co-produtos de elevado valor nutricional. Assim, o uso de subprodutos de indústrias distintas e o incentivo para a obtenção de produtos diferenciados para a alimentação humana motivou a realização desta pesquisa que teve como objetivo desenvolver um produto reestruturado protéico sob a forma de medalhão, a base de pirarucu (*Arapaima gigas*) e fibra de resíduo de caju (*Anacardium occidentale L.*) e avaliar suas propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, bem como, o teor de compostos bioativos incorporados ao produto, observando uma possível influência na atividade antioxidante e estabilidade durante armazenamento congelado. Primeiramente, foi realizado um teste sensorial afetivo de preferência ordenação para identificar a melhor formulação dos medalhões a serem estudadas, identificando que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as formulações. Escolheu-se, portanto, o medalhão com 80 % de carne mecanicamente separada (CMS) de pirarucu e 20% de fibra de caju (MF). Em seguida, foi realizado um teste de aceitação para avaliação dos atributos: cor, sabor, aroma, textura, impressão global, bem como a intenção de compra do produto. Este estudo foi realizado tanto com a formulação controle com 100% de CMS de pirarucu (MC) e a formulação com 20% de fibra de caju (MF). Verificou-se que para todos os atributos avaliados e para ambas as formulações, mais de 50% das notas encontraram-se na zona de aceitação da escala hedônica. Com relação à intenção de compra, mais de 50% dos provadores revelaram que “provavelmente compraria” e “certamente compraria” ambas as formulações. A estabilidade físico-química dos medalhões foi avaliada nos tempos 0,15, 30, 60, 90 e 120 dias, através das seguintes análises e resultados: a amostra MC apresentou 7,05 de pH, 31,78 mg de N-BVT/ 100 g de amostra, 2,02 mg de N-TMA/ 100g de amostra, valores estes maiores quando comparados a amostra MF que apresentou um pH de 6,79, 21,67 mg de N-BVT/ 100 g de amostra e 1,33 N-TMA/ 100g de amostra, no período de 120 dias, indicando que a adição da fibra de caju ajuda na manutenção do frescor dos medalhões e na estabilidade durante o armazenamento congelado. Realizou-se análise instrumental de textura dos medalhões, na qual a amostra MF apresentou uma força de fraturabilidade de 8198 Kgf, dureza de 262381 N e uma gomosidade de 21824 g quando comparada a amostra MC, que apresentou uma força de fraturabilidade de 7809 Kgf, dureza de 80035 N e gomosidade de 9387g, revelando que a adição de fibras nos medalhões influenciou significativamente na textura do produto. Entretanto, a adição da fibra de caju nos medalhões não influenciou na

mastigabilidade do produto, uma vez que as amostras não diferiram significativamente entre si, apresentando valores de 17148 e 20404 g para MC e MF, respectivamente. Essa maior dureza da formulação MF também não afetou na aceitabilidade sensorial do produto, uma vez que a formulação ficou na zona de aceitação da escala hedônica. Portanto, a formulação MF é promissora para o mercado consumidor.

Palavras-chave: Reestruturado. Compostos antioxidantes. Estabilidade.

ABSTRACT

The industrial processing of fish and the cashew agro-industry generate large amounts of waste considered as raw materials for the production of co-products of high nutritional value. Thus, the use of by-products from different industries and the incentive to obtain differentiated products for human consumption motivated this research that had as objective to develop a restructured protein product in the form of a medallion based on pirarucu (*Arapaima gigas*) and cashew fiber (*Anacardium occidentale L.*) and to evaluate its physicochemical, microbiological properties and sensorial properties, as well as, the content of bioactive compounds incorporated into the product, observing a possible influence on the antioxidant activity and stability of the product during frozen storage. First, an affective sensory-preference-ordering test was performed to identify the best formulation of the medallions to be studied. In this test, it was identified that there was no significant difference ($P > 0.05$) between the formulations, so the medallion with 80% mechanically deboned meat (MDM) of pirarucu and 20% cashew fiber was chosen. Then, an acceptance test was performed to evaluate the attributes: color, flavor, aroma, texture, overall impression, as well as the intention to purchase the product. This study was carried out with both, the control formulation with 100% pirarucu MDM (MC) and a formulation with 20% cashew fiber (MF). In this analysis it was verified that for all evaluated attributes and for both formulations more than 50% of the notes were in the zone of acceptance of the hedonic scale. Regarding to purchase intent, more than 50% of the panellists revealed that they "would probably buy" and "certainly would buy" both formulations. The physicochemical stability of the medallions was evaluated through the following analyzes at 0, 15, 30, 60, 90 and 120 days for both MF and MC: The MC sample had pH 7.0, 31.78 mg N-BVT / 100 g sample, 2.02 mg N-TMA / 100 g sample, higher values when compared to the MF sample that presented a pH of 6.79, 21.67 mg of N-TVB / 100 g of sample and 1.33 N-TMA / 100 g of sample, in the period of 120 days, indicating that the addition of cashew fiber helps to maintain the freshness and stability of the medallions during frozen storage. It was also performed an instrumental texture analysis of the medallions, in which the MF sample presented a fraturability force of 8198 Kgf, hardness of 262381 N and a gumminess of 21824 g when compared to MC sample, which presented a fraturability force of 7809 Kgf, hardness of 80035 N and gumminess of 9387. However, the addition of cashew fiber in the medallions did not influence the chewiness of the product, since the samples did not differ significantly between them, presenting values of 17148 and 20404 for MC and MF, respectively. This higher hardness

of the MF formulation also did not affect the sensory acceptability of the product, once the formulation was in the acceptance zone of the hedonic scale. Therefore, the MF formulation is promising for the consumer market.

Keywords: Restructured Product. Antioxidant compounds. Stability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da produção (t) de Pirarucu em cativeiro no Brasil.....	19
Figura 2 – Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>).....	21
Figura 3 – Máquina separadora de carnes e ossos.....	25
Figura 4 – Fruto do cajú, com respectiva identificação da amêndoa e do pseudofruto.....	28
Figura 5 – Diagrama simplificado do processo de obtenção do bagaço de caju.....	32
Figura 6 – Modelo de ficha sensorial para teste de preferência-ordenação.....	34
Figura 7 – Características dos provadores que realizaram os testes sensoriais. (a) Faixa etária dos provadores; (b) sexo dos provadores; (c) escolaridade dos provadores; (d) consumo de caju; (e) consumo de carne de pescado; (f) consumo de blends.....	43
Figura 8 – Histograma de frequência das notas atribuídas à: cor (a), aroma (b), sabor (c) textura (d), impressão global (e) e intenção de compra (f).....	45
Figura 9 – Coordenadas de cromaticidade L*, a* e b* das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra) durante 120 dias de armazenamento sob congelamento.....	55
Figura 10 – Medalhões de pirarucu ao longo do tempo de estocagem. a) MC 0 dia, b) MF 0 dia, c) MC 120 dias e d) MF 120 dias.....	56
Gráfico 1 – Teores de N-BVT das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra) em função do tempo de estocagem sob congelamento.....	49
Gráfico 2 – Teores de N-TMA das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra de caju) durante o período de estocagem sob congelamento.....	51
Gráfico 3 – Valores de TBARS das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra) durante o período de estocagem sob congelamento.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição centesimal da CMS e de almôndegas de CMS de Pirarucu.....	23
Tabela 2 – Perfil de ácidos graxos de espécies de peixes amazônicos.....	24
Tabela 3 – Composição centesimal, fibra total e vitamina C do resíduo do caju.....	29
Tabela 4 – Teor de biocompostos em polpa e bagaço de caju.....	30
Tabela 5 – Formulações dos medalhões contendo diferentes proporções de Carne Mecanicamente Separa(CMS) de pirarucu e fibra de caju.....	33
Tabela 6 – Ingredientes utilizados nas formulações dos medalhões contendo diferentes proporções de Carne mecanicamente separada (CMS) de pirarucu e fibra de caju em 80 gramas por unidade.....	33
Tabela 7 – Contraste das diferenças entre os totais de ordenação das amostras de medalhão elaboradas com diferentes proporções de CMS de Pirarucu e fibra e caju.....	42
Tabela 8 – Média de notas para os atributos sensoriais aparência, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra das formulações MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra de caju).....	44
Tabela 9 – Composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteína e carboidratos) dos medalhões sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF) no tempo inicial.....	46
Tabela 10 – Perda de água por cocção e encolhimento das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento congelado.....	46
Tabela 11 – Valores de pH das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento sob congelamento.....	48
Tabela 12 – Atividade antioxidante total (ABTS) μ M eq. Trolox/ g das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento congelado.....	53

Tabela 13 – Teor de polifenóis extraíveis totais (PET) das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento congelado.....	54
Tabela 14 – Teor de carotenoides das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento congelado.....	57
Tabela 15 – Análise instrumental de textura dos medalhões.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	Produção aquícola e aproveitamento industrial do pirarucu (<i>Arapaimas gigas</i>) no Brasil	19
2.2	Características morfológicas e aquícolas do pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>)	21
2.3	Características físico-químicas da carne do pirarucu	22
2.4	Aproveitamento dos subprodutos de pescado	23
2.4.1	<i>Carne mecanicamente separada</i>	24
2.4.2	<i>Reestruturado proteico</i>	25
2.4.2.1	<i>Oxidação lipídica em produtos reestruturados</i>	26
2.5	A agroindústria do Caju	27
2.5.1	<i>Aproveitamento do resíduo de caju sob a forma de fibra</i>	28
2.5.2	<i>Compostos bioativos presentes na fibra do caju</i>	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1	Matéria-prima	31
3.2	Elaboração das formulações de medalhões	32
3.2.1	<i>Escolha da melhor formulação de medalhão</i>	33
3.3	Determinações Analíticas'	35
3.3.1	<i>Análise microbiológica das matérias primas e dos produtos</i>	35
3.3.2	<i>Análise sensorial dos produtos selecionados</i>	35
3.3.3	<i>Composição centesimal das matérias-primas e produtos</i>	36
3.3.4	<i>Perda de peso por cocção e porcentagem de encolhimento após cocção</i>	36
3.3.5	<i>Estabilidade dos produtos armazenados sob congelamento</i>	37
3.3.6	<i>Análise instrumental de textura dos medalhões</i>	39
3.4	Análises estatísticas	40
3.5	Aspectos éticos	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1	Escolha da melhor formulação de medalhão contendo fibra de caju	42
4.2	Análise sensorial dos produtos selecionados	42
4.2.1	<i>Caracterização dos provadores</i>	42

4.2.2	<i>Análise de aceitação e de intenção de compra das duas formulações escolhidas no teste de ordenação-preferência.....</i>	44
4.3	Composição centesimal dos medalhões.....	45
4.4	Perda de água por cocção e porcentagem de encolhimento pós-cocção	46
4.5	Estabilidade dos produtos armazenados sob congelamento.....	47
4.6	Análise de textura dos medalhões	57
5	CONCLUSÃO.....	60
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICE A - MODELO DE FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DE CADA ATRIBUTO (APARÊNCIA, AROMA, SABOR, TEXTURA E ACEITAÇÃO GLOBAL) E DA INTENÇÃO DE COMPRA.....	69
	APÊNDICE B - MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	70
	APÊNDICE C - MODELO DE QUESTIONÁRIO APLICADO A CADA PROVADOR NO TESTE DE SENSORIAL DE ATRIBUTOS E INTENÇÃO DE COMPRAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

O pescado é considerado um alimento de alto valor biológico, devido à presença de micronutrientes essenciais para a alimentação humana. De acordo com a FAO/WHO (2016) a produção de pescado tem crescido constantemente no decorrer dos anos, o que indica a alta procura por este tipo de matéria-prima. No Brasil, o consumo de pescado tem aumentado graças à expansão da aquicultura (600 mil toneladas, em 2014), elevando a demanda de importações, que alcançaram 400 mil toneladas em 2015 (IBGE, 2015).

Em contrapartida, existe também um grande acúmulo dos resíduos provenientes da indústria pesqueira, podendo gerar 70% de produto residual que são utilizados principalmente como ração animal. Entretanto, estudos vêm mostrando que estes resíduos são ricos em proteínas e em ácidos graxos da série ômega-3, evidenciando a importância nutricional do pescado como alimento humano (LUSTOSA NETO, 2016).

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é um peixe de regiões quentes, por isso cresce melhor em águas com temperaturas entre 28° e 30°C, sendo produzido principalmente na região Norte-Nordeste (PEDROZA FILHO, 2016). Tendo em vista que o seu crescimento produtivo tem sido considerável nos últimos cinco anos, ele vem sendo objeto de estudos quanto à forma e diversidade de aproveitamento tecnológico, como a produção de subprodutos a partir de seus resíduos, também chamados de Carne Mecanicamente Separada (CMS).

A CMS de pescado é um produto obtido de uma única espécie ou de mistura de espécies de peixes com características sensoriais semelhantes e possui maior viabilidade econômica, quando comparado com a filetagem, por apresentar recuperação adicional de carne entre 10 e 20%. Este subproduto proporciona o desenvolvimento de produtos com texturas diversificadas, como por exemplo, reestruturados protéicos que é definido pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000) como um produto cárneo industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes tipos de animais, acrescido de ingredientes, moldado e revestido de cobertura (empanamento) apropriada que o caracterize.

De outro lado, a agroindústria do caju também produz uma elevada quantidade de resíduos provenientes da produção de suco e polpa do caju. O seu resíduo é composto por partes da polpa, pele e casca e é normalmente utilizado para a alimentação animal ou descartado sem nenhum tipo de uso. Recentemente, pesquisas estão sendo realizadas para desenvolver novos produtos à base de caju com o objetivo de proporcionar um melhor uso desta fonte de fibras dietéticas. O bagaço de caju é rico em fibras, vitaminas e compostos fenólicos, como taninos e carotenóides. Tais substâncias são fisiologicamente ativas e são conhecidas como

sequestradoras de radicais livres, sendo muito eficientes na prevenção da autoxidação dos lipídios dos alimentos (ABREU, 2013; BARETTO, 2016; SCHWEIGGERT, 2016).

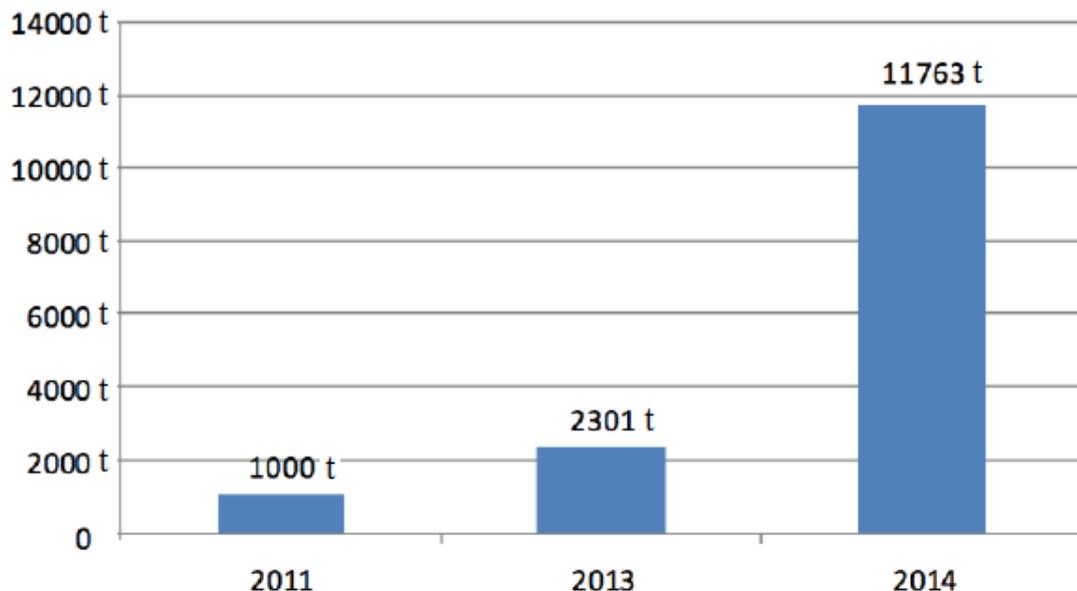
A busca por alimentos nutritivos e seguros está crescendo mundialmente e a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar determinados problemas de saúde ocasionados pela má alimentação. Fibras presentes nos alimentos são componentes importantes da dieta humana, e muitos países industrializados têm recomendado o incremento do consumo de fibra e a redução da ingestão de gordura (PINHO, 2011). Portanto, o aproveitamento de resíduos de alimentos beneficiados, de potencialidade econômica no Estado do Ceará, no desenvolvimento de novos produtos é fator relevante para fornecer subsídios tecnológicos os quais agreguem valor e renda ao setor empresarial.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi desenvolver um produto reestruturado protéico sob a forma de medalhão, à base de pirarucu (*Arapaimas gigas*) e fibra de resíduo de caju (*Anacardium occidentale* L.), avaliando suas propriedades físico-químicas, perfil instrumental de textura, características sensoriais, bem como, o teor de constituintes com propriedades antioxidantes incorporados ao produto, observando uma possível influência na atividade antioxidante e estabilidade do produto durante armazenamento congelado (-18°C) por 120 dias.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A oferta e o consumo de pescado no Brasil têm crescido graças à expansão da aquicultura (600 mil toneladas, em 2014) e um elevando aumento na demanda de importações, que alcançaram 400 mil toneladas em 2015. A aquicultura foi o setor de carnes que apresentou maior produção em percentual entre 2004 e 2014, com crescimento anual médio de quase 8% (IBGE, 2015). A tilápia lidera a produção aquícola no Brasil com cerca de 260 mil toneladas produzidas em 2014, 31% a mais que as 198 mil toneladas produzidas em 2011. Outras espécies de peixes, especialmente pirarucu (Figura 1), carpas, bagres e trutas, contribuíram com quase 40 mil toneladas para a produção aquícola em 2014 (KUBTIZA, 2015).

