

# Tecnologias para o Processamento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*)



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **DOCUMENTOS 131**

# Tecnologias para o Processamento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

*Fabíola Helena dos Santos Fogaça  
Luciana Kimie Savay-da-Silva  
Carlos Prentice-Hernández  
Mauro Sérgio Teodoro  
Luciana Menezes de Carvalho  
Thais Danyelle Santos Araujo  
Alitieni Moura Lemos Pereira  
Anaqueli Lucia Pedroso  
Geodriane Zatta Cassol  
Janessa Sampaio de Abreu Ribeiro  
Jhones do Nascimento Dias  
João Avelar Magalhães  
Karina Neob Carvalho de Castro  
Márcia Luana Gomes Perfeito  
Myriam Salas Mellado  
Camila da Costa de Quadros  
Pedro Sanches dos Reis  
Taiane Maria de Oliveira  
William Bertoloni  
Durcilene Alves da Silva*

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**  
Rio de Janeiro, RJ  
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**  
Avenida das Américas, 29.501 - Guaratiba  
CEP 23.020-470, Rio de Janeiro, RJ  
Fone: +55 (21) 3622-9600  
Fax: +55 (21) 3622-9713  
[www.embrapa.br/agroindustria-de-alimentos/](http://www.embrapa.br/agroindustria-de-alimentos/)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Agroindústria de Alimentos

Presidente  
*Virgínia Martins da Matta*

Membros  
*André Luis do Nascimento Gomes, Celma Rivanda Machado de Araujo, Daniela De Grandi Castro Freitas de Sá, Elizabete Alves de Almeida Soares, Janine Passos Lima da Silva, Leda Maria Fortes Gottschalk, Marcos de Oliveira Moulin, Otniel Freitas Silva e Rogério Germani*

Supervisão editorial  
*Virgínia Martins da Matta*

Revisão de texto  
*Regina Celi Araújo Lago*

Normalização bibliográfica  
*Elizabete Alves de Almeida Soares*

Tratamento das Figuras e ilustrações  
*Marcos de Oliveira Moulin*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Marcos de Oliveira Moulin*

Fotos e foto da capa  
*Fabiola Fogaça, Mauro Teodoro e Luciana Savay-da-Silva*

**1ª edição**  
Publicação digitalizada (2018)

#### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Nome da unidade catalogadora

---

Tecnologias para o Processamento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) / Fabíola Helena dos Santos Fogaça [et al.]. – Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.

50 p. ; 21 cm. – (Documentos / Embrapa Agroindústria de Alimentos, ISSN 1516-8247 ; 131).

1. carne mecanicamente separada. 2. abate. I. Fogaça, Fabíola Helena dos Santos. II. Savay-Silva, Luciana Kimie. III. Prentice-Hernández, Carlos. IV. Teodoro, Mauro Sergio. V. Carvalho, Luciana Menezes de. VI. Araújo, Thais Danyelle Santos. VII. Pereira, Alitienne Moura Lemos. VIII. Pedroso, Anaquell Lucia. IX. Cas-sol, Geodriane Zatta. X. Ribeiro, Janessa Sampaio de Abreu. XI. Dias, Jhones do Nascimento. XII. Magalhães, João Avelar. XIII. Castro, Karina Neoob Carvalho de. XIV. Perfeito, Márcia Luana Gomes. XV. Mellado, Myriam Salas. XVI. Quadros, Camila da Costa de. XVII. Reis, Pedro Sanches dos. XVIII. Oliveira, Taiane Maria de. XIX. Bertolini, William. V. Série.

CDD 664.94 (23. ed.)

© Embrapa, 2018

## Autores

### **Fabiola Helena dos Santos Fogaça**

Zootecnista, D.Sc. em Aquicultura, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

### **Luciana Kimie Savay-da-Silva**

Cientista de Alimentos, D.Sc. em Química na Agricultura e no Ambiente, professora adjunta da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT

### **Carlos Prentice-Hernández**

Engenheiro de Alimentos, D.Sc. em Engenharia de Alimentos, professor associado da Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS

### **Mauro Sérgio Teodoro**

Engenheiro Agrônomo, especialista em Agroecologia, analista da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

### **Luciana Menezes de Carvalho**

Medica Veterinária, bolsista da Capes, mestranda da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT

### **Thais Danyelle Santos Araujo**

Engenheira de Pesca, bolsista da Capes, doutoranda da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

**Alitieni Moura Lemos Pereira**

Tecnóloga em aquicultura, D.Sc. em Aquicultura, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

**Anaqueli Lucia Pedroso**

Graduando em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT

**Geodriane Zatta Cassol**

Cientista de Alimentos, bolsista Capes, mestranda da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT

**Janessa Sampaio de Abreu Ribeiro**

Bióloga, D.Sc. em Aquicultura, professora adjunta da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT

**Jhones do Nascimento Dias**

Biomédico, bolsista do CNPq-Brasil, doutorando da Universidade de Brasília, Brasília, DF

**João Avelar Magalhães**

Médico Veterinário, D.Sc. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

**Karina Neob Carvalho de Castro**

Médica Veterinária, D.Sc. em Sanidade Animal, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

**Márcia Luana Gomes Perfeito**

Biomédica, M.Sc. em Biotecnologia, doutoranda da Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, PI

**Myriam Salas Mellado**

Engenheira de Alimentos, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, professora associada da Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS

**Camila da Costa de Quadros**

Engenheira de Alimentos, bolsista Capes, mestranda da Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS

**Pedro Sanches dos Reis**

Farmacêutico-Bioquímico, D.Sc. em Química, professor adjunto da Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, PI

**Taiane Maria de Oliveira**

Graduanda em biologia da Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, PI

**William Bertoloni**

Zootecnista, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, professor adjunto da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT

**Durcilene Alves da Silva**

Química, D. Sc. em Química, professora adjunta da Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, PI



## Apresentação

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a principal espécie nativa brasileira produzida comercialmente pela aquicultura. Sua aparência e sabor conquistaram o produtor e o consumidor nacional.

Por causa de sua importância socioeconômica, entre 2014 e 2018, a Embrapa coordenou e articulou uma rede de pesquisa dentro do projeto TEC REDE (Tecnologias para produção do tambaqui em tanques-rede), realizando estudos na área de aproveitamento agroindustrial do tambaqui.

No escopo deste projeto, a equipe da Embrapa Meio-Norte, coordenadora do projeto, em parceria com as Universidades Federais do Piauí (UFPI), Mato Grosso (UFMT) e Rio Grande (FURG) desenvolveram diferentes processos para agregação de valor e aproveitamento dos resíduos do processamento do tambaqui.

O objetivo deste documento é divulgar os resultados obtidos neste projeto, de forma a apresentar as tecnologias geradas aos técnicos e produtores brasileiros. Estes são apenas os primeiros passos na trajetória que a Embrapa e as instituições parceiras seguem para o fortalecimento da cadeia produtiva do tambaqui no Brasil.

*Lourdes Maria Corrêa Cabral*

Chefe Geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos





## Aspectos legais e éticos

Os protocolos experimentais com os peixes foram aprovados pelo CEUA, Comitê de Ética no Uso de Animais, da UFMT (protocolo n. 23108.067579/2014-00) e da Embrapa Meio-Norte (protocolo n. 02/2014). O acesso ao patrimônio genético com fins científicos foi autorizado pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético, CGEN, através da licença especial da Embrapa (n. 002/2008, Processo IBAMA 2001.001558/2006-21).



## Sumário

Introdução .....	13
Boas práticas para despesca, insensibilização e abate .....	15
Despesca .....	15
Insensibilização e abate .....	15
Vida útil e comercialização .....	17
Desenvolvimento de produtos à base do tambaqui .....	19
Surimi .....	19
Embutido defumado tipo “presunto” .....	22
Filé de tambaqui defumado .....	24
Biotecnologia aplicada ao processamento do tambaqui .....	28
Hidrolisados proteicos .....	28
Atividade antioxidante .....	30
Atividade antimicrobiana .....	32
Aplicação dos hidrolisados em alimentos .....	33
Embalagens bioativas .....	34
Aproveitamento de resíduos do tambaqui .....	36

Produção de composto orgânico.....	36
Composto orgânico .....	36
Instruções para produção do composto orgânico com resíduos de peixe .....	37
Composto orgânico com resíduos de peixe .....	39
Silagem química.....	40
Considerações Finais.....	43
Referências .....	43

## Introdução

A aquicultura moderna deve ser uma atividade direcionada à produção de alimentos seguros. Com seu crescimento, aumentam as discussões sobre a sustentabilidade da atividade, em termos socioeconômicos e ambientais, bem como sobre o bem-estar animal. Durante a criação de peixes em cativeiro, podem-se verificar condições estressantes como a repicagem, a vacinação, a captura/despesca e o abate, que podem ser minimizadas através da adoção de boas práticas e tecnologias apropriadas ao tambaqui.

Nesse aspecto, as técnicas de abate devem ser desenvolvidas para o tambaqui, visto que as espécies de peixes têm respostas variadas frente aos diferentes métodos usados. O aspecto do peixe ou do filé, a textura da carne, o aroma, a capacidade de manter seu frescor e a vida útil (Robb; Roth, 2001) são somente algumas das características influenciadas pelo método de atordoamento/abate adotado. Apesar de existirem diversos trabalhos relacionados ao manejo pré-abate e métodos de abate em peixes oriundos da aquicultura, incluindo seus efeitos sobre a qualidade da carne, no Brasil não existem técnicas que façam esta abordagem para o tambaqui, apenas um estudo avaliando diferentes tempos de transporte e métodos de insensibilização (Carvalho, 2016; Mendes et al., 2017). Em geral, os peixes são abatidos por imersão em gelo e água, ou por asfixia, métodos que comprovadamente não causam a imediata perda de função cerebral (Van De Vis et al., 2003). A maior parte dos métodos comerciais atualmente utilizados não é satisfatória porque os peixes ainda estão conscientes logo após a hipotética fase de atordoamento o que pode causar dor ao animal (prática proibida pela legislação brasileira) e prejudicar a qualidade da carne do pescado, influenciando diretamente a sua vida útil.

Além de garantir o manejo adequado de captura, insensibilização e abate, é preciso desenvolver tecnologias que melhorem o rendimento de carne e o aproveitamento dos resíduos gerados no processamento do tambaqui. Nessa linha de raciocínio estão os diversos cortes e a carne mecanicamente separada ou CMS obtida a partir da carne aderida aos ossos após a filetagem do pescado. Esse produto pode ser incluído na alimentação de crianças e idosos, pois não contém espinhas e possui elevado valor nutricional. Ainda com relação ao aproveitamento integral do pescado, pode-se elaborar o

surimi (pasta de pescado) a partir da CMS. A forma tradicional de elaboração do surimi consiste em lavar a CMS, refiná-la, adicionar-lhe crioprotetores/conservantes e congelá-la, para depois utilizá-la como matéria-prima para elaborar produtos diferenciados, como *fishburger* (hambúrguer de peixe), *nuggets* e presunto de pescado.

