

**Caracterização de Resíduos Gerados
no Beneficiamento Industrial do
Tambaqui (*Colossoma macropomum*)
e do Surubim (*Pseudoplatystoma* sp.)**



Junho, 2017

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Embrapa Pesca e Aquicultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento

78 Embrapa Agropecuária Oeste
ISSN 1679-0456

17 Embrapa Pesca e Aquicultura
ISSN 2358-6273

Caracterização de Resíduos Gerados no Beneficiamento Industrial do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do Surubim (*Pseudoplatystoma* sp.)

Ricardo Borghesi
Leandro Kanamaru Franco de Lima
Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos
Danielle de Bem Luiz

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2017

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6
Trecho Dourados-Caarapó
79804-970 Dourados, MS
Caixa Postal 449
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*
Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*
Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan, Ivo de Sá Motta, Marciana Retore, Michely Tomazi, Oscar Fontão de Lima Filho e Tarclia Souza de Castro Silva*
Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crêbio José Ávila*

Embrapa Pesca e Aquicultura

Av. NS 10 com a Av. LO 18
Sentido Norte, loteamento Água Fria
77008-900 Palmas, TO
Caixa Postal 90
Fone: (63) 3229-7800
Fax: (63) 3229-7850
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Eric Arthur Bastos Routledge*
Secretária-Executiva: *Marta Eichemberger Ummus*
Membros: *Alisson Moura Santos, Andrea Elena Pizarro Muñoz, Hellen Christina de Almeida Kato, Jefferson C. Christofolletti, Luciana Cristine Vasques Villela, Luciana Nakaghi Ganeco Kirschnik e Rodrigo Veras da Costa*

Supervisora editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Revisora de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Autora da capa: *Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos*

1ª edição

On-line (2017)

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)

Embrapa Agropecuária Oeste

Caracterização de resíduos gerados no beneficiamento industrial do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) / Ricardo Borghesi ... [et al.]. — Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste; Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2017. 30 p. : il. color. ; 16 cm x 21 cm. — (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 78 ; Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2358-6273 ; 17).

1. Peixe – Industrialização. 2. Aminoácido. 3. Ácido graxo. 3. Viscera.
I. Borghesi, Ricardo. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Embrapa Pesca e Aquicultura. IV. Série.

Sumário

| | |
|-------------------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract | 7 |
| Introdução | 9 |
| Material e Métodos | 10 |
| Resultados e Discussão | 12 |
| Conclusão | 23 |
| Referências | 25 |

Caracterização de Resíduos Gerados no Beneficiamento Industrial do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do Surubim (*Pseudoplatystoma* sp.)

Ricardo Borghesi¹

Leandro Kanamaru Franco de Lima²

Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos³

Danielle de Bem Luiz⁴

Resumo

A caracterização dos resíduos do processamento do pescado representa uma importante ação para minimizar o desperdício e avaliar melhor as formas de reaproveitamento. Este estudo objetivou identificar e avaliar os resíduos gerados no beneficiamento industrial de tambaquis e surubins para conhecer o seu valor nutricional. Durante 12 meses, foram realizadas visitas técnicas bimestrais para identificação e quantificação dos resíduos em um entreposto de beneficiamento comercial.

Posteriormente, o material colhido foi analisado para determinação da composição químico-bromatológica, de aminoácidos e de ácidos graxos. O fluxograma de processamento da indústria revelou um processamento simples, com geração de resíduos apenas na evisceração. O rendimento do tambaqui fresco eviscerado foi de 93,46% (6,54% de resíduo) e do

⁽¹⁾Zootecnista, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

⁽²⁾Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

⁽³⁾Zootecnista, doutora em Ciências Animais, pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

⁽⁴⁾Engenheira de alimentos, doutora em Engenharia Química, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

surubim fresco eviscerado foi de 93,74% (6,26% de resíduo). As análises de composição centesimal demonstraram elevado teor lipídico nas vísceras (44,33% e 18,59% para tambaqui e surubim, respectivamente). Além disso, foram observados altos níveis de ácidos graxos insaturados, sendo destaques os ácidos graxos 16:0, 18:1 e 18:2n-6. Dentre os aminoácidos essenciais, a arginina, a lisina e a leucina foram encontradas em maiores concentrações. Os resíduos identificados nesse estudo apresentaram alto valor nutricional, o que demonstra grande importância para o desenvolvimento de tecnologias que garantam produtos de alta qualidade e com maior valor agregado. Conseqüentemente, seu reaproveitamento pode trazer benefícios sociais, econômicos e ambientais para a cadeia produtiva do pescado.

Termos para indexação: indústria, pescado, aminoácidos, ácidos graxos, vísceras.

Characterization of Residues Generated in the Industrial Processing of Tambaqui (*Colossoma macropomum*) and Surubim (*Pseudoplatystoma* sp.)