Figura 1 - Evolução da produção (t) de Pirarucu em cativeiro no Brasil



Fonte: Adaptado de Pedroza Filho (2016)

2.1 Produção aquícola e aproveitamento industrial do pirarucu (*Arapaimas gigas*) no Brasil

A cadeia produtiva do pirarucu está concentrada principalmente na região Norte cuja produção representa 94% do total cultivado no país. Segundo Pedroza Filho *et al.* (2016), a produção da espécie no Brasil tem registrado expressivo crescimento, passando de cerca de 1.000 toneladas, em 2011. Sua carne é de excelente qualidade e desprovida de espinhaço que contribui para o alto valor de mercado (LIMA *et al.*, 2015). Em 2014, a produção alcançou 11 mil e 763 toneladas, tornando-a a sétima espécie em volume produzida no país (IBGE, 2014).

A evolução do valor da produção, entre 2013 e 2014 acompanhou este crescimento, passando de R\$ A oferta e o consumo de pescado no Brasil têm crescido graças à expansão da aquicultura (600 mil toneladas, em 2014) e um elevando aumento na demanda de importações, que alcançaram 400 mil toneladas em 2015. A aquicultura foi o setor de carnes que apresentou maior produção em percentual entre 2004 e 2014, com crescimento anual médio de quase 8% (IBGE, 2015). A tilápia lidera a produção aquícola no Brasil com cerca de 260 mil toneladas produzidas em 2014, 31% a mais que as 198 mil toneladas produzidas em 2011. Outras espécies de peixes, especialmente pirarucu (Figura 1), carpas, bagres e trutas, contribuíram com quase 40 mil toneladas para a produção aquícola em 2014 (KUBTIZA, 2015).

A cadeia produtiva do pirarucu está concentrada principalmente na região Norte cuja produção representa 94% do total cultivado no país. Segundo Pedroza Filho *et al.* (2016), a produção da espécie no Brasil tem registrado expressivo crescimento, passando de cerca de 1.000 toneladas, em 2011. Sua carne é de excelente qualidade e desprovida de espinhaço que contribui para o alto valor de mercado (LIMA *et al.*, 2015). Em 2014, a produção alcançou 11 mil e 763 toneladas, tornando-a a sétima espécie em volume produzida no país (IBGE, 2014). A evolução do valor da produção, entre 2013 e 2014 acompanhou este crescimento, passando de R\$ 21,6 milhões para R\$ 118,7 milhões, um crescimento de 450% entre os dois períodos (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016).

poluentes

21,6 milhões para R\$ 118,7 milhões, um crescimento de 450% entre os dois períodos (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016).

O processamento industrial de pescados fornece muito mais que alimentos práticos e nutritivos. Gera também uma grande quantidade de resíduos, sendo quase totalmente desperdiçados, podendo chegar a 70% do peso inicial do produto. Estes resíduos são considerados matéria-prima de baixa qualidade, que, na maioria dos casos, não é utilizada, causando prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos (NUNES, 2015).

Segundo Moura *et al.* (2014), os resíduos da industrialização do pescado representam um sério problema para a planta industrial, principalmente por serem poluentes e de difícil descarte, interferindo na eficiência do processo produtivo. A importância nutricional do pescado como alimento humano e a questão ambiental são razões que apontam para a necessidade de utilizar a totalidade do pescado capturado. Além disso, seu aproveitamento integral tende a contribuir para o aumento do consumo de proteína animal, pois diversas

tecnologias têm surgido com possíveis utilizações dos resíduos como fontes alimentares e com boa aceitabilidade (LUSTOSA NETO, 2016).

Os resíduos sólidos do beneficiamento de peixe são destinados principalmente à alimentação animal, mas também podem ser aproveitados para a produção de fertilizantes ou produtos químicos, iscas e artesanatos (FELTES, 2010). O valor nutricional desses resíduos, ricos em proteínas e em ácidos graxos da série ômega-3, incentiva o desenvolvimento de produtos para a alimentação humana.

O uso de tecnologias com esta finalidade aumenta a capacidade da indústria da pesca responder não só à demanda por produtos diferenciados, mas também à tendência da busca por alimentos saudáveis e com alto valor nutritivo, suprindo as necessidades nutricionais – em especial de proteínas animais, dos setores mais carentes da população, por um preço acessível (FELTES, 2010).

2.2 Características morfológicas e aquícolas do pirarucu (*Arapaima gigas*)

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é um peixe nativo da bacia Amazônica e apresenta enorme potencial para a piscicultura (Figura 2) devido à sua rusticidade, crescimento acelerado, podendo alcançar até 10 quilos em um ano (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). Taxonomicamente, o pirarucu pertence à ordem Osteoglossiformes, subordem Osteoglossoidei, superfamília Osteoglossoidae, família Osteoglossidae, gênero *Arapaima*, espécie *A. gigas*. É considerado um peixe primitivo, pertencente a um dos grupos mais antigos de teleósteos vivos (NUNES, 2011).

Figura 2 - Pirarucu (*Arapaima gigas*)



Fonte: FishBase (2016)

Entre as características peculiares que despertam o interesse no cultivo desta espécie, temos: carne de coloração rósea e desprovida de espinhos, habilidade de respiração aérea suportando alta densidade e adaptação em condições de cultivo (GABBAY, 2012).

O pirarucu é um peixe de regiões quentes, por isso cresce melhor em águas com temperaturas entre 28°C e 30°C. Em temperaturas menores que 26°C, ocorre a diminuição do consumo de comida. Quando a água chega a temperaturas menores que 20°C principalmente com duração de mais de três dias, pode ocorrer a mortandade dos peixes (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016).

Apesar de todas as vantagens que apresenta o cultivo do pirarucu, os conhecimentos necessários à sua produção comercial sustentável ainda não foram completamente consolidados. As experiências de cultivo acumuladas se restringem aos esforços pioneiros de alguns piscicultores e técnicos que têm conduzido as criações ao custo da pesquisa, pesquisa prática (não científica) e do empirismo (ONO; KEHDI, 2013). Vale ressaltar, entretanto, que o Centro de pesquisas do DNOCS, localizado em Pentecostes/CE, vem obtendo bons resultados na produção em cativeiro desta espécie.

2.3 Características físico-químicas da carne do pirarucu

A carne de pescado constitui uma fonte de proteínas de alto valor biológico, possuindo um teor protéico elevado, variando de 15% a 25% (GERMANO; GERMANO, 2008). O pescado possui em sua composição todos os aminoácidos essenciais para a nutrição humana e tem elevado teor de lisina, que atua como inicializador do processo digestivo. A digestibilidade é alta, acima de 95%, conforme a espécie, e superior à das carnes em geral e a do leite, devido à mínima quantidade de tecido conjuntivo (SOARES, 2012).

Além de possuir uma capacidade nutricional elevada e um excelente índice de digestibilidade no organismo humano, as proteínas dos peixes tais como a do pirarucu também têm boas propriedades funcionais, como a capacidade de retenção de água, gelificação, emulsificação e propriedades texturais (LUSTOSA NETO, 2016).

A composição química dos peixes da espécie pirarucu varia de acordo com a espécie, de um indivíduo para outro, pois dependem de fatores como sexo, idade, ambiente e estação do ano. O conhecimento da composição centesimal do pescado tem importância fundamental durante a aplicação dos processos tecnológicos, influenciando na qualidade da matéria-prima, nos atributos sensoriais e na estabilidade durante o armazenamento do produto (MOURA, 2012).

Lustosa Neto (2016) elaborou e caracterizou almôndegas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) para serem utilizadas em merenda escolar. Os resultados da composição centesimal para a CMS do pirarucu e seu produto estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1- Composição centesimal da CMS e de almôndegas de CMS de Pirarucu

	Umidade	Proteína	Lipídios	Carboidratos	Cinzas
Pirarucu (CMS)	76,8	20,0	2,7	0,0	0,5
Almôndega de Pirarucu	71,0	18,0	8,1	1,3	1,6

Fonte: Adaptado de Lustosa Neto(2016)

De modo geral, o pescado pode ser também uma excelente fonte de minerais fisiologicamente importantes tais como Mg, Mn, Zn, Cu, com conteúdo relativamente elevados, principalmente em alguns moluscos e crustáceos. É também rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B, destacando-se, porém, as vitaminas lipossolúveis A e D (FARIAS, 2006).

2.4 Aproveitamento dos subprodutos de pescado

O pescado é constituído pelo músculo que é o produto principal para a indústria, sob a forma de filé, além de seus subprodutos e resíduos. O termo subprodutos é definido como sendo as partes não comercializadas de pescado, mas que podem ser processados após tratamentos específicos para fim alimentício. Esses subprodutos possuem elevada importância nutricional, pois são ricos em proteínas e em ácidos graxos da série ômega-3 (EPA – eicosapentaenóico; DHA – docosaexaenóico), que o incentiva no desenvolvimento de produtos diferenciados para a alimentação humana (RUSTAD; STORRØ; SLIZYTE, 2011).

Os ácidos graxos da família n-3 têm sido amplamente estudados em virtude de sua ingestão estar associada a diversos benefícios à saúde humana, como redução dos níveis de depressão durante a gravidez; desaceleração do declínio dos domínios cerebrais relacionados a velocidade cognitiva com o avanço da idade; e efeito hipocoagulante, independente da vitamina K (GOLDING *et al.*, 2009).

Dentre as espécies de peixes amazônicos mais capturados, destacam-se a Piramutaba (*Brachyplatystom availlantii*) e a Dourada (*Brachyplatystoma flavicans*) como as mais capturadas na pesca continental e a Gurijuba (*Arius parkeri*), uma das espécies mais capturada na pesca marinha no Pará. Em um estudo realizado por Bentes *et al.* (2009), foi

realizado a caracterização do perfil de ácidos graxos dessas espécies. Os resultados apontaram que o ácido graxo predominante nas três espécies foi o palmítico (27,51 a 29,14%), seguido do DHA (15,54 a 21,54%) e do EPA (8,71 a 14,27%). A Gurijuba apresentou o maior somatório de ácidos graxos ω 3 (32,54%). Os resultados do perfil de ácido graxo estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Perfil de ácidos graxos de espécies de peixes amazônicos

Ácido graxo	Nome Comum	Espécie		
		Gurijuba	Piramutaba	Dourada
C 14:0	Mirístico	2,50 ± 0,17 ^a	5,31 ± 0,48 ^b	4,02 ± 0,91 ^{ab}
C 16:0	Palmítico	27,51 ± 0,01	28,83 ± 1,17	29,14 ± 1,76
C 18:0	Esteárico	6,81 ± 0,71	5,80 ± 0,41	6,78 ± 0,16
C 18:1 n-9	Oléico	10,86 ± 0,13	13,03 ± 1,59	11,97 ± 0,34
C 18:2 n-6	Linoléico	-	-	0,74 ± 0,25
C 20:5 n-3	EPA	12,63 ± 0,45 ^{ab}	14,27 ± 2,06 ^a	8,71 ± 0,74 ^b
C 22:6 n-3	DHA	19,91 ± 0,13 ^a	15,54 ± 0,39 ^b	21,54 ± 1,00 ^a
ΣAGω3		32,54 ± 0,57 ^a	29,80 ± 2,45 ^b	30,24 ± 1,74 ^a

¹Letras diferentes indicam diferença significativa entre as espécies ($p < 0,05$);

²ΣAG ω 3: Somatório dos ácidos graxos Omega-3.

Fonte: Bentes *et al.* (2009)

As recomendações dietéticas preconizadas pela *American Heart Association* são de 300 mg a 500 mg de EPA + DHA por dia, o que corresponde às seguintes porções de filé cru: 248 g de Gurijuba, 234 g de Piramutaba e 187 g de Dourada.

2.4.1 Carne mecanicamente separada

O Codex Alimentarius define a CMS ou *mincedfish* como um produto obtido a partir de uma única espécie, ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais semelhantes, através de processo mecanizado da parte comestível, gerando partículas de músculo esquelético isentas de vísceras, escamas, ossos e pele (FAO/WHO, 1994).

Segundo o MAPA, entende-se por carne mecanicamente separada (CMS) a carne retirada a partir de ossos, carcaças ou partes de carcaças, com exceção dos ossos da cabeça, submetidos à separação mecânica em equipamentos especiais, conhecidos como máquinas de separação mecânica (MSM), e imediatamente congeladas, por processos rápidos ou ultra-rápidos, quando não for utilizada de imediato (BRASIL, 2000).

A produção de CMS de pescado é uma alternativa importante para a indústria, por ser economicamente viável, por aperfeiçoar a obtenção de receita (contribuição para o lucro),

além de aumentar a amplitude de nichos específicos de mercado, melhorando o aproveitamento dos recursos pesqueiro (LUSTOSA NETO, 2016).

Segundo Gonçalves (2011) a CMS é produzida por tecnologia própria e não deve ser confundido simplesmente com pescado triturado. A CMS é um produto intermediário que serve como matéria-prima na obtenção do surimi, hambúrguer, produtos embutidos, empanados, etc.

O produto CMS possui maior viabilidade econômica quando comparado com a filetagem, por apresentar recuperação adicional de carne entre 10 e 20%. É preciso levar em consideração que a quantidade de recuperação da carne depende da espécie e de seu tamanho, dentre outros fatores. Os equipamentos mais comuns, utilizado no processamento de CMS, referem-se ao do tipo tambor ou cilindro rotatório e ao tipo rosca sem fim (Figura 2), proporcionando a obtenção de produtos com textura semelhante à de hambúrguer ou carne triturada (BONACINA, 2007; MOURA, 2012).

Figura 3 - Máquina separadora de carnes e ossos



Fonte: UsiTecnica.com (2016)

2.4.2 Reestruturado proteico

No início da década de 1970, o termo carne reestruturada começou a ser utilizado na inclusão de uma série de produtos elaborados a partir de porções cárneas magras e gordas, cortadas em pedaços de tamanhos variados, trituradas e reduzidas para massa fina, comercializados como produtos crus, congelados ou refrigerados ou como pré-cozidos e cozidos (ORDOÑEZ, 2005; MOURA, 2012).

O MAPA (1994) define reestruturado proteico como produto cárneo industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes tipos de animais, acrescido de ingredientes, moldado ou não e revestido de cobertura apropriada que o caracterize. O produto pode ser cru, semi-cozido, cozido, semi-frito ou frito, sendo que na sua composição poderá conter recheios. Segundo Ordoñez (2005), a elaboração de produtos reestruturados parte de pedaços de carnes de diversos tamanhos para obter um produto consistente com aspecto semelhante com uma carne integral, pela desintegração do músculo por meio de processos mecânicos, nos quais os pedaços resultantes são misturados, e em seguida moldados em porções específicas. As carnes reestruturadas consistem em produtos de qualidade considerável a partir de porções de carne com textura deficiente e de difícil comercialização.

2.4.2.1 Oxidação lipídica em produtos reestruturados

A oxidação lipídica é responsável pelas mudanças de cor, aroma, sabor, valor nutritivo e textura dos alimentos, bem como a formação de produtos lipídicos indesejáveis, que podem apresentar riscos associados à formação de peróxidos resultantes da degradação lipídica (RAHARJO, SOFOS, 1993; CONTINI *et al.*, 2014).

O elevado grau de insaturação dos ácidos graxos presentes na carne de pescado constitui um fator preocupante, pois a torna bastante suscetível à oxidação lipídica, resultando em compostos como aldeídos (malonaldeídos), cetonas, alcanos, hidrocarboxilos e álcoois, refletindo na qualidade do produto (SOARES, 2012).

As reações que induzem as alterações oxidativas continuam a ocorrer, mesmo em baixas temperaturas, portanto, a estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade do pescado. Fatores como a desnaturação protéica e a redução da propriedade de ligação de água no produto reestruturado possibilita o aceleração da autooxidação (GONÇALVES, 2011).

A vida útil da CMS durante o congelamento, adicionado de antioxidantes em combinação com embalagem é maior nas embalagens a vácuo, comparadas às que mantém o contato com o ar. Um número de substâncias antioxidantes que reagem com os radicais livres, como os tocoferóis e ubiquinonas, estão presentes naturalmente no pescado. No entanto, antioxidantes naturais têm sido estudados como alternativas para melhorar a estabilidade do produto congelado (GANHAO *et al.*, 2011; D. FALOWO *et al.*, 2014).

Um dos métodos mais utilizados em produtos de origem animal para avaliar a estabilidade do produto em relação à oxidação lipídica é o teste de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico)

ou TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico) (DÍAS *et al.*, 2014). Este tipo de procedimento foi descrito pela primeira vez num estudo realizado por Kohn e Liversedge (1994) e vem, desde então, sofrendo várias modificações para uma melhor compreensão dos resultados. Nesse método, o malonaldeído, um produto de oxidação lipídica, após ser obtido por destilação, reage sob aquecimento com o ácido tiobarbitúrico, produzindo coloração rósea que pode ser medida espectrofotometricamente e comparada com a absorção da curva padrão. O teste é expresso em miligramas de malonaldeído por quilo de amostra (WU, 2016).