No entanto, para garantir a qualidade do tambaqui processado e de seus produtos, o desenvolvimento de embalagens apropriadas é essencial. As embalagens não biodegradáveis ou com biodegradação lenta têm causado problemas ambientais. Uma alternativa para redução desse problema é o desenvolvimento de filmes a partir de polímeros que possam minimizar o uso de plásticos derivados de petróleo. Dentre os materiais potenciais, os polissacarídeos como a quitosana e a goma de caju, e as proteínas obtidas da CMS de pescado se apresentam promissores, em razão de serem abundantes, renováveis, econômicos e capazes de formar uma matriz contínua. Esses filmes ou revestimentos comestíveis podem conter agentes antimicrobianos e antioxidantes naturais, à base de peptídeos de pescado, crustáceos ou de plantas (Fonseca et al., 2016; Fonseca et al., 2017; Latorres et al. 2018), presentes em menores quantidades, atendendo à uma demanda atual do consumidor, que busca alimentos livres de conservantes sintéticos.

Enquanto o surimi e as embalagens bioativas aproveitam os subprodutos do processamento do tambaqui, as vísceras e resíduos (ossos, nadadeiras, cabeça e espinhaço) são descartados sem nenhuma forma de aproveitamento. No entanto, a demanda por fertilizantes orgânicos no Brasil vem crescendo exponencialmente, principalmente nas regiões produtoras de hortaliças e que atendem à demanda do segmento de produção orgânica, que inclui a agricultura praticada em pequenos estabelecimentos com características de produção familiar (Teodoro et al., 2015). Por exemplo, no estado do Piauí, o cultivo de hortaliças é feito predominantemente em pequenas propriedades, onde o trabalho manual é intenso, trazendo benefícios sociais expressivos pelas ocupações geradas e suas consequências. A reciclagem de resíduos, seja de origem agrícola ou industrial (Araújo, 2009), oriundos das mais diversas cadeias produtivas cujos descartes indevidos podem causar impactos negativos ao ambiente, como é o caso dos resíduos provenientes da indústria pesqueira, apresenta-se como uma importante ferramenta para minimizar o déficit de fertilizantes orgânicos para sistemas produtivos

ecológicos (Araújo, 2012). Sendo a compostagem uma técnica que pode ser utilizada para aumentar a disponibilidade e a qualidade dos fertilizantes orgânicos, os resíduos do tambaqui podem ser utilizados na confecção de compostos orgânicos, dando uma destinação útil a esse material impróprio para alimentação humana e animal.

Diante do exposto, serão apresentadas a seguir técnicas, processos e formulações para o aproveitamento agroindustrial do tambaqui, com vistas ao abate humanitário, determinação de sua vida útil, técnicas de processamento e de aproveitamento integral do peixe, bem como a utilização dos seus resíduos.

## Boas práticas para despesca, insensibilização e abate.

### Despesca

A despesca ou retirada de peixes dos tanques-rede pode ser parcial ou total. O ideal é pesar e anotar toda e qualquer quantidade de peixes retirada (kg). O manejo de despesca começa com a suspensão da alimentação dos peixes por um período de 24 horas. Após o jejum, o tanque-rede é trazido para perto da balsa de manejo, amarrado e levantado. A retirada dos peixes é feita com auxílio de um puçá.

É importante garantir que a despesca seja realizada no período da manhã, quando as temperaturas estão mais baixas, evitando-se maior estresse dos peixes. Assim que os peixes são retirados do tanque-rede, devem ser transferidos para uma caixa de transporte com oxigenação para serem levados à indústria para abate e processamento.

### Insensibilização e abate

A insensibilização ou atordoamento é uma etapa pré-abate cujo objetivo é garantir que os animais vertebrados não sentirão dor durante o abate,



devendo ser rápida, eficaz e corroborar com as diretrizes nacionais para o bem-estar dos peixes.

Existem muitos métodos de insensibilização utilizados no mundo. O mais utilizado é a hipotermia (exposição dos peixes à temperaturas abaixo de 1 °C), baseada na utilização de gelo e água (1:1, p:v) com redução do metabolismo do animal. Porém, apesar de simples e apresentar sinais aparentes de imobilidade e insensibilização, já foi provado cientificamente que os peixes demoram muito tempo para perder a consciência, apresentando movimentação intensa, dor e perda da qualidade da carne. Outro método é a narcose por gás carbônico (CO<sub>2</sub>), que consiste na aplicação de CO<sub>2</sub> nos tanques onde estão os peixes. Esse método não promove a perda da consciência e causa desconforto à mucosa das brânquias e dos olhos. Por último, existe o método da eletronarcose, que vem sendo estudado para peixes, que consiste na aplicação de uma corrente elétrica em uma câmara adequada, provocando atordoamento instantâneo e por período prolongado (Vargas; Macedo-Viegas, 2016).

Como ocorre com a insensibilização, também existem diversas técnicas de abate para peixes, com variações nas respostas de bem-estar e qualidade da carne pelas diferentes espécies de peixes. Alguns exemplos de métodos de abate incluem a decapitação ou corte das brânquias, percussão craniana, choque térmico ou asfixia com a remoção do peixe da água (Oliveira; Galhardo, 2007). Como muitas dessas técnicas provocam dor, surgiu o termo “abate humanitário” definido como um conjunto de procedimentos técnicos e científicos que garantam o bem-estar dos animais desde a despesca, passando pelo transporte, insensibilização e finalizando no abate.

Por serem específicos para cada espécie, a equipe do projeto TEC REDE testou diferentes métodos combinados de insensibilização e abate para o tambaqui. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, Cuiabá. Foram utilizados tambaquis com peso médio de 1,8 kg, submetidos aos seguintes métodos de insensibilização e abate: 1) hipotermia em água e gelo (1:1, p:v), com temperatura de 3,4 °C durante 10 minutos; 2) eletronarcose por corrente elétrica alternada na intensidade de 50 V por 15 segundos (50V/15s) (Figura 1); e 3) eletronarcose 50V/15s seguida de hipotermia em água e gelo por 10 minutos. A eletronarcose utilizando 50V/15s foi ineficiente tanto do ponto de vista do bem-estar animal

quanto da qualidade da carne. A hipotermia apresentou elevado estresse, uma vez que o animal se debate e acaba morrendo por asfixia, e elevado valor de pH após 24 horas do abate (6,81), com menor vida útil do produto. A combinação entre o método de insensibilização elétrica em 50V/15s seguido de hipotermia em água e gelo apresentou as menores respostas ao estresse com boa qualidade da carne (Carvalho, 2016).

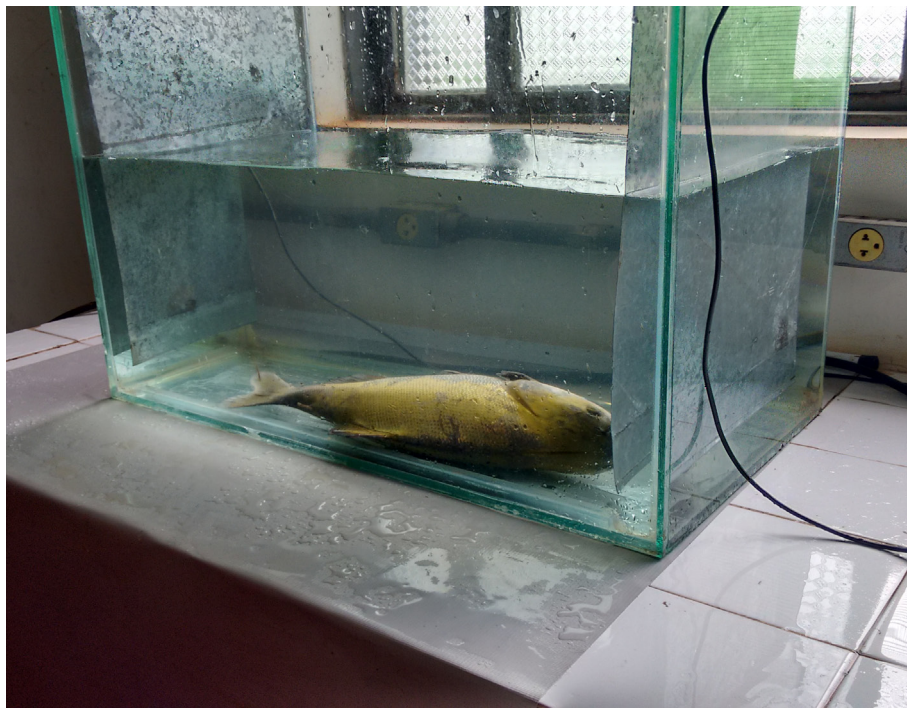


Foto: Luciana Savay-da-Silva

**Figura 1.** Detalhe de sistema de insensibilização testado..

## Vida útil e comercialização

A piscicultura propicia um elevado nível de controle de qualidade sobre o pescado, pois o intervalo de tempo entre a despesca, o abate e a comercialização do produto é relativamente curto. Desta forma, há necessidade de estudos para estimar a vida útil para cada espécie de pescado (Fogaça et al., 2016).

A vida útil é o intervalo de tempo no qual o alimento permanece seguro e com características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas desejáveis

(IFST, 1993). Para o consumidor, o frescor é imprescindível na escolha do pescado. Aspectos como as características da pele (brilho, cor e odor), firmeza da carne (recuperação do músculo e a rapidez que isso ocorre após pequena pressão realizada com o dedo indicador), muco (presença e cor), opérculos (coloração), olhos (transparência e cor das córneas e das pupilas e a forma dos olhos), guelras (cor, cheiro e muco), abdômen (cor, aspecto e firmeza) e ânus (aspecto), apresentam uma correlação linear positiva com a deterioração provocada por bactérias e enzimas endógenas aos peixes.

Por isso, a equipe da Embrapa Meio Norte, em parceria com a Universidade Federal do Maranhão, realizou um estudo para determinação da vida útil do tambaqui inteiro resfriado. Os peixes foram adquiridos na Estação de Piscicultura Ademar Braga do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), em Piri-piri, PI. Os experimentos foram conduzidos na Unidade de Execução de Pesquisa de Parnaíba, Embrapa Meio Norte, Piauí. Os protocolos experimentais foram aprovados pela CEUA (Comissão de Ética no Uso de Animais/CPAMN, n. 002/2014). Foram utilizados tambaquis com peso médio de 1,2 kg. O estudo consistiu no treinamento de equipe de julgadores para análise sensorial do tambaqui (Figura 2A), acompanhada das análises químicas (bases nitrogenadas voláteis totais – BNV-T, umidade, cinzas, proteína bruta e lipídeos), físicas (pH) e microbiológicas (bactérias com crescimento em temperaturas baixas e ambiente). Os peixes (Figura 2B) foram mantidos em caixas térmicas com gelo ( $0,7 \pm 0,2$  °C) durante o período de avaliação da vida útil. Com base nos resultados, sugere-se uma vida útil de 22 dias para o tambaqui inteiro armazenado em gelo.

