



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL E DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS

DÉBORA TATYANE OLIVEIRA XAVIER

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE MILHO (*Zea mays* L.) POR
FARINHA DE TORTA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) EM DIETAS
PARA JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816)**

BELÉM, PA
2017



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL E DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS

DÉBORA TATYANE OLIVEIRA XAVIER

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE MILHO (*Zea mays* L.) POR
FARINHA DE TORTA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) EM DIETAS
PARA JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, para obtenção do título de Mestre na área de concentração em Aquicultura.

Orientador: Prof^o Dr. Raimundo Aderson Lobão de Souza - UFRA

BELÉM, PA
2017



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL E DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS

DÉBORA TATYANE OLIVEIRA XAVIER

Título da Dissertação

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE MILHO (*Zea mays* L.) POR
FARINHA DE TORTA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) EM DIETAS
PARA JUVENIS DE TAMBQUI (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, para obtenção do título de Mestre na área de concentração em Aquicultura.

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr. Raimundo Aderson Lobão de Souza
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
(Orientador)

Prof.ª Dr.ª. Clara Pantoja Ferreira (UFPA)
Universidade Federal do Pará– UFPA (*Campus* BELÉM)
(Membro externo- Titular)

Prof. Dr. José Luiz Moraes (UFRA)
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA (*Campus* BELÉM)
(Membro interno- Titular)

Prof. Dr. Marcos Ferreira Brabo (UFPA)
Universidade Federal do Pará– UFPA (*Campus* BRAGANÇA)
(Membro externo- Titular)

DEDICATÓRIA

*Dedico o resultado deste trabalho a todos que me ajudaram em especial aos meus pais, **Francisco Edvaldo Xavier Bezerra** e **Paula Giovânia Brito Bezerra**, pela educação, cuidado, atenção e dedicação em todos os dias de minha vida.*

*Ao meu orientador **Raimundo Aderson Lobão de Souza**, por todo o apoio e incentivo.*

Dedico.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar a cada amanhecer, me oferecendo condições física, mental e espiritual para que eu consiga superar todos os obstáculos e alcançar as metas predestinadas em minha vida.

*Aos meus pais, **Francisco Edvaldo Xavier Bezerra e Paula Giovânia Brito Bezerra**, e aos meus irmãos, **Andressa Xavier e Francisco Junior**, pelo ensinamento, cuidado e atenção em todos os momentos da minha vida, sou grata eternamente.*

*Ao meu Orientador Professor Dr. **Raimundo Aderson Lobão de Souza**, pela confiança e contribuição nesta minha nova etapa profissional, me proporcionando a honra de ser sua orientanda e aos docentes efetivos do mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais-UFRA BELÉM.*

*Aos membros efetivos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará- IFPA Campus Castanhal, mais especificamente aos professores **Dr. Lian Brandão, MSc. Léa Carolina e MSc. Tiago Brito**, por me disponibilizar o local experimental e sempre estarem dispostos a me ajudar.*

*Aos colaboradores, **Jeferson Gentil da Costa Júnior, Kelem Pantoja e Lucinéia de Abreu**, e a todos os amigos, pelo apoio para a realização deste projeto de Dissertação.*

*Agradeço também aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da UFRA, em especial a minha amiga Engenheira de Pesca **Luana Sousa**, pelo laço de amizade e respeito que adquirimos durante esses 24 meses.*

*A todos os **professores Doutores (as) do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da UFRA** pelo conhecimento prestado durante as disciplinas ministradas.*

*Minhas amigas **Priscila Pinho, Simonne Silva e Elizabeth Alli**, por todos os sorrisos proporcionados.*

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

*Enfim, obrigado a **todos** que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.*

Muito Obrigado!

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Bol. Inst. Pesca	Boletim do Instituto de Pesca
cm	Centímetro
CPB	Consumo de proteína bruta
CR	Consumo de ração
EB	Energia Bruta
EE	Extrato Etéreo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FB	Fibra Bruta
GP	Ganho de peso
GPD	Ganho de peso diário
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Índice de consumo alimentar
IFPA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
kg	Quilograma
km ²	Quilômetro quadrado
L	Litro
mm	Milímetro
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
°C	Grau Celsius
OD	Oxigênio Dissolvido
pH	Potencial hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
R\$	Reais
S	Sobrevivência
T(1,2,3,4,5)	Tratamentos
TCE	Taxa de crescimento específico
TEP	Taxa de eficiência protéica
ton.	Tonelada
UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia

UM

Umidade

US\$

Dólar

μ

Média

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Dados morfológicos do fruto de Tucumã (*Astrocaryum vulgare*)..... 39

CAPÍTULO II

Tabela 1. Caracterização física dos frutos de tucumã (*Astrocaryum vulgare*).....55

Tabela 2. Bromatologia dos ingredientes das rações (g/100g Matéria Seca) usadas no experimento com juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), alimentados com rações contendo farinha de torta de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*) em substituição ao farelo de milho (*Zea mays*)..... 56

Tabela 3. Composição percentual das dietas experimentais dos ingredientes das rações (g/100g Matéria Seca) usadas no experimento com juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), alimentados com rações contendo farinha de torta de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*) em substituição ao farelo de milho (*Zea mays*)..... 56

Tabela 4. Preços dos principais grãos encontrados no mercado municipal de Castanhal (Farelo de trigo, farelo de milho, farelo de soja), para compor a ração artesanal para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)..... 57

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros monitorados de qualidade da água das unidades experimentais durante ensaio com juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com rações contendo farinha de torta de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*) em substituição ao farelo de milho (*Zea mays*)..... 59

Tabela 6. Valores de desempenho produtivo médios dos juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com rações contendo farinha de torta de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*) em substituição ao farelo de milho (*Zea mays*)..... 61

Tabela 7. Valores médios dos comprimentos (cm) dos animais experimentais(*Colossoma macropomum*) alimentados com rações contendo farinha de torta de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*) em substituição ao farelo de milho (*Zea mays*)..... 62

Tabela 8. Valores médios dos custos (R\$/kg) com rações experimentais para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com rações contendo farinha de torta de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*) em substituição ao farelo de milho (*Zea mays*). 62

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Exemplar de tambaqui (*Colossoma mappomum*) 25
- Figura 2.** Produção nacional de farinha de origem animal em 2014 31
- Figura 3.** Exemplar de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey) 38

CAPÍTULO II

- Figura 1-** Variáveis das biometrias quinzenais realizadas com os juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*).....59
- Figura 2.** Variável de ganho de peso médio individual dos juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*).60
- Figura 3.** Distribuição da variável gasto com ração total, segundo as fases da biometria. 63

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	15
CAPÍTULO I	
CONTEXTUALIZAÇÃO	16
RESUMO	17
ABSTRACT	18
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	19
2. OBJETIVOS	21
2.1 Geral.....	21
2.2 Específicos	21
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
3.1 Produção aquícola no Brasil	22
3.2 Produção aquícola no estado do Pará	23
3.3 O Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i> Cuvier, 1818).....	24
3.4 O custo da ração.....	26
3.5 Uso das rações alternativas na piscicultura.....	26
3.6 Subprodutos agroindustriais em dietas para peixes	27
3.7 Principais subprodutos agrícolas protéicos para nutrição de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	27
3.7.1 Farelo de soja	27
3.7.2 Farelo de canola	28
3.7.3 Farelo de algodão.....	29
3.7.4 Farelo de amendoim.....	29
3.7.5 Farelo de semente de girassol.....	30
3.8 Principais subprodutos de origem animal para nutrição de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	31
3.8.1 Farinha de carne e ossos	31
3.8.2 Farinha de vísceras de aves.....	32
3.8.3 Farinha de penas.....	32
3.8.4 Farinha de sangue	33
3.8.5 Farinha de peixe	34
3.9 Principais subprodutos energéticos para nutrição de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	34
3.9.1 Farelo de Milho	34
3.9.2 Farelo de Trigo	35

3.9.3 Farelo de Arroz.....	36
3.9.4 Farelo de Sorgo.....	36
3.10 Principais subprodutos das atividades agrícolas para nutrição de peixes.....	37
3.10.1 O tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i> G. Mey.)	37
4. REFERÊNCIAS.....	40

CAPÍTULO II

SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE MILHO (*Zea mays* L.) POR FARINHA DE POLPA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) EM DIETAS PARA JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818).....Error! Bookmark not defined.