Os limites de TBARS em produtos cárneos ainda não foram estabelecidos pela legislação brasileira, entretanto, em um estudo realizado por Osawa *et al.* (2005), o mesmo relacionou o grau de rancificação do produto congelado com os seus atributos sensoriais: produtos com valores inferiores a 0,6 mg/kg de malonaldeído são considerados como não rancificados; entre 0,7 a 1,4mg/kg de malonaldeído seria de qualidade aceitável e com índice acima de 1,5 mg/kg de malonaldeído apresentavam-se rancificados.

2.5 A agroindústria do Caju

A agroindústria do caju no Nordeste é de importância socioeconômica para o Estado do Ceará. O cajueiro, com extensa área plantada, favorece a mobilização de pessoas, tanto no campo como nas cidades. Grande parte da produção de caju é originária de pequenos produtores, que utilizam o caju para consumo familiar. Em peso, o caju é composto de 10% de castanha e 90% de pedúnculo (PINHO, 2009). Dessas duas partes, o pedúnculo apresenta o menor aproveitamento, que se estima inferior a 12% da produção. O grande desperdício do pedúnculo é devido à concentração da produção em poucos meses do ano, à sua reduzida vida útil e à falta de opções para seu consumo (ABREU, 2013).

O caju é um fruto do Nordeste brasileiro e seu cultivo é favorecido pelo clima tropical. Empresas de beneficiamento do caju utilizam a castanha (fruto) para a comercialização das amêndoas e o pedúnculo (pseudofruto) para extração de suco e produção de polpa. A extração de suco gera um resíduo chamado bagaço de caju, material bastante rico em fibras, tradicionalmente descartado ou direcionado para alimentação animal (LIMA, 2007).

Figura 4 - Fruto do cajú, com respectiva identificação da amêndoa e do pseudofruto.



Fonte: Baretto (2016)

Mesmo considerando o aproveitamento do pedúnculo sob a forma de sucos, doces, geléias, néctares, farinhas e fermentados, só 15% da produção do pedúnculo é utilizada. Uma das causas para esse baixo aproveitamento está relacionada ao tempo de deterioração do pedúnculo, que ocasiona excessivas perdas no campo e na indústria (CAMPOS, 2005). A elaboração e consumo de produtos obtidos a partir do pedúnculo de caju proporcionam uma alternativa de aproveitamento, além da possibilidade de diversificação da dieta da população (LIMA, 2008).

2.5.1 Aproveitamento do resíduo de caju sob a forma de fibra

O resíduo obtido a partir do processamento do caju possui uma cor amarela escura, um aspecto fibroso e um sabor adstringente típico devido à presença de taninos. A partir do bagaço de caju processado é possível fazer a incorporação do mesmo para o desenvolvimento de novos produtos para o consumo humano, proporcionando uma alternativa sustentável e de alto valor nutricional desse resíduo (PINHO, 2009).

Pesquisas estão sendo realizadas para desenvolver novos produtos de caju e fazer um melhor uso desta fonte de fibras dietéticas, como o estudo realizado por Lima *et al.* (2013), onde a fibra de caju foi incorporada a uma fonte protéica (Feijão branco do tipo Caupi) sob forma de hambúrguer, a fim de agregar melhores características sensoriais e nutricionais ao produto final. No estudo, observou-se um acréscimo de proteína de 11,38g/100g para 16,82g/100g de produto em base seca e uma redução de lipídeos 15,63g/100g para 4,12g/100g em relação ao hambúrguer de caju.

O bagaço do caju é rico em fibras, vitaminas e antioxidantes e, portanto, este subproduto é considerado como um possível ingrediente alimentar (FONTELES *et al*, 2016), com características funcionais. Sua composição centesimal está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição centesimal, fibra total e vitamina C do resíduo do caju.

Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas	Carboidrato	Fibra total	Vitamina C (mg/100g)
75,74±2,83	2,07±0,01	0,24±0,04	0,26±0,1	2,48±0,03	12,51±0,12	2,70±0,42

Fonte: Adaptado de Pinho (2009)

A ingestão regular de fibras alimentares apresenta importante papel no funcionamento intestinal aumentando o bolo fecal e reduzindo o tempo de trânsito ao longo do intestino (VUKSAN *et al.*, 2008); colabora com redução plasmática de LDL - colesterol pelo aumento da excreção fecal de colesterol e ácidos biliares, diminui a glicemia pós-prandial de indivíduos saudáveis, diabéticos e com resistência à insulina; reduz riscos para desenvolvimento de alguns tipos de câncer; promove saciedade e colabora com o emagrecimento (LOTTENBERG; FAN; BUONACORSO, 2010).

2.5.2 Compostos bioativos presentes na fibra do caju

No pseudofruto do caju podem existir compostos antioxidantes, que são substâncias com capacidade de retardar alterações de oxidação no alimento, através do retardamento da deterioração, rancidez e descoloração decorrente da autoxidação (SILVA, 2014).

Os compostos fenólicos, por exemplo, são substâncias presentes nos alimentos que apresentam propriedades funcionais fisiológicas importantes (HAO; BETA, 2012). São incluídos na categoria de interruptores de radicais livres, sendo muito eficientes na prevenção da autoxidação (ACOSTA-ESTRADA; GUTIÉRREZ-URIBE; SERNA-SALDÍVAR, 2014) e são os bioativos predominantes, em especial os ácidos fenólicos (p.ex., ácido gálico e ácido *p*-cumárico) e os flavonoides (p.ex., miricetina-3-*o*-glicosídeo, quercetina-3-*o*-glicosídeo, quercetina-3-*o*-) (BARRETO, 2016).

Do ponto de vista químico, são considerados compostos aromáticos que contêm, no mínimo, uma hidroxila. Podem ser produzidos sinteticamente, como o butilhidroxianisol (BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT), ou naturais, substâncias bioativas, tais como organosulfurados, fenólicos e terpenos, que estão presentes na constituição de diversos alimentos (CALEJA, 2016).

Os carotenóides também podem ser encontrados na composição do caju e possuem propriedades antioxidantes que protegem as células de danos oxidativos provocados por

radicais livres, e age na prevenção de doenças associadas aos processos de estresse oxidativo como câncer. Embora sejam micronutrientes, presentes em níveis muito baixos (microgramas por grama), os carotenóides estão entre os constituintes alimentícios mais importantes (ABREU, 2013).

Tais substâncias são fisiologicamente ativas, quer pela ação antioxidante, com capacidade para capturar radicais livres e sequestrantes de carcinógenos e de seus metabólitos, ou por exercerem ação protetora contra a evolução de processos degenerativos que conduzem às doenças e ao envelhecimento precoce (SCHWEIGGERT *et al.*, 2016).

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2014) os teores de compostos bioativos foram caracterizados na polpa e no resíduo de caju fresco (Tabela 4) os quais verificaram maiores teores de flavonóides no bagaço do caju do que na polpa, sugerindo um potencial de utilização deste co-produto para produção de suplementos nutracêuticos, aditivos alimentares ou produtos farmacêuticos.

Tabela 4 - Teor de biocompostos em polpa e bagaço de caju.

Análises	Polpa	Bagaço (Fibra de caju)
Fenólicos totais (mg AGE.100g ⁻¹ base seca)	5286,5± 250.34 ^a	65878,4 ± 370.32f ^b
Flavonoides (mg.100g ⁻¹ base seca)	n.d.	44,9 ± 4.43 ^a
Antocianina (mg.100g ⁻¹ base seca)	7,6± 0.76 ^a	14,7 ± 0.29 ^b
β-caroteno (μg.100g ⁻¹ base seca)	454,2± 5.44 ^a	179,1 ± 17.92 ^b

Resultados expressos como média ± desvio-padrão (n=3). n.d.: não detectado. Valores em uma mesma linha que não são seguidos por uma mesma letra diferem significativamente entre si (p<0,05).

Fonte: adaptado de Silva *et al.*, (2014).

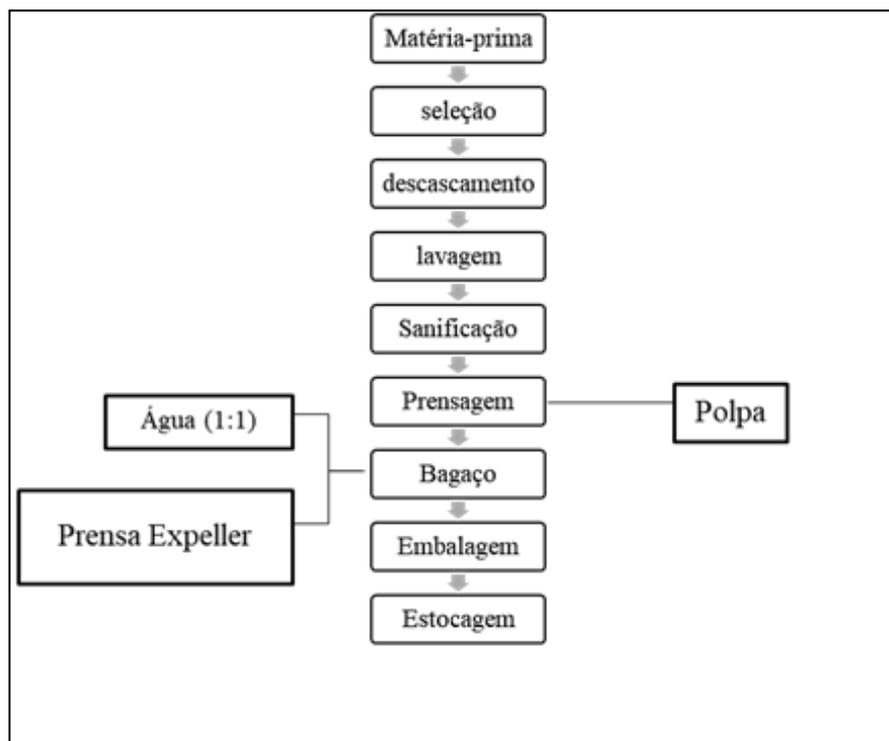
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

O Pirarucu (*Arapaima gigas*) foi proveniente do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS localizado no município de Pentecostes – Ceará, o qual foi filetado e a carcaça processada em uma máquina separadora de carne, ossos e espinhas - MBS, (modelo DMM70, marca Townsend), obtendo-se assim a carne mecanicamente separada (CMS), a qual foi pesada para cálculo de rendimento e congelada em embalagem de polietileno a uma temperatura de -20°C, aproximadamente e, transportada em caixa isotérmica com gelo, até o Laboratório de Carnes e Pescado do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFC. Antes do processamento, a CMS foi descongelada, lavada com água clorada a 50 mg/L por 10 minutos e drenada para remover o excesso de água.

Os cajus (*Anacardium occidentale* L.) foram obtidos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, localizada no município de Pacajus – Ceará e transportados até o Laboratório de Processos Agroindustriais (EMBRAPA), onde foram sanitizados com 50 mg/L de cloro ativo por aproximadamente 15 minutos e posteriormente lavados em água corrente para eliminação do resíduo de cloro. Os pedúnculos foram separados manualmente das castanhas e prensados em prensa *expeller* (modelo incomap 300, motor 3cv – cidade de São Paulo), para separação do suco e do bagaço. O bagaço prensado foi acondicionado em embalagens de polipropileno e congelado em freezer a -18 °C, aproximadamente, até o momento das análises. Estas etapas estão ilustradas no diagrama apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Diagrama simplificado do processo de obtenção do bagaço de caju.



Fonte: Adaptado de Lima (2013).

3.2 Elaboração das formulações de medalhões

Foram elaboradas inicialmente quatro formulações, com diferentes concentrações de CMS de pirarucu e de fibra de caju (Tabela 5). Para melhorar a palatabilidade dos medalhões foram adicionados à massa, condimentos (alho *in natura*, glutamato monossódico, pimenta do reino em pó, sal, salsa desidratada, óleo de soja, pasta de tomate, cebola e pimentão) e um agente ligante (farinha de trigo). O cálculo das porcentagens dos ingredientes adicionais foi baseado em 100% do valor da massa formada de CMS de pirarucu e fibra de caju (Tabela 6).

O processamento dos medalhões seguiu conforme descrito: em uma panela antiaderente sob aquecimento, adicionou-se o óleo de soja, o alho *in natura* macerado, a salsa desidratada, o glutamato monossódico, a pasta de verduras, a pimenta do reino em pó. Logo após iniciar fervura, retirou-se e incorporou a CMS de pirarucu e, com o auxílio de uma espátula, mexeu-se todo conteúdo da massa até uma completa homogeneização. A fibra de caju, incorporada nas formulações de diferentes concentrações, foi adicionada com os demais ingredientes antes da adição da CMS de pirarucu. Colocou-se cada massa em uma cuba de polietileno, aguardou-se que esfriasse e logo após realizou-se pesagem em balança analítica (OhausAnalytical Standard model AS200) 80 gramas para cada medalhão. Os medalhões foram

moldados com o auxílio de um molde redondo de 6 cm de diâmetro e 2 cm de altura. Cada medalhão foi acondicionado em embalagem plástica de polietileno identificada e selada em máquina seladora. Logo após, as amostras foram armazenadas sob congelamento a -18°C até o momento da análise sensorial.

Tabela 5 - Formulações dos medalhões contendo diferentes proporções de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de pirarucu e fibra de caju

Formulações	Matéria-prima	
	CMS de pirarucu (%)	Fibra de caju (%)
A (controle)	100	0
B	90	10
C	80	20
D	70	30

Tabela 6 - Ingredientes utilizados nas formulações dos medalhões contendo diferentes proporções de Carne mecanicamente separada (CMS) de pirarucu e fibra de caju em 80 gramas por unidade.

Ingredientes	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)
CMS de Pirarucu	58,8	52,92	47,04	41,16
Fibra de Caju	0,0	5,88	11,76	17,64
Tomate	9,0	9,0	9,0	9,0
Cebola	7,5	7,5	7,5	7,5
Pimentão	2,2	2,2	2,2	2,2
Alho	1,0	1,0	1,0	1,0
Pimenta do Reino	0,1	0,1	0,1	0,1
Salsa desidratada	0,3	0,3	0,3	0,3
Sal	1,0	1,0	1,0	1,0
Glutamato	1,5	1,5	1,5	1,5
Óleo de soja	1,0	1,0	1,0	1,0
Farinha de Trigo	8,0	8,0	8,0	8,0
Água	9,6	9,6	9,6	9,6

3.2.1 Escolha da melhor formulação de medalhão

Para a escolha da melhor formulação foi aplicado um teste sensorial afetivo de ordenação-preferência no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa, com 28 provadores escolhidos aleatoriamente, entre servidores, técnicos, pesquisadores e bolsistas, os quais colocaram as amostras, servidas simultaneamente, em ordem crescente de sua preferência, segundo procedimento descrito na NBR 13170 (ABNT, 1994).

Cada amostra foi submetida ao método de cocção em fritura em frigideira em pouca gordura, utilizando óleo de soja comercial; submetidas a uma temperatura de 180°C por exatamente 8 minutos (4 minutos de cada lado). Em seguida, os medalhões foram cortados em formato de pizza, obtendo cinco pedaços por unidade de amostra, de aproximadamente 15 gramas e mantidos sob temperatura de aquecimento em *grill* da marca Mallory, modelo Solaris, 1200W de potência.

A análise sensorial foi conduzida em sala especial, com luz branca, temperatura de $\pm 20^{\circ}\text{C}$, e livre de odores e ruídos. O teste de ordenação avaliou quatro amostras, simultaneamente, ordenando-as em relação à intensidade de um atributo específico de sua preferência, de acordo com o modelo de ficha da figura 6.

Figura 6 - Modelo de ficha sensorial para teste de preferência-ordenação.

Amostra:	Julgador:	Data:
<p>Você está recebendo quatro amostras codificadas. Avalie cada uma, colocando-as em ordem crescente da intensidade do atributo específico.</p>		
<p>_____</p> <p>Menos preferida</p>		<p>_____</p> <p>Mais preferida</p>
Comentários:		

Fonte: ABNT, NBR 13170 / 1994.

O resultado foi dado pela soma das ordens, onde menos preferida é igual a 1 e mais preferida é igual a 4, obtidas dos julgadores a cada uma das amostras, as quais foram apresentadas de forma balanceada. A avaliação dos resultados foi feita através do teste de Friedman utilizando a tabela de Newell e MacFarlane, verificando se houve ou não diferença significativa entre as amostras (IAL, 2008).

Após a escolha da melhor formulação contendo fibra de caju e a formulação controle (sem fibra), foram separadas em dois lotes: um foi analisado *in natura* (realização das análises deste estudo) e o outro foi submetido a fritura (conforme item 3.3.2) para ser aplicada a análise sensorial de aceitação e intenção de compra.

3.3 Determinações Analíticas

As análises deste trabalho foram realizadas nos Laboratórios de Carnes e Pescado e de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará e no Laboratório de Processos Agroindustriais da EMBRAPA Agroindústria Tropical.