Abstract

The characterization of fish processing residues represents an important action to minimize waste and assess better reuse practices. This study aimed to identify and evaluate the residues generated in the industrial processing of tambaquis and surubins to know their nutritional value. During 12 months, technical visits carried out bimonthly to identify and quantify the residues. Subsequently, the material collected was analyzed for determination of the centesimal, amino acids and fatty acids composition. The industry flowchart revealed a simple processing of fish, with waste generation only in evisceration. The yield of fresh eviscerated tambaqui was 93.46% (6.54% of residue) and fresh eviscerated surubim of 93.74% (6.26% residue). Analyzes of centesimal composition showed a high lipid content in the viscera (44.33% and 18.59% for tambaqui and surubim, respectively). In addition, high levels of unsaturated fatty acids were observed, with emphasis of 16:0, 18:1 and 18:2n-6 fatty acids. Among the essential amino acids, arginine, lysine and leucine were found in higher concentrations. The residues identified in this study showed high nutritional value, which demonstrate great importance for the development of technologies that guarantee products of high quality and greater benefit.

Consequently, their reuse can bring social, economic and environmental gains to the fish production chain.

Index terms: industry, fish, amino acids, fatty acids, viscera.

Introdução

Espécie nativa das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) tem despertado interesse de pesquisadores e produtores, uma vez que apresenta rápido crescimento e adaptação no cativeiro (MENDONÇA et al., 2009), além da alta aceitação de sua carne pelo mercado consumidor (BORGHESI et al., 2013). Os surubins são peixes de água doce, de alto valor comercial e de grande aceitação no mercado, principalmente pela excelente qualidade sensorial de sua carne. De acordo com os dados de pesquisa divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL 2015, 2016), o tambaqui foi a espécie nativa mais produzida no Brasil (135,85 mil t), em 2015. Além disso, deve-se destacar sua importância na produção dos híbridos tambacu (*Piaractus mesopotamicus* macho × *Colossoma macropomum* fêmea) e tambatinga (*Piaractus brachypomus* macho × *Colossoma macropomum* fêmea), ambos de importância econômica para aquicultura brasileira, que, somados, tiveram produção estimada em 37,44 mil t, no ano de 2015. Já a produção nacional de surubins foi de 18,35 mil t em 2015, o que representou 3,8% do total de pescado produzido (483,24 mil t) pela piscicultura (PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL 2015, 2016).

O aumento do número e do tamanho dos empreendimentos destinados ao beneficiamento do pescado, motivado, principalmente, pela expansão da produção aquícola e crescente demanda por produtos de qualidade e conveniência, traz consigo a necessidade de se buscar alternativas para o gerenciamento e aproveitamento dos resíduos sólidos e efluentes gerados, de maneira a evitar que problemas ambientais sejam causados.

Conhecer a quantidade e a qualidade do resíduo gerado é um dos primeiros passos na busca do melhor manejo ou destino para este material que, geralmente, assim como a matéria-prima da qual se origina, é rico em nutrientes, tais como aminoácidos e ácidos graxos.

Visto isso, o presente trabalho tem como objetivos estimar o rendimento e caracterizar o resíduo gerado no beneficiamento industrial do tambaqui e do surubim fresco eviscerados destinados para comercialização.

Material e Métodos

Área de estudo

O trabalho foi conduzido em um entreposto de beneficiamento de pescado localizado na cidade de Palmas, no Estado do Tocantins. Foram consideradas duas espécies: tambaqui (*Colossoma macropomum*) e surubim (*Pseudoplatystoma* sp.).

Fluxograma do processamento

Para elaboração do fluxograma, os processos que geram os resíduos sólidos biológicos na rotina da indústria foram identificados por meio de visitas realizadas na empresa.

Coleta de informações

Para a identificação, quantificação e qualificação dos resíduos, foram realizadas visitas bimestrais na empresa, no período de 1 ano, para o acompanhamento da rotina de atividades. Posteriormente, as informações da produção diária eram colhidas pela equipe do controle de qualidade da empresa. Para a estimativa da geração do material residual, inicialmente, foi determinado, por balanço de massa, o rendimento desses resíduos na linha de processamento. Para isso, a cada bimestre, um lote, composto por dez monoblocos plásticos, foi utilizado para pesagem de, aproximadamente, 10 kg de pescado, para cada monobloco. Na sequência, os peixes foram submetidos ao beneficiamento de rotina da indústria, para conhecimento dos pesos de seus resíduos. Com os dados de rendimento, calculou-se a estimativa da geração total de resíduos, no período de estudo, utilizando os valores de matéria-prima para o processamento, fornecidos pela indústria.

Análises dos resíduos

Na linha de processamento, foram colhidas amostras do resíduo gerado durante a produção industrial, trituradas em picadores de carne (CAF 98 Inox) e armazenadas em recipientes isotérmicos, para envio ao laboratório de análises químicas.