Fotos: Fabiola Fogaca



**Figura 2.** Detalhe da análise sensorial do tambaqui (A) e do tambaqui inteiro armazenado em gelo (B).

## Desenvolvimento de produtos à base do tambaqui

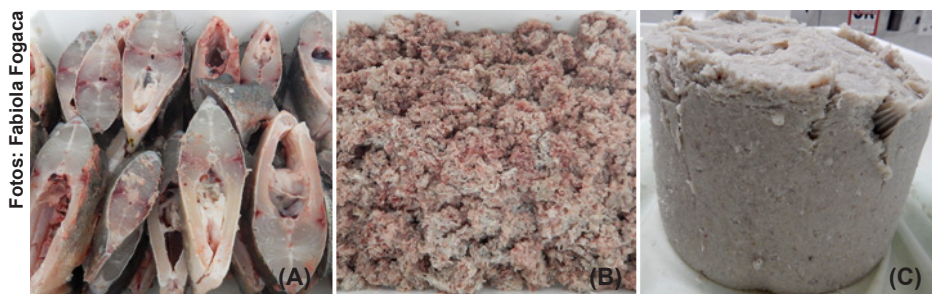
### Surimi

Após a filetagem do tambaqui, uma parte da sua carne (cerca de 5%) ainda fica aderida aos ossos. Essa carne é um dos coprodutos gerados pela indústria pesqueira que pode ser processado em carne mecanicamente separada (CMS), obtida pela sua extração mecânica em uma máquina desossadora (Kirschnik; Macedo-Viegas, 2009). Porém, a CMS apresenta alto teor de lipídeos e de impurezas (principalmente sangue), o que acelera a sua degradação, conferindo ao produto sabor e odores indesejáveis (Tenuta-Filho; Jesus, 2003). Para conferir maior qualidade à CMS, é possível transformá-la em *surimi*, agregando valor ao produto, aumentando sua vida útil e oferecendo à indústria maior flexibilidade na sua utilização. O surimi consiste em uma base proteica de peixe, submetida a lavagens sucessivas, refino, desidratação e adição de conservantes (sal e açúcar). Apresenta características como ausência de odor de peixe, alto teor proteico e baixo teor de lipídeos, podendo enriquecer alimentos como sopas, *fishburger* e embutidos (Alfaro et al., 2004).

Para torná-lo ainda mais atraente ao consumidor e à indústria, pode-se utilizar amidos na produção do surimi de pescado. Os amidos são amplamente utilizados em uma grande variedade de produtos pela indústria alimentícia, pois proporcionam mudanças desejáveis na textura dos alimentos e apresentam baixo custo. Em produtos à base de surimi, melhoram suas propriedades físico-químicas quando utilizados em porcentagens de até 10% (Belibagli et al., 2003).

Nesse sentido, a equipe do TEC REDE otimizou o processo de obtenção do surimi de tambaqui após receber uma demanda conjunta de produtores e prefeituras que vislumbravam a inserção da CMS de tambaqui na merenda escolar. Para isso, a equipe técnica do projeto processou uma CMS de tambaqui com postas de peixes (Figura 3A) abaixo do tamanho comercial (menores que 1 kg de peso vivo) a fim de obter maior rendimento, elevado valor nutritivo e uma estabilidade do produto para sua distribuição e armazenamento nas

escolas. Foram testados diferentes número de lavagens e da adição de amido de mandioca a fim de melhorar o processo. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI. A CMS de tambaqui (Figura 3B) foi obtida em máquina desossadora (High Tech, modelo HT 250) e submetida a lavagens sucessivas (uma, três ou cinco) com água destilada fria (5 °C), sendo o volume de água utilizado duas vezes o peso da massa (2:1 L:kg). Cada lavagem durou em média 1 minuto. A amostra foi prensada (Figura 3C) e ao final, foram adicionados: 2% de cloreto de sódio como flavorizante e 1% de ácido cítrico como crioprotetor (Anastacio et al., 2014). Após essa etapa, foram realizados três tratamentos: com adição de 10% a 20% de amido e outro sem adição de amido. Os produtos foram embalados em sacos de polietileno e mantidos congelados (-18 °C) até o momento das análises de composição centesimal (teores de umidade, cinzas, proteína bruta e lipídeos).



**Figura 3.** A) Postas de tambaqui; B) CMS de tambaqui; C) Surimi lavado e prensado.

A Tabela 1 mostra os teores de rendimento, umidade, cinzas, proteína bruta e gordura para o surimi de tambaqui. O rendimento foi maior nos tratamentos que utilizaram três lavagens e adição de 10% de amido, e uma lavagem e adição de 20% de amido.

**Tabela 1.** Rendimento e composição centesimal do surimi de tambaqui em função o teor de amido e do número de lavagens

Número de Lavagens	Amido (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína Bruta (%)	Lipídios (%)	Rendimento (%)
1	0	67,75 <sup>D</sup>	4,75 <sup>A</sup>	15,96 <sup>AB</sup>	15,75 <sup>A</sup>	66.75 <sup>C</sup>
	10	62,38 <sup>E</sup>	3,53 <sup>B</sup>	16,73 <sup>A</sup>	11,88 <sup>B</sup>	71.28 <sup>B</sup>
	20	59,11 <sup>F</sup>	3,63 <sup>B</sup>	16,52 <sup>A</sup>	12,05 <sup>B</sup>	75.05 <sup>A</sup>
3	0	76,12 <sup>A</sup>	2,91 <sup>C</sup>	15,96 <sup>AB</sup>	10,42 <sup>C</sup>	72.06 <sup>B</sup>
	10	73,39 <sup>B</sup>	3,86 <sup>B</sup>	16,10 <sup>AB</sup>	3,65 <sup>F</sup>	78.68 <sup>A</sup>
	20	66,47 <sup>C</sup>	2,86 <sup>B</sup>	12,40 <sup>D</sup>	5,65 <sup>D</sup>	53.35 <sup>D</sup>
5	0	77,20 <sup>A</sup>	4,57 <sup>A</sup>	15,51 <sup>AB</sup>	3,84 <sup>F</sup>	66.68 <sup>C</sup>
	10	67,55 <sup>C</sup>	3,91 <sup>B</sup>	13,84 <sup>C</sup>	5,18 <sup>E</sup>	54.75 <sup>D</sup>
	20	63,62 <sup>DE</sup>	3,73 <sup>B</sup>	14,64 <sup>BC</sup>	5,31 <sup>E</sup>	67.23 <sup>C</sup>
CV (%)		1,45	8,75	6,29	2,37	8,52

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Os maiores teores de umidade, responsável pela suculência do surimi, foram verificados nos tratamentos da CMS lavada três e cinco vezes, sem adição de amido, seguido pela CMS lavada três vezes com adição de 10% de amido. Os teores proteicos foram semelhantes para todos os tratamentos, com exceção dos tratamentos contendo três lavagens e 20% de amido, e cinco lavagens e 10% de amido, que apresentaram os menores teores de proteína bruta. Houve uma redução da porcentagem lipídica do surimi com o aumento do número de lavagens e com a inclusão de amido. O surimi submetido a uma lavagem e sem adição de amido apresentou elevado teor de lipídeos (15,82%). No entanto, após três ou cinco lavagens da CMS houve redução do teor de lipídeos para 10,42% e 3,84%, respectivamente. Os tratamentos contendo três lavagens mais 10% de amido e cinco lavagens apresentaram os menores teores lipídicos (Tabela 1).

De acordo com os dados obtidos, o processo aprimorado para produzir o melhor surimi de tambaqui consiste na adição de 10% de amido de mandioca e três ciclos de lavagem da CMS. Apesar do processo de cinco lavagens da CMS, sem adição de amido, apresentar valor nutricional similar, o aumento do número de lavagens pode encarecer o produto, além de necessitar de maior quantidade de água para sua elaboração.

## Embutido defumado tipo “presunto”

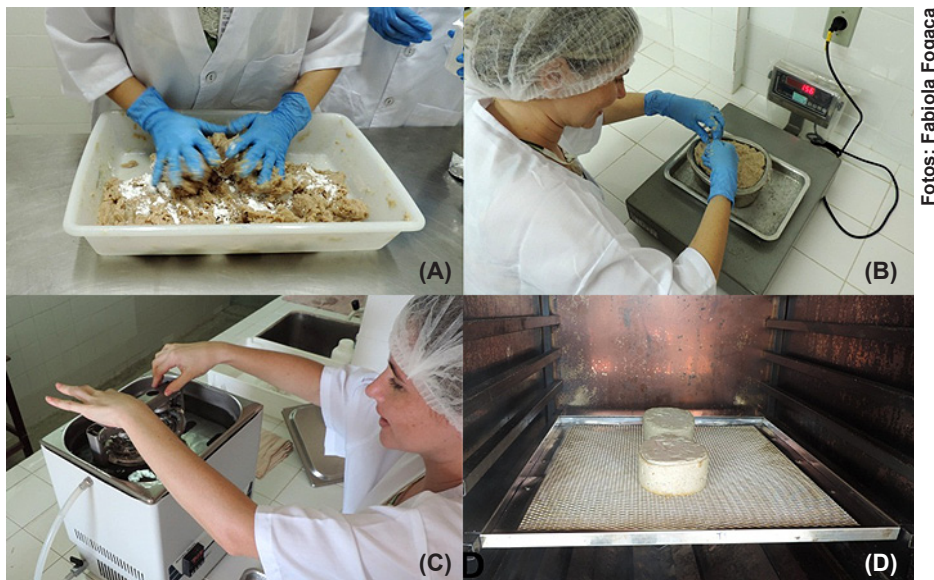
O aproveitamento integral do pescado *in natura*, incluindo-se espécies sem valor comercial para a elaboração de novos produtos, possibilita a ampliação do consumo e agregação de valor, além de gerar empregos. Atualmente, na região Nordeste, existe pouca variedade de produtos à base de peixes no mercado, predominando o filé ou peixe inteiro eviscerado (Silva; Fernandes, 2010).

A industrialização do pescado no Brasil é uma exigência permanente, pois representa uma alternativa de alimento para a população, que terá acesso a produtos diferenciados: empanados, defumados, salgados, enlatados, *fishburguers*, presuntos e almôndegas (Silva, 2006). Os embutidos a base de pescado são uma alternativa de beneficiamento da matéria prima *in natura*, pois prolongam sua vida útil e agregam valor ao peixe fresco, além de serem apreciados pelo fato de serem práticos e prontos para consumo (Ogawa, 1999).

O projeto TEC REDE estabeleceu um processo para obtenção de um embutido defumado “tipo presunto” de peixe com carne mecanicamente separada (CMS) de tambaqui, por meio da avaliação de sua composição nutricional e qualidade microbiológica, além da sua aceitação sensorial por consumidores. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI.

A formulação do presunto consistiu de: 82% de CMS (a mesma obtida para formulação do surimi); 2% de sal comum refinado; 0,1% de urucum; 0,3% de ervas aromáticas (mistura de manjerição e alecrim); 3% de emulsificante (água, monoglicerídeos de ácidos graxos destilados, sal de ácidos graxos, monoestearato de sorbitana e polioxietileno de monoestearato de sorbitana); 2% de açúcar; 10% de amido de mandioca e 0,6% de ácido cítrico como conservante. Os ingredientes foram misturados à CMS manualmente por 10 minutos (Figura 4A). A mistura homogeneizada ficou descansando em geladeira por 24 h. Após esse período, a massa foi ensacada, enformada (Figura 4B) e posta para cozinhar em banho-maria, em temperatura de 80 °C, por um período de 3 horas (Figura 4C). Posteriormente, foi submetida a um choque térmico, numa bacia com gelo por 15 minutos até o presunto obter uma temperatura de 30 °C; para ser desenformado e armazenado em

geladeira durante 12 horas. Para defumação, foi realizada uma desidratação parcial com aquecimento a gás, a 50 °C por 60 minutos. Decorrido esse período, iniciou-se a adição da fumaça pela queima da serragem, a 75 °C por 7 horas (Figura 4D) (Santos et al., 2007).



**Figura 4.** Preparo de presunto defumado a partir de CMS de tambaqui. Formulação (A), prensagem-forma (B), cozimento (C) e defumação (D).

A defumação foi realizada em defumador industrial (Metalúrgica Lisboa Ltda., Minas Gerais, Brasil), com geração de fumaça fora da câmara de defumação. A serragem utilizada na produção de fumaça foi de pau d'arco ou ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e utilizou-se gás de cozinha para manutenção da temperatura (Fogaça et al., 2014).