3.3.1 *Análise microbiológica das matérias primas e dos produtos*

As matérias primas utilizadas neste estudo, bem como os medalhões foram submetidos à avaliação microbiológica para garantir a segurança e inocuidade dos produtos para realização de análise sensorial com humanos. Realizou-se pesquisa de *Salmonella sp.*, contagem de *Estafilococos coagulase* positiva e coliformes termotolerantes à 45°C, seguindo os parâmetros estabelecidos pela RDC nº 12, (ANVISA, 2001). Todas as determinações foram realizadas de acordo com a APHA (2001).

3.3.2 *Análise sensorial dos produtos selecionados*

As amostras de medalhão selecionadas no item 3.2.1 foram submetidas à análise de aceitação e intenção de compra no Laboratório de Análise Sensorial da EMBRAPA e no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza, totalizando 118 provadores não treinados e escolhidos aleatoriamente. A análise sensorial foi conduzida em sala especial, com luz branca, temperatura de $\pm 20^{\circ}\text{C}$, e livre de odores e ruídos.

Foram utilizadas duas amostras: amostra A (controle) (Tabela 5), que foi denominada MC (100% de CMS de pirarucu) e amostra C (Tabela 5) que foi denominada de MF (80% de CMS de pirarucu e 20% de fibra de caju), as quais foram submetidas à fritura em óleo de soja comercial, sob uma temperatura de $\pm 180^{\circ}\text{C}$ por 8 minutos (4 minutos de cada lado do medalhão). Em seguida os medalhões foram cortados em formato de pizza, obtendo cinco pedaços por unidade de amostra, com peso de $\pm 15\text{g}$ e mantidos sob temperatura de aquecimento em *grill* da marca Mallory, modelo Solaris, 1200W de potência até a hora da análise. As amostras foram servidas de forma monádica, sequencial e balanceada em bandeja de polietileno branca, em copos descartáveis contendo código de 3 dígitos e acompanhada de 50 mL de água e 10 g de pão branco sem casca para limpar o palato entre uma amostra e outra.

Para avaliar a aceitação das amostras, foi utilizado uma escala hedônica de nove pontos para os atributos cor, aroma, sabor, textura e avaliação global, sendo os extremos valor

1 equivalente ao termo hedônico “desgostei muitíssimo”, valor 5 equivalente ao termo “nem gostei e nem desgostei e o valor 9 atribuído ao termo “gostei muitíssimo” (CHAVES; SPROESSER, 2005) (Apêndice I).

A intenção de compra do consumidor foi analisada através da escala hedônica de 5 pontos, com variação entre “1 - certamente não compraria”; 3 – tenho dúvidas se compraria e “5 - certamente compraria” (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

3.3.3 *Composição centesimal das matérias-primas e produtos*

Foram realizadas as análises de composição centesimal (umidade, proteína, lipídeos e cinzas) das matérias-primas *in natura* e dos produtos elaborados, conforme metodologia descrita pela AOAC (2010). Os carboidratos foram determinados por diferença através da subtração dos percentuais de umidade, cinzas, lipídios e proteínas da percentagem total de nutrientes (100%). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.3.4 *Perda de peso por cocção e porcentagem de encolhimento após cocção*

a) Perda de peso por cocção

As amostras foram pesadas em balança digital, grelhadas em *grill* da marca Mallory, modelo Solaris, 1200W de potência, durante 12 minutos e pesadas novamente (SEABRA *et al.*, 2002). O cálculo para determinar o percentual de perda de peso foi descrito por Berry (1992), conforme a equação 1. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

$$\% \text{ rendimento} = \text{massa da amostra cozida} \times 100 / \text{massa da amostra crua} \quad [\text{Eq. 1}]$$

b) Porcentagem de encolhimento após cocção

A porcentagem de encolhimento foi determinada através da medida do diâmetro dos medalhões, utilizando paquímetro digital antes e após a cocção segundo metodologia descrita por Berry (1992), conforme expresso na Equação 3.

$$\% \text{ encolhimento} = \frac{(\text{diâmetro da amostra crua} - \text{diâmetro da amostra cozida}) \times 100}{\text{diâmetro da amostra crua}} \quad [\text{Eq. 2}]$$

3.3.5 Estabilidade dos produtos armazenados sob congelamento

O estudo da estabilidade foi realizado visando verificar alterações nas características físico-químicas ao longo do tempo de estocagem sob congelamento (-18°C), sendo realizadas análises nos seguintes tempos: 0, 15, 30, 60, 90 e 120 dias. As características físico-químicas avaliadas foram: pH, bases voláteis totais (N-BVT), trimetilamina (TMA), oxidação lipídica (TBARS), atividade antioxidante (ABTS), polifenóis extraíveis totais (PET), cor (coordenadas L, a* e b*) e carotenóides.

a) pH (Potencial hidrogênico)

Foi determinado por potenciometria, em cada amostra homogeneizada com água destilada utilizando a proporção de 1:2 (amostra:água), em aparelho medidor de pH da marca Minolta, de acordo com AOAC (2010);

b) Teor de Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT)

Foi quantificado seguindo metodologia de micro difusão de Conway descrita por Conway e Byrne (1993) e os resultados foram expressos em mg de N-BVT/100 g de amostra. Para a preparação do extrato foram pesados em balança analítica (OhausAnalytical Standard model AS200) $50,0 \pm 0,1$ g dos medalhões previamente triturados em multiprocessador (Hamilton Beach, modelo 70595) e adicionados 50 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10%. Inicialmente, essa mistura foi macerada por 1 minuto em gral de porcelana e em seguida, peneirada e filtrada em papel de filtro quantitativo faixa branca. A montagem das placas de microdifusão de Conway procedeu-se da seguinte maneira: no compartimento interno das placas foram adicionados 2mL de ácido bórico a 1% contendo indicador misto de Tashiro e, no compartimento externo, foram adicionados apenas 2 mL do extrato anteriormente preparado e 2 mL de solução saturada de carbonato de potássio. Logo após a adição dos reagentes, as placas foram imediatamente vedadas com o auxílio de tampas de vidro, graxa de silicone e grampos metálicos. Em seguida, as mesmas tiveram seus conteúdos homogeneizados e mantidos em estufa a 35-36 °C por 2 horas. Após esse período, realizou-se a titulação do conteúdo das placas com uma solução de ácido clorídrico a 0,01 N.

c) Teor de Nitrogênio da Trimetilamina (N-TMA)

Realizada conforme metodologia descrita por Conway e Byrne (1933), cujos valores foram expressos em mg de N-TMA/100 g de amostra. A preparação do extrato

procedeu-se da mesma forma que para a análise de N-BVT, entretanto, a montagem das placas de microdifusão ocorreu com modificações. No compartimento externo, além dos 2mL de extrato de amostra e 2 ml de solução saturada de carbonato de potássio, também foi adicionado 1 ml de formol a 35% previamente neutralizado, com o intuito de quantificar somente a Trimetilamina. A titulação também ocorreu da mesma forma, com solução de HCl 0,01N.

d) Determinação das substancias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Utilizou-se a metodologia descrita por Raharjo *et al.* (1992) com modificação feita por Facco (2002). Em um tubo de boca larga, foram colocados $10,0 \pm 0,1$ gramas de amostra anteriormente triturada em multiprocessador (Hamilton Beach, modelo 70595), 1 mL da solução de BHT e 40 mL da solução de TCA 5%. Em seguida, a mistura foi homogeneizada em triturador do tipo Marconi (Modelo TE102, Piracicaba – SP) e colocada em centrífuga Beckman J2-21 durante 10 minutos a $10.000 \times g$ a 4°C . Após sair da centrífuga, o sobrenadante foi filtrado, transferido para um balão volumétrico de 50 mL e o volume completado com solução de TCA 5%. Posteriormente, retirou-se 2 mL (em triplicata) de cada balão que foram transferidos para tubos de ensaio com tampa. Após a adição de 2 mL da solução de TBA em cada um dos tubos, estes foram vedados, agitados e aquecidos em banho-maria fervente por 50 minutos. Em seguida, com o auxílio de um espectrofotômetro a 531 nm, procedeu-se à leitura das absorbâncias de cada uma das amostras.

e) Atividade antioxidante pelo método ABTS $\cdot+$

Utilizou-se a metodologia descrita por Re *et al.* (1999). O radical ABTS $\cdot+$ foi diluído em etanol até se obter uma medida de absorbância da ordem de 0,700 ($\pm 0,02$) a um comprimento de onda de 734nm. A capacidade antioxidante da amostra foi calculada com relação à atividade do antioxidante sintético Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico), nas mesmas condições do método e os resultados foram expressos em capacidade antioxidante equivalente ao Trolox ($\mu\text{M TEAC.g-1}$ de amostra). As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro.

f) Teor de compostos fenólicos (PET)

Foram determinados pela metodologia de Bucic-Kojicetal (2007), utilizando como solvente o etanol a 50% e o reagente de Folin-Ciocalteau. Em tubos de eppendorf, preparou-se em triplicata concentrações em mg/L a partir do extrato preparado. Em ambiente escuro,

adicionou-se volumes de 30 μ L de extrato e 220 μ L de água destilada; para o branco adicionou-se 250 μ L de água. Adicionou-se a cada tubo 250 μ L de reativo de Reativo Fenol Folin-Ciocalteu; 500 μ L de solução de Carbonato de sódio anidro 20% e 500 μ L de água destilada. Cada tubo foi homogeneizado e deixado em repouso à temperatura ambiente e protegida da luz por 30 minutos, até a realização da leitura, que foi realizada em espectrômetro a 756 nm. O branco foi preparado com água destilada em substituição ao etanol. A calibração da curva foi realizada com ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico. 100g⁻¹ de amostra.

g) Análise de Cor

Foi realizada usando um colorímetro Konica Minolta *spectrophotometer*, modelo CR410 com a determinação no modo CIE L*a*b* que inclui as variáveis L*, a*, b*. Onde L* é uma medida da luminosidade do objeto e varia do 0 (para o preto) até o 100 (para o branco), a* é uma medida do vermelho ao verde, variando de -60 (verde) a +60 (vermelho); b* é uma medida do amarelo ao azul, podendo assumir valores de -60 (azul) a +60 (amarelo).

h) Teor de carotenóides

Foi determinado segundo o método descrito por Higby (1962), utilizando hexano como solvente. Foram pesados 10 g da amostra em bécker de 50 mL, adicionados 30 mL de álcool isopropílico e 10 ml de hexano os quais foram homogeneizados em um Ultra Turrax por 1 minuto na velocidade aproximada de 7.000 rpm. Após a agitação, transferiu-se o conteúdo para um funil de separação de 125 ml (envolvido de papel alumínio) e completando o seu volume com água. Foram realizadas três lavagens, retirando a água do funil e completando novamente com água destilada, deixando descansar por 30 minutos entre cada lavagem. O conteúdo foi filtrado (algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro P.A.) para um balão volumétrico de 50 mL envolto em papel alumínio contendo 5 mL de acetona e completado o volume do balão com hexano. A leitura foi feita em espectrofotômetro com comprimento de onda de 450nm e o resultado expresso em mg/l.

3.3.6 Análise instrumental de textura dos medalhões

A análise instrumental da textura dos medalhões após cocção foi realizada utilizando um Texturômetro TA-XT2 *Texture Technologies Corp* (software ExponentStable Micro Systems) e os dados foram coletados no programa Exponent Lite Express (versão 5.0.9.0 TX Express). As condições utilizadas nos testes foram: uso de probe cilíndrica de alumínio de

75mm de diâmetro, operando em uma velocidade pré-teste e pós-teste de 3mm.s^{-1} e distância de compressão de 10,0 mm (equivalente a 50% da altura do cilindro de medalhão), com um período de repouso de 5s entre os dois ciclos de compressão. Foi realizado em quintuplicata.

No perfil de textura (TPA) dos medalhões foram analisados os parâmetros descritos por Araujo *et al* (2014):

- a) Fraturabilidade: força necessária para compressão de uma seção transversal de um alimento expressando a maciez ou dureza do produto normalmente expresso em kg, kgf ou N.
- b) Dureza (N): força necessária para romper uma substância entre os dentes molares ou entre a língua e o palato;
- c) Adesividade (N.m): força necessária para remover completamente o produto do palato, usando a língua, depois de completa compressão entre a língua e o palato;
- d) Gomosidade (N): termo utilizado para produto com alto grau de coesividade e baixo grau de dureza;
- e) Elasticidade: força com a qual a amostra retorna para seu tamanho original, depois de uma compressão parcial entre a língua e o palato;
- f) Mastigabilidade (N): número de mastigações necessárias para que a amostra tenha consistência adequada para ser engolida.

3.4 Análises estatísticas

Os resultados das análises sensoriais e físico-químicas dos produtos selecionados sensorialmente foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para comparação das médias foi aplicado o teste de Tukey ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para isto foi utilizado o programa estatístico *Statistica* (versão 8.0, StatSoft, Inc., Tulsa, EUA).

Foi realizada uma análise de correlação de Pearson visando-se verificar o grau de correlação entre as variáveis ABTS e PET, ao longo do tempo de estocagem e entre as duas formulações. Essa análise foi realizada no programa Excel 2010.

3.5 Aspectos éticos

Os protocolos dos testes sensoriais foram previamente aprovados pelo comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceara sob parecer nº 147.279.

O teste de aceitabilidade dos produtos tipo medalhão elaborados a partir da CMS de pirarucu e fibra de caju, foi delineado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, de acordo com a Resolução n° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012).

O pesquisador não fez discriminação na seleção dos indivíduos e nem os expôs a riscos desnecessários. Os consumidores foram recrutados entre funcionários, colaboradores e bolsistas da Embrapa Agroindústria Tropical e da Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza, conforme especificado por Meilgaard *et al.* (2006) e a cada indivíduo que participou da pesquisa foi solicitado assinar um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice II), bem como preencher um questionário do perfil de consumo (Apêndice III) antes de realizar a análise sensorial dos produtos em estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Escolha da melhor formulação de medalhão contendo fibra de caju

Antes de ser realizada a análise sensorial para a escolha da melhor formulação as amostras MC e MF foram submetidas à análise microbiológica visando verificar a inocuidade do alimento que seriam servidos aos provadores. Verificou-se que as amostras estavam dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) para produtos à base de pescados congelados (medalhões de peixe e similares) (BRASIL, 2001).

As amostras foram submetidas ao teste sensorial afetivo de Ordenação-preferência. Através dos resultados obtidos pelo teste de Friedman (Tabela de Newman e Mac Farlane), foi verificado que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) de preferência entre nenhuma das amostras. Portanto, a escolha da melhor formulação foi baseada na média entre todas as concentrações de fibra de caju incorporadas nos medalhões. Preferiu-se, portanto, utilizar a formulação com uma concentração de 20% de fibra de caju.

Tabela 7 - Contraste das diferenças entre os totais de ordenação das amostras de medalhão elaboradas com diferentes proporções de CMS de Pirarucu e fibra e caju

	Diferença entre totais de ordenação de cada amostra			
	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D
Soma Total	77	64	76	63
Versus A	-	13 ^{ns}	1 ^{ns}	14 ^{ns}
Versus B	-	-	12 ^{ns}	1 ^{ns}
Versus C	-	-	-	13 ^{ns}
Versus D	-	-	-	-

^{ns} Não significativo ao nível de 5% pelo teste de Friedman

4.2 Análise sensorial dos produtos selecionados

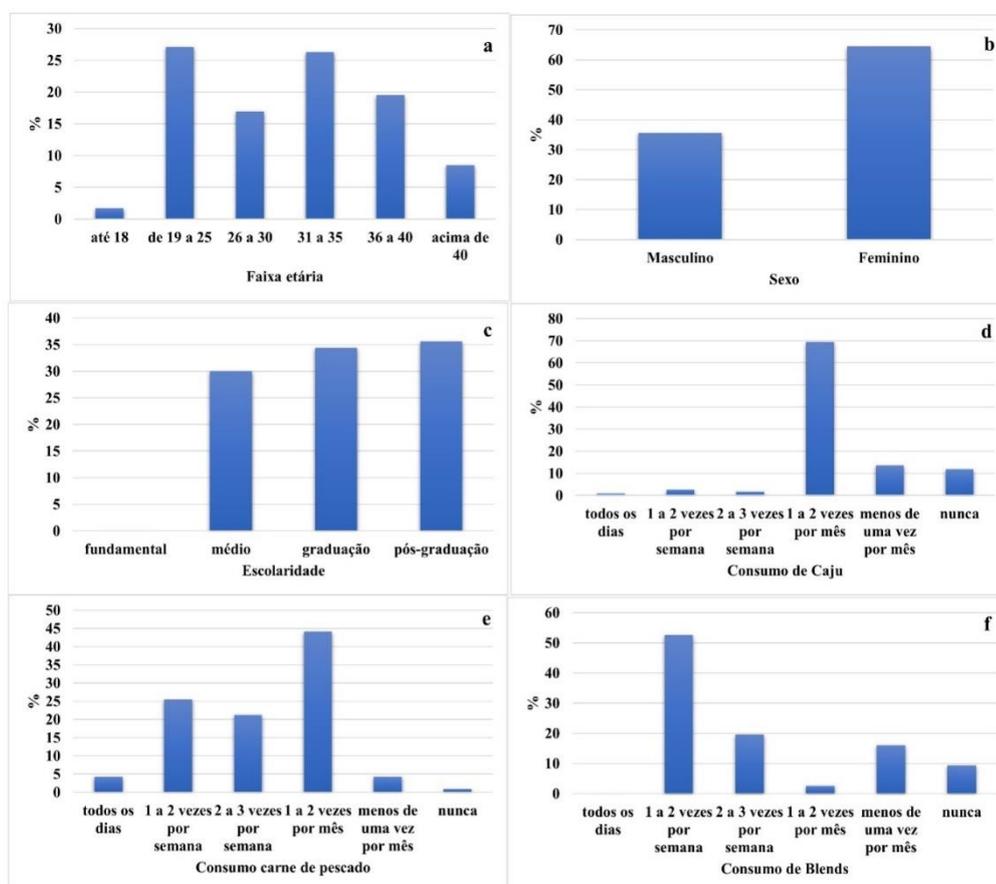
4.2.1 Caracterização dos provadores

Os provadores da avaliação sensorial possuíam faixa etária entre 18 e 52 anos, estando cerca de 70% destes na faixa etária de 19 a 35 anos e 64 % dos provadores eram do sexo feminino. Com relação ao nível de escolaridade, 34% dos provadores possuíam graduação (Figura 8).