RESUMO	51
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO.....	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	53
Animais experimentais	53
Protocolo experimental.....	54
Elaboração da farinha de torta do tucumã (<i>Astrocaryum vulgare</i>).....	54
Formulações das dietas artesanais	55
Análise econômica das rações artesanais elaboradas	56
Parâmetros físico-químicos da água	57
Variáveis de desempenho	57
Análises estatísticas	58
RESULTADOS	58
DISCUSSÃO.....	64
CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS	66

APRESENTAÇÃO

A piscicultura é uma atividade de agronegócio em desenvolvimento nos âmbitos mundial, nacional e regional, sendo a ração um dos principais fatores limitantes neste ramo, o que proporciona elevados custos ao final da produção. Diante do exposto este estudo está dividido em dois capítulos, onde o Capítulo I apresenta uma contextualização geral sobre a atividade aquícola enfatizando nos principais grãos utilizados para a elaboração de dietas para peixes. O Capítulo 2 avalia a substituição do farelo de milho (*Zea mays* L.), pela farinha de polpa do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) em dietas artesanais para tambaqui (*Colossoma macropomum*). O experimento foi desenvolvido na unidade de produção e pesquisa em piscicultura de água doce (setor de piscicultura) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) *Campus* Castanhal, no período de setembro a dezembro de 2016, com duração de 45 dias de cultivo. Os alevinos, com peso inicial médio de $7,8g \pm 1,151g$, foram distribuídos aleatoriamente em caixas polietileno com capacidade para 210 litros, em cinco tratamentos, com três repetições cada, com um delineamento inteiramente casualizado, totalizando 30 animais por tratamento, 90 indivíduos por unidade experimental.. As dietas foram ofertadas a uma taxa de 5% da biomassa total, duas vezes ao dia 08 h 00 e 17 h 00. As biometrias foram efetuadas quinzenalmente. As análises de água foram coletadas semanalmente, enquanto a sifonagem ocorreu diariamente. Ao final do experimento, foram avaliados parâmetros de desempenho zootécnico dos animais como: Ganho de peso (GP); Consumo de ração (CR); Conversão alimentar aparente (CAA); Taxa de crescimento específico (TCE); Taxa de eficiência protéica (TEP) e Taxa de Sobrevivência (S). Constatou-se que conforme o aumento do percentual de substituição do farelo de milho (*Zea mays* L.) pela farinha de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) em dietas para juvenis de tambaqui ocorre um comprometimento negativo das variáveis de desempenho, apresentando diferenças significativas entre os tratamentos de 0% e 25% de inclusão com os demais tratamentos. Conforme recomendação deste Programa de Pós Graduação da UFRA, do curso de Aquicultura e recursos aquáticos tropicais o capítulo II desta tese encontram-se em formato de manuscritos adaptados com a norma da revista onde será submetida.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZAÇÃO

*Padronizado de acordo com as normas da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).*

RESUMO

Partindo da premissa que a piscicultura é um ramo em crescimento em todo o mundo, torna-se fundamental o desenvolvimento de novos conceitos voltados para esta atividade, principalmente quando se trata dos custos referentes à nutrição de peixes durante o cultivo, tendo em vista que a nutrição de peixes com dietas comerciais e/ou ingredientes importados de outras regiões, pode inibir a desenvolvimento da piscicultura como atividade econômica, devido ao elevado custo destes insumos. Diante do exposto, o Capítulo I desta dissertação tem por objetivo realizar um levantamento dos principais grãos e subprodutos agrícolas e agroindustriais com potencial para compor a formulação de dietas para peixes, visando à possibilidade de redução da despesa final de produção da atividade piscícola.

ABSTRACT

Starting from the premise that fish farming is a growing branch throughout the world, it is fundamental to develop new concepts aimed at increasing this activity, especially when it comes to the costs related to fish nutrition during cultivation, having seen That the nutrition of fish with commercial diets and / or ingredients imported from other regions may inhibit the development of fish farming as an economic activity due to the high cost of these inputs. In view of the above, (Article I) aims to carry out a survey of the main grains and agricultural and agroindustry byproducts with potential for formulation and substitutions in artisanal diets, aiming at the possibility of reducing the final expenditure of production of the fishery activity.

1. INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), a aquicultura é o cultivo de organismos aquáticos de água doce e de água salgada sob condições controladas, como peixes, crustáceos, moluscos e plantas. Com um percentual de produção de 7% crustáceos, 17% moluscos, 27% Plantas aquáticas e 49% peixes (FAO, 2014a).

Destaca-se como o setor de produção animal que mais cresce no mundo (DE-CARVALHO et al., 2013). Sendo uma alternativa a mais de recurso para a população ao longo dos anos, gerando renda, melhorando o nível de vida e assim suprindo o mercado e diminuindo a pressão da pesca em rios (LOPES, 2012).

No Brasil, em 2013, foram contabilizadas 392,493 mil toneladas de peixes criados em cativeiro (FAO, 2014a). Nesse cenário, a região Norte contribuiu com 18,6%, liderando com o cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) (IBGE, 2014). Este crescimento positivo na produção está diretamente relacionado à dieta empregada no cultivo da espécie (BEZERRA et al., 2014).

Portanto diversos alimentos vegetais como frutos e sementes da Amazônia têm sido estudados com intuito de reduzir os custos com alimentação e a dependência por ingredientes agrícolas para esta espécie (SANTOS et al., 2009a).

Haja vista que alimentação é o insumo mais oneroso na exploração zootécnica intensiva, sendo responsável por alto índice dos custos de produção, além de influenciar, de forma decisiva, a produtividade do empreendimento (FARIA FILHO, 2008). Isto é em função da grande variabilidade do preço e da oferta no decorrer do ano e da dificuldade de transporte para as regiões não produtoras desses ingredientes, principalmente milho, farelo de soja e farinha de peixe, podendo tornar a produção inviável (SANTOS et al., 2008).

Com isso, a busca por alimentos economicamente viáveis e ambientalmente corretos tem o propósito de minimizar os custos de produção da atividade, proteger o meio ambiente, além de facilitar o descarte correto de resíduos agroindustriais (VILELA et al., 2013).

A procura por alimentos alternativos para dietas na piscicultura tem encontrado nos subprodutos da agroindústria de frutas uma possibilidade para substituir cereais tradicionais, visando uma redução nos custos com a alimentação (SANTOS et al., 2009b).

No Brasil, nos últimos anos, houve um intenso crescimento das atividades agroindustriais em consequência da elevada demanda por alimentos. De acordo com dados do

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2011 a produção agrícola nacional superou em 27,1% a produção do ano anterior. Esse elevado montante abrange o setor de fruticultura, que produziu cerca de 41,6 milhões de toneladas de frutas ao ano (ANGELO e JORGE, 2015).