Para qualificação do produto, foram realizadas análises de pH, proteína, lipídio, umidade, carboidratos, microbiológicas e sensorial.

Os resultados indicaram que o preparo do presunto não alterou significativamente ( $p>0,05$ ) o valor nutricional da CMS nos teores de lipídeos e carboidratos, porém, a desidratação do produto proporcionou a concentração dos teores proteicos e de minerais, elevando as porcentagens de proteína bruta e de cinzas (Tabela 2).



**Tabela 2.** Composição centesimal (%) da carne mecanicamente separada e do presunto defumado de tambaqui.

Tratamento	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína Bruta (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)
CMS in natura	67,83 <sup>A</sup>	1,40 <sup>B</sup>	19,12 <sup>B</sup>	8,95 <sup>A</sup>	2,68 <sup>A</sup>
Presunto defumado	62,34 <sup>B</sup>	2,64 <sup>A</sup>	22,59 <sup>A</sup>	9,77 <sup>A</sup>	3,27 <sup>A</sup>

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O presunto apresentou qualidade microbiológica compatível com as exigências da legislação brasileira (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001). As bactérias aeróbias mesófilas, nas contagens 24 e 48 horas, apresentaram valores de  $2,4 \times 10^1$  UFC (Unidades formadoras de colônias) /g e  $6,7 \times 10^1$  UFC/g, respectivamente, e  $< 1,0 \times 100$  UFC/g para psicrotóxicas. Esses resultados demonstraram boas condições higiênico sanitárias para o presunto, estando apto para o consumo imediato.

A análise sensorial averiguou a aceitabilidade dos parâmetros: aspecto geral, aparência, odor, sabor, textura e suculência do presunto (Stone; Sidel, 1993). A textura, suculência e o odor foram os parâmetros que apresentaram o maior índice de aceitabilidade (54,5%; 50% e 50%, respectivamente), porém nenhum dos critérios avaliados obteve valor superior a 60%. Segundo Teixeira et al. (1987) o índice de aceitabilidade de 70% é o valor mínimo exigido para um produto estar apto para ser comercializado. Os dados obtidos indicam que o presunto de tambaqui possui bom valor nutricional, porém necessita de ajustes na sua formulação para melhorar sua aceitação sensorial.

## Filé de tambaqui defumado

A defumação é uma técnica antiga que hoje é utilizada não só como meio de conservação, mas também como forma de agregar valor ao pescado. Existem diferentes tipos de defumação e sua escolha varia conforme o alimento a ser defumado, o defumador, as serragens de madeira utilizadas (Souza et al., 2004), além da disponibilidade e custo de aditivos. Atualmente, a defumação com fumaça líquida é uma das técnicas mais utilizadas industrialmente, substituindo o método tradicional por ser mais rápido e apresentar maior homogeneidade do produto final (Cassol; Savay-Da-Silva, 2016).

As vantagens dessa tecnologia estão na higiene e diminuição do tempo de defumação, menor poluição ambiental e possibilidade de usar diferentes essências de fumaça, obtendo-se produtos com características sensoriais diversas (Stolyhwo; Sikorski, 2005). Entretanto, para obter-se um produto com coloração similar a defumados convencionais, faz-se necessário o uso de corantes.

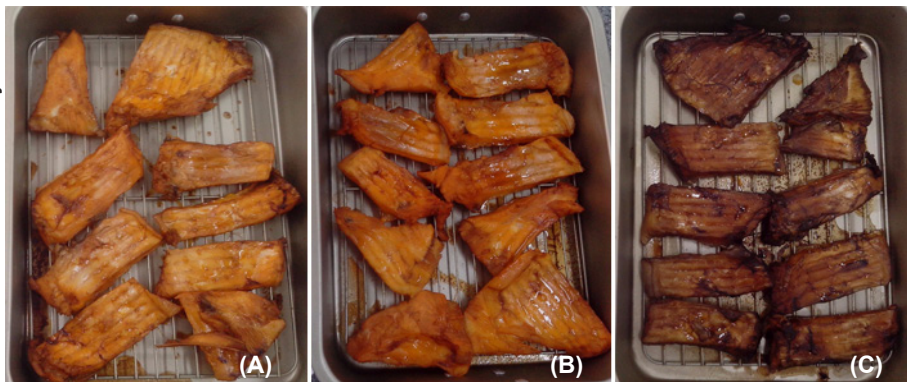
Dentre os corantes sintéticos comercializados, há os idênticos aos naturais, como o corante caramelo II (INS 150b), preparado pelo aquecimento de carboidratos com ou sem substâncias ácidas ou alcalinas, na presença de sulfitos (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2015). Na classe dos corantes naturais, o urucum (*Bixa orellana* L) (INS 160b) tem destaque por estar presente no ecossistema brasileiro e ser fonte de pigmentos fortes, de tom vermelho/laranja, muito utilizado em queijos, manteiga e pescado, entre outros (FAO, 1995; Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2015).

De forma a estimular o consumo de produtos à base de pescado e proporcionar maior praticidade e variedade no momento de compra pelo consumidor, a equipe do projeto TEC REDE padronizou a defumação de filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) pelo método convencional, através da queima de serragem, com fumaça líquida, onde foi adicionado corante e fumaça líquida durante a etapa de salmoura, seguido de secagem em estufa. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, Cuiabá.

Testes prévios para definição da melhor formulação de fumaça líquida e corante foram realizados em 30 ventrechas de tambaqui, tradicional corte regional, também conhecido como costelas adquiridas no comércio local de Cuiabá, MT. Foram utilizadas três formulações de corantes e uma formulação de fumaça líquida, doada pela empresa IBRAC (Aditivos e Condimentos, Rio Claro, São Paulo). Os cortes foram submetidos a uma salmoura a 25%, na proporção de 1 kg de peixe / 2 litros de salmoura / 0,5 kg de sal, por 30 minutos. Na salmoura de cada grupo foram adicionados, com relação ao peso das ventrechas: 10% de fumaça líquida (SF #707, IBRAC) e 10% de corante. Os corantes utilizados foram C1 (#5001, IBRAC); C2 (#6000, IBRAC); e C3 (#200, IBRAC). A formulação destes corantes foi elaborada por uma mistura de diferentes concentrações de caramelo II (INS 150b) e urucum (INS 160b), diluídos em água e fumaça líquida (Figura 5). Após a

salmoura, as ventrechas foram lavadas para remoção do excesso de sal, dispostas em grelhas para drenagem da água por 10 minutos, e em seguida levadas à estufa de secagem com circulação de ar, por 30 minutos a 60 °C, depois mais 30 minutos a 70 °C e 45 minutos a 82 °C, totalizando 1 hora e 45 minutos (Cassol et al., 2016). Ressalta-se que este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Federal de Mato Grosso, protocolo CAAE 36002614.0.0000.5541.

Fotos: Luciana Savay-da-Silva



**Figura 5.** Amostras dos filés de tambaqui dos tratamentos após a defumação com o uso dos seguintes corantes: (a) Corante (#5001, IBRAC); (b) Corante (#6000, IBRAC); (c) Corante (#200, IBRAC).

Após avaliação sensorial (teste de ordenação de preferência) realizada com 50 consumidores, verificou-se que o corante C1 seria o mais indicado para defumação de tambaquis com fumaça líquida, uma vez que apresentou melhor aceitação pelos consumidores e custo-benefício para a indústria.

Em seguida, para comparação da defumação convencional com a defumação com fumaça líquida, foram utilizados 37 peixes da espécie tambaqui, com peso médio de 2,4 kg. Após filetagem, os peixes foram divididos em dois lotes: a) defumação convencional (DC) (Figura 6); b) defumação com fumaça líquida (DF). Para defumação convencional as amostras foram submetidas à ação de fumaça produzida pela queima de serragem em defumador de aço galvanizado durante duas horas e 30 minutos, utilizando o pó de serra das madeiras cerejeira (*Prunus cerasus*) e cedrinho (*Cupressus lusitanica*) como meio de combustão. Nesse processo a temperatura do centro geométrico dos filés atingiu em média 86 °C. A defumação com fumaça líquida seguiu as instruções citadas no pré-teste do tratamento C1. Os filés in natura (IN) foram avaliados quanto ao frescor (pH e Bases Nitrogenadas Voláteis Totais

- BNVT), e, juntamente com os defumados, foram submetidos a análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais conforme o proposto por Cassol e Savay-Da-Silva (2016).



**Figura 6.** Detalhe dos filés defumados de tambaqui. A) Filé in natura; B) Filés sob defumação convencional; C) Filés sob defumação com fumaça líquida; D) Filés defumados.

A matéria prima apresentou-se de acordo com a legislação, no que se refere ao estado de frescor (valor médio de pH = 6,15 e BNVT = 7,58 N/100g de filé). Houve concentração de nutrientes (proteínas, cinzas e lipídeos) nas amostras defumadas, quando comparadas às *in natura*, devido à maior perda de água ocorrida durante esse processo de defumação. Notou-se diferença estatística

significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras testadas, após a defumação, sendo observado um rendimento de 12,9% para os filés defumados com fumaça líquida e de 10,7% para os filés defumados pelo processo de defumação convencional, o que está de acordo com o estudo de Cassol et al. (2017). Não houve diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores obtidos no teste de textura instrumental para as amostras defumadas pelos diferentes métodos testados, porém, observou-se maior maciez após defumação dos filés quando comparados às amostras *in natura*. Para todas as amostras, os valores das análises microbiológicas estavam dentro dos estabelecidos pela legislação, indicando que houve correta higienização e sanitização durante a manipulação da matéria-prima, equipamentos e utensílios utilizados.

Quanto à análise sensorial, observou-se que não houve diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ), entre os tipos de defumação, apenas para o atributo cor, porém, 70% dos provadores declararam preferir a amostra defumada pelo método convencional à defumada com fumaça líquida.

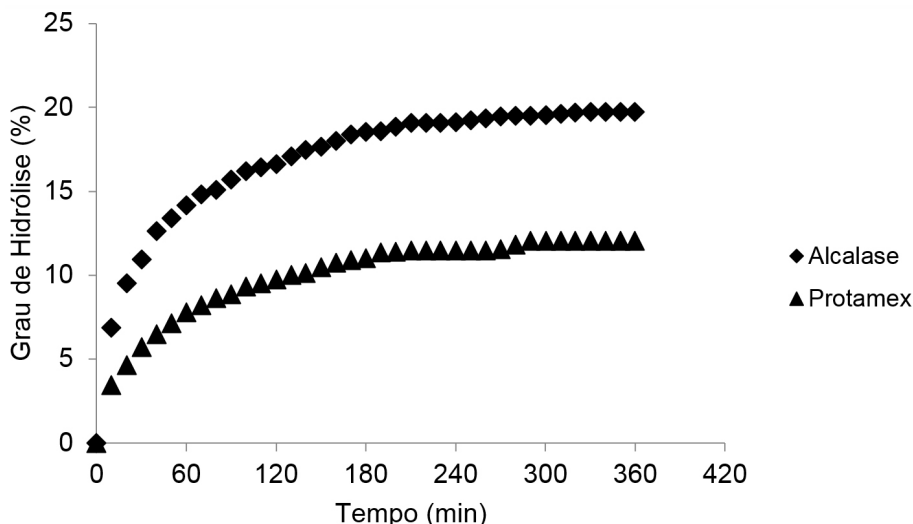
Conclui-se que a defumação convencional tem melhor aceitação pelos consumidores, porém a defumação com fumaça líquida também apresentou resultados satisfatórios, sugerindo que novas pesquisas sejam realizadas a fim de se aperfeiçoar o uso da fumaça líquida para o processo de defumação de pescado.