Para a frequência de consumo de caju, pode-se observar que mais de 69% dos provadores responderam consumir caju 1 a 2 vezes por mês, seguido de cerca de 13% que afirmaram consumir o fruto pelo menos uma vez por mês. Para a frequência do consumo de carne de pescado, observou-se que 44% dos provadores consomem carne de pescado de 1 a 2 vezes por mês.

Em relação ao consumo de *blends*, que são misturas de produtos elaborados com a finalidade de melhorar as características nutricionais e sensoriais dos componentes consumidos isoladamente (BRANCO *et al.*, 2007), cerca de 52% responderam consumir *blends* 1 a 2 vezes por semana. Quinteros (1995) afirma que os *blends* apresentam inúmeras vantagens, como a possibilidade de combinação de diferentes aromas e sabores, além da soma de componentes nutricionais.

Figura 7 - Características dos provadores que realizaram os testes sensoriais. (a) Faixa etária dos provadores; (b) sexo dos provadores; (c) escolaridade dos provadores; (d) consumo de caju; (e) consumo de carne de pescado; (f) consumo de *blends*.



4.2.2 Análise de aceitação e de intenção de compra das duas formulações escolhidas no teste de ordenação-preferência

Com relação ao teste de aceitação observou-se que a maioria das notas recebidas para os atributos cor, aroma, sabor e impressão global se situa na zona de aceitação da escala hedônica para ambas as formulações, ou seja, valores entre 6 e 9.

Tabela 8 - Média de notas para os atributos sensoriais aparência, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra das formulações MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra de caju)

Formulação	Aparência**	Aroma**	Sabor**	Textura**	Impressão global**	Intenção de compra ***
MC	7,24 ± 1,45 ^{a**}	7,35 ± 1,19 ^a	6,56 ± 1,31 ^b	6,55 ± 1,54 ^b	6,93 ± 0,77 ^b	4,25 ± 0,72 ^a
MF	7,38 ± 0,94 ^a	7,88 ± 0,89 ^a	7,65 ± 0,98 ^a	7,13 ± 0,73 ^a	7,81 ± 0,83 ^a	4,56 ± 0,55 ^a

*Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

** Escala com nove pontos: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei/nem desgostei; 9= gostei muitíssimo

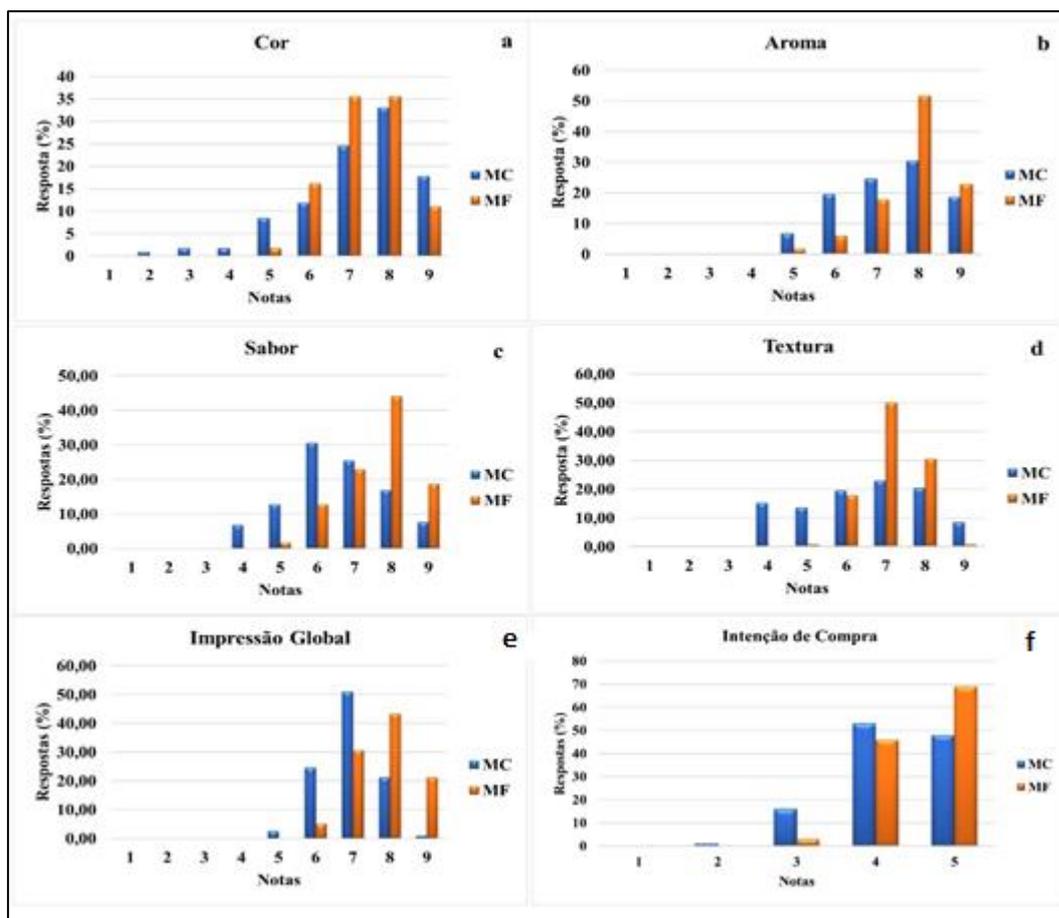
*** Escala com cinco pontos: 1= certamente não compraria; 3= tenho dúvidas se compraria; 5=certamente compraria

Para os atributos cor e aroma não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras MC e MF cujas notas se situaram na escala hedônica entre "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente". Com relação ao sabor, as amostras diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$), onde a amostra MC obteve o maior percentual de respostas na zona de "gostei ligeiramente" e a formulação MF, na região de "gostei moderadamente". Na avaliação da textura, as amostras também diferiram significativamente entre si, na qual 50% dos provadores afirmaram "gostar moderadamente" para a textura da amostra MF.

Para as médias sensoriais da impressão global, mais de 50% dos provadores disseram "gostar ligeiramente" e "gostar moderadamente" dos medalhões (Figura 8e), resultados que influenciaram nas médias da intenção de compra, onde mais de 50% dos provadores (Figura 8f) revelaram que "provavelmente compraria" e "Certamente compraria" ambas as formulações. Não houve diferença significativa entre a intenção de compra de ambas formulações, indicando que o produto tem um potencial de compra muito elevado (Figura 9).

Estes resultados corroboram com o estudo de Sary *et al.* (2009), que trabalharam com hambúrguer de CMS de tilápia e encontraram uma média de impressão global acima de 7,5; bem como o estudo de Mélo *et al.* (2014), que avaliaram a impressão global de *fishburguers* de carne mecanicamente separada de Tilápia e encontraram uma média de 7,0. Estas médias revelam que produtos com CMS de peixe possuem potencial para serem comercializados, pois apresentaram média satisfatória de impressão global, o que reflete significativamente na intenção de compra dos consumidores.

Figura 8 - Histograma de frequência das notas atribuídas à: cor (a), aroma (b), sabor (c) textura (d), impressão global (e) e intenção de compra (f).



4.3 Composição centesimal dos medalhões

A Tabela 9 mostra a composição centesimal dos medalhões formulados com 100% de CMS de pirarucu (MC) e com 80% de CMS do pirarucu e 20% de fibra de caju (MF). Os resultados mostraram que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as duas formulações com relação ao teor de umidade, cinzas e proteína, podendo-se observar que a adição de fibra de caju não influenciou o teor lipídico das formulações. Lustosa Neto (2016) pesquisou sobre a composição centesimal de almôndegas de CMS de tilápia do Nilo e pirarucu, encontrou um teor de umidade de 71%, cinzas 1,6%, proteína de 18% e lipídios de 8,1%. Traçando um comparativo com a Tabela ,verificou-se uma similaridade com a formulação MF, em relação ao teor lipídios e proteína. Com relação a amostra MC (100% de CMS de pirarucu) esta apresentou um teor de proteína e lipídios superior aos encontrados pelo referido autor para almôndegas de tilápia e pirarucu. Já o teor de cinzas apresentou um valor abaixo do encontrado nas almôndegas de CMS de tilápia do Nilo.

Tabela 9 - Composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteína e carboidratos) dos medalhões sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF) no tempo inicial.

	MC	MF
Umidade %	61,83 ± 0,21 ^{b*}	63,22 ± 0,10 ^a
Cinzas %	0,15 ± 0,01 ^b	0,24 ± 0,01 ^a
Lipídios %	10,36 ± 1,07 ^a	8,40 ± 0,64 ^a
Proteína %	21,32 ± 0,52 ^a	18,21 ± 0,80 ^b
Carboidratos %	6,34 ± 0,23 ^b	9,93 ± 0,03 ^a

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

4.4 Perda de água por cocção e porcentagem de encolhimento pós-cocção

Em relação à porcentagem de perda de água por cocção (Tabela 10), houve diferença significativa (p≤0,05) ao longo da estocagem, em que a amostra MC obteve 76 % de perda de água no tempo inicial e 82 % após 120 dias de estocagem. Já a amostra MF passou de 77% de perda de água no primeiro dia para 84% após 120 dias.

Tabela 10 - Perda de água por cocção e encolhimento das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento congelado.

Dias	Perda de água por cocção		Encolhimento	
	MC	MF	MC	MF
0	76,49 ± 0,84 ^{c* A**}	77,40 ± 1,19 ^{d A}	13,17 ± 0,48 ^{a* A**}	11,80 ± 0,38 ^{aB}
15	83,50 ± 1,03 ^{a A}	79,43 ± 0,38 ^{c B}	4,96 ± 0,11 ^{c A}	4,20 ± 0,34 ^{e B}
30	81,19 ± 0,37 ^{b B}	84,79 ± 0,50 ^{a A}	7,12 ± 1,51 ^{b A}	5,39 ± 0,49 ^{d A}
60	80,47 ± 1,00 ^{b B}	82,85 ± 0,59 ^{b A}	7,78 ± 0,18 ^{b A}	5,98 ± 0,12 ^{cd B}
90	81,61 ± 0,63 ^{ab B}	83,79 ± 0,20 ^{ab A}	8,22 ± 0,03 ^{b A}	6,20 ± 0,04 ^{c B}
120	82,33 ± 0,34 ^{ab B}	84,18 ± 0,38 ^{ab A}	8,16 ± 0,02 ^{b A}	7,08 ± 0,06 ^{b B}

*Letras minúscula diferentes na mesma coluna demonstram que houve diferença significativa para a formulação ao longo do tempo, pelo teste de Tukey (p <0,05).

**Letras Maiúsculas diferentes na mesma linha demonstram que houve diferença significativa entre as duas formulações, pelo teste de Tukey (p <0,05).

Essa alteração deve-se provavelmente pelo rompimento do sarcolema ocasionado por cristais de gelo de maior tamanho, assim liberando as endopeptidases da própria carne, ocasionando a exsudação da mesma, afetando significativamente a capacidade de retenção de água. Outro fato que pode ter contribuído é a presença de enzimas produzidas por microrganismos, ou seja, ao longo do tempo de estocagem ocorre a proliferação de microrganismo nos medalhões, o que aumenta a produção de enzimas de degradação, o que influencia na capacidade de retenção de água (FERNANDES *et al.*, 2012). A avaliação da perda de água por cocção é relevante, uma vez que, uma exsudação excessiva não afeta somente a

perda de água do produto, mas também ocasiona a perda de nutrientes do produto e consequentemente havendo uma depreciação da qualidade e perda econômica (RIBEIRO, 2010).

Com relação à taxa de encolhimento dos medalhões no processo de cocção (Tabela 10), observou-se que para a amostra MC nos tempos de 30, 60, 90 e 120 dias, não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$). Já a taxa de encolhimento para a formulação MF, verificou-se que ocorreu diferença significativa ($p \leq 0,05$) ao longo dos 120 dias de estocagem. As duas formulações apresentaram uma taxa de encolhimento maior no tempo inicial, na qual a formulação MC apresentou 13 % de encolhimento e MF 11%, e menor no tempo de 15 dias, onde a formulação MC apresentou 4,96 % de encolhimento e MF 4,20%. No entanto, quando se comparou as duas formulações entre si, observou-se que a taxa de encolhimento da Formulação MC foi significativamente maior do que aquela apresentada pela formulação MF.

Melo *et al.*(2014), estudando o encolhimento de *fishburger* de CMS de tilápia, encontraram valor mínimo de encolhimento de 4,3% e taxa máxima de 7,15%, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo. Em contrapartida, Pinho (2009), obteve valor mínimo de encolhimento de 12% e máximo de 23%, quando elaborou hambúrgueres bovinos com adição de bagaço de caju. Essas taxas de encolhimento foram mais expressivas, quando comparadas com os medalhões elaborados nesta pesquisa, fato que pode ser justificado pelo tipo de proteína utilizada na elaboração dos produtos.

4.5 Estabilidade dos produtos armazenados sob congelamento

Os resultados de pH mostraram que houve diferença significativa ao longo do tempo de armazenagem como também entre as formulações. Os valores de pH variaram de 6,48 a 7,05 para MC e de 6,05 a 6,79 para MF (Tabela 11). Na amostra MF, nos primeiros 15 dias de estocagem, não houve diferença significativa nos valores de pH.

Tabela 11 - Valores de pH das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento sob congelamento.

Dias	MC	MF
0	6,48 ± 0,01 ^{f * A**}	6,05 ± 0,01 ^{e B}
15	6,60 ± 0,02 ^{e A}	6,10 ± 0,05 ^{e B}
30	6,72 ± 0,04 ^{d A}	6,22 ± 0,02 ^{d B}
60	6,83 ± 0,02 ^{c A}	6,37 ± 0,01 ^{c B}
90	6,91 ± 0,02 ^{b A}	6,45 ± 0,01 ^{b B}
120	7,05 ± 0,04 ^{a A}	6,79 ± 0,02 ^{a B}

*Letras minúscula diferentes na mesma coluna significa que houve diferença significativa para a formulação ao longo do tempo de armazenamento, pelo teste de Tukey (p <0,05).

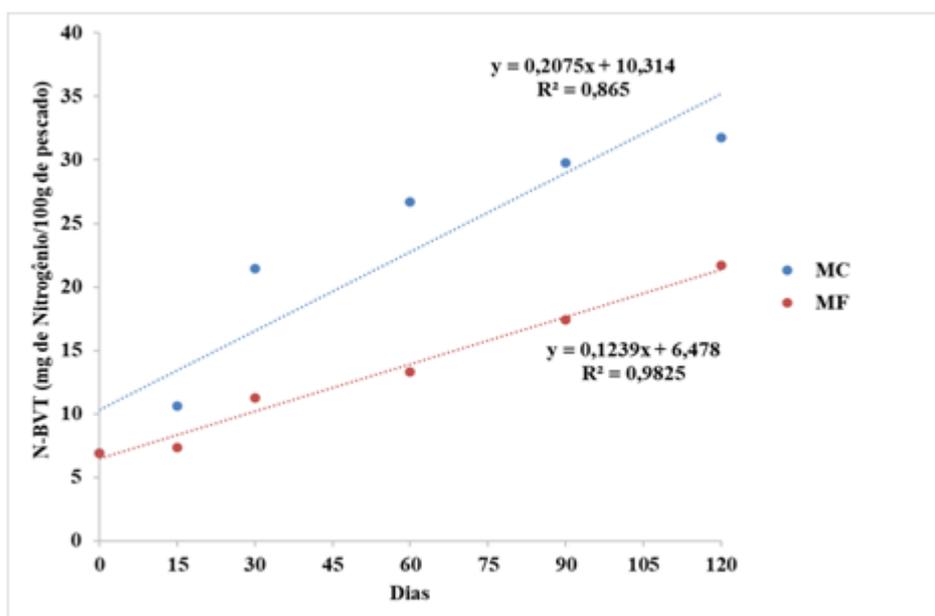
**Letras Maiúsculas diferentes na mesma linha significa que houve diferença significativa entre as formulações, pelo teste de Tukey (p <0,05).