Os principais resíduos gerados do setor da agroindústria de frutas são: casca, caroço ou sementes e bagaço (JÚNIOR et al., 2006). Cerca de 10 a 50% da matéria prima processada é descartada na forma de resíduos, este material, muitas vezes, apresenta nutrientes em sua composição química, como carboidratos ou proteína que podem ser aproveitados como ingredientes para compor rações, sendo considerada uma tecnologia limpa, pois evita o descarte destes resíduos no meio ambiente (HISANO et al., 2008).

Esses resíduos, se aproveitados, podem ser utilizados para a obtenção de insumos para formulações alimentícias (ARBOS et al., 2013; COELHO et al., 2014). A utilização de subprodutos, como ingrediente alternativo, também favorece os donos das agroindústrias, mediante o corte de gastos com tratamento residual e possíveis multas devido ao descarte incorreto do resíduo no ambiente, trazendo benefício mútuo (GARMUS et al., 2009).

Porém, na tentativa de elevar o consumo desses subprodutos, agregando valor nutricional aos novos produtos, faz-se necessário um estudo prévio da composição do resíduo agroindustrial, que será utilizado como fonte de nutriente, visando avaliar se realmente apresenta viabilidade de aplicação em novas formulações (LU e YEAP, 2000).

Dentre os subprodutos da indústria agrícola regional encontra-se o tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G.) espécie pertencente à família da Arecaceae (Palmeiras), conhecida popularmente pelo nome de tucumanzeiro. Os frutos e sementes são utilizados na alimentação humana e de animais. Normalmente elipsóides, alaranjados, quando maduros apresentam de 3 a 5 cm de comprimento e possuem um odor característico. A polpa alaranjada de 2 a 4 mm de espessura, de consistência pastoso-oleosa apresenta uma característica fibrosa (FERREIRA, et al. 2008).

Diante do exposto, pesquisas que procuram analisar a possibilidade de substituição dos ingredientes comumente utilizados na elaboração de rações para peixes são essenciais para a evolução da piscicultura. Esses estudos são indispensáveis para preparações de dietas mais eficientes e de menor custo, que possam propiciar melhores resultados zootécnicos, favorecendo os produtores e os consumidores. Perpetuando uma conexão com os três pilares da sustentabilidade, beneficiando o âmbito social, econômico e ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* utilizando farinha de polpa do tucumã, *Astrocaryum aculeatum* na dieta em substituição ao farelo de milho (*Zea mays* L.).

2.2 Específicos

Analisar os seguintes parâmetros de desempenho em juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com dietas contendo farinha de torta de tucumã em substituição ao farelo de milho.

- Ganho em peso (GPD);
- Consumo de ração (CR);
- Conversão alimentar aparente (CAA);
- Índice de consumo alimentar (ICA);
- Taxa de crescimento específico (TCE);
- Taxa de eficiência protéica (TEP);
- Sobrevivência (S).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção aquícola no Brasil

Rocha et al. (2013) relata que o Brasil tem grande potencial para a aquicultura, pelas condições naturais, pelo clima favorável e pela sua matriz energética. Este potencial está relacionado à sua extensão costeira de mais de oito mil quilômetros, à sua zona econômica exclusiva (ZEE) de 3,5 milhões de km² e à sua dimensão territorial, que dispõe de, aproximadamente, 13% da água doce renovável do planeta.

Apenas com o aproveitamento de uma fração desta lâmina d'água é possível criar com fartura e de forma controlada, peixes, crustáceos (camarões, lagostas, etc.), moluscos (mexilhões, ostras, vieiras etc.) e algas, entre outros seres vivos (BRASIL, 2011).

No ano de 2012, a China continuava liderando esta produção com aproximadamente 41 milhões de toneladas, seguida da Índia e do Vietnã, com 4,2 e 3 milhões de toneladas, respectivamente. O Brasil ocupava no mesmo ano o 12º lugar com 707,4 mil toneladas. Levando-se em conta apenas os países da América do Sul, o Brasil aparece em segundo lugar na produção de pescado, atrás apenas do Chile com 1,07 milhões de toneladas (FAO, 2014b). Com maior intensificação na produção espécies exóticas de água doce, tais como, tilápia, carpa, além dos nativos, entre eles o tambaqui, pacu e híbridos (SILVA; FUJIMOTO, 2015).

O setor ainda não está plenamente estruturado, os métodos utilizados tanto na captura quanto no cultivo ainda são muito artesanais, havendo espaço para modernização e desenvolvimento tecnológico (SIDONIO, 2012).

A atividade de piscicultura gera um PIB (Produto Interno Bruto) de R\$ 5 bilhões, mobilizam 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (MPA, 2014).

O Brasil é um dos poucos países que tem condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira, sobretudo por meio da aquicultura, pois em 2030 a produção pesqueira nacional teria condições de atingir 20 milhões de toneladas (FAO, 2012).

3.2 Produção Aquícola no estado do Pará (Amazônia Oriental Brasileira)

A despeito de seus vastos territórios alagados, contribuiu em 2010 com apenas 1,2% da produção aquícola brasileira, ocupando o 21º lugar da produção, e desse total, 94,3% é oriundo da aquicultura continental (ALMEIDA JÚNIOR & LOBÃO, 2013).

Contudo, a extensão territorial, a disponibilidade hídrica, a produção dos ingredientes para formulação de rações, a vocação agropecuária, a logística favorável à exportação por via marítima, o elevado consumo per capita de pescado, bem como a condição de sobre-exploração dos principais estoques pesqueiros fazem deste estado um candidato à potência da piscicultura brasileira (BRASIL, 2013a; BRABO, 2014).

Em relação à piscicultura desenvolvida no estado do Pará, Oliveira et al. (2014) ressaltaram que a atividade ainda é recente, mas de grande potencial para o estado. Nesse cenário, De-Carvalho et al. (2013) verificaram que no Pará predomina a piscicultura continental, praticada em vários municípios paraenses, com modalidades de cultivos bem diversificados, desde a subsistência até grandes produtores com a produção voltada para o mercado interestadual.

O estado do Pará possui águas interiores ou continentais, além de possuir litoral marinho como perspectiva para a produção de organismos aquáticos. Todo esse potencial hídrico pode ser explorado com a aquicultura e, principalmente a piscicultura, para promover a geração de renda e, sobretudo a produção de alimento de qualidade, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região como um todo. Neste sentido, a produção em sistema intensivo é a maior potencialidade do Brasil, apesar de ainda não ser o modelo de cultivo dominante em todo país (LIMA, 2013).

Alguns Estados apresentam cadeias de produção em estágios mais avançados de estruturação, sendo autossustentáveis no que diz respeito aos insumos básicos e na capacidade de beneficiamento, enquanto outros são menos competitivos e necessitam de maiores investimentos. O estado do Pará se enquadra no segundo grupo, mesmo apresentando condições naturais privilegiadas para o desenvolvimento das mais diversas modalidades aquícolas (BRABO, 2014).

Segundo o censo aquícola de 2008 identificou um total de 828 empreendimentos comerciais em 113 dos 144 municípios do estado, sendo um quantitativo de 805 de criação de peixes de água doce (BRASIL, 2013b).

A criação de peixes de água doce é a principal atividade aquícola do Pará, estando presente em todos os seus 144 municípios (LEE&SAPERDONTI, 2008; BRASIL, 2013b; BRABO, 2014).

Em 2011, o estado do Pará produziu 10,4 mil toneladas de pescado oriundo da aquicultura, com 10,2 mil toneladas provenientes de água doce e 140,5 toneladas da maricultura. Garantindo a 20ª colocação no *ranking* nacional (BRASIL, 2013a).