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, em estufa a 105 °C até obtenção de peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O teor de matéria mineral foi determinado pelo método gravimétrico, em mufla a 550 °C até incineração completa da matéria orgânica. O teor de proteína bruta foi determinado pelo método Dumas e o extrato etéreo foi determinado, após extração com éter de petróleo, pelo método de Soxhlet (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2007). As análises de umidade, proteína bruta, matéria mineral e extrato etéreo foram realizadas sob a padronização do Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal (2009). O perfil de aminoácidos foi quantificado por cromatografia líquida de alta performance (HPLC), segundo método proposto por White et al. (1986). A composição em ácidos graxos foi obtida segundo metodologia da Association of Official Analytical Chemists (2005). Durante a análise, adicionou-se ácido pirogálico com o intuito de minimizar a degradação oxidativa dos ácidos graxos. O triglicéride undecanóico (C11:0) foi adicionado como padrão interno. A gordura foi extraída com a utilização de éter e metilada em ésteres metílicos de ácidos graxos (fatty acid methyl esters – FAMES), através da reação com trifluoreto de boro (BF₃) em metanol. FAMES foram medidos quantitativamente por cromatografia gasosa capilar (Coluna capilar SP2560 100 m x 0,25 mm), mediante a utilização de padrão interno C11:0. A gordura total foi calculada como a soma de todos os ácido graxos e expressa como triglicéride equivalente. Gorduras saturadas e monoinsaturadas foram calculadas com a soma de seus respectivos ácidos graxos. Gorduras monoinsaturadas incluem somente a forma *cis*. A energia bruta foi determinada por meio de bomba calorimétrica (IKA modelo 5000, Staufen, Alemanha).

Resultados e Discussão

Conhecer as etapas de processamento de uma empresa é a primeira ação para definir os pontos de geração de resíduos. A empresa estudada apresentou etapas de processamento consideradas mais simples, com geração de resíduos apenas na etapa de evisceração/lavagem, como mostrado na Figura 1. Isso pode ser explicado pelo tipo do produto vitrine da empresa (peixe fresco eviscerado), não exigindo cortes mais específicos obtidos com uma filetagem manual, por exemplo. Portanto, por meio do fluxograma de processamento, observou-se que, para as duas espécies estudadas, apenas em uma única etapa do beneficiamento industrial foi registrada a geração de resíduos sólidos.

O fluxograma de processamento (Figura 1) foi elaborado a fim de monitorar os principais pontos do processamento que são geradores de resíduos, bem como o tipo de resíduo gerado. Com base nos processos de produção avaliados, o fluxograma foi elaborado para as duas espécies estudadas, tambaqui e surubim.

Após a despesca, os peixes, já insensibilizados por termonarçose, chegavam à indústria e eram recebidos na plataforma de recebimento. No descarregamento, recebiam a adição de gelo antes de serem colocados no interior do cilindro de lavagem com água hiperclorada (5 ppm). Já na área considerada limpa do entreposto de processamento, os peixes eram acondicionados em uma mesa de inox, onde permaneciam até o processo inicial de evisceração. Nesta etapa, eram realizados procedimentos de lavagens com água hiperclorada (2 ppm) constante, antes e após a incisão abdominal para remoção manual das vísceras (Figura 2). Nesse processo foram identificados os principais resíduos biológicos do beneficiamento de tambaquís e surubins na empresa (vísceras e fluidos). Ao final do processo, os peixes eram acondicionados em gelo, para posterior expedição e comercialização como peixe fresco eviscerado.

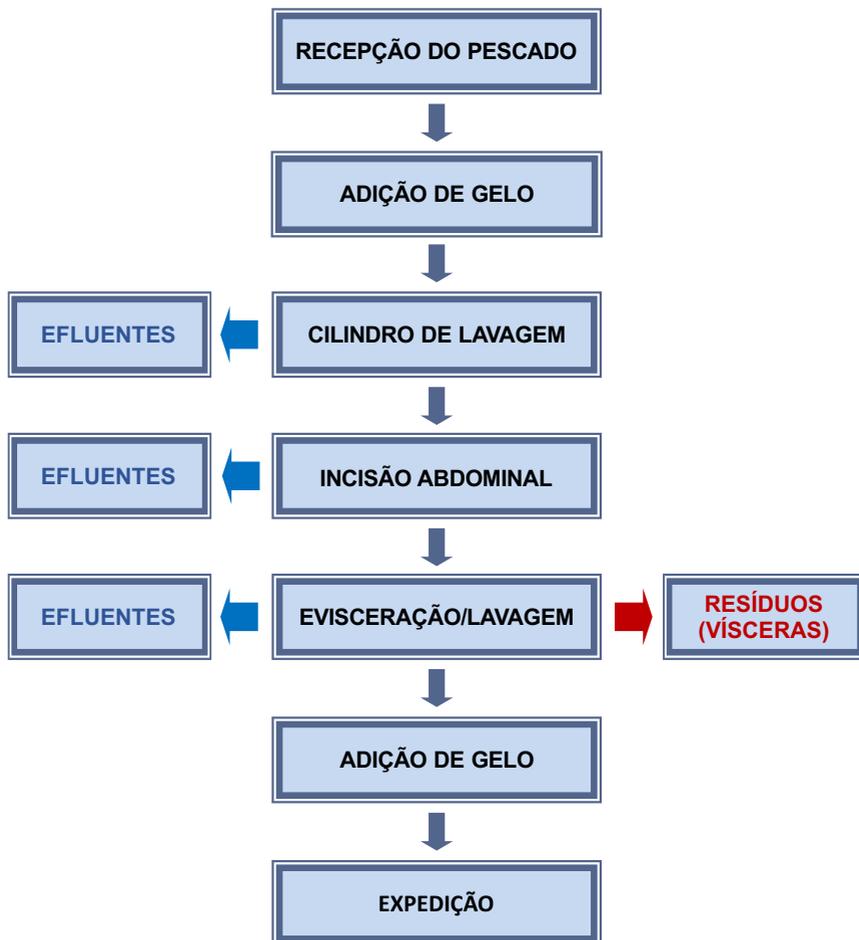


Figura 1. Fluxograma de processamento no entreposto de pescado para tambaquis e surubins frescos eviscerados.