Observou-se que houve um aumento significativo do pH ao longo do tempo de estocagem para ambas as formulações, porém, a formulação MF apresentou os menores valores. Essa diferença de pH entre as formulações deve-se provavelmente pela ação de microrganismos, pois sabe-se que no processo de degradação ocorre a hidrólise bacteriana de compostos nitrogenados, assim ocorre o acúmulo de produtos de natureza básica como, trimetilamina, dimetilamina, amônia e algumas bases orgânicas, afetando a concentração de íons de hidrogênio livres, que consequentemente altera o pH do produto. Essa diferença implica dizer que o medalhão controle (MC) possa estar em um estado mais avançado de deterioração quando comparado ao medalhão adicionado de fibra de caju (MF) (ALBUQUERQUE; ZAPATA, J. F; ALMEIDA, 2004; RODRIGUES et al., 2012). Entretanto, conforme o Regulamento Técnico de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2017), o pH da porção muscular do pescado deve ser no máximo de 7, excluídas as espécies das famílias *Gadidae* e *Merluccidae* cujo valor de pH deve ser no máximo de 7,20. Sendo assim, os medalhões analisados estão dentro dos parâmetros especificados pela legislação.

OLIVEIRA et al., (2014), pesquisando sobre alterações sensoriais, físico-químicas e microbiológicas de pirarucu durante o armazenado em gelo, encontraram um pH pós-abate de 6,48. Este resultado foi semelhante ao encontrado na amostra MC 0 dias. Entretanto, o mesmo encontrou em 30 dias de armazenamento um pH de 7,08, diferindo do encontrado no presente estudo. Esta distinção deve-se a formulação dos medalhões, na qual foi adicionado condimentos, o que contribuiu para a manutenção do pH dos medalhões.

A análise das Bases Voláteis Totais (N-BVT) foi realizada visando verificar o grau de conservação do pescado ao longo do tempo de armazenagem. Conforme o Regulamento Técnico de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2017), o teor de N-BVT deve ser inferior a 30mg de N/100 g de pescado para ser considerado apto para o consumo, pois valores acima deste, o produto já está em fase de deterioração. Diante do exposto, a formulação MC apresentou um teor de 31,78 mg de nitrogênio/100 g de pescado em 120 dias de estocagem, indicando que ao final do período de estocagem o medalhão já estava em estado de deterioração (Gráfico 1). A amostra MF apresentou valores lineares ao longo do tempo de estocagem, apresentando um $R^2 = 0,98$; em contrapartida, nota-se que a amostra MC obteve uma dispersão dos valores de N-BVT, apresentando um $R^2 = 0,86$, indicando que houve uma maior alteração entre os teores ao longo do tempo de estocagem.

Gráfico 1 - Teores de N-BVT das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra) em função do tempo de estocagem sob congelamento.



A amostra MF manteve o nível adequado ao longo do tempo de estocagem, apresentando um teor de 21,68 mg de nitrogênio/100 g de pescado em 120 dias. Essa diferença entre as formulações indica que os medalhões estão em diferentes estágios de deterioração, sendo que a formulação MC já se encontrava inapta para o consumo humano. Este resultado indica que a fibra de caju ajudou a manter o frescor do pescado devido, provavelmente, a presença dos compostos fenólicos em sua composição, o que auxiliou na redução dos valores

de N-BVT, que no presente estudo esta redução foi de 31% nas amostras estocadas por 120 dias sob congelamento.

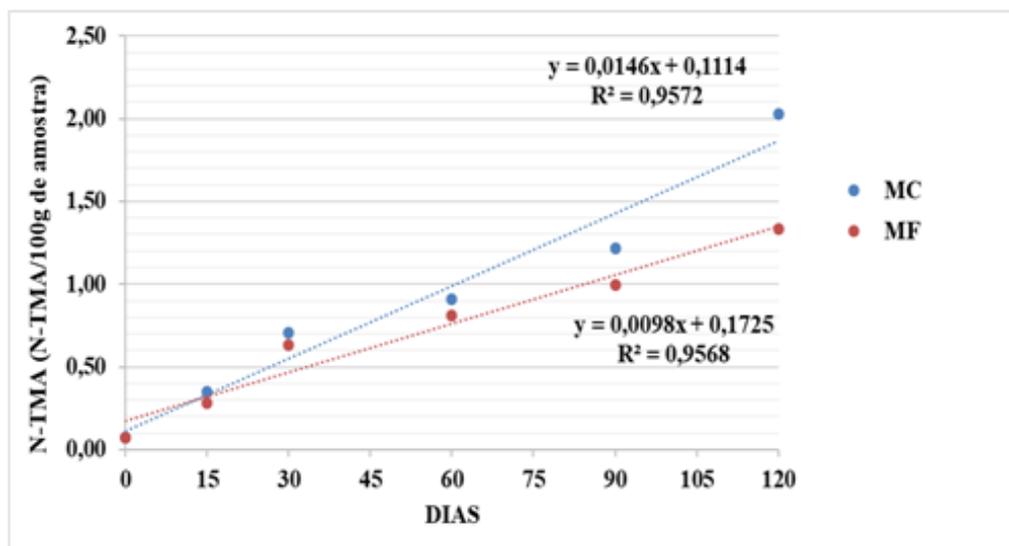
Oliveira (2007) verificou a qualidade do pirarucu estocado à -18°C durante 120 dias e encontrou um teor de N-BVT de 21,45 mg de nitrogênio/100 g do músculo. Valor semelhante ao encontrado na formulação MF aos 120 dias, a qual apresentou um teor 21,68 mg de nitrogênio/100 g de amostra.

Albuquerque, Zapata e Almeida (2004) analisando músculo de tilápia do Nilo abatido mediante insensibilização com CO_2 acharam um teor de 21,40 mg de nitrogênio/100 g do músculo, no décimo sétimo dia de armazenamento. Com as formulações MC e MF este teor foi encontrado em 30 dias de armazenamento (21,28 mg de nitrogênio/100 g de amostra), revelando que o processamento do pescado atenua o processo de deterioração e consequentemente aumenta sua vida de prateleira.

Diante dos resultados obtidos até o presente momento, nota-se uma maior manutenção do frescor do medalhão formulado com fibra de caju, pois o mesmo obteve teores mais baixos de N-BVT e pH, indicam o potencial tecnológico para o medalhão elaborado.

Já com relação à variação do teor de trimetilamina (TMA) ao longo do tempo de estocagem, observou-se que ocorreu um aumento significativo ($p < 0,05$) do seu teor ao longo do tempo de estocagem, para ambas as formulações, na qual a amostra MC variou de 0,07 à 2,03 mg N-TMA/100g de amostra e, para MF a variação foi de 0,07 à 1,33 mg N-TMA/100g de amostra. O gráfico 2 ilustra os teores de N-TMA nas formulações de medalhão MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra de caju) em função do tempo de estocagem sob congelamento e revela que as duas formulações apresentaram uma similaridade na dispersão dos dados, as quais apresentaram o mesmo valor de R^2 ($r = 0,95$). Esta similaridade pode ser observada durante os períodos de 0 a 60 dias de estocagem.

Gráfico 2 - Teores de N-TMA das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra de caju) durante o período de estocagem sob congelamento.



* N-TMA: mg N-TMA/100g de amostra

Rodrigues *et al.*, (2012), trabalhando com sushis e sashimis de atum e salmão encontraram teores variando de 0,57 e 0,96 mg N-TMA/100g de amostra, depois de expostas em temperatura de refrigeração no período máximo de 2 horas. Estes valores são diferentes dos obtidos no presente estudo no seu tempo inicial. Um possível fator para esta diferença a ser considerado é o conteúdo de N-TMA que pode variar entre as distintas espécies.

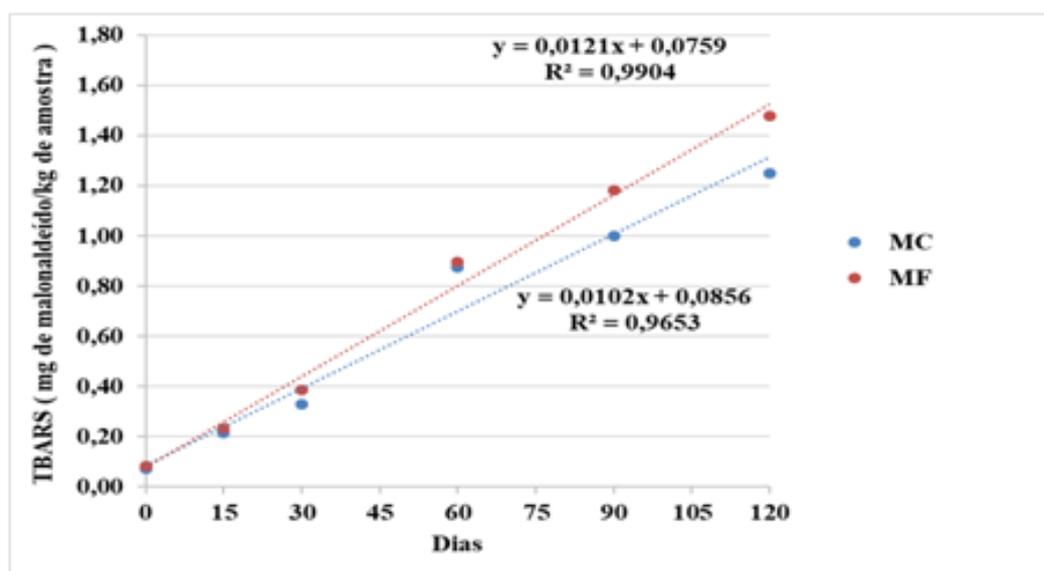
Conforme o Regulamento Técnico de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2017), o teor de trimetilamina não pode ultrapassar 4 mg N-TMA/100g de carne para bases voláteis terciárias (TMA). Neste contexto, ambas as formulações estavam aceitáveis segundo os parâmetros de identidade e qualidade ditas pela legislação. Uma observação relevante pode ser traçada quando comparamos a amostra MC e MF 120 dias, na qual a amostra MF obteve menor teor de TMA em 34%, quando comparada a MC. É possível observar também que os teores de TMA na formulação MF são relativamente mais baixos do que a amostra MC, mostrando que os compostos presentes na fibra de caju podem influenciar na diminuição da formação de TMA.

A oxidação lipídica foi avaliada pela medição das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Esta análise indicou que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) ao longo do tempo de estocagem e entre as formulações. Observou-se um aumento do seu teor ao longo do tempo de estocagem, na qual os valores de MC variaram de 0,07 à 1,25 mg de malonaldeído/kg de amostra enquanto que para MF a variação foi de 0,08 à 1,48 mg de

malonaldeído/kg de amostra. Traçando um comparativo entre as formulações, nota-se que ao final do período de estocagem (120 dias), a amostra MF apresentou um teor de 15% a mais de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico do que a amostra MC, indicando que a mesma apresentou maior oxidação lipídica.

O gráfico 3 mostra os valores de TBARS das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra de caju) em função do tempo de estocagem sob congelamento, em que a amostra MF apresentou valores lineares ao longo do tempo de estocagem, apresentando um $r = 0,99$. Em contrapartida, nota-se que a amostra MC obteve uma dispersão similar, apresentando um $r = 0,96$. Esta similaridade pode ser observada durante o período de tempo entre 0 a 60 dias de estocagem, pois somente nos tempos de 90 a 120 dias é que as duas amostras apresentam uma maior diferença entre os teores de TBARS.

Gráfico 3 - Valores de TBARS das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra) durante o período de estocagem sob congelamento



* TBARS: mg de malonaldeído/kg de amostra

Entretanto, os resultados obtidos para a amostra MF, mostram que a formulação se apresenta em um bom estado de conservação, pois os teores de pH, N-BVT e TMA são inferiores quando comparados aos da formulação MC, o que leva a pensar que os pigmentos da fibra de caju podem ter influenciado no resultado da presente análise, revelando um falso positivo. Portanto, neste parâmetro sugere-se a utilização de outra metodologia de análise.

Osawa *et al.*(2005), pesquisaram sobre testes de quantificação de TBARS aplicado a carnes e derivados, onde explanam sobre as limitações do teste, em que a análise

espectrofotométrica é um teste menos sensível e menos específico de quantificação. Os referidos autores sugerem análises mais robustas e específicas, como por exemplo, cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa e cromatografia em fase gasosa.

A legislação brasileira não estabelece limites de quantidade de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. Segundo Al-Kahtani *et al.* (1996), teores abaixo de 3,0 mg de malonaldeído/kg para pescado são o limite aceitável para consumo humano, portanto, mesmo que a análise tenha sofrido interferências, os valores encontrados estão dentro dos limites estabelecidos por Al-Kahtani *et al.* (1996).

Com relação à análise de atividade antioxidante total (ABTS), a tabela 12 mostra que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras durante o período de armazenamento. A formulação MF apresentou um potencial antioxidante variando de 3,14 μM eq. Trolox/ g de amostra (0 dia) à 2,18 μM eq. Trolox/ g de amostra (120 dias), valores maiores do que os encontrados na amostra MC, onde variou de 2,67 μM eq. Trolox/ g de amostra (0 dia) a 1,08 μM eq. Trolox/ g de amostra (120 dias), indicando que a adição da fibra de caju auxilia na captura do radical livre ABTS.⁺ e conseqüentemente ajuda na diminuição da oxidação do produto, uma vez que, o bagaço do caju é rico em polifenóis. Estes polifenóis ao longo do tempo de estocagem são utilizados, assim sua presença está sendo diminuída ao longo do tempo de estocagem (SIQUEIRA; BRITO, 2003). Sucupira (2012) verificou a capacidade antioxidante de fibra de caju *in natura* artesanal e encontrou teores de 8,1 μM eq. Trolox/ g de amostra. Este resultado mostra que a fibra de caju pode ser utilizada como um antioxidante natural, pois possui capacidade em sequestrar os radicais livres.

Tabela 12 - Atividade antioxidante total (ABTS) em μM eq. Trolox/ g das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento congelado.

Dias	MC	MF
0	2,67 \pm 0,01 ^{a* B**}	3,14 \pm 0,00 ^{a A}
15	2,04 \pm 0,1 ^{b B}	3,09 \pm 0,64 ^{a A}
30	1,67 \pm 0,01 ^{c B}	2,55 \pm 0,02 ^{a A}
60	1,37 \pm 0,01 ^{d B}	2,34 \pm 0,01 ^{a A}
90	1,24 \pm 0,01 ^{e B}	2,64 \pm 0,58 ^{a A}
120	1,09 \pm 0,00 ^{f B}	2,18 \pm 0,01 ^{a A}

*Letras minúscula diferentes na mesma coluna significa que houve diferença significativa para a formulação ao longo do tempo de armazenamento, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

**Letras Maiúsculas diferentes na mesma linha significa que houve diferença significativa entre as formulações, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A tabela 13 mostra que houve diferença significativa com relação ao teor de polifenóis totais ao longo do tempo de estocagem para ambas as amostras, apresentando valores que variaram de 19 mg de ácido gálico.100 g⁻¹ (0 dia) a 12 mg de ácido gálico.100 g⁻¹(120 dias) para MC e de 21 mg ácido gálico.100 g⁻¹(0 dia) a 15 mg ácido gálico.100 g⁻¹(120 dias) para MF. Nota-se que teores máximos foram encontrados no tempo inicial e ocorreu um decréscimo ao longo do período de armazenamento, para ambas formulações. Este resultado corrobora com o obtido na análise de ABTS, no qual os compostos antioxidantes estão sendo reduzidos durante o armazenamento. Sucupira (2012) determinou o teor de polifenóis totais de fibra de caju e encontrou um teor de 17 mg ácido gálico.100 g⁻¹, valor na mesma ordem de grandeza do encontrado neste estudo.

Tabela 13 - Teor de polifenóis extraíveis totais (PET) das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento congelado.

Dias	MC	MF
0	19,72* ± 0,39 ^{a** A***}	21,01 ± 1,00 ^{a A}
15	18,45 ± 0,31 ^{b B}	19,17 ± 0,17 ^{b A}
30	17,97 ± 0,04 ^{bc B}	18,97 ± 0,04 ^{bc A}
60	17,53 ± 0,07 ^{c B}	18,04 ± 0,06 ^{bc A}
90	15,04 ± 0,06 ^{d B}	17,88 ± 0,09 ^{d A}
120	12,92 ± 0,10 ^{e B}	15,46 ± 0,01 ^{e A}

*PET: mg de ácido gálico.100 g⁻¹

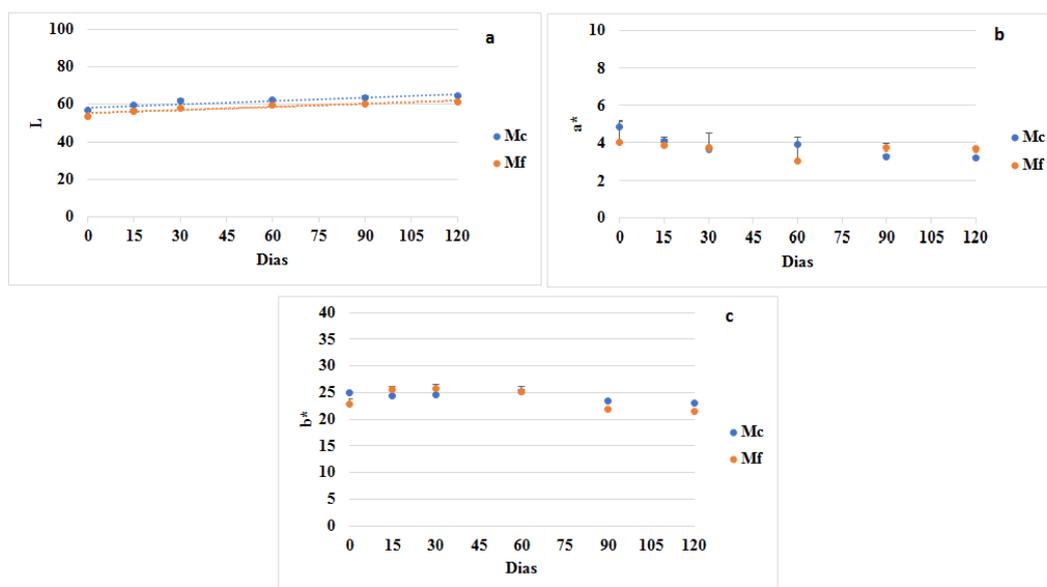
**Letras minúscula diferentes na mesma coluna significa que houve diferença significativa para a formulação ao longo do tempo de armazenamento, pelo teste de Tukey (p <0,05).