Porém os problemas enfrentados na piscicultura paraense perpassam por todos os elos e ambientes da cadeia, desde a produção de insumos até o ambiente institucional, como: baixa qualidade genética e falta de regularidade no fornecimento de formas jovens; preço elevado da ração comercial; insuficiência de assistência técnica, em especial das regiões do Marajó, Sudoeste, Sudeste e do Baixo Amazonas; dificuldade de legalização dos empreendimentos; burocracia no acesso ao crédito rural; organização social deficiente dos piscicultores; falta de escalonamento na produção; e concorrência com os peixes oriundos do extrativismo (BRABO, 2014; BRABO et al., 2014).

Importante ressaltar que grande parte dos produtores tem a piscicultura como fonte de renda secundária, complementando os rendimentos obtidos com outras atividades agropecuárias (LEE; SARPEDONTI, 2008; MPA, 2013).

3.3 O Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816)

O Colossoma macropomum é uma espécie originária da América do Sul, da bacia Rio Amazonas, pertencente à família Characidae, podendo medir 90 cm e pesar 30 kg. É de grande aceitação na produção, pois está presente em 24 estados brasileiros (GOMES et al., 2010; LOPERA-BARRERO et al., 2011).

O cultivo do tambaqui no país é mais frequente nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste, onde além da ampla aceitação pelo mercado consumidor, há características climáticas favoráveis para o seu desenvolvimento. Em regiões aonde a temperatura da água chega abaixo de 17°C o cultivo dessa espécie tem sido pouco praticado (RODRIGUES, 2014).

O sucesso de sua criação em cativeiro se deve aos satisfatórios índices zootécnicos, rusticidade no manejo, ser de fácil reprodução em ambientes de confinamento, proporcionar uma continua oferta de alevinos (SANDOVAL JR et al., 2013). Características que facilitam a sua produção, como alta adaptabilidade e sobrevivência em ambientes com baixos níveis de oxigênio dissolvido (VAL, 1993), águas com pH ácido, altas densidades de estocagem

(SANTOS et al., 2014; SOUSA e SALLES, 2015) e por aceitar facilmente rações industriais na alimentação (SOUZA et al., 2014) (Figura 1).



Figura 1. Exemplar de tambaqui (*Colossoma mappomum*)

Fonte: www.canaldoprodutor.com

Mesmo que o tambaqui seja uma espécie amplamente cultivada no Brasil, ainda necessita de avanços para se alcançar uma produção mais eficiente e impulsionar a atração de novos investimentos, para assim obter um produto mais competitivo no mercado nacional (QUEIROZ et al., 2002; DAIRIKI e SILVA, 2011).

Porém, informações sobre as exigências qualitativas e quantitativas de nutrientes para as formas jovens de tambaqui ainda não são definidas devido às divergências observadas entre os resultados obtidos (RODRIGUES, 2014). Uma possível razão está no fato de que alguns autores desconsideram as interações entre os nutrientes presentes nos ingredientes que compõem as dietas práticas utilizadas na maioria dos estudos (FRACALOSSI et al., 2013).

Nas últimas três décadas, diversas pesquisas foram realizadas visando sanar essa problemática nos altos custos de produção do tambaqui, tais como aquelas relacionadas aos níveis de energia metabolizável na ração (SILVA CAMARGO, 1998), taxas de arraçoamento (CHAGAS et al., 2005; 2007), densidades de estocagens (SANTOS, 2014; SOUSA e SALLES, 2015), dietas com fontes distintas de proteína (SOUSA et al., 2016) e distintas matérias-primas na ração (PEREIRA JUNIOR et al., 2013).

3.4 O custo da ração

O preço da ração se eleva de acordo com o teor de proteína nela contido e isso é agregado no custo da produção piscícola, representando até 80% das despesas (PEREIRA JUNIOR et al., 2013).

Assim, a ração representa o maior custo operacional da aquicultura, de modo que os alimentos protéicos representam a maior proporção dos custos da ração em sistemas de cultivo, pois, além de entrarem em grande quantidade na formulação, são mais caros que os alimentos energéticos (ABREU et al., 2012).

No entanto, observaram-se oscilações no preço de alimentos convencionais como o milho, principal fonte energética para a alimentação de diferentes espécies animais, além de tradicionalmente destinado ao consumo humano e que, atualmente, é usado também para a produção de bicomcombustível o que aumenta sua demanda (MATOS et al., 2008; SALLA et al., 2010; CIFUENTES et al., 2014).

Com a grande demanda de ingredientes alimentares para a aquicultura, tornam-se importante a avaliação os componentes com a finalidade de melhorar a assimilação e a aceitabilidade das rações (SILVA et al., 2012).

Surge então, a necessidade de se estudar a viabilidade de incluir diversas fontes alimentares alternativas e quantificar as respostas animais em termos produtivos e econômicos, uma das alternativas é a introdução dos subprodutos agroindustriais gerados pela agricultura familiar na dieta dos animais (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006).

3.5 Uso das rações alternativas na piscicultura

Numerosos estudos recentes demonstram a possibilidade de melhorar o desempenho zootécnico dos peixes pela suplementação da dieta com substâncias alternativas, a partir de produtos naturais que são seguros, efetivos, biodegradáveis e baratos (SYAHIDAH et al., 2015).

Diversos alimentos utilizados na elaboração de rações para peixes já possuem composição centesimal conhecida como: farelo de soja, canola, amendoim, arroz; farinha de trigo, milho, farinha de peixe, carne e osso etc. Entretanto, na Região Norte a produção desses insumos não é expressiva, sendo importadas de outras regiões, o qual encarece o preço das rações para os produtores e o peixe para o consumidor (ONO, 2005; ONO et al., 2008).

A otimização da nutrição dos peixes, buscando ingredientes alternativos para a produção de dietas, é um aspecto fundamental para melhorar a rentabilidade da atividade (SANTOS et al., 2009a).

A procura por alimentos alternativos para dietas na piscicultura tem encontrado nos co-produtos da agroindústria de frutas uma possibilidade para substituir cereais tradicionais, visando uma redução nos custos com a alimentação (SANTOS et al., 2009a), reduzindo o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses resíduos a céu aberto (LEMOS et al., 2011).

Atualmente, a escolha de ingredientes de origem vegetal depende basicamente da disponibilidade no mercado, dos custos de aquisição e transporte e da qualidade nutricional (BERGAMINI et al., 2013).

3.6 Subprodutos agroindustriais em dietas para peixes

De acordo com Lopes et al., (2010) e Lemos et al., (2011), um dos grandes desafios da piscicultura, então, tem sido identificar novos ingredientes que possam reduzir os custos com a alimentação sem, no entanto, comprometer a qualidade da água e o desempenho dos peixes.

Dentro da classificação dos alimentos concentrados, subdividimos em concentrados energéticos e concentrados protéicos. Os concentrados energéticos possuem em sua composição menos de 20% de proteína bruta (PB) e os alimentos concentrados ricos em proteína, chamados de alimentos protéicos possuem em sua composição mais de 20% de proteína bruta (GOES; SILVA; SOUZA, 2013).

3.7 Principais subprodutos agrícolas protéicos para nutrição de tambaqui (*Collossoma macropomum*)

3.7.1 Farelo de soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) representa mais da metade do total de grãos de leguminosas produzidos no mundo e, nos últimos 30 anos, tornou-se a principal fonte de proteína vegetal em virtude do seu valor nutritivo (OLIVEIRA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2002).

O farelo de soja é um alimento protéico de boa disponibilidade no mercado nacional e, em razão da alta produção de grão de soja e de seu processamento para extração de óleo,

constitui a principal fonte protéica utilizada por animais monogástricos, como aves, suínos e peixes. De acordo com Lovell (1998), entre os alimentos protéicos de origem vegetal, o farelo de soja possui a proteína com o melhor perfil aminoacídico, além de uma concentração de aminoácidos essenciais adequada às exigências dos peixes.