## Biotechnologia aplicada ao processamento do tambaqui

### Hidrolisados proteicos

Os hidrolisados proteicos são constituídos por uma mistura complexa obtida através de hidrólise (quebra) ácida ou enzimática de proteínas. Sabe-se que os peptídeos provenientes de hidrolisados podem apresentar diferentes tipos de bioatividade, dentre elas antioxidante e antimicrobiana. A partir da CMS de tambaqui foram desenvolvidos hidrolisados proteicos no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da Universidade Federal do Rio Grande. Para isso, a CMS foi submetida às reações de hidrólise enzimática utilizando-se duas enzimas comerciais: Alcalase e Protamex. Para acompanhar o potencial de hidrólise de cada enzima, as reações foram acompanhadas até que se atingisse o grau de hidrólise constante. Na Figura 7 observa-se que no início da reação ocorre a hidrólise de uma grande quantidade de ligações peptídicas e após determinado período essa quantidade se reduz até apresentar comportamento constante. Essa diminuição na taxa de reação

pode ser explicada pela redução do substrato disponível, por proteínas de cadeias maiores serem hidrolisadas lentamente ou pela liberação de peptídeos inibidores da atividade enzimática.



**Figura 7.** Cinética do grau de hidrólise da carne mecanicamente separada de tambaqui utilizando as enzimas Alcalase e Protamex.

Na Figura 7, pode-se observar que a enzima Alcalase apresentou maior afinidade com a CMS de tambaqui, pois obteve maior grau de hidrólise constante (19,7%) a partir de 300 min, enquanto que a enzima Protamex atingiu grau de hidrólise constante de 12,0% a partir de 290 min.

Com o estudo cinético do comportamento das enzimas durante a hidrólise foi possível estabelecer um tempo de reação para a obtenção dos hidrolisados proteicos, que foi fixado em 240 min, considerando que a partir deste período as enzimas se encaminharam para comportamento constante. A partir da determinação do tempo de reação, foram realizadas hidrólises enzimáticas para obtenção de hidrolisados proteicos e posterior avaliação das atividades antioxidante e antimicrobiana.

### Composição do hidrolisado proteico de tambaqui

A Tabela 3 apresenta os resultados da composição centesimal dos hidrolisados proteicos obtidos a partir da CMS de tambaqui de acordo com a enzima utilizada na sua hidrólise. Em relação ao teor de proteínas e umidade, os

hidrolisados não diferiram entre si, mas no conteúdo de lipídeos e cinzas foram diferentes. A composição centesimal de hidrolisados proteicos proveniente de diferentes fontes de pescado pode apresentar bastante variação dependendo da espécie e da enzima, entre outros fatores.

**Tabela 3.** Composição centesimal dos hidrolisados proteicos de carne mecanicamente separada de tambaqui obtidos a partir da hidrólise realizada com as enzimas Alcalase e Protamex.

Enzima	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Lipídeos (%)	Umidade (%)
Alcalase	71,3±0,54 <sup>A</sup>	22,2±1,51 <sup>A</sup>	5,8±0,17 <sup>B</sup>	2,9±0,07 <sup>A</sup>
Protamex	71,9±0,48 <sup>A</sup>	10,1±0,09 <sup>B</sup>	9,9±0,96 <sup>A</sup>	3,1±0,13 <sup>A</sup>

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as amostras através do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os hidrolisados provenientes de proteínas de pescado apresentam alto conteúdo proteico devido à solubilização das moléculas de proteínas durante a reação de hidrólise, como observado neste estudo (em torno de 71% de proteína). O conteúdo de lipídeos varia em torno de 5%, podendo apresentar maior ou menor valor dependendo do processo de remoção de matéria insolúvel, geralmente realizado por centrifugação e filtração. O teor de umidade, geralmente é inferior a 10%, devido aos processos de concentração e secagem utilizados e o conteúdo de cinzas está relacionado com o processo de neutralização, para ajuste do pH do meio, durante a hidrólise enzimática.

### Atividade Antioxidante

Neste estudo, primeiramente foi mensurada a atividade antioxidante dos hidrolisados proteicos provenientes da CMS de tambaqui, obtidos utilizando duas enzimas, Alcalase (HA) e Protamex (HP).

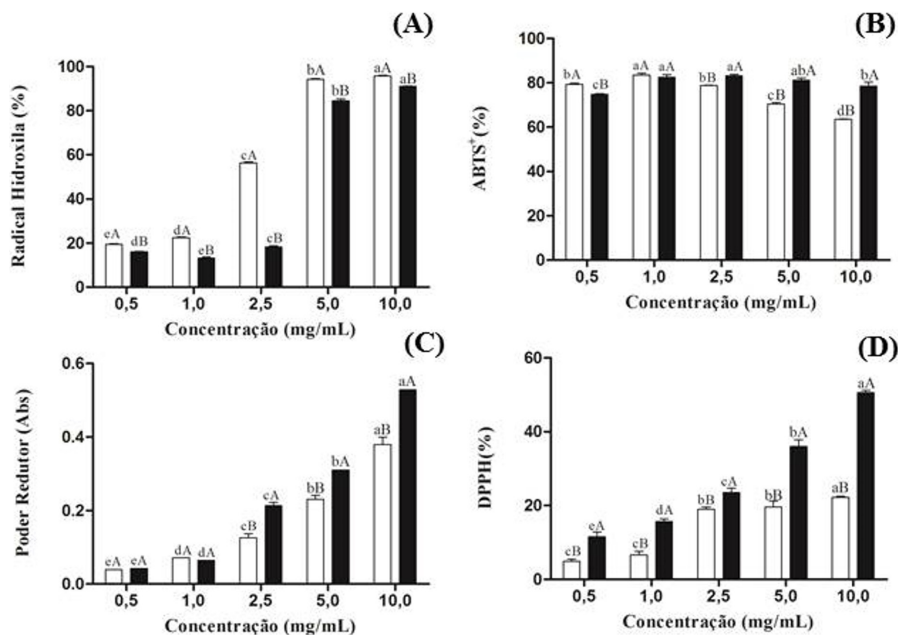
A Figura 8 representa os testes realizados para medição do potencial antioxidante dos hidrolisados, em cinco concentrações diferentes. No teste de atividade de eliminação do radical hidroxila (Figura 8A), ambos apresentaram melhores atividades nas maiores concentrações, sendo que o hidrolisado obtido pela enzima Alcalase apresentou comportamento dose-dependente.

Na Figura 8B, no teste de captura do radical ABTS<sup>•+</sup> (Figura 8B), pode-se observar que o maior percentual de captura foi obtido na concentração de 1 mg/mL, na qual os hidrolisados não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ), nas demais concentrações o HP apresentou o melhor resultado em todas as concentrações pesquisadas.

Na medida do poder redutor (Figura 8C) observa-se o comportamento dose-dependente de ambos hidrolisados neste teste, e que nas concentrações

iniciais (0,5 mg/mL e 1,0 mg/mL) não diferiram entre si ( $p>0,05$ ), nas demais, o HP apresentou maior capacidade de redução.

Na Figura 8D, que representa o teste de sequestro do radical livre DPPH• (Figura 8D), observa-se que os hidrolisados apresentaram comportamento dose-dependente, ou seja, a medida que aumentou a concentração, a atividade antioxidante aumentou também. Em cada concentração os hidrolisados diferiram entre si, e o HP foi o que apresentou maior capacidade antioxidante.



**Figura 8.** Atividade antioxidante apresentada pelos hidrolisados proteicos de tambaqui. (A) Radical Hidroxila; (B) captura do radical ABTS•+; (C) Poder redutor; (D) DPPH. HA: Hidrolisado Alcalase; HP: Hidrolisado Protamex. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as concentrações da mesma amostra ( $p<0,05$ ). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre as amostras na mesma concentração ( $p<0,05$ ).

Os resultados deste estudo comprovam que os hidrolisados proteicos obtidos a partir da CMS do tambaqui apresentam atividade antioxidante. As diferenças nos resultados sugerem que a atividade antioxidante dos hidrolisados proteicos dependem do tamanho, sequência e especificidade da enzima utilizada. Neste estudo, os hidrolisados obtidos pela enzima Protamex mostraram-se com maior capacidade antioxidante nos ensaios testados.



## Atividade antimicrobiana

Dentre os métodos que podem ser utilizados para medir a sensibilidade *in vitro* das bactérias aos agentes antimicrobianos, o mais comum é o de disco-difusão em ágar, no qual quanto maior a zona de inibição, maior é o potencial antimicrobiano da amostra. A Tabela 4 apresenta os halos de inibição apresentados pelos hidrolisados proteicos testados frente aos micro-organismos *Staphylococcus aureus*, Gram-positivo, e *Escherichia coli*, Gram-negativo.

**Tabela 4.** Halos de inibição apresentados pelos hidrolisados proteicos de tabaqui.

Amostra	Concentração (mg/mL)	<i>S. aureus</i> Halo de inibição (mm)	<i>E. coli</i> Halo de inibição (mm)
HA	5	7,7±0,58 <sup>A</sup>	5,7±0,60 <sup>B</sup>
HA	10	8,0±0,00 <sup>A</sup>	7,3±0,60 <sup>A</sup>
HP	5	8,0±1,00 <sup>A</sup>	-
HP	10	8,7±0,60 <sup>A</sup>	-

HA: Hidrolisado Alcalase; HP: Hidrolisado Protamex. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as amostras através do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

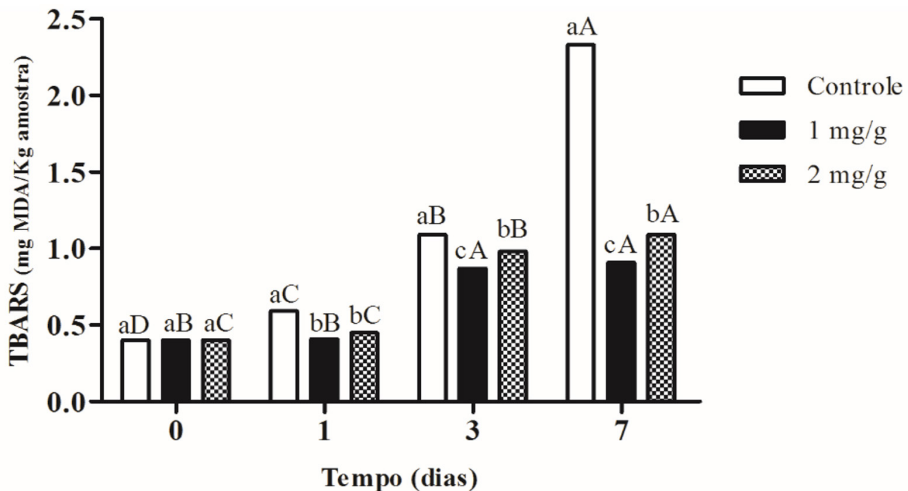
Os hidrolisados apresentaram efeito dose-dependente em relação à atividade antimicrobiana frente aos micro-organismos testados, sendo que para o *S. aureus* não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Frente a *E. coli* somente o HA apresentou atividade e diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nas duas concentrações avaliadas, com a amostra HP não se obteve halo de inibição.