***Letras Maiúsculas diferentes na mesma linha significa que houve diferença significativa entre as formulações, pelo teste de Tukey (p <0,05).

De acordo com o coeficiente de correlação de Pearson existe uma forte correlação positiva ($r > 0,8$) para a atividade antioxidante total e o teor de polifenóis extraíveis totais entre as duas formulações. Este resultado corrobora com dados da literatura que relatam que existe uma forte correlação entre o potencial antioxidante e o teor de polifenóis, ou seja, a presença de polifenóis na amostra afeta positivamente no potencial atividade antioxidante dos medalhões (BURIN et al., 2014; TAGLIAZUCCHI *et al.*, 2010).

A Figura 10 mostra os dados referentes à cor (coordenadas L, a* e b*), onde a coordenada L apresentou luminosidade variando de 53 a 64, para a coordenada a* os valores variaram de 3 a 4,8 e para a coordenada b*, os valores variaram de 21 a 24.

Figura 9 - Coordenadas de cromaticidade L^* , a^* e b^* das formulações de medalhões MC (sem fibra) e MF (com 20% de fibra) durante 120 dias de armazenamento sob congelamento.



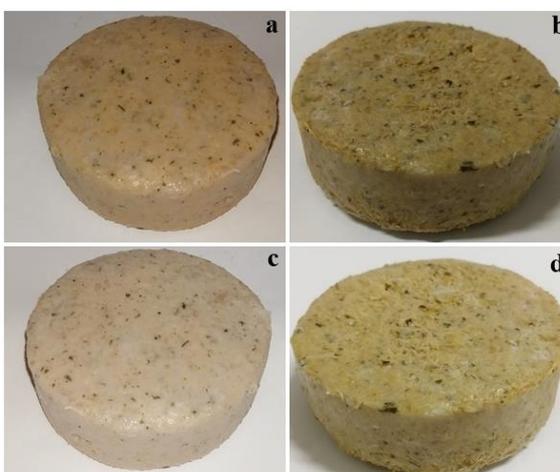
A coordenada L^* apresentou diferença significativa ao longo do tempo de estocagem e entre as formulações. As amostras MC e MF 120 dias apresentaram-se mais brancas quando comparadas com as amostras MC e MF 0 dias (Figura 11), indicando que houve perda de pigmentação ao longo do tempo de estocagem. Traçando um comparativo entre as amostras MC e MF 120 dias, nota-se que a coordenada L^* foi menor na amostra MF, indicando que a presença de pigmentos provenientes da fibra de caju contribuiu na coloração dos medalhões, tornando o medalhão menos pálido e com características de um produto fresco, ou seja, afetando positivamente na qualidade do produto.

Branco, (2016) avaliando o potencial tecnológico das espécies de pacu, carpa capim e *catfish*, encontrou valores de luminosidade de 46,55, 49,64 e 62,63, respectivamente. Traçando um comparativo destes resultados com o presente estudo, nota-se que os filés de pacu e carpa capim apresentam-se mais escuros do que os medalhões (MC e MF). Já a luminosidade dos filés de *catfish* apresenta-se na mesma ordem de grandeza dos medalhões elaborados no presente estudo, mostrando que mesmo com a adição de condimentos e da própria fibra de caju, o que afeta significativamente o teor de luminosidade é a proteína utilizada na elaboração dos produtos.

Para a coordenada a^* , observou-se uma diminuição do seu valor ao longo do tempo de armazenagem para ambas as formulações, as quais se apresentaram menos vermelhas, ou seja, tendendo ao verde. Comparando a amostra MC e MF 120 dias nota-se que houve diferença

significativa e que MF exibe uma tonalidade mais vermelha, que visualmente para o consumidor pode indicar um maior frescor do produto. Já para a coordenada b^* , houve uma tendência ao amarelo (valores positivos) e observa-se que nos tempos de 15, 30 e 60 dias de estocagem a formulação MF não apresentou diferença significativa entre si, indicando a manutenção da coloração neste intervalo de tempo e se mostrando mais amarelas quando comparadas aos outros tempos de estocagem.

Figura 10 - Medalhões de pirarucu ao longo do tempo de estocagem. a) MC 0 dia, b) MF 0 dia, c) MC 120 dias e d) MF 120 dias.



Com relação ao teor de carotenoides houve diferenças significativas entre as formulações e ao longo do tempo de estocagem (Tabela 14). A formulação MF apresentou maiores quantidades de carotenoides quando comparada a MC e isto se deve a presença da fibra de caju, uma vez que, o bagaço possui carotenoides em sua composição (SIQUEIRA; BRITO, 2003). Observou-se também que ao longo do tempo de estocagem ocorreu uma diminuição significativa do teor de carotenoides, em ambas as formulações, onde os valores variaram de 0,73 mg/ 100g da amostra (MC, 0dias) a 0,59 mg/ 100g para a amostra (MC, 120 dias) e de 1,13 mg/ 100g da amostra (MF, 0 dias) a 0,99 mg/ 100g da amostra (MF, 120 dias).

Tabela 14 - Teor de carotenoides das amostras de medalhões de pirarucu sem adição de fibras (MC) e com adição de 20% de fibra de caju (MF), durante 120 dias de armazenamento congelado.

Dias	MC	MF
0	0,74* ± 0,03 ^{a**B***}	1,14 ± 0,08 ^{a A}
15	0,69 ± 0,00 ^{b B}	1,10 ± 0,03 ^{ab A}
30	0,64 ± 0,00 ^{c B}	1,06 ± 0,01 ^{abc A}
60	0,63 ± 0,00 ^{dc B}	1,03 ± 0,01 ^{bc A}
90	0,61 ± 0,00 ^{cd}	1,00 ± 0,00 ^{bc A}
120	0,60 ± 0,00 ^{d B}	0,99 ± 0,01 ^{c A}

* Teor de Carotenoides: mg/ 100g da amostra

**Letras minúscula diferentes na mesma coluna significa que houve diferença significativa para a formulação ao longo do tempo de armazenamento, pelo teste de Tukey (p <0,05).

***Letras Maiúsculas diferentes na mesma linha significa que houve diferença significativa entre as formulações, pelo teste de Tukey (p <0,05).

Schweiggert *et al.*, (2016), pesquisando o perfil de carotenoides em caju amarelo, laranja e vermelho e encontraram 15 diferentes tipos de carotenoides, sendo o β -caroteno e o palmitato de β -criptoxantina os mais abundantes encontrados nas amostras. Carig (1996), aborda que o consumo diário de carotenoides deve ser de 4 mg. Diante do exposto, os medalhões formulados podem ser uma fonte desse tipo de nutriente na alimentação, principalmente na formulação MF que apresentou um maior teor, devido a adição da fibra de caju

4.6 Análise de textura dos medalhões

A Tabela 15 mostra os resultados das propriedades mecânicas relacionadas a textura dos medalhões. Com relação a força de fraturabilidade, as formulações diferiram significativamente entre si, na qual a amostra MF precisou de uma força de 1,05 vezes maior do que a MC.

Pinho (2009) relatou em seus experimentos que quando utilizou uma maior quantidade de fibra de caju na elaboração dos hambúrgueres, uma maior força de fragmentação foi utilizada, indicando como possível causa a relação entre as fibras insolúveis e solúveis, em que uma maior presença de fibra solúvel no produto confere uma maior capacidade de retenção de água e formação de gel, o que influencia significativamente numa textura mais macia. Essa observação corrobora com o resultado obtido neste estudo, uma vez que, a formulação MF é constituída de uma maior presença de fibras insolúveis e conseqüentemente uma maior força de fragmentação será utilizada. Essa observação também justifica os resultados obtidos na análise de dureza, pois é sabido que a dureza está relacionada com a força de ruptura do material. Assim, as amostras também diferiram significativamente entre si, em que a

formulação MF apresentou uma dureza 3,30 vezes maior do que MC. Apesar da amostra MF ter apresentado maior força de fragmentação e dureza, indicando que a mesma tenha a textura mais dura, esse fato não influenciou nos resultados de mastigabilidade, onde as formulações não diferiram significativamente entre si.

Tabela 15 - Análise instrumental de textura dos medalhões

	Amostras	
	MC	MF
Força (kgf)	7809,24 ± 1778,2 ^b	8198,40 ± 8198,4 ^a
Dureza (N)	80035,99 ± 1911,1 ^b	262381,83 ± 8689,7 ^a
Adesividade (N.n^{**})	0,74 ± 0,34 ^a	1,54 ± 1,27 ^a
Elasticidade	1,80 ± 0,78 ^a	0,94 ± 0,04 ^a
Coesão	1,25 ± 0,68 ^a	0,82 ± 0,00 ^a
Gomosidade (N)	9387,70 ± 2479,50 ^b	21824,11 ± 2479,52 ^a
Mastigabilidade (N)	17148,40 ± 8269,81 ^a	20404,52 ± 5797,65 ^a

* Médias com a mesma letra para a mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

**n=5 (repetições)

Bainy (2014), trabalhando com *fishburger* de tilápia encontrou uma dureza de 35 N para uma amostra após seis meses de armazenamento. Já Rahman et al. (2007), pesquisando sobre salsicha de corvina-de-boca-amarela (*Atractoscionea equidens*) também encontraram um valor similar de dureza, em torno de 25 N. Estes valores não corroboram com o presente trabalho, pois quando comparados, a diferença é significativa. Essa distinção deve-se provavelmente ao tipo de proteína utilizada na elaboração dos produtos, a presença da fibra de caju que afetou consideravelmente a dureza da formulação MF e o processo de cocção das amostras que pode ter influenciado conferindo maior dureza as amostras.

Com relação ao parâmetro de adesividade, as amostras não diferiram significativamente entre si (p>0,05), apresentando valores de 0,74 e 1,54 N.m, para as formulações MC e MF, respectivamente. Já para a elasticidade o mesmo comportamento foi observado, em que a amostra MC e MF não apresentaram diferença significativa entre si, apresentando valores de 1,80 para MC e 0,94 para MF. Bainy (2014) encontrou uma elasticidade de 0,29 no tempo inicial e depois de 6 meses de armazenamento foi de 0,34. Estes resultados são menores do que os encontrados no presente estudo.

Para os resultados de coesão, as amostras não diferiram significativamente entre si, apresentando uma coesão de 1,25 para MC e 0,82 para MF. No estudo de Bainy (2014), a análise de coesividade apresentou no seu tempo inicial um valor de 0,42 e depois de 6 meses de armazenamento um valor de 0,49. Estes resultados quando comparados com o presente estudo são relativamente menores.

Nos resultados de gomosidade, as duas formulações diferiram entre si, em que a amostra MF apresentou uma gomosidade 23,23 vezes maior que MC, indicando que a amostra MF necessita de uma energia maior para desintegrar o alimento até que o mesmo possa ser engolido (CAVALCANTE; SANTOS, 2008; PINHO, 2009; REN *et al.*, 2014). A gomosidade encontrada por Bainy (2014) foi de 12 N para o tempo inicial e de 21 N, depois de 6 meses de armazenamento, valores estes consideravelmente menores do que os encontrados no presente estudo.

As diferenças dos parâmetros de textura do presente trabalho com a pesquisa de Bainy (2014) deve-se principalmente ao tipo de proteína utilizada na elaboração dos produtos, a adição de fibras de caju e ao processo de cocção das formulações.

5 CONCLUSÃO

Através do presente estudo conclui-se que é possível desenvolver um produto reestruturado proteico a partir de resíduos industriais com aceitabilidade sensorial e que pode ter um valor econômico agregado no setor gastronômico.

O medalhão formulado com carne mecanicamente separada de pirarucu e 20% de fibra de caju apresentou os menores teores de bases voláteis totais (N-BVT) e de trimetilamina (TMA), menor pH, maior teor de carotenoides e maior poder antioxidante, indicando que a incorporação de fibra de caju no medalhão proporcionou a manutenção do frescor do produto e maior estabilidade durante a estocagem sob congelamento (-18°C), durante o período de 120 dias.

Embora a textura dos medalhões contendo a fibra de caju (MF) seja mais dura, apresentando uma maior força de fragmentação, dureza e gomosidade, tais características não influenciaram na mastigabilidade, na aceitabilidade sensorial e na intenção de compra dos consumidores.

Os resultados revelaram que a formulação adicionada de fibra de caju possui potencial tecnológico, sendo uma alternativa ao aproveitamento de resíduos do caju e da indústria pesqueira.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. P.; DORNIER, M.; DIONISIO, A. P.; CARAIL, M.; CARIS-VEYRAT, C; DHUIQUE-MAYER, C. Cashew apple (*Anacardium occidentale L.*) extract from by-product of juice processing: A focus on carotenoids. **Food chemistry** [s.l.], v. 108, p. 25-31, 2013
- ACOSTA-ESTRADA, B.A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J.A.; SERNA-SALDÍVAR, S.O. Bound phenolics in foods, a review. **Food Chemistry** [s.l.], v. 152, p. 46-55, 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Disponível em: http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao12_01_anvisa.pdf. Acesso em: 21 dez. 2015.
- ALBUQUERQUE, W. F.; ZAPATA, J. F. F.; ALMEIDA, R. S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, p. 264–271, 2004.
- AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H. M.; BAJABER, A. S. *et al.* Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in Tilapia and Spanish Mackerel. **Journal of Food Science** [s.l.], vol. 61, nº 4, p. 729-733, 1996.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis of the AOAC International** .18th ed., 3rd rev. Gaithersburg, MD, 2010.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Chapter 8.4^a ed. Washington DC, 2001.
- ARAÚJO, W. M. C.; MONTEBELLO, N. P.; BOTELHO, R. B. A.; BORGIO, L. A. **Alquimia dos Alimentos**. Cap. 2, pag. 49, 3^o Ed. – Brasília: Editora Senac – DF, 2014
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13170**: Teste de ordenação. Rio de Janeiro, 1994.
- BAINY, E. M. Processamento de fishburguer: Estudo teórico-experimental do congelamento e cocção. 2014.
- BARRETTO, L. C. O. **Microencapsulamento de compostos fenólicos extraídos de resíduo do processamento de caju (*Anacardium occidentale l.*)**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio De Janeiro, Escola de Química, Programa de Pós-Graduação Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, 143 f. 2016.
- BENTES, A. S.; SOUZA, H. A. L.; MENDONÇA, X. M. F. D.; SIMÕES, M. G. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Curitiba, v. 03, n. 02, p. 97-108, 2009.
- BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, cooking and chemical properties of ground beef patties. **Journal of Food Science** [s.l.], v. 57, n.3, p. 21 – 29, 1992.

BONACINA, M; QUEIROZ, M. I. Elaboração de empanado a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas – SP, v. 27, n.3, p. 544-552, 2007.

BRANCO, I.G.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J.; SILVA, M.M.; PAULA, T.M. Avaliação sensorial estabilidade físico-química de um blend de laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 1, v.27, p.787-792, 2007.

BRANCO, P. **Características tecnológicas de espécies de pescado com potencial de criação na região sudoeste do paraná**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Gradua o em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Pato Branco, PR, 2016. Bibliografia: f. 76 – 94. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto n  9.013, de 29 de Março de 2017 regulamenta a Lei n  1.283, de 18 de Dezembro de 1950, e a Lei n  7.889, de 23 de Novembro de 1989, que dispõem sobre a inspe o industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 29 de março de 2017; 196  da Independência e 129  da República.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolu o – RDC n  12, 2 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para produtos   base de pescado refrigerado e congelado** (hambúrgueres e similares). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2001. p. 1-54.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Comissão nacional de  tica em pesquisa**. Resolu o n  196/96, p. 16, 2012.

BRASIL. Instru o Normativa n  4, 31 de mar. 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, Se o 1, p. 6-10, 2000.

BUCIC-KOJIC, A.; PLANINIC, M.; TOMAS, S.; BILIC, M.; VALIC, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. **Journal of Food Engineering [s.l.]**, v. 81, p. 236-242, 2007.

BURIN, V. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal [s.l.]**, v. 114, p. 155–163, 2014.

CALEJA, C.; BARROS, L.; ANTONIO, A. L.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; FERREIRA, I. C. F. R. A comparative study between natural and synthetic antioxidants: Evaluation of their performance after incorporation into biscuits. **Food Chemistry [s.l.]**, v. 216, n. 342–346, 2017.

CAMPOS, A.R.N. *et al.* Enriquecimento protéico do bagaço do pedúnculo de caju por cultivo semi-sólido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristovão, v. 5, n. 2, 2005.