Foto: Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos



Foto: Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos



Figura 2. Procedimento para incisão da cavidade abdominal para remoção manual de vísceras de tambaqui (A) e surubim (B).

Os tipos e as quantidades de resíduos gerados dependem da matéria-prima utilizada (espécie, por exemplo) e das etapas de processamento, pelas quais essa matéria-prima será submetida, para que se obtenha o produto final desejado. Portanto, fluxogramas mais complexos, com a presença de resíduos em diversas etapas do processamento, podem ser explicados pelo tipo de produto final comercializado pela empresa (filetado, laminado, enlatado, em postas, dentre outras), ou seja, quanto mais diversificada a linha de produção ou maior o beneficiamento pelo qual o pescado é submetido, maiores são as etapas geradoras de resíduos.

Na Tabela 1, estão demonstrados os rendimentos e as quantidades de resíduos originados do beneficiamento de tambaqui e surubim. O rendimento do tambaqui fresco eviscerado foi de 93,46%, bem acima dos resultados obtidos por Fernandes et al. (2010), para a mesma espécie (83,3%). Por outro lado, para o surubim fresco eviscerado, o rendimento médio encontrado (93,74%) corroborou com os valores médios (91,44%) relatados por Fantini et al. (2014). Vale ressaltar que o rendimento final pode ser influenciado pela espécie a ser beneficiada, pelo tamanho e peso do pescado, pelo tipo de dieta oferecida, pelo sexo, pelo tempo de cultivo (CORRÊA et al., 2013), pelo tipo de beneficiamento (FELTES et al., 2010), pela eficiência das máquinas utilizadas no beneficiamento e pela destreza manual do operador (FARIAS et al., 2003), explicando tais divergências, principalmente para o tambaqui.

Com base nos rendimentos obtidos, para as duas espécies estudadas no presente trabalho, estimou-se que foram gerados 6,54% e 6,26% de resíduos, para obtenção do tambaqui inteiro eviscerado e do surubim inteiro eviscerado, respectivamente (Tabela 1). Vale ressaltar que, apesar de ser um produto menos elaborado, com menor nível de beneficiamento, o peixe inteiro eviscerado é uma das formas de comercialização encontradas em redes de supermercados (FANTINI et al., 2014).

Tabela 1. Rendimento de resíduos gerados no beneficiamento de tambaquis e surubins.

| Lote ⁽¹⁾ | Tambaqui | | | Surubim | | |
|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| | Peso inicial ⁽²⁾ (kg) | Peso final ⁽³⁾ (kg) | (%) ⁽⁴⁾ | Peso inicial ⁽²⁾ (kg) | Peso final ⁽³⁾ (kg) | (%) ⁽⁴⁾ |
| A | 117,05 | 107,60 | 5,79 | 106,25 | 100,10 | 8,07 |
| B | 108,35 | 100,80 | 5,79 | 102,80 | 96,85 | 6,97 |
| C | 115,80 | 107,30 | 5,54 | 103,70 | 97,95 | 7,34 |
| D | 129,85 | 120,85 | 5,45 | 110,15 | 104,15 | 6,93 |
| E | 114,35 | 108,55 | 6,29 | 108,95 | 102,10 | 5,07 |
| F | 115,35 | 109,75 | 8,72 | 94,65 | 86,40 | 4,85 |
| Média | 116,79 | 109,14 | 6,54 | 104,42 | 97,93 | 6,26 |
| DP | 7,08 | 6,53 | 1,29 | 5,57 | 6,24 | 1,24 |

⁽¹⁾Cada lote é composto pela pesagem de dez monoblocos de peixes destinados ao processamento industrial;

⁽²⁾ peso inicial total dos peixes acondicionados em dez monoblocos para o processamento convencional da indústria; ⁽³⁾ peso final total dos peixes já limpos e eviscerados acondicionados nos mesmos dez monoblocos após processamento e antes da expedição final; ⁽⁴⁾ rendimento de resíduos (vísceras) obtido após cálculo da diferença do peso inicial e final dos peixes processados por lote.

Com base nos níveis de degradação e deterioração, os resíduos podem ser classificados em dois grandes grupos (RUSTAD et al., 2011):

- a) facilmente degradáveis, por conterem altas concentrações de enzimas endógenas (resíduos que contenham vísceras e sangue, por exemplo) e
- b) relativamente estáveis (cabeça, peles e ossos).

O conhecimento da composição química dos resíduos gerados é de extrema importância, pois, com o avanço do conhecimento científico sobre as propriedades funcionais das proteínas e dos lipídeos, esse material residual pode ser transformado em produtos de alto valor agregado, o que traria benefícios econômicos e ambientais para a cadeia produtiva do pescado (RUSTAD et al., 2011).

Os resultados da composição bromatológica das vísceras evidenciaram um maior teor de proteína bruta (13,56%) para os resíduos de surubim

(Tabela 2). As vísceras de tambaqui apresentaram maior conteúdo de extrato etéreo (44,33%), o que pode explicar o menor teor de proteína bruta deste material. O alto valor calórico (energia bruta) das vísceras de tambaqui (4.308,67 cal g⁻¹), também pode estar associado ao alto teor de lipídeos encontrado no material analisado.