As amostras hidrolisadas pela Alcalase exibiram maiores halos de inibição, em relação às amostras hidrolisadas pela Protamex, sendo que o HA apresentou atividade frente os dois micro-organismos avaliados.

Jemil et al. (2017) compararam a atividade antimicrobiana em diferentes graus de hidrólise do hidrolisado proteico de sardinha (*Sardinella aurita*) com 20 mg/mL perante a *E. coli* e encontraram maior halo de inibição de 17 mm em GH de 4% após 15 minutos de reação, o teste foi conduzido até 300 minutos, o qual obtiveram GH de 10%. Contudo depois dos 15 minutos os halos de inibição diminuíram e nenhuma atividade antimicrobiana foi detectada após 120 minutos de reação de hidrólise enzimática. Esse resultado foi similar ao encontrado neste estudo para HP, obtido em 240 minutos, frente à *E. coli*, no qual não se obteve presença de halo de inibição. Isso também pode ter ocorrido porque as bactérias Gram-negativas geralmente são mais resistentes do que as Gram-positivas.

### Aplicação dos hidrolisados em alimentos

Foi testado um hidrolisado proteico obtido com a enzima Protamex com o objetivo de inibir a peroxidação lipídica em carne bovina moída. Ainda que o hidrolisado não tivesse apresentado atividade antimicrobiana frente à *E. coli*, seu resultado foi satisfatório para *S. aureus*, o que pode contribuir no efeito sinérgico e assim aumentar a vida útil da carne. A Figura 9 mostra o comportamento segundo TBARS com o intuito de medir a estabilidade lipídica de carne bovina moída com a inclusão de hidrolisados proteicos de tabaqui.



**Figura 9.** Avaliação da estabilidade lipídica pelo método de TBARS. Onde: Controle: sem adição de hidrolisado proteico; 1mg/g e 2mg/g, a quantidade de hidrolisado adicionado por grama de carne. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre as amostras no mesmo dia ( $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas das amostras entre os dias ( $p < 0,05$ ).

Como se observa na Figura 9, a partir do primeiro dia de avaliação, as amostras apresentaram diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ), quando comparadas amostras adicionadas de hidrolisado proteico e amostra controle, sem adição. Este comportamento se manteve ao longo dos sete dias de avaliação, e a amostra onde foi adicionado 1 mg de hidrolisado proteico por grama de carne apresentou maior inibição da peroxidação lipídica, mantendo a carne em maior estabilidade. A amostra onde foram adicionados 2 mg de hidrolisado por grama de carne apresentou menor oxidação quando comparada ao controle, porém maior quando comparada à amostra de 1mg/g. Isso pode ocorrer, pelo fato de que a partir de determinada concentração, os hidrolisados podem apresentar efeito pró-oxidante, favorecendo assim ao contrário, a oxidação.

Os resultados obtidos mostraram que foi possível a obtenção de peptídeos a partir da CMS de tambaqui, através da hidrólise enzimática, que se apresentaram com interessante atividade antioxidante e antimicrobiana. Nesse sentido, o hidrolisado proteico obtido a partir da enzima Protamex, poderia ser uma excelente fonte de antioxidante natural para preservação de alimentos refrigerados.

## Embalagens bioativas

Hoje se reconhece que o peixe é provavelmente a fonte mais importante de micronutrientes, minerais e ácidos graxos essenciais (Ariño et al., 2013). Apesar das suas inúmeras qualidades, é bastante susceptível à deterioração devido à sua atividade de água elevada, composição química, teor de gorduras saturadas facilmente oxidáveis e ao pH próximo da neutralidade (Fortuna; Franco, 2013).

A deterioração ocorre por ação de enzimas presentes no pescado, oxidação ou rancificação das gorduras, atividade bacteriana ou ainda pela combinação desses três fatores (Filho et al., 2010). Nesse sentido, métodos adequados de conservação poderiam garantir melhor apresentação do produto e maior logística na sua distribuição no varejo e atacado. Por isso, nos últimos anos, as pesquisas envolvendo o processo de conservação de alimentos têm evoluído no intuito de proporcionar alimentos mais naturais, livres de aditivos sintéticos, com vida útil extensa, atendendo às perspectivas dos consumidores (Bedin et. al., 1999) e à legislação que tem progressivamente restringido e/ou limitado o uso de alguns conservantes químicos utilizados em diferentes alimentos (Leuschner; Zamparini, 2002).

Alguns conservantes naturais originam-se de óleos essenciais extraídos de plantas que possuem atividade antioxidante e antimicrobiana (Pawar et al., 2011), devido à presença de monoterpenos, sesquiterpenos e de fenilpropanoides entre outros compostos voláteis, em sua composição (Silva et al., 2012). O gênero de planta *Ocimum* apresenta em seu óleo, diversos constituintes de interesse comercial, largamente utilizado pelas indústrias (Chaves, 2002). A espécie *Ocimum gratissimum* é uma planta perene comumente encontrada em todo o Brasil e popularmente conhecida como alfavaca, planta arbustiva de crescimento rápido (Aguiar et al., 2015; Cortez et al., 1998). No estudo realizado para determinação dos constituintes químicos do óleo essencial da alfavaca, seu constituinte majoritário foi o eugenol, representando de 40% a 87% de sua composição (Vieira; Simon, 2000; Ogendo et al., 2008; Cortez et al., 1998; Silva et al., 2012; Borges et al., 2012).

No entanto, os óleos essenciais apresentam baixa solubilidade e para serem utilizados na conservação do pescado, devem estar incorporados em embalagens bioativas. Para isso, são formuladas películas comestíveis a base de polímeros naturais (como a quitosana oriunda de crustáceos e a goma de caju), onde os óleos serão encapsulados (protegidos). Poderão ser aderidos à parede da estrutura da película ou dentro da sua estrutura chamada de matriz polimérica (Schaffazick et al., 2003).

Nesse sentido, a equipe do projeto TEC REDE, juntamente com a equipe do Laboratório de Biotecnologia (Biotec) da Universidade Federal do Piauí, formulou um sistema nanoparticulado à base de quitosana e goma do exsudato do cajueiro, e testaram a eficiência do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* (alfavaca) na conservação de filés de tambaqui refrigerados. Para isso, foi desenvolvido um processo para obtenção de uma nanopartícula enriquecida com óleo essencial de alfavaca, para ser usada em filés de tambaquis. A melhor formulação obtida foi: 0,1% de ácido acético + 0,1% de Tween 80 + 0,1% de etanol + 1% de óleo essencial de alfavaca + 80% de água destilada + 19,7% de uma mistura de 4 partes de quitosana e 1 parte de goma do cajueiro como polímero estrutural (4:1, v/v). O processo de aplicação desenvolvido foi a imersão do filé na mistura durante 2 minutos (Figura 10). A embalagem com compostos ativos foi eficiente e estendeu a vida útil do filé de tambaqui armazenado sob refrigeração ( $10 \pm 0.5$  °C) em 5 dias com base na redução de sua oxidação lipídica (Araujo, 2015).



Fotos: Fabiela Fogaca

**Figura 10.** Aplicação do sistema nanoparticulado (A); filés de tambaqui utilizados (B).

## Aproveitamento de resíduos do tabaqui

### Produção de composto orgânico

A aquicultura apresenta-se como opção para a melhoria da qualidade do pescado e aumento da produção com técnicas mais adequadas, entretanto, o aumento da produção de resíduos provenientes deste segmento produtivo vem provocando sérios impactos ambientais. Fiori et al. (2008) ressaltam que em função da implantação de leis ambientais mais rígidas, tem havido uma conscientização gradual dos efeitos nocivos provocados pelo despejo contínuo de resíduos no meio ambiente.

Os resíduos gerados no beneficiamento do peixe (cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, escamas e resíduos da filetagem) podem representar 50% da matéria-prima utilizada, variando conforme as espécies e o processamento (Banco do Nordeste, 1999; Pessatti, 2001). Por isso, pesquisadores vêm propondo soluções para o aproveitamento dos resíduos oriundos de indústrias pesqueiras para a produção de alimentos e ração para animais (Ogawa et al., 1973; Faria et al., 2001; Pinho et al., 2002; Romanelli; Schimidt, 2003), fertilizantes ou produtos químicos (Cavalcante Júnior et al., 2005; Seibel; Souza-Soares, 2003), além de iscas e artesanatos (Banco do Nordeste, 1999).

Na agricultura, durante o processo de transição agroecológica, uma das principais dificuldades encontradas pelos agricultores é a disponibilidade de insumos que se enquadrem nas especificidades deste tipo de produção, dentre eles, os fertilizantes orgânicos (Araújo, 2012). Segundo o autor, a reciclagem de resíduos, oriundos das mais diversas cadeias produtivas, como é o caso dos resíduos provenientes da indústria pesqueira, apresentam-se como uma importante fonte de matéria-prima em sistemas produtivos orgânicos ao serem compostados.

Diante do exposto e pela crescente demanda por insumos alternativos, os compostos orgânicos enriquecidos com resíduos de pescado podem ser uma solução viável, principalmente em sistemas orgânicos de produção (Leal et al., 2007), desde que forneçam os nutrientes necessários ao crescimento de várias culturas (WRAP, 2004).

### Composto orgânico

Para o preparo do composto orgânico, duas fontes de matérias-primas são necessárias: os meios de fermentação e os resíduos vegetais. Os meios de fermentação são materiais que, fácil e espontaneamente, entram em processo de fermentação. Normalmente é utilizado o esterco animal, geralmente

adquirido a um alto custo. Também são denominados como inoculantes por serem responsáveis pela multiplicação e disseminação dos micro-organismos por toda a pilha do composto. Considerando que a grande maioria dos produtores tem acesso ou trabalha com criações animais, associados ao processo de produção agrícola, justifica-se estabelecer formas de produção, baseadas na integração dos recursos internos da propriedade rural.

Com relação aos resíduos vegetais, todos os materiais de origem vegetal podem ser utilizados na produção de compostos. A quantidade de resíduo vegetal deve ser até três vezes mais do que a quantidade de inoculantes, entretanto, as proporções ideais dos resíduos para que o processo de fermentação seja ideal está em torno de 30/1 a 40/1. Nessas condições, o composto deverá estar pronto para uso decorridos 60 a 70 dias, quando utilizados materiais triturados, e entre 90 a 100 dias, para materiais sem trituração.

### Instruções para produção do composto orgânico com resíduos de peixe

Em um terreno plano, de preferência próximo à fonte de água para as irrigações periódicas, prepara-se o composto formando-se pilhas, diretamente sobre o solo. As pilhas são constituídas por camadas de restos vegetais intercaladas de meios de fermentação e uma camada de resíduo de pescado (Figura 11).



Foto: Mauro Teodoro

**Figura 11.** Composição do composto orgânico: resíduos vegetais intercalados com meios de fermentação. Parnaíba, PI.

Recomenda-se o empilhamento das palhadas vegetais por camadas de no máximo 30 cm, aplicando-se sobre essa primeira sequência uma fina camada do resíduo animal. Os materiais devem ser colocados sem serem compactados para garantir arejamento do composto. Após esse procedimento, inicia-se a irrigação, evitando-se o excesso de água, para que se obtenha uma melhor distribuição da umidade no interior da pilha. Depois da primeira sequência de palhas e resíduo animal, prepara-se uma nova sequência dos materiais, até a obtenção de uma altura adequada. Para melhor manuseio do material, o tamanho da pilha de composto não deve exceder a 3,0 m de largura por 1,5 m de altura, sendo o comprimento livre de recomendações.