É uma leguminosa rica em proteína de alta qualidade nutricional, com composição variável de acordo com as condições climáticas, tipo de solo, entre outros fatores. As proteínas presentes nos grãos se encontram armazenadas principalmente no corpo protéico do cotilédone e o farelo de soja sem óleo pode conter até aproximadamente 52% de proteína (MARTINEZ et al., 2011).

O farelo de soja é um dos principais ingredientes protéico das rações, com bom valor nutricional e valores de aminoácidos essenciais favoráveis à alimentação dos animais (ROSTAGNO et al., 2005). Porém, apresenta limitações quando utilizada em rações, devido à presença de fatores antinutricionais que dificultam a digestão e absorção dos nutrientes, o que, conseqüentemente, prejudica os resultados de desempenho zootécnico (BRITO et al., 2007).

Portanto, proteína de origem vegetal é classificada como proteína de baixo valor biológico. Esta classificação é dada em virtude da proteína de origem vegetal apresentar cadeia com menor número de aminoácidos e menor diversidade (FREITAS, 2012).

3.7.2 Farelo de canola

A canola (*Brassica napus L. var. oleífera*) é uma oleaginosa desenvolvida por melhoramento genético convencional a partir da colza (*Brassica napus L.*). O termo canola significa a abreviação internacional para Canadian Oil Low Acid sendo responsável por 13% da produção mundial de grãos das oleaginosas, a segunda oleaginosa mais produzida no mundo após a soja (TOMM, 2006).

O farelo de canola é um subproduto da extração do óleo de canola e difere do farelo de soja pelos níveis mais baixos de proteína bruta (37% aproximadamente) e de alguns aminoácidos essenciais, mas é uma fonte muito rica de minerais e vitaminas, que podem ser de grande significado na formulação de dietas para animais (DOWNEY E BELL, 1995).

De forma geral, o grão de canola é moído, esmagado e prensado, em seguida para retirar o óleo remanescente pode ser prensado novamente ou adicionado solvente (hexano). O resíduo é tostado e moído formando o farelo de canola (CASARTELLI et al., 2007).

O farelo de canola, que é a fração sólida resultante do processo de extração de óleo apresenta de 36 a 39% de proteína, um nível intermediário quando comparado com o farelo de girassol, que contém 30,2%, e o de soja, que contém entre 45% a 48% (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2015; SLOMINSKI, 2015).

Pode ser utilizado como fonte protéica alternativa, em dietas para animais, além disso melhora sua palatabilidade (FURUYA et al., 2001).

3.7.3 Farelo de algodão

O farelo de algodão (FA) é o subproduto resultante da moagem do caroço de algodão no processo industrial para a extração do óleo. O FA é o terceiro dos farelos protéicos mais produzidos no mundo, sendo a maior parte utilizada na alimentação de ruminantes (PRAWIRODIGDO et al., 1997; CHIBA, 2001).

Entre os co-produtos, pode-se citar o línter, cerca de 10% da semente do algodão; o óleo bruto, 15,5% da semente; a torta, que é quase a metade da semente; além da casca que corresponde a 4,9% do total (ARAÚJO et al., 2005).

O FA comercializado possui de 36 a 41% de PB, variação decorrente da forma pela qual o óleo é extraído, o que também determina proporções diversas de semente, casca, óleo e línter (TANKSLEY Jr., 1992). Além disso, o FA apresenta baixo teor de energia quando comparado ao farelo de soja (ROSTAGNO et al., 2005), isso em função do seu elevado teor de fibra possui 11 a 13% de FB e 28,4% de FDN.

O farelo de algodão, produto obtido do caroço descortiado após a extração do óleo por solvente e moagem fina (BUTOLO, 2002), está entre os diversos alimentos que podem ser adicionados à ração de aves. Comercialmente são encontrados farelos com teores de proteína bruta (PB) que variam de 28 a 43%, sendo o percentual de PB definido pela inclusão de casca no farelo. Porém, o elevado teor de fibra e a presença de gossipol são os fatores limitantes quanto à utilização desse ingrediente nas rações de monogástricos (BUTOLO, 2002).

3.7.4 Farelo de amendoim

O amendoim é uma leguminosa pertencente à família *Fabaceae*, espécie *Arachis hypogaea L.* No Brasil, é cultivado há décadas, mas foi entre os anos 1970 e 1980 que a cultura

se tornou uma das principais economias existentes nas propriedades agrícolas do país. (FILHO; SANTOS, 2010).

O amendoim é uma importante fonte de matéria prima para a produção do biodiesel, que após a extração do óleo, obtém-se a torta, um co-produto com características nutritivas adequadas para ser empregado na composição das dietas para animais que demandam de elevados teores de proteína. Entretanto, a torta de amendoim de qualidade, depende em geral da qualidade das sementes e do método de extração do óleo, mas em geral apresentam elevados teores de nitrogênio e de nutrientes digestíveis, semelhantes ao farelo de soja (ABDALLA et al., 2008).

Quando destinado à alimentação animal, a torta de amendoim é transformada em farelo. Sua casca possui baixo teor nutritivo (por isso deve ser consumido sem ela), o alimento apresenta 45% de proteínas, média de 8,5% de extrato etéreo, 9,5% de celulose, 12% de fósforo e quantidades consideráveis de vitaminas B-1, B-2 e ácido fólico. Seu óleo é rico em vitamina E, ácidos graxos oléicos (41%) e linoléico (38%), porém muito pobre em vitaminas A e D. (FILHO; SANTOS, 2010). Outras deficiências consideráveis são cálcio (0,17%), metionina (0,52%), triptofano (0,58%) e lisina (1,57%) (ARAÚJO; SOBREIRA, 2008).

3.7.5 Farelo de semente de girassol

O farelo de semente de girassol é um alimento alternativo da indústria de óleos, resultante da moagem de sementes, podendo ou não conter a casca. Dentre os alimentos protéicos alternativos, o girassol (*Helianthus annuus* L.) tem se apresentado como opção na formulação de rações (MANTOVANI et al., 2000).

A obtenção baseia-se na extração contínua do óleo utilizando solvente e após este processo, o material segue para tostagem e resfriamento, gerando um produto com valores de proteína bruta (ROSA et al., 2009; TAVERNARI et al., 2010).

Segundo Mantovani et al. (2000), o farelo de girassol apresenta teores de proteína bruta de 34,07%; energia bruta 4.229 Kcal/Kg; cálcio 0,45%; fósforo 1,13% e fibra bruta 21,73%. Como desvantagem apresenta alto teor de fibra e é pobre em lisina. O farelo de semente de girassol tem um limitante na alimentação de monogástrico, pela alta concentração de fibra.