Tabela 2. Composição bromatológica de vísceras de tambaqui e surubim.

| Parâmetros ⁽¹⁾ | Tambaqui | Surubim |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Umidade (%) | 47,76±8,73 | 62,76±2,23 |
| Proteína bruta (%) | 8,85±2,79 | 13,56±1,65 |
| Extrato etéreo (%) | 44,33±12,50 | 18,59±0,39 |
| Energia bruta (cal g ⁻¹) | 4.308,67±817,12 | 2.529,50±132,23 |
| Matéria mineral (%) | 0,61±0,23 | 0,79±0,46 |

⁽¹⁾ Resultados obtidos de análises realizadas em três amostras colhidas em diferentes épocas do ano e em triplicata.

A presença de grande quantidade de gordura contida no material residual, que provavelmente estava acumulada na cavidade abdominal dos peixes, influenciou no alto teor de lipídeos encontrado nos resíduos analisados. Os peixes redondos e os bagres depositam gordura na cavidade abdominal (FERNANDES et al., 2010; SATHIVEL et al., 2002). O acúmulo de gordura visceral representa reservas de energia para os peixes, sendo necessárias para o crescimento ou em períodos de falta de alimento ou anorexia de inverno (BROWN et al., 1992; HUNG et al., 2004). Em espécies reofilicas, essa gordura visceral acumulada representa a principal fonte de energia durante o período de migração (BORBA et al., 2006; HUNG et al., 2004; SUÁREZ et al., 1995). Arbeláez-Rojas et al. (2002) citam que, em condições de confinamento, a limitação de movimentos pode favorecer o acúmulo de gordura visceral em peixes. Vale ressaltar que a gordura acumulada na cavidade abdominal resulta em menor rendimento do produto final (FERNANDES et al., 2010).

Como era esperado, por não conter escamas nem partes ósseas, as vísceras apresentaram baixos teores de matéria mineral. Isso também foi observado por Borghesi et al. (2013) e Hisano e Borghesi (2011), que relataram baixos níveis de matéria mineral em silagens de pescado, elaboradas com vísceras de tambaqui e de surubim, respectivamente.

A fração lipídica deve ser estudada em termos de composição em ácidos graxos, para que outros destinos possam ser sugeridos ao material residual. As composições em ácidos graxos das vísceras de tambaqui e surubim estão apresentadas na Tabela 3. As frações lipídicas das vísceras, das duas espécies estudadas, caracterizaram-se pelo alto nível de ácidos graxos insaturados, semelhante aos resultados relatados por Sathivel et al. (2002), para vísceras do bagre do canal *Ictalurus punctatus*. Os mesmos autores relataram a predominância dos ácidos graxos 16:0, 18:1 e 18:2n-6, entre os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, respectivamente, corroborando os resultados do presente estudo. Provavelmente, a predominância de 18:2n-6 pode ser explicada pela dieta das espécies estudadas possuírem ingredientes à base de soja (SATHIVEL et al., 2002). A composição em ácidos graxos do pescado pode ser influenciada por diversos fatores, sendo a alimentação considerada o principal fator (DURAZO-BELTRÁN et al., 2003; JOBLING; BENDIKSEN, 2003; LEE et al., 2003; TIDWELL et al., 2007).

Os valores encontrados para o ácido docosahexaenóico (DHA, C22:6n-3) foram maiores que os do ácido eicosapentaenóico (EPA, C20:5n-3), o que corrobora os valores apresentados para outras espécies de peixes de água doce (RAMOS FILHO et al., 2010).

Tabela 3. Composição de ácidos graxos em vísceras de tambaqui e pintado.

| Ácidos graxos (%) | Tambaqui ⁽¹⁾ | Surubim ⁽¹⁾ |
|-------------------|-------------------------|------------------------|
| (C6:0) | 0,01±0,00 | nd |
| (C8) | 0,01±0,00 | nd |
| (C12) | 0,02±0,01 | 0,01±0,00 |
| (C14:0) | 0,75±0,30 | 0,24±0,02 |
| (C15:0) | 0,08±0,03 | 0,03±0,00 |
| (C16:0) | 12,03±4,68 | 4,84±0,36 |
| (C17:0) | 0,13±0,04 | 0,08±0,00 |
| (C18:0) | 4,51±1,69 | 2,05±0,01 |
| (C20:0) | 0,08±0,03 | 0,06±0,00 |
| (C21:0) | nd | 0,01±0,00 |
| (C22:0) | 0,04±0,01 | 0,03±0,00 |
| (C23:0) | 0,03±0,01 | 0,01±0,00 |
| (C24:0) | nd | 0,02±0,00 |
| (C14:1) | 0,08±0,03 | 0,02±0,00 |
| (C15:1) | 0,02±0,00 | nd |
| (C16:1) | 3,14±0,18 | 0,53±0,08 |
| (C18:1n9c) | 16,35±6,83 | 7,50±0,26 |
| (C20:1) | 0,47±0,09 | nd |
| (C20:1n9) | nd | 0,32±0,04 |
| (C22:1n9) | 0,02±0,00 | 0,01±0,00 |
| (C18:2n6c) | 4,87±1,08 | 2,12±0,27 |
| (C18:3n6) | 0,08±0,01 | 0,05±0,00 |
| (C18:3n3) | 0,32±0,09 | 0,11±0,02 |
| (C20:2) | 0,15±0,05 | 0,08±0,00 |
| (C20:3n3) | 0,01±0,00 | 0,01±0,00 |

Continua...