Observando-se essas condições, a fermentação produzirá calor e a temperatura se elevará, sendo essa a primeira indicação do início da compostagem. A temperatura considerada ótima para a decomposição de restos vegetais é de 55 °C a 65 °C. Para controle adequado da umidade e temperatura do composto, recomenda-se revirar as pilhas periodicamente (Figura 12). Esse procedimento permite homogeneizar as camadas de restos vegetais e meios de fermentação, facilitando a atuação dos micro-organismos que já se multiplicaram e irão agora inocular a massa de restos vegetais.

Foto: Mauro Teodoro



**Figura 12.** Pilha de composto orgânico manejado manualmente. Parnaíba, PI.

Em reviramentos manuais, fazer o primeiro manejo com 7 a 10 dias após a montagem, e os demais espaçados de 15 dias, num total de quatro reviramentos até o composto ficar pronto. É importante que a cada reviramento proceda-se a uma nova irrigação, com uma quantidade de água suficiente para repor as perdas de umidade. Após 60 dias, a temperatura diminui significativamente, atingindo níveis abaixo de 35 °C, indicando o fim da fase de fermentação e o início da fase de mineralização da matéria orgânica.

Para saber se o composto já está umedificado e pronto para o uso, retira-se com a mão uma pequena amostra umedecida, molda-se entre os dedos e esfrega-se na palma da mão (Figura 13 A e B). O material estará pronto para ser usado quando apresentar aspecto gorduroso de graxa preta ou “manteiga preta”.



Fotos: Mauro Teodoro

**Figura 13.** A) Amostra umedecida, sendo possível moldar-se entre os dedos; B) Amostra com aspecto de graxa preta.

Durante o processo de maturação, ocorre uma perda de volume que pode variar de 30% a 70% (em média 50%), dependendo do tipo de material utilizado.

Sendo a compostagem uma técnica que pode ser utilizada para aumentar a disponibilidade e a qualidade dos fertilizantes, apresentamos como matéria-prima na confecção de compostos orgânicos os resíduos provenientes do processamento do tabaqui, além de resíduos vegetais, principalmente palhadas de leguminosas, que podem ser utilizados com o intuito de diminuir/substituir o uso do esterco animal.

### Composto orgânico com resíduos de peixe

A confecção do composto orgânico com resíduos de tabaqui foi iniciada em julho de 2016 com término após três meses de instalação. A pilha foi montada com dimensões de 1,0 m x 1,0 m x 0,6 m (0,6 m<sup>3</sup>), a céu aberto, sob telado plástico do tipo “sombrite”, em quatro camadas contendo todos os materiais.



As matérias-primas utilizadas foram: 1) resíduos de tabaqui obtidos de produtores da Ilha Grande, PI; 2) parte aérea de crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*), adubo verde proveniente de área experimental de Agricultura de Baixo Impacto da Unidade de Execução de Pesquisa de Parnaíba, Embrapa Meio-Norte, cortada e fragmentada no mesmo dia da montagem da pilha; 3) parte aérea do capim elefante (*Pennisetum purpureum*), cortado e fragmentado; e 4) esterco bovino curtido. A proporção para cada matéria-prima foi 30% para o esterco bovino; 20% para o resíduo de peixe; 25% parte aérea da crotalaria e 25% para o capim elefante.

No mesmo período foi confeccionado o composto com resíduos de “bagana” de carnaúba (*Copernicia cerifera*), contendo 70% de resíduo vegetal e 30% de esterco bovino, para efeito de comparação entre os diferentes compostos.

Para determinar a qualidade do composto produzido, as análises de nitrogênio (N), fósforo (P total), potássio (K<sub>2</sub>O), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B), sódio (Na), matéria-orgânica (MO), cinzas, umidade, pH, relação carbono e nitrogênio (C/N), capacidade de troca catiônica (CTC), (Tabela 5), foram realizadas utilizando-se o procedimento operacional descrito por Brasil (2014).

Os parâmetros avaliados no composto orgânico confeccionado com resíduos de tabaqui (Tabela 5) revelaram resultados promissores, em sua grande maioria, superiores aos encontrados no composto de Bagana de carnaúba, cujo alto custo da aquisição desta matéria-prima na sua confecção, vem dificultando a agricultura praticada em pequenos estabelecimentos com características de produção familiar na região Meio-Norte, principalmente para os produtores envolvidos com a cadeia produtiva de orgânicos (Teodoro et al., 2015).

## Silagem química

A silagem de pescado é um processo antigo que consiste em acidificar o pH de uma massa de pescado já triturada, onde ocorre ação das enzimas próprias dos tecidos, liquefazendo o produto. É um processo simples que não necessita da utilização de maquinários e mão-de-obra especializada (Vidotti; Gonçalves, 2006). A silagem possui elevado valor proteico e pode ser usada na alimentação de pequenos animais, ou mesmo pescado.

Pensando em aproveitar integralmente o tabaqui, a equipe do projeto TEC REDE desenvolveu e padronizou a silagem ácida a partir de vísceras de tabaqui (*Colossoma macropomum*), através de diferentes formulações de

**Tabela 5.** Resultados das análises de amostras de compostos confeccionados com resíduos de pescado e bagana de carnaúba, Parnaíba, PI, 2016.

Parâmetros	Composto resíduo de pescado	Composto resíduo de bagana de carnaúba	Substrato comercial
N, %	1,90	1,38	-
P, % (total)	4,25	0,32	-
K <sub>2</sub> O, %	0,72	0,15	-
Ca, %	4,00	1,05	-
Mg, %	0,55	0,20	-
S, %	0,25	0,30	-
Fe, %	0,20	0,20	-
Mn, ppm	105,0	172,0	-
Cu, ppm	30,00	15,00	-
Zn, ppm	220,0	215,0	-
B, ppm	115,0	105,0	-
Na, ppm	0,17	395,0	-
MO, %	34,28	23,10	40,0
Cinzas, %	65,72	76,90	-
Umidade, %	21,70	38,80	50,0
pH	8,10	6,00	6,00
C/N	10/1	9/1	18/1
CTC, mmol/kg	450,00	180,00	-

ácidos, com avaliação das suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais (Pedroso; Savay-Da-Silva, 2017). Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, Cuiabá.

Após o processo de filetagem, as vísceras de 180 tambaquis foram trituradas em moedor de carne para incorporação dos ácidos. Foram testados dois tratamentos de silagem ácida: ácido fórmico + ácido acético (1:3, v/v), com adição de 3% do volume da solução à massa (T1); ácido fórmico + ácido sulfúrico (1:3, v/v); com adição da solução à massa até obter pH menor que 4 (T2). As soluções foram adicionadas manualmente em 700 g de vísceras trituradas em recipientes de vidro, homogeneizadas e mantidas em temperatura ambiente (25 °C) (Figura 14).



Foto: Luciana Savay-da-Silva

**Figura 14.** Silagens ácidas de tabaqui.

A matéria-prima foi caracterizada pela análise da composição centesimal (umidade, proteína bruta, lipídios totais, cinzas) e avaliação microbiológica (*Salmonella sp.*, aeróbios mesófilos, aeróbios psicrotróficos, bolores e leveduras). Foi realizado o controle diário do pH até a estabilização.

Verificou-se através da análise visual de acompanhamento que as silagens apresentaram maior liquefação ao terceiro dia, com formação de uma camada de óleo. O tratamento T2 apresentou formação de gases, cheiro desagradável e pH acima de 4 após uma semana de armazenamento, sendo descartado como processo ineficiente.

O tratamento T1 apresentou 45% de umidade, 4% de proteína bruta, 52% de lipídeos e 2% de cinzas. A avaliação microbiológica comprovou que a silagem ácida permanece com baixo crescimento microbiano devido ao pH ácido. Conclui-se que a silagem de vísceras de tabaqui apresentou-se de fácil elaboração e baixo custo, porém a utilização apenas das vísceras tornou a silagem com teor lipídico muito alto e baixo teor de proteínas. Recomendam-se estudos posteriores para separação da gordura da silagem e sua utilização como fonte de energia em alimentos para animais.

## Considerações finais

Os resultados obtidos e apresentados no presente documento mostram que os processos para abate do tabaqui, elaboração de presunto de tabaqui e elaboração de silagem necessitam de mais testes e análises para que se obtenha uma tecnologia pronta a ser disponibilizada às indústrias.

Por outro lado, os processos de defumação do tabaqui, obtenção de hidrolisado enzimático, obtenção de surimi a partir da carne mecanicamente separada e de composto orgânico a partir dos resíduos do processamento já estão estabelecidos, assim como o protocolo para avaliação da vida útil do tabaqui já têm seus parâmetros estabelecidos e pode ser disponibilizado para implementação pelo setor produtivo.

## Referências

AGUIAR, J. J. S.; SOUSA, C. P. B.; ARARUNA, M. K. A.; SILVA, M. K. N.; PORTELO, A. C.; LOPES, J. C.; CARVALHO, V. R. A.; FIGUEREDO, F. G.; BITU, V. C. N.; COUTINHO, H. D. M.; MIRANDA, T. A. S.; MATIAS, E. F. F. Antibacterial and modifying-antibiotic activities of the Essential Oils of *Ocimum gratissimum* L. and *Plectranthus amboinicus* L. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 7, n. 2, p. 151-156, 2015.

ALFARO, A. T.; LANES, G. F. C.; TORRES, L. M.; SOARES, G. J. D.; PRENTICE, C. H. Parâmetros de processamento e aceitabilidade de apresuntado elaborado com surimi de pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*). **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 3, p. 259-265, 2004.

DAMASCENO, A. K. ; FOGAÇA, F. H. dos S. ; ARAUJO, T. D. S. Otimização do processo de produção de surimi a partir de carne mecanicamente separada de tabaqui (*Colossoma macropomum*). In: VI Simpósio de Controle de Qualidade do Pescado, 2014, Santos. **Anais do VI SIMCOPE**. Santos: Instituto de Pesca, 2014. v. 1. p. 6769.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução - RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, n. 7, p. 45.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Informe Técnico n. 68**. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2015. 7 p. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/Informe+T%C3%A9cnico+n%C2%BA+68,+de+3+de+setembro+de+2015/b4c841fc-b6b5-4d5a-af18-d4b9ad16158f>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

ARAÚJO, F. B. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris*). **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, jan. 2012. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/12014>>. Acesso em: 18 maio de 2018.

ARAÚJO, F. J. F.; AQUINO, M. D.; AQUINO, B. F.; BEZERRA, F. M. L.; CHAGAS NETO, F. Aplicação do composto orgânico produzido a partir de caranguejo Uçá *Ucides cordatus cordatus* no cultivo de feijão caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 15-35, set./dez. 2009.

ARAUJO, T. D. S. **Avaliação do potencial antioxidante e preparação de nanopartículas com óleo essencial de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) com aplicação tecnológica na conservação de pescado**. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Universidade Federal do Piauí, Parnaíba.

ARIÑO, A.; BELTRÁN, J. A.; HERRERA, A.; RONCALÉS, P. Fish and seafood: Nutritional Value. In: CABALLERO, B.; ALLEN, L.; PRENTICE, A. (Ed.). **Encyclopedia of Human Nutrition**. 2. ed. Oxford: Elsevier Academic Press, 2005. p. 247–256. 2013.

BANCO DO NORDESTE. **Manual de impactos ambientais**: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999. 297 p.