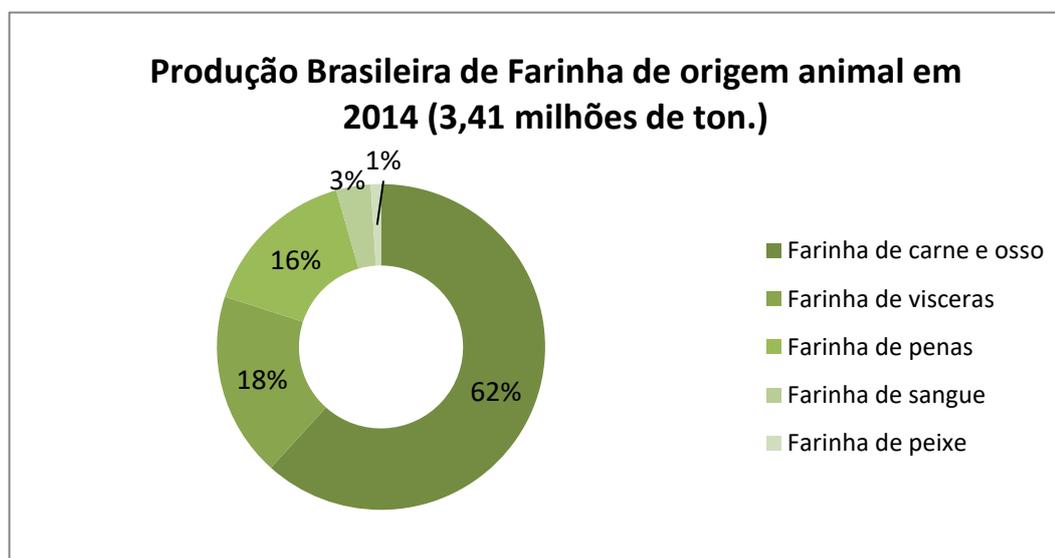
3.8 Principais subprodutos de origem animal para nutrição de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O abate de animais produz uma quantidade considerável de subprodutos que são amplamente utilizados na alimentação animal. Entre estes subprodutos se destacam os derivados de sangue bovinos (farinha de sangue e farinha de hemácias), a farinha de vísceras de aves e a farinha de penas hidrolisadas (IBGE, 2013).

O descarte incorreto de resíduos como carcaças, peças anatômicas, vísceras, ossadas, em cidades que não possuem infraestrutura para a indústria de graxa e gordura, é realizado em lixões ou aterros, sendo descartados sem controle sanitário, misturados ao lixo comum. Dessa forma, agrava os problemas ambientais e de saúde pública, resultando em grande desperdício, quando se pensa em reciclagem agrícola (MATTAR; FRADE JÚNIOR; OLIVEIRA, 2014).

Os subprodutos oriundos do processamento da carne bovina são utilizados em diversos segmentos industriais, como o couro na indústria calçadista. Também o resíduo seco da produção de sebo, composto por ossos triturados, aparas de carne e vísceras moídas, é industrializado e destinado à fabricação de ração animal (MARTINS et al., 2011) (Figura 2).

Figura 2. Produção nacional de farinha de origem animal em 2014



Fonte: ABPA, 2015

3.8.1 Farinha de carne e ossos

A farinha de carne e osso é produzida em graxarias e frigoríficos, a partir de ossos e tecidos de animais, após a desossa completa de carcaças de animais bovinos e suínos que não

são aproveitados para o consumo humano, e são levados para moagem, depois para o cozimento, prensa para extração da gordura e novamente para a moagem (VILAÇA, 2010).

Considerado um alimento protéico oriundo do processamento industrial de tecidos animais. São especificados 5 tipos de FC com base na PB (35, 40, 45, 50 e 55% de PB). A quantidade máxima de matéria mineral e fósforo presentes na farinha de carne respectivamente deve ser de 26% e 4,4% (CAMPESTRINI, 2005).

O tipo de farinha varia quanto à espécie animal, podendo ser: bovina, bubalina, caprina, ovina, suína ou equídea. As farinhas suínas ou bovinas têm influência na digestibilidade dos nutrientes, principalmente de aminoácidos, sendo que as farinhas mistas de bovinos e suínos apresentam menor digestibilidade (CAMPESTRINI, 2005).

Farinha de carne quando adicionada ossos, passa a ser denominada de farinha de carne e ossos. Essa classificação implica o teor mínimo de 4% de fósforo, o cálcio não deve exceder 2,2 vezes o seu nível e a proteína deve ter solubilidade em pepsina superior a 86% (CAMPESTRINI, 2005). A inclusão de farinha de carne geralmente é substituída pelo farelo de soja (TONISSI et al., 2013).

3.8.2 Farinha de vísceras de aves

Farinha de vísceras de aves é obtida através do cozimento e da auto clivagem de subprodutos originados do abate de aves. Constituída por partes cárneas, vísceras, cabeças e pés. Antioxidantes são adicionados devido ao alto teor de extrato etéreo, para evitar a rancificação. Sua qualidade nutricional, principalmente pela quantidade de proteína e gordura pode ser comparada à farinha de carne, possibilitando uma ótima relação custo/benefício na formulação de rações para monogástrico (POLINUTRI, 2005).

Rostagno et al. (2011) determinam o valor nutritivo da farinha de vísceras de aves como tendo 57,68% PB; 14,17% de EE; e 3.241 Kcal/Kg de EM?????. Portanto, é um produto de alta qualidade para alimentação animal e é comparável à farinha de carne de boa qualidade.

3.8.3 Farinha de penas

De acordo com Onifade (1998) as penas de frangos são compostas basicamente por proteína, sendo utilizadas na indústria de processamento de aves para formulação de rações para animais. Considerando-se que as penas representam de 5 a 7% do peso dos frangos e que o

Brasil é o terceiro produtor mundial dessa ave, a disponibilidade dessa proteína na indústria de processamento de frangos é bastante expressiva.

A farinha de penas crua utilizada como única fonte protéica pode trazer grandes danos à criação de animais, devido à baixa disponibilidade de seus nutrientes. Dessa forma, o processamento ao qual a farinha de penas é submetida deve ser adequado para que se obtenha uma farinha de alta qualidade. A qualidade antes, durante e depois do processamento é de fundamental importância para o aproveitamento dos resíduos na confecção das farinhas. O tempo de estocagem das penas antes do processamento é um fator de grande importância, tendo em vista que, se processadas em fase de decomposição, o produto final pode prejudicar o desempenho dos animais pelo aparecimento de enterites (ROCHA e SILVA, 2004).

3.8.4 Farinha de sangue

As indústrias mundiais de beneficiamento de carnes processam aproximadamente 60 milhões de toneladas por ano de subprodutos animais, durante o abate e processamento, entre 33 e 43% do peso inicial do animal é descartado, pois não se caracteriza como uma fonte alimentar para o consumo humano (HERTRAMPF e PIEDAD-PASCUAL, 2000).

O derivado de sangue mais utilizado é a farinha de sangue. Este ingrediente é obtido a partir da sangria na hora do abate, por calhas ou drenos no chão. Após a drenagem o sangue tem que ser rapidamente tratado com produtos químicos para evitar a coagulação. Em seguida, é realizada a secagem do sangue fresco com sistemas a vácuo em baixas temperaturas (49°C), em seguida o material é vaporizado em uma corrente de ar quente de 316°C (HERTRAMPF e PIEDAD-PASCUAL, 2000).

A qualidade deste ingrediente vai depender principalmente da temperatura utilizada no processo, assim como da velocidade do tratamento do sangue (HERTRAMPF e PIEDAD-PASCUAL, 2000).

A produção da farinha de sangue convencional (FSC) envolve temperaturas de até 200°C e tempo prolongado de quatro à 12h de cozimento, sendo obtida a partir do sangue colhido no matadouro, o qual é aquecido até coagular (BUTOLO, 2002). Por compressão, extrai-se a fração líquida para posterior evaporação, secagem e moagem, em condições controladas (EVANGELISTA, 2001).

3.8.5 Farinha de peixe

A farinha de peixe é um subproduto desidratado e moído, da industrialização de pescados, obtido pela cocção de peixe integral (quando rejeitada para o consumo humano) do corte de órgãos (cabeça, coluna vertebral e vísceras) ou de ambos, com ou sem extração parcial do óleo, após cocção, secagem e moagem (WINDSOR, 2001).

Contêm entre 52 a 55% de proteína bruta contrastando com farinhas importadas que contem mais que 60%. Embora o processo seja simples em princípio, são necessários habilidade e experiência para obter um rendimento e qualidade alta do produto (WINDSOR, 2001).