Tabela 3. Continuação.

| Ácidos graxos (%) | Tambaqui ⁽¹⁾ | Surubim ⁽¹⁾ |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| (C20:3n6) | 0,25±0,01 | 0,19±0,03 |
| (C20:4n6) | 0,19±0,04 | 0,12±0,03 |
| (C22:n6) | 0,01±0,00 | nd |
| (C24:1n9) | nd | 0,02±0,00 |
| (C22:2) | nd | 0,00±0,00 |
| (C22:6n3) | 0,05±0,01 | 0,07±0,03 |
| (C20:5n3) | 0,03±0,02 | 0,02±0,01 |
| (C18:1n9t) | 0,06±0,06 | 0,04±0,00 |
| Gorduras poli-insaturadas | 5,72±1,05 | 2,59±0,34 |
| Gorduras trans | 0,06±0,06 | 0,04±0,00 |
| Gorduras monoinsaturadas | 19,47±8,36 | 8,61±0,37 |
| Gorduras saturadas | 17,31±6,36 | 7,37±0,37 |
| Gorduras insaturadas | 25,19±9,40 | 11,19±0,02 |
| Ômega-3 | 0,39±0,05 | 0,21±0,05 |

⁽¹⁾ Resultados obtidos de análises realizadas em três amostras colhidas em diferentes épocas do ano e em triplicata.

Nota: nd = não detectado.

Pela qualidade observada na composição em ácidos graxos (Tabela 3), principalmente pela presença de ácidos graxos da série ômega-3, a fração lipídica das vísceras de pescado pode ser recuperada e convertida em óleo para consumo humano. O consumo de ácidos graxos da série ômega-3 promove efeitos benéficos, incluindo a prevenção de arteriosclerose e de doenças maníaco-depressivas, redução de sintomas de asma, melhora na sobrevivência de pacientes com câncer, redução de doenças cardiovasculares, entre vários outros efeitos positivos (GHALY et al., 2013). O óleo de pescado também pode ser convertido em biodiesel por meio de transesterificação química ou enzimática.

Os resultados da composição em aminoácidos dos resíduos analisados estão apresentados na Tabela 4. Entre os aminoácidos não essenciais, o ácido glutâmico, a glicina e o ácido aspártico foram os encontrados em maiores concentrações. A arginina, lisina e leucina foram os aminoácidos essenciais encontrados em maiores concentrações nas vísceras de tambaqui e de surubim.

Ao comparar a composição em aminoácidos da fração aquosa de silagens de resíduos de sardinha com peptonas comerciais, Anbe (2011) relatou a possibilidade da utilização dessa fração como peptona, pela semelhança nos teores de aminoácidos entre os produtos analisados. Vários estudos têm indicado que peptonas de pescado são tão eficientes quanto as peptonas comercialmente disponíveis (ASPMO et al., 2005; FALLAH et al., 2015; SAFARI et al., 2012). Na formulação de meios de cultura, os compostos nitrogenados são os ingredientes mais onerosos (MARTONE et al., 2005). Vecht-Lifshitz et al. (1990), por exemplo, relataram que a peptona de vísceras de pescado é uma excelente fonte de nitrogênio para meio de crescimento microbiano.

A hidrólise química ou enzimática desse material residual pode fornecer peptídeos antioxidantes, normalmente compostos de 3 a 16 resíduos de aminoácidos (LI et al., 2007). Peptídeos de baixo peso molecular (< 3 kDa) possuem aminoácidos com maior atividade antioxidante, pois são bons doadores de hidrogênio e, portanto, converterem radicais livres em produtos mais estáveis (FARVIN et al., 2014; JE et al., 2007). Além da atividade antioxidante, há peptídeos bioativos com propriedades anti-hipertensivas e antitrombóticas (GHALY et al., 2013), que também podem ser extraídos dos resíduos de pescado e serem comercializados com alto valor agregado.

As vísceras de pescado são fontes de enzimas de alta atividade catalítica, mesmo em baixas concentrações (GHALY, et al., 2013; RUSTAD et al., 2011). Entre as enzimas disponíveis, citam-se: tripsina, pepsina, colagenase e quimotripsina (GHALY et al., 2013).