CARIG (CAROTENOID RESEARCH INTERACTIVE GROUP). Beta-carotene and the carotenoids: Beyond the intervention trials. **Rev. Nutrition Reviews** [s.l.], v. 54, p. 185- 188, 1996

CAVALCANTE, D.; SANTOS, D. O. S. **Elaboração e avaliação da estabilidade da farinha de pescado tipo “piracuí” a partir de acari-bodó (liposarcus pardalis, da farinha de pescado tipo “piracuí” a. 1855.** (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Instituto de tecnológica, ciência e tecnologia de alimentos). Belém-Pará, 85 f. 2008

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa: UFV, 2005.

CONTINI, C; ALVAREZ, R.; O'SULLIVANA, M.; DOWLING, D. P.; GARGAN, S. O.; MONAHAN, F. J. Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. **Rev. Meat Science** [s.l.], v. 96 , p.1171 – 1176, 2014.

CONWAY, E. J.; BYRNE, A. An absorption apparatus for the micro-determination of certain volatile substances: the micro-determination of ammonia. **Biochemistry Journal** [s.l.], v. 27, p. 419-429, 1993.

DÍAZ, P.; LINARES, M. B.;EGEA, M.; AUQUI, S.M.; GARRIDO, M.D. TBARs distillation method: Revision to minimize the interference from yellow pigments in meat products. **Meat Science** [s.l.], v. 98, p. 569 – 573, 2014.

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. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas – SP, 2002.

FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; MUCHENJE, V. Natural antioxidants against lipid – protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International** [s.l.], v. 64, p. 171 - 181, 2014.

FAO/WHO. **Draft revised standard for quick frozen blocks of fish fillets, minced fish flesh and mixtures of fillets and minced fish flesh (Appendix IV).** *Codex Alimentarius Commission.* Rome, p.47-57, 1994.

FARIAS, M. C. A. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias do pescado beneficiado em indústrias paraenses e aspectos relativos à exposição para consumo em Belém-PA.** Dissertação Mestrado – Universidade Federal do Pará. Belém-PA, 67f, 2006.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.6, p.669–677, 2010.

FERNANDES, R. P. *et al.* Estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de carne ovina embalada a vácuo estocada sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. July 2016, p. 724–729, 2012.

_____. **FishBase: Arapaima gigas (Schinz, 1822)**. 2016. Disponível em: <https://www.fishbase.de/summary/Arapaima-gigas.html#>. Acesso em 13 de fev. 2017.

FONTELES, V. T.; LEITE, A. K. F.; SILVA, A. R. A.; CARNEIRO, A. P. G.; MIGUEL, E. C.; CAVADA, B. S.; FERNANDES, F. A. N.; RODRIGUES, S. Ultrasound processing to enhance drying of cashew apple bagasse puree: Influence on antioxidant properties and in vitro bioaccessibility of bioactive compounds. **Ultrasonics Sonochemistry** [s.l.], v. 31. P. 237–249, 2016.

GABBAY, M. I. **Avaliação da suplementação alimentar com bactéria probiótica no crescimento e sanidade de Arapaima gigas em sistema de recirculação de água**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará. Belém – PA, 49f. 2012.

GANHAO, R., ESTÉVEZ, M., & MORCUENDE, D. Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials. **Food Chemistry** [s.l.], v. 126, p. 772 – 778, 2011.

GERMANO PML, GERMANO MIS. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Manole; 2008.

GOLDING, J.; STEER, C.; EMMETT, P.; DAVIS, J.M.; HIBBELN, J. R. High levels of depressive symptoms in pregnancy with low omega-3 fatty acid intake from fish. **Epidemiology** [s.l.], Baltimore, v. 20, n. 4, July, 2009.

GONÇALVES, A. A. **Carne mecanicamente separada de pescado (CMS) e Surimi**. In: Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação, 1º ed. Ed. Atheneu, São Paulo – SP, p.197-208, 2011.

HAO, M.; BETA, T. Development of Chinese steamed bread enriched in bioactive compounds from barley hull and flaxseed hull extracts. **Food Chemistry** [s.l.], v. 133, p. 1320-1325, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 42, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Brasília. v. 42. 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p, 2008

KOHN, H. I.; LIVERSEDGE, M. On a new aerobic metabolite whose production by brain is inhibited by apomorphine, ergotamine, epinephrine, and menadione. **Journal of Pharmacol.** [s.l.], v. 82, p. 292–300, 1994.

KUBTIZA, F. Aquicultura no Brasil: Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Rev. Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 150, p. 15 – 18, 2015.

LIMA, A. F.; RODRIGUES, A. P. O.; VARELA, E. S.; TORATI, L. S.; MACIEL, P. O. Pirarucu culture in the Brazilian Amazon: fledgling industry faces technological issues. **Global Aquaculture Advocate** [s.l.], v. 18, p. 56-58, 2015.

LIMA, J. R. **Hambúrguer de Caju: Elaboração e Características**. Comunicado Técnico 131: Embrapa, Fortaleza-Ce, 2007.

LIMA, J. R. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 191-195, 2008.

LIMA, J. R.; MODESTO, A. L. G.; GARRUTI, D. S.; FIRMINO, D. S.; ARAÚJO, I. M. S.; MORAES, I. V. M. M. **Elaboração de Hambúrguer Vegetal de Fibra de Caju e Feijão-Caupi**. Comunicado Técnico 203: Embrapa, Fortaleza-Ce, 2013.

LOTTENBERG, A. M. P.; FAN, P. L. T.; VIVIAN BUONACORSO, V. Effects of dietary fiber intake on inflammation in chronic diseases. **Rev. Einstein**, São Paulo, v. 8, p. 254-258, 2010.

LUSTOSA NETO, A. D. **Elaboração e caracterização de almôndegas de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivados: aplicação na merenda escolar**. (Tese de Doutorado – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Pesca) Fortaleza – CE, 109f, 2016.

MAPA – MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa n° 4, de 31 de Março de 2000**. DOU de 25/04/2000 (n° 66, Seção 1, pag. 6)

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Departamento de inspeção de produtos de origem animal**. Divisão de Normas Técnicas. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de Origem Animal, 1994.

MEILGAARD, M.R.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**, [s.l.], 4ª ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 448p, 2007.

MÉLO, MGS. GALVÃO, MRJ; SILVA, G; MACIEL, MIS; MOREIRA, RT; ANDRADE, AS; MENDES, CES. Qualidade do fishbúrguer de carne mecanicamente separada de tilápia do nilo adicionado de fibra de trigo e óleo de milho. **Arquivos de Veterinaria**, Minas Gerais, v. 30, n. 1, p. 023-031, 2014.

MOURA, E.; ARAÚJO, E. A. F; LOURENÇO, L. F. H.; SOUSA, C. L.; PEIXOTO JOELE, M. R. S. **Reestruturado empanado elaborado com resíduo de pescada amarela (*cynoscion*) e adição da fibra de maracujá**. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis – SC. 2014

MOURA, S. E. **Influência da adição da fibra de maracujá em reestruturado empanado a partir de resíduo de pescada amarela (*cynoscion*)**. (Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará), Belém – PA, 79f, 2012.

NUNES, E. S. C. L. **Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do pirarucu (*arapaima gigas*, schinz, 1822) salgado seco comercializado na cidade de Belém, Pará.** (Tese de Doutorado – Universidade Federal Fluminense) Niterói – RJ, 79f, 2011.

NUNES, L. R. **Utilização de resíduos do pescado na elaboração de subprodutos: silagem, compostagem e curtumização.** Dissertação (Mestrado Recursos Aquáticos e Pesca - Universidade Estadual do Maranhão), São Luís – Maranhão, 63f, 2015.

OLIVEIRA, P. R. DE *et al.* Avaliação sensorial , físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas* , Schinz 1822) durante estocagem em gelo. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 67–74, 2014.

OLIVEIRA, P. R. **Qualidade do Pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivado.** Tese de Doutorado – Universidade Federal do Amazonas. Manaus – AM, 130pg. 2007

ONO, E.; KEHDI, J. **Manual de boas práticas do pirarucu em cativeiro.** Ed. Sebrae, 46p. Brasília, 2013.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos:** Alimentos de origem Animal. Vol. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 249-259p.

OSAWA, C. C.; DE FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: Métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655–663, 2005.

PEDROZA FILHO, M. X.; MUÑOZ, A. E. P; RODRIGUES, A. P. O;REZENDE, F. P.; LIMA, A. F.; MATAVELI, M. Panorama da cadeia produtiva do pirarucu. **Boletim Ativos Aquicultura**, Brasília, 8ed, Brasília-DF, 2016.

PINHO, L. X.; AFONSO, M. R. A.; CARIOCA, J. O. B.; COSTA, J. M. C.; RAMOS, A. M. The use of cashew apple residue as source of fiber in low fat hamburgers. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 31, p. 941-945, 2011.

PINHO, L. X. **Aproveitamento do resíduo do pendúnculo do caju (*Anacardium occidentale L.*) para alimentação humana.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Ceará), Fortaleza-Ceará, p. 99. 2009.

QUINTEROS, E. T. T. **Processamento e estabilidade de néctares de acerola-cenoura.** 1995. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: A review. **Meat Science** [*s.l.*], v. 35, p. 145–169, 1993.

RAHMAN, M. S. et al. Instrumental-sensory evaluation of texture for fish sausage and its storage stability. **Fisheries Science** [*s.l.*], v. 73, n. 5, p. 1166–1176, 2007.

RIBEIRO, O. A. S. Universidade federal dos vales do jequitinhonha e mucuri. **Economia** [*s.l.*], n. 38, p. 3531–3532, 2010.

REN, Y. et al. Purification and characterization of high antioxidant peptides from duck egg white protein hydrolysates. **Biochemical and Biophysical Research Communications** [s.l.], v. 452, n. 4, p. 888–894, 2014.

RIBEIRO, O. A. S. Universidade federal dos vales do jequitinhonha e mucuri. **Economia** [s.l.], n. 38, p. 3531–3532, 2010.

RODRIGUES, B. L. et al. Qualidade físico-química do pescado utilizado na elaboração de sushis e sashimis de atum e salmão comercializados no município do Rio de Janeiro, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias** [s.l.], v. 33, n. 5, p. 1847–1854, 2012.

RUSTAD, T.; STORRØ, I.; SLIZYTE, R. Possibilities for the utilizations of marine by-products. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 46, n. 10, p. 2001-2014, 2011.

SARY, C; FRANCISCO, JGP; DALLABONA, BR; MACEDO, REF; GANECO, LN; KIRSCHNIK, PG. Influence of washing tilapia minced on composition and acceptance of their products. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Paraná, v.7, n.1, p. 423–432, 2009.

SCHWEIGGERT, R. M.; VARGAS, E; CONRAD, J.; HEMPEL, J.; C. GRAS, C. C.; ZIEGLER, J. U.; MAYER, A.; JIMÉNEZ, V.; ESQUIVEL, P.; CARLE, R. Carotenoids, carotenoid esters, and anthocyanins of yellow-, orange-, and red-peeled cashew apples (*Anacardium occidentale* L.). **Food Chemistry** [s.l.], v. 200, pg 274–282, 2016.

SEABRA, L. M. A. J; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 22, n.3, 2002.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry** [s.l.], v. 143, p. 398–404, 2014.

SIQUEIRA, A. M. DE A.; BRITO, E. S. DE. Aproveitamento do bagaço do caju para alimentação humana e utilização em outras indústrias de alimentos. **Agronegócio caju: práticas e inovações** [s.l.], n. Figura 1, p. 351–376, 2003

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. **Ver. Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 71(1), p. 1-10, 2012.

SUCUPIRA, Natalia Rocha. **Avaliação da “carne” básica de caju (*anacardium occidentale*, l.) Submetida a diferentes métodos de cocção e aceitação sensorial de novos produtos**. (Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará), Fortaleza – CE, 90f, 2012.

TAGLIAZUCCHI, D. et al. In vitro bio-accessibility and antioxidant activity of grape polyphenols. **Food Chemistry** [s.l.], v. 120, n. 2, p. 599–606, 2010.

VUKSAN V, JENKINS AL, JENKINS DJA, ROGOVIK AL, SIEVENPIPER JL, JOVANOVSKE E. Using cereal to increase dietary fiber intake to the recommended level and the effect of fiber on bowel function in healthy persons consuming North American diets. **Am J Clin Nutr** [s.l.], v. 88,. 2008.

WU, X.; SONG, X.; QIU, Z.; HE, Y. Mapping of TBARS distribution in frozen – thawed pork using NIR hyperspectral imaging. **Meat Science** [s.l.], v. 113, p. 92 – 96, 2016.

APÊNDICE A - MODELO DE FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DE CADA ATRIBUTO (APARÊNCIA, AROMA, SABOR, TEXTURA E ACEITAÇÃO GLOBAL) E DA INTENÇÃO DE COMPRA.

<p>Amostra: _____</p> <p>Você está recebendo uma amostra de medalhão de pirarucu. Avalie marcando abaixo o quanto você gostou ou desgostou o produto, em relação aos seguintes atributos:</p>		
<p>APARENCIA</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muitis simo</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> gostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> gostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muitis simo</p>	<p>AROMA</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muitis simo</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> gostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> gostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muitis simo</p>	<p>SABOR</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muitis simo</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> gostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> gostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muitis simo</p>
<p>TEXTURA</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muitis simo</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> gostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> gostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muitis simo</p>	<p>ACEITAÇÃO GLOBAL</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muitis simo</p> <p><input type="checkbox"/> gostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> gostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> gostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei moderadamente</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muito</p> <p><input type="checkbox"/> desgostei muitis simo</p>	
<p>Agora indique sua atitude caso você encontrasse esse produto à venda no mercado:</p> <p><input type="checkbox"/> Certamente compraria</p> <p><input type="checkbox"/> Provavelmente compraria</p> <p><input type="checkbox"/> Talvez comprasse, talvez não comprasse</p> <p><input type="checkbox"/> Provavelmente não compraria</p> <p><input type="checkbox"/> Certamente não compraria</p>		
<p>Comentários: _____</p>		

APÊNDICE B - MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O sr. (a) está convidado(a) a participar como voluntário(a) em uma atividade do projeto de pesquisa "Melhoria das características nutricionais e sensoriais de hambúrgueres vegetais formulados a base de fibra de caju, pela incorporação de fontes proteicas", de responsabilidade da pesquisadora Janice Ribeiro Lima, da Embrapa Agroindústria Tropical.

O propósito desta pesquisa é avaliar o grau de aceitação dos consumidores por produtos elaborados com incorporação de fibra de caju. Para a obtenção dos dados, lhe será solicitado comparecer ao Laboratório de Análise Sensorial, onde em cerca de 10 minutos realizará o teste sensorial.

Você não será remunerado por esta atividade, porém contribuirá para o desenvolvimento da pesquisa. Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Ainda lhe será garantido o sigilo que assegure a privacidade da sua identidade, como também a confidencialidade de todos os resultados obtidos, os quais somente serão divulgados em relatórios e/ou artigos diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa e pelos pesquisadores desse projeto.

O consumo deste produto não oferece riscos à saúde, contudo se ocorrer algum desconforto durante ou até 12 horas após a análise, você será encaminhado ao serviço público de saúde.

Após ter sido esclarecido(a) sobre as informações acima, no caso de concordar em fazer parte do estudo, por favor assinar ao final do documento. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço do pesquisador principal, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

Janice Ribeiro Lima (Pesquisadora)
Embrapa Agroindústria Tropical – (85) 3391 – 7386

Eu, _____, declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado (a) pela pesquisadora Janice Ribeiro Lima sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade. Declaro ainda que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento. Desse modo, concordo em participar, como voluntário do projeto de pesquisa acima descrito.

Fortaleza/CE, ____ de _____ de _____,

Participante

Responsável pelo teste

APÊNDICE C - MODELO DE QUESTIONÁRIO APLICADO A CADA PROVADOR NO TESTE DE SENSORIAL DE ATRIBUTOS E INTENÇÃO DE COMPRAS

QUESTIONARIO DE PERFIL DE CONSUMIDOR		
DADOS PESSOAIS		
NOME: _____ TELEFONE PARA CONTATO: _____		
<p>1) Faixa etária</p> <p><input type="checkbox"/> até 18 anos</p> <p><input type="checkbox"/> de 19 até 25 anos</p> <p><input type="checkbox"/> de 26 a 30 anos</p> <p><input type="checkbox"/> de 31 até 35</p> <p><input type="checkbox"/> de 36 até 40</p> <p><input type="checkbox"/> acima de 40: _____</p>	<p>2) Sexo:</p> <p><input type="checkbox"/> Masculino</p> <p><input type="checkbox"/> Feminino</p>	<p>3) Escolaridade:</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino Fundamental</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino Médio</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino Superior</p> <p><input type="checkbox"/> Pós-Graduação</p>
4) Indique sua frequência de Consumo de caju e/ou produtos a base de caju		
<p><input type="checkbox"/> Todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 2 a 3 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por meses</p> <p><input type="checkbox"/> Menos de uma vez por mês</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca</p>		
5) Indique sua frequência de consumo de carne de pescado e/ou produtos a base de pescado		
<p><input type="checkbox"/> Todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 2 a 3 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por meses</p> <p><input type="checkbox"/> Menos de uma vez por mês</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca</p>		
6) Indique sua frequência de consumo de produtos tipo <i>blends</i> (produtos feitos coma junção de dois ou mais tipos de matérias primas diferentes).		
<p><input type="checkbox"/> Todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 2 a 3 vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por meses</p> <p><input type="checkbox"/> Menos de uma vez por mês</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca</p>		