Anualmente são produzidas de 5 a 7 milhões de toneladas de farinha de peixes em todo o mundo, sendo que deste total 60% são utilizadas na composição de rações para aqüicultura, e o restante é consumido em rações de aves, suínos e pequenos animais. Para produção deste volume de farinha de peixe, são extraídos da natureza cerca de 28 milhões de toneladas de pescado *in natura*, o que equivale a 30% de toda a produção pesqueira mundial, que é de cerca de 92 milhões de toneladas (FAO, 2008).

O aumento da demanda por farinha de peixe pela aqüicultura começa a ser criticado, com a justificativa de que o uso de farinha de peixe oriunda da pesca extrativista, para alimentar peixes cultivados é ineficiente e ambientalmente insustentável. (HARDY, 2006).

3.9 Principais subprodutos energéticos para nutrição de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Os grãos de cereais são considerados alimentos básicos que apresentam elevado valor energético como é o caso do milho, sorgo, etc. O valor protéico dos mesmos pode ser considerado baixo quando comparado aos produtos de origem animal (TONISSI et al., 2013).

3.9.1 Farelo de Milho

O milho e a soja por serem *commodities* possuem o seu preço regulado pelos mercados internacionais, podendo permanecer seu valor elevado por tempo indeterminado (SOUZA, 2013).

O milho é produzido em quase todos os continentes, sua importância econômica caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a

indústria de alta tecnologia, como a produção de filmes e embalagens biodegradáveis. Em termos gerais, apenas 15% de toda a produção mundial destina-se ao consumo humano, de forma direta ou indireta (PAES, 2006).

Considerado um dos três cereais mais consumidos no Brasil. Esse cereal é rico em carboidratos (amido), o que o classifica como alimento energético, pois na sua constituição, 72% correspondem à energia bruta. Dentre as vitaminas encontradas no milho, destaca-se a B1, B2, a vitamina E, e o ácido pantotênico, além de alguns minerais, principalmente o fósforo e o potássio, no entanto, não constitui fonte essencial desses nutrientes (PAES, 2006).

Segundo a FIESP (2014) foram produzidos no mundo na safra 2014/2015, aproximadamente 989,3 milhões de toneladas de milho, sendo os maiores produtores os Estados Unidos, a China e o Brasil, com produção de 353,7; 218,5 e 79,3 milhões de toneladas, respectivamente. No cenário de exportação o Brasil é o segundo maior exportador com 21,5 milhões de toneladas ficando atrás apenas dos EUA que exportou em 2014, 48,7 milhões de toneladas (ROSTAGNO et al. 2011).

3.9.2 Farelo de Trigo

A produção brasileira de trigo não chega a 1% da produção mundial, sendo os estados da região sul os maiores produtores. O Brasil tem uma produção anual em torno de 7 milhões de toneladas e o consumo interno fica por volta de 10 milhões de toneladas, sendo necessário importar o produto. A importação ocorre principalmente da Argentina e dos Estados Unidos (ABITRIGO, 2015).

O trigo é amplamente utilizado no consumo humano, porém seus subprodutos ou produtos de classificação inferiores são direcionados para a nutrição animal, dentre estes se destacam o farelo de trigo que possui alta concentração energética. O farelo de trigo é um subproduto obtido a partir da moagem do trigo, que representa aproximadamente 15% do peso do grão de trigo (HEMERY et al., 2010).

O trigo utilizado para alimentação animal são grãos que durante o processo de classificação não entram na cadeia alimentar humana, por ter uma classificação inferior. Desta forma esses grãos ou os resíduos são aproveitados na cadeia alimentar animal (ROSTAGNO et al. 2011)

3.9.3 Farelo de Arroz

Segundo Lima (2000), o arroz é um dos grãos mais produzidos no mundo e é utilizado principalmente para o consumo humano. Em comparação ao preço do milho o seu valor é mais elevado, com isso apenas os subprodutos de seu beneficiamento são incorporados à alimentação animal.

O farelo de arroz é considerado um ingrediente energético. O teor de proteína varia de 8 a 17% de PB, rico em fósforo, tem como limitante alta taxa de ácido fítico que torna o fósforo não disponível, 10 a 15% de EE, e 11,5% de FB. A fibra do farelo de arroz é composta por 38% de hemicelulose, 28% de celulose, 27% de lignina e 7% de pectina (TONISSI et al., 2013). A adição da casca ao farelo de arroz integral aumenta seus teores de sílica, lignina que deprecia o seu valor nutritivo, pois o torna indigestível (TONISSI et al., 2013).

3.9.4 Farelo de Sorgo

O sorgo pode ser utilizado na produção de farinha para panificação, amido industrial, álcool, como forragem ou na cobertura de solo. A forragem, silagem e grãos são as formas mais utilizadas na alimentação dos animais. Apresenta composição semelhante à do milho, com menor teor de energia e maior de proteína, sendo que a proteína bruta pode variar de 9 a 13%, dependendo da variedade. Contém baixo teor de caroteno, é deficiente em pigmentos xantofílicos (TONISSI et al., 2013).

De acordo com Rostagno et al. (2011) o sorgo de baixo tanino apresenta 63,24% de amido, 8,97% de PB, 2,96% de EE, 2,3% de FB e 3.189 Kcal/Kg de EB. O sorgo produz vários compostos fenólicos, alguns pesquisadores atribuem essa produção como forma de defesa da planta, já que suas sementes são expostas e estão susceptíveis a ataque de pássaros, patógenos e outros competidores.

O sorgo tem sido estudado como fonte de energia e utilizado em rações, sendo alternativo ao milho. Este cereal também se destaca devido o seu baixo custo de produção em relação ao milho e baixa exigência de chuvas, além de suas variedades apresentarem resultados semelhantes ao uso do milho na dieta de frangos (QUEIROZ et al., 2015).

3.10 Principais subprodutos das atividades agrícolas para nutrição de peixes

A importância de avaliar ingredientes não convencionais na alimentação de peixes se dá pela possibilidade de propor tecnologias apropriadas às necessidades econômicas de cada região. Estes ingredientes não devem competir com a alimentação humana e que preferencialmente devem ser subprodutos para alimentação animal (TEIXEIRA et al., 2006).

Segundo Gomes (2001) as rações artesanais elaboradas com produtos regionais têm proporcionado um custo de 30 a 50% menor que as rações comerciais.

Diversas pesquisas têm sido realizadas com a finalidade de substituir fontes energéticas tradicionais, como o milho, objetivando diminuir custos com a alimentação e reduzir constituintes protéicos nas dietas, utilizando diversos ingredientes alternativos como os resíduos de frutas (CAMPECHE et al., 2014; SOUZA et al., 2013; MELO et al., 2012; LIMA e LUDKE, 2011).

Souza et al. (2013), avaliando a substituição do milho pela farinha de manga em dietas para tilápias, afirmaram que pode substituir o farelo de milho pela farinha de manga com cascas sem comprometer o desempenho zootécnico e a composição química da carcaça para tilápia em até 33%. No entanto, Melo et al. (2012) substituíram em 100% o farelo de milho pela farinha de manga sem casca em dietas para tilápias e não observaram diferenças significativas no desempenho.

Lopes et al. (2010), realizaram uma pesquisa com farelo de babaçu (*Attalea speciosa*) em dietas, e concluíram que a inclusão de até 12% deste ingrediente alternativo em dietas para juvenis de tambaqui, não afetou o consumo de ração, nem influenciou de forma negativa o ganho de peso dos peixes.

Pode-se afirmar, de forma conclusiva, que o farelo de milho pode ser substituído em até 100% por farelo de licuri (*Syagrus coronata*) em dietas para alevinos de tambaqui até o peso de 30 gramas, sem que haja perda no desempenho dos animais (CAMPECHE et al., 2014).