Tabela 4. Composição de aminoácidos em vísceras de tabaqui e surubim.

| Aminoácidos (%) | Tabaqui ⁽¹⁾ | Surubim ⁽¹⁾ |
|--|------------------------|------------------------|
| <i>Aminoácidos não essenciais</i> | | |
| Ácido aspártico | 0,61±0,30 | 1,17±0,08 |
| Ácido glutâmico | 1,86±0,43 | 1,71±0,16 |
| Alanina | 0,57±0,35 | 1,06±0,30 |
| Glicina | 0,80±0,55 | 1,55±0,75 |
| Prolina | 0,50±0,32 | 0,96±0,35 |
| Tirosina | 0,20±0,09 | 0,20±0,02 |
| Serina | 0,35±0,18 | 0,58±0,04 |
| Cistina | 0,10±0,04 | 0,14±0,01 |
| Taurina | 0,10±0,04 | 0,09±0,02 |
| <i>Aminoácidos essenciais</i> | | |
| Arginina | 0,56±0,36 | 0,79±0,15 |
| Isoleucina | 0,26±0,11 | 0,57±0,00 |
| Leucina | 0,46±0,19 | 1,02±0,01 |
| Lisina | 0,52±0,26 | 0,84±0,02 |
| Metionina | 0,15±0,08 | 0,31±0,01 |
| Fenilalanina | 0,28±0,13 | 0,56±0,03 |
| Treonina | 0,32±0,17 | 0,58±0,04 |
| Valina | 0,36±0,15 | 0,65±0,00 |
| Histidina | 0,17±0,08 | 0,32±0,01 |
| Soma dos Aminoácidos | 7,14±3,76 | 13,17±1,83 |

⁽¹⁾ Resultados obtidos de análises realizadas em três amostras colhidas em diferentes épocas do ano e em triplicata.

Por meio da estimativa de rendimento e da caracterização do resíduo, pode-se observar que há um grande potencial de uso para o material residual que é desperdiçado pelos entrepostos de pescado. Há diversas alternativas de utilização e transformação do material residual em produtos de alto valor agregado, o que traria benefícios sociais, econômicos e ambientais para a cadeia produtiva do pescado.

Conclusão

É necessário gerir os resíduos do beneficiamento nos entrepostos de pescado para garantir seu melhor reaproveitamento, baseado nas quantidades de material poluente eliminado nas etapas do processamento agroindustrial. Os resíduos identificados nesse estudo revelaram rendimentos similares (em torno de 6%) para as espécies avaliadas. Adicionalmente, apresentaram alto valor nutricional, com a presença dos aminoácidos essenciais lisina e arginina, importantes para a nutrição animal, e dos ácidos graxos poli-insaturados da série ômega-3, cujo consumo promove efeitos benéficos à saúde humana. O conhecimento gerado auxilia a direcionar melhor o reaproveitamento dos resíduos e desenvolver tecnologias que garantam produtos de alta qualidade e com maior valor agregado.

Referências

ANBE, L. **Prospecção de componentes bioativos em resíduos do processamento do pescado visando a sustentabilidade da cadeia produtiva**. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALLOSSI, D. M.; FIM, J. D. I. Composição corporal de tabaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, mar. 2002.

ASPMO, S. I.; HORN, S. J.; EIJSINK, V. G. H. Hydrolysates from Atlantic cod (*Gadhus morhua* L.) viscera as components of microbial growth media. **Process Biochemistry**, v. 40, n. 12, p. 3714-3722, Dec. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 18th ed. Washington, DC, 2005. Method 996.06, p. 20-25.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Crude protein in meat and meat products including pet foods. In: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 18th ed. Gaithersburg, 2007. Chap. 39, method 992.15. p. 6-7.

BORBA, M. R.; FRACALOSSO, D. M.; PEZZATO, L. E. Dietary energy requirement of Piracanjuba fingerlings, *Brycon orbgnyanus*, and relative utilization of dietary carbohydrate and lipid. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, n, 3, p. 183-191, 2006.

BORGHESI, R.; LIMA, L. K. F.; SUCASAS, L. F. A.; MARTO, V. C. O.; OETTERER, M. **Elaboração de silagens ácidas e ácida co-seca de vísceras de tabaqui (*Colossoma macropomum*)**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013. 6 p. (Embrapa Pantanal. Circular técnica, 106). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicações/online/CT106.pdf>>. Acesso em: 31 dez. 2013.

BROWN, M. L.; NEMATIPOUR, G. R.; GATLIN III, D. M. Dietary protein requirement of juvenile Sunshine bass at different salinities. **The Progressive Fish Culturist**, v. 54, n. 3, p. 148-156, 1992.

COMPÊNDIO brasileiro de alimentação animal: guia de métodos analíticos. São Paulo: Sindirações: Anfal, 2009. 390 p.

CORRÊA, C. F.; TACHIBANA, L.; LEONARDO, A. F.; BACCARIN, A. E. Rendimento de carcaça, composição do filé e análise sensorial do robalo-peva de rio e de mar. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n. 4, p. 401-410, 2013.

DURAZO-BELTRÁN, E.; D'ABRAMO, L. R.; TORO-VAZQUEZ, J. F.; VAZQUES-PELÁEZ, C.; VIANA, M. T. Effect of triacylglycerols in formulated diets on growth and fatty acid composition in tissue of green abalone (*Haliotis fulgens*). **Aquaculture**, v. 224, n. 1/4, p. 257-270, June 2003.

FALLAH, M.; BAHRAM, S.; JAVADIAN, S. R. Fish peptone development using enzymatic hydrolysis of silver carp by-products as a nitrogen source in *Staphylococcus aureus* media. **Food Science & Nutrition**, v. 3, n. 2, p. 153-157, Mar. 2015.