BEDIN, C.; GUTKOSKI, S. B.; WIEST, J. M. Atividade antimicrobiana de especiarias. **Higiene Alimentar**, v. 13, n. 65, p. 26-29, 1999.

BELIBAGLI, K. B.; SPEERS, R. A.; PAULSON, A. T. Thermophysical properties of silver hake and mackerel surimi at cooking temperatures. **Journal of Food Engineer**, v. 60, p. 439-448, 2003.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; CARDOSO, M. G.; ALVES, J. A.; LUCENA, E. M. P. Determinação de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 14, n. 4, p. 656-665, 2012.

CARVALHO, L. M. **Utilização do sistema de insensibilização elétrico no abate de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e suas interações no bem-estar e qualidade tecnológica da carne**. 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.

CASSOL, G. Z.; ALENCAR, A. L. D.; JUCÁ, D. A. R. P.; LOPES, J. M.; ABREU, J. S.; SAVAY-DA-SILVA, L. K. Taxas de rendimento e encolhimento em filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após diferentes tipos de defumação. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 12., Campinas, 2017. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2017.

CASSOL, G. Z.; LOPES, J. M.; SAVAY-DA-SILVA, L. K. Uso de diferentes corantes para defumação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com fumaça líquida. In: SIMPÓSIO DO CONTROLE DE PESCADO, 7., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Pesca, 2016.

CASSOL, G. Z.; SAVAY-DA-SILVA, L. K. Padronização de filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) defumados com fumaça líquida e em defumador convencional. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 24., 2016, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2016.

CAVALCANTE JÚNIOR, V.; ANDRADE, L. N.; BEZERRA, L. N.; GURJÃO, L. M.; FARIAS, W. R. L. Reuso de água em um sistema integrado com peixes, sedimentação, ostras e macroalgas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 118-122, 2005. Suplemento.

CHAVES, F. C. M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função da adubação orgânica e épocas de colheita.** 2002. 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CORTEZ, D. A. G.; CORTEZ, L. E. R.; PESSINI, G. L.; DORO, D. L.; NAKAMURA, C. V. Análise do óleo essencial da alfavaca *Ocimum gratissimum* L.(LABIATAE). **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 2, n. 2, p. 125-127, 1998.

FAO. Natural colourants and dyestuffs. In: GREEN, C. L. (Ed.). **Non-wood forest products.** Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 124 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/v8879e/v8879e.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2016.

FARIA, A. C. E. A., HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M.; SOARES, C. M. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa. **Acta Scientiarum**, v. 23, n.4, p. 903-908, 2001.

FILHO, F. C. C.; BRAGA, J. F. V.; MURATORI, M. C. S. Aspectos higiênicos-sanitários de peixes comercializados em mercados públicos de Teresina, PI. **Higiene Alimentar**, v. 24, n. 183, p. 116-120, 2010.

FIORI, M. G. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n.3, p. 178-191, 2008.

FOGAÇA, F. H. S.; GONZAGA JUNIOR, M. A.; VIEIRA, S. G. A.; ARAUJO, T. D. S.; FARIAS, E. A.; BRAVO, I. A. F.; SILVA, T. F. A.; CALVET, R. M.; PEREIRA, A. M. L.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Appraising the shelf life of farmed cobia, *Rachycentron canadum*, by application of a Quality Index Method. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 48, n.1, p. 70-79, 2016.

FOGAÇA, F. H. S.; VIEIRA, S.G.A.; ARAUJO, T.D.S.; SANTOS-FILHO, L.G.A.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L. Oxidação lipídica em filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) defumados com alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **PUBVET**, v. 8, n. 10, ed. 259, art.1717, maio, 2014.

FONSECA, R. A. S.; SILVA, C. M.; ROSA, G. F.; PRENTICE, C. Peptides obtained from proteins of cobia (*Rachycentron canadum*): a study of potentially safe antioxidants for food. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 2, p. 2500-2508, 2017.

FONSECA, R. A. S.; SILVA, C. M.; ROSA, G.; PRENTICE, C. Enzymatic hydrolysis of cobia (*Rachycentron canadum*) meat and wastes using different microbial enzymes. **International Food Research Journal**, v. 23, n. 2, p. 152-160, 2016.

FORTUNA, J. L.; FRANCO, R. M. Controle microbiológico de pescado refrigerado: uma revisão. **Higiene Alimentar**, v. 27, n. 3, p. 54-60, 2013.

IFST - Institute of Food Science & Technology. **Shelf life of foods: guidelines for its determination and prediction**. London, UK: Institute of Food Science & Technology, 1993. 78 p.

JEMIL, I.; ABDELHEDI, O.; NASRI, R.; MORA, L.; JRIDI, M.; ARISTOY, M. C.; TOLDRÁ, F.; NASRI, M. Novel bioactive peptides from enzymatic hydrolysate of Sardinelle (*Sardinella aurita*) muscle proteins hydrolysed by *Bacillus subtilis* A26 proteases. **Food Research International**, v. 100, n. 4, p. 121–133, 2017.

KIRSCHNIK, P. G.; MACEDO-VIEGAS, E. M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a estocagem a  $-18^{\circ}\text{C}$ . **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 200-206, 2009.

LATORRES, J. M.; RIOS, D. G.; SAGGIOMO, G. ; WASIELESKY, W. ; PRENTICE, C. Functional and antioxidant properties of protein hydrolysates obtained from White shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 721-729, 2018.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 392-395, 2007.

LEUSCHNER, R.; ZAMPARINI, J. Effects of spices on growth and survival of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in broth model systems and mayonnaise. **Food Control**, v. 13, n. 6-7, p. 399-404, Sep./Oct., 2002.

MENDES, J. M.; DAIRIKI, J. K.; INOUE, L. A. K. A.; JESUS, R. S. Advantages of recovery from pre-slaughter stress in tambaqui *Colossoma Macropomum* (Cuvier 1816) agroindustry in the Amazon. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 383-388, July/Sept., 2017.

OGAWA, M.; ALVES, T. T.; BRAZ FILHO, R.; RODRIGUES, A. S.; MAIA, E. L. Industrialização do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus): II – aproveitamento dos resíduos e carapaça. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.13, n. 2, p. 83-89, 1973.

OGAWA, Masayoshi. **Manual de pesca**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. v. 1.

OGENDO, J. O.; KOSTYUKOVSKY, M.; RAVID, U.; MATASYOH, J. C.; DENG, A. L.; OMOLO, E. O.; KARIUKI, S. T.; SHAAY, E. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. **Journal of Stored Products Research**, v. 44, n. 4, p. 328-334, 2008.

OLIVEIRA, R. F.; GALHARDO, L. Sobre a aplicação do conceito de bem estar a peixes teleósteos e implicações para a piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 77-86, 2007. Suplemento Especial.

PAWAR, V. T.; PISHAWIKAR, S. A.; MORE, H. N. Spectrophotometric estimation of aceclofenac and paracetamol from tablet dosage form. **International Research Journal of Pharmacy**, v. 2, n.1, p. 93-98, 2011.

PEDROSO, A. L.; SAVAY-da-SILVA, L. K. Desenvolvimento de silagem química a partir de resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 24., 2017, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2017.



PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Itajaí: MAPA/UNIVALI, 2001. 130 p.

PINHO, E. L.; ZAPATA, J. F. F.; SILVA, E. M. C.; MAIA, G. A. Inclusão de pigmentos da carapaça do camarão em produto à base de pescado. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 35, n. 4, p. 27-31, 2002.

ROBB, D. H. F.; ROTH, B. Brain activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following electrical stunning using various field strengths and pulse durations. **Aquaculture**, v. 216, n. 2, p. 363-369, 2001.

ROMANELLI, P. F.; SCHIMITD, J. Estudo do aproveitamento das vísceras do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) em farinha de carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.1, p. 131-139, 2003.

SANTOS, L. D.; ZARA, R. F.; JESUÍ, V. V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; SOUZA-FRANCO, M. L. R. Avaliação sensorial e rendimento de filés defumados de tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) na presença de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Ciência Agrotecnica**, v. 31, n. 2, p. 406-412, mar./abr., 2007.

SCHAFFAZICK, S. R.; GUTERRES, S. S.; FREITAS, L. L.; POHLMANN, A. R. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 726-737, 2003.

SCHIMITD, V.; SANTIN, K.; CARDOSO, M. R. I. Caracterização da microbiota mesófila aeróbia isolada de um sistema de lagoas de estabilização para o tratamento de dejetos de suínos. **Acta scientiae veterinariae**, v. 31, n. 3, p. 179-184, 2003.

SEIBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. Produção de silagem química com resíduo de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n.2, p. 333-337, 2003.

SILVA, A. **Estudo do processo de produção de empanados de peixe**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim.

SILVA, L. L.; PARODI, T. V.; RECKZIEGEL, P.; GARCIA, V. O.; BÜRGER, M. E.; BALDISSEROTTO, B.; MALMANN, C. A.; PEREIRA, A. M. S.; HEINZMANN, B. M. Essential oil of *Ocimum gratissimum* L.: Anesthetic effects, mechanism of action and tolerance in silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**, v. 350, p. 91-97, 2012.

SILVA, S.R., FERNANDES, E. C. S. Aproveitamento da corvina (*Argyrosomus regius*) para elaboração do fishburger. **Cadernos de Pesquisa**, v. 17, n. 3, set./dez. 2010.

SOUZA, M. D.; BACCARIN, A. E.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. D. N. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.1, p. 27-36, 2004.

STOLYHWO, A; SIKORSKI, Z.E. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish - a critical review. **Food Chemistry**, v. 91, n.1, p. 303-311, 2005.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. New York: Academic Press, 1993. 338 p.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 180 p.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R. S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria prima industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 59-64, 2003.

TEODORO, M. S.; SANTOS, F. J. de S.; LACERDA, M. N. de; ARAÚJO, L. M. da S. **Utilização de palhadas de adubos verdes em compostos orgânicos**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 2015. 41 p.

VAN DE VIS, H.; KESTIN, S.; ROBB, D.; OEHLENSCHLAGER, J.; LAMBOOIJ, B.; MUNKER, W.; KUHLMAN, K.; TEJADA, M. HUIDOBRO, A.; OTEAR, H.; ROTH, B. SORENSEN, N.K.; AKSE, L.Q A.; BYRNE, H.; NESVADBA, P. Is humane slaughter of fish possible for industry?. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 211-220, 2003.

VARGAS, S.; MACEDO-VIEGAS, E. Método de abate para o bijupirá produzido em cativeiro. In: CAVALLI, R.O.; POERSCH, L.H.S.; FOGAÇA, F.H.S. **Manual de tecnologias para o abate, processamento e rastreabilidade do bijupirá**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2016. p 16-25.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de Tilápia e sua utilização na alimentação animal**. São Paulo: Instituto de Pesca, 2006. (Texto técnico). Disponível em <[www.pesca.sp.gov.br](http://www.pesca.sp.gov.br)> Acesso em: 20 out. 2017.

VIEIRA, R. F.; SIMON, J. E. Chemical characterization of basil (*Ocimum spp.*) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economic Botany**, v. 54, n. 2, p. 207-16, 2000.

WRAP. The Wastes and Resources Action Programme. **To support the development of standards for compost by investigating the benefits and efficacy of compost use in different applications**. Oxon (UK): The Wastes and Resources Action Programme, 2004, 72 p.



---

*Agroindústria de Alimentos*