FANTINI, L. E.; OLIVEIRA, C. A. L.; RODRIGUES, R. A.; ZARDIN, A. M. S. O.; USHIZIMA, T. T.; CAMPOS, C. M. Rendimento de carcaça de surubins *Pseudoplatystoma* spp. produzidos em viveiros sob diferentes densidades de estocagem. **Semina: ciências agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2769-2780, set./out. 2014.

FARIAS, R. H. S.; SOUZA, M. L. R. de; WAGNER, P. M.; POVH, J. A.; RIBEIRO, R. P. Rendimento do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1757) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887). **Acta Scientiarum: animal sciences**, v. 25, n. 1, p. 21-24, Jan./June 2003.

FARVIN, K. H. S.; ANDERSEN, L. L.; NIELSEN, H. H.; JACOBSEN, C.; JAKOBSEN, G.; JOHANSSON, I.; JESSEN, F. Antioxidant activity of cod (*Gadus morhua*) protein hydrolysates: *in vitro* assays and evaluation in 5% fish oil-in-water emulsion. **Food Chemistry**, v. 149, p. 326-334, 2014.

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**, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.

FERNANDES, T. R. C.; DORIA, C. R. C.; MENEZES, J. T. B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 45-52, 2010.

GHALY, A. E.; RAMAKRISHNAN, V. V.; BROOKS, M. S.; BUDGE, S. M.; DAVE, D. Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids and oils: a critical review. **Microbial & Biochemical Technology**, v. 5, n. 4, p. 107-129, 2013.

HISANO, H.; BORGHESI, R. **Elaboração de silagem ácida de vísceras de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.)**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular técnica, 18).

HUNG, L. T.; SUHENDA, N.; SLEMBROUK, J.; LAZARD, J.; MOREAU, Y. Comparison of dietary protein and energy utilization in three Asian catfishes (*Pangasius bocourti*, *p. hypophthalmus* and *P. djambal*). **Aquaculture Nutrition**, v. 10, n. 5, p. 317-326, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 21-22.

JE, J.; QIAN, Z.; BYUN, H.; KIM, S. Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. **Process Biochemistry**, v. 42, p. 840-846, 2007.

JOBLING, M.; BENDIKSEN, E. A. Dietary lipids and temperature interact to influence tissue fatty acid composition of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 15, p. 1423-1441, 2003.

LEE, S.-M.; LEE, J. H.; KIM, K.-D. Effect of dietary essential fatty acids on growth, body composition and blood chemistry of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). **Aquaculture**, v. 225, n. 1/4, p. 269-281, 2003.

LI, B.; CHEN, F.; WANG, X.; JI, B. P.; WU, Y. Isolation and identification of antioxidative peptides from porcine collagen hydrolysates by consecutive chromatography and eletrospray ionization-mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 102, n. 4, p. 1135-1143, 2007.

MARTONE, C. B.; BORLA, O. P.; SÁNCHEZ, J. J. Fishery by-products as a nutrient source for bacteria and archae growth media. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 3, p. 383-387, 2005.

MENDONÇA, P. P.; FERREIRA, R. A.; VIDAL JUNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, M. V. B., FERREIRA, A. V.; REZENDE, F. P. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 223, p. 323-331, 2009.

PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL 2015. Rio de Janeiro: IBGE, v. 43, 2016. Não paginado. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf>. Acesso em: 30 set. 2016.

RAMOS FILHO, M. M.; RAMOS, M. I. L.; HIANE, P. A.; SOUZA, E. M. T. Nutritional value of seven freshwater fish species from the Brazilian Pantanal. **Journal of American Oil and Chemical Society**, v. 87, n. 12, p. 1461-1467, Dec. 2010.

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

SAFARI, R.; MOTAMEDZADEGAN, A.; OVISSIPOUR, M.; REGENSTEIN, J. M.; GILBERG, A.; RASCO, B. Use of hydrolysates from yellowfin tuna (*Thunnus albacores*) heads as a complex nitrogen source for lactic acid bacteria. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 1, p. 73-79, Jan. 2012.

SATHIVEL, S.; PRINYAWIWATKUL, W.; GRIMM, C. C.; KING, J. M.; LLOYD, S. FA composition of crude oil recovered from catfish viscera. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 79, n. 10, p. 989-992, Oct. 2002.

SUÁREZ, M. D.; HIDALGO, M. C.; GARCIA-GALEGO, M.; SANZ, A.; HIGUERA, M. Influence of the relative proportions of energy yielding nutrients on liver intermediary metabolism of the European eel.

Comparative Biochemistry and Physiology: part A: physiology, v. 111, p. 421-428, July 1995.

TIDWELL, J. H.; COYLE, S.; BRIGHT, L. A. Effects of different types of dietary lipids on growth and fatty acid composition of largemouth bass.

North American Journal of Aquaculture, v. 69, n.4, p. 257-264, 2007.

VECHT-LIFSHTZ, S. E.; ALMAS, K. A.; ZOMER, E. Microbial growth on peptones from fish industrial wastes. **Letters in Applied Microbiology**, v. 10, n. 4, p. 183-186, Apr. 1990.

WHITE, J.; HART, R.; FRY, J. An evaluation of the waters pico-tag system for the amino-acid-analysis of food materials. **Journal of Automatic Chemistry**, v. 8, n. 4, p. 170-177, Oct./Dec. 1986.



*Agropecuária Oeste
Pesca e Aquicultura*

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