Silva et al. (2015), A inclusão de até 20% do farelo de algaroba (*Prosopis juliflora*) substituindo totalmente o milho em dietas para tilápia do Nilo, cultivadas em baixas temperaturas, não prejudica o desempenho zootécnico e melhora a sobrevivência dos peixes.

3.10.1 O tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.)

O gênero *Astrocaryum* é encontrado por toda a extensão da América do Sul. No Brasil pode ser encontrado nos estados do Amazonas, Rondônia, Mato Grosso, Acre, Amapá e Pará (LIMA et al., 1986; LORENZI et al., 2004) (Figura 3).

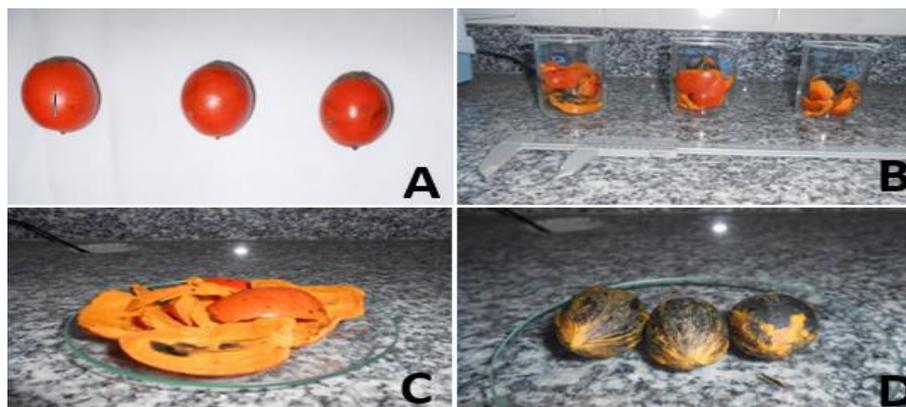


Figura 3. Exemplar do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey)
 Processo de separação das partes do fruto. **A** – Frutos inteiros; **B** – Medição dos frutos em paquímetro; **C** – Epicarpo-mesocarpo dos frutos; **D** – Amêndoas dos frutos.
 Fonte: Suelen Porpino, 2015.

Na Amazônia se destacam duas variedades de tucumã, o tucumã-do-pará onde se retira dos frutos, a polpa para o consumo e o óleo de tucumã para tratamento de saúde. Já o tucumã-do-amazonas o qual tem sua polpa consumida *in natura*, cuja característica principal dessa espécie é o não perfilhamento. Segundo Cavalcante (2010), o tucumanzeiro pertencente à família *Arecaceae*, é uma palmeira de crescimento em touceira, com média de quatro estipes que são densamente espinhosos. Seus frutos têm potencial de mercado de alimento, cosmético, artesanato e óleo, sendo considerada uma espécie promissora para a produção do biodiesel na Amazônia.

No estado do Pará, são encontrados em terrenos relativamente secos, produzindo frutos em cachos, cuja safra vai de dezembro a abril. Sua polpa é rica em caroteno (provitamina A), proteínas, carboidratos, minerais e fibras. Produz em média 37,5% de óleo amarelo e a amêndoa, de 30 a 50% de óleo branco, ambas comestíveis (CAVALCANTE, 2010). O tucumã possui muitas utilidades, o caroço é utilizado no artesanato, as folhas fornecem uma fibra bastante resistente que é usada nas cestarias, sendo a polpa do fruto consumida (Tabela 1).

Pesquisas relacionadas ao aproveitamento destes subprodutos da fruticultura estão sendo conduzidas com o intuito de investigar a sua composição química, valorizando-os e sugerindo novas alternativas de utilização, minimizando o desperdício e possibilitando a geração de produtos biotecnológicos (SOUSA et al., 2011).

Tabela 1. Dados morfológicos do fruto de Tucumã

Parâmetros	Medias	Ribeiro & Suarez	Morais & Dias
Peso do fruto(g)*	22,01 ± 2,19	20,59	28,85
Comprimento (mm)*	38,50 ± 2,14	38,80	41,00
Diâmetro (mm)*	31,23 ± 1,12	28,90	34,4
Peso do Mesocarpo (g)**	5,68 ± 0,57	6,07	n.d.
Peso do Epicarpo (g)**	6,75 ± 1,00	4,92	n.d.
Peso do Endocarpo (g)**	10,03 ± 1,19	8,01	n.d.
Mesocarpo (%)	25,00 ± 0,57	29,48	29,65
Epicarpo (%)	29,4 ± 1,00	23,90	22,97
Endocarpo (%)	45,6 ± 1,19	38,90	46,21

*e** = medias analisadas de 100 a 300 unidades do fruto, respectivamente.

n. d = valor não determinado.

Fonte: Ferreira, et al.2008.

No Pará, a exploração da polpa de tucumã e de seus derivados representa uma atividade econômica significativa e crescente no âmbito regional. Atualmente, além do uso da polpa *in natura* para elaboração de suco, licor, doces, picolé, sorvete, geléia, dentre outros; do caroço pode ser produzido de forma artesanal pulseiras e anéis. Ainda se confecciona das folhas, que são muito resistentes, coberturas de casas, redes de pesca, sacolas, cordas, chapéus e peças de artesanato (OLIVEIRA, 1998; SHANLEY; MEDINA, 2005).

Portanto, pode-se ressaltar que o tucumã é uma planta frutífera nativa, presente na grande maioria dos municípios paraenses, constituindo-se com fonte energética para inúmeras famílias, que preferem consumir este alimento na forma *in natura*. Durante o consumo natural e/ou beneficiado são obtidos inúmeros resíduos, que podem apresentar potencial qualitativo para compor dietas para peixes.

As pesquisas que procuram analisar a possibilidade de substituição dos ingredientes comumente utilizados na elaboração de rações para peixes são essenciais para a evolução da piscicultura. Esses estudos são indispensáveis para elaborações de dietas mais eficientes e de menor custo, que possam propiciar melhores resultados zootécnicos, favorecendo os produtores e os consumidores. Perpetuando uma conexão com os três pilares da sustentabilidade, beneficiando o âmbito social, econômico e ambiental.

4. REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R; CARMO, C.A. E EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Ver. Bras. Zootecn.**, 37: 260-258, 2008.
- ABITRIGO. **Estatística do Trigo**. Evolução mensal e anual do preço do trigo, consumo, produção e estoque mundial de trigo. São Paulo, SP, 2015.
- ABPA. Relatório Anual 2015. Associação Brasileira de Proteína Animal. São Paulo: **ABPA**. 2015.
- ABREU, L.F.; RIBEIRO, S.C.A.; ARAÚJO, A.F. Processo agroindustrial: Elaboração de farinha de resíduos de tambaqui (*Collossoma macropomum*) para uso como ingrediente de rações de pescado. **Revista Circular Técnica**, Embrapa, 2012.
- ALMEIDA JÚNIOR, C. R. M. O’.; LOBÃO, R. A. Aquicultura no Nordeste Paraense, Amazônia Oriental, Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 13, n.1, p. 33- 42, 2013.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. *Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão*. Anuário brasileiro de fruticultura 2015. Santa Cruz do Sul: **Editora Gazeta**, p.104, 2015.
- ARAÚJO, A.E.; SILVA, C.A.D.; FREIRE, E.C. et al. Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar. **EMBRAPA-CNPA**, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Campina Grande, PB, 2005.
- ARAÚJO, W. A. G.; SOBREIRA, G.S. Farelo de amendoim na alimentação de não ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.2, p.546-557, 2008.
- ARBOS, K. A et al. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 60, n.2, p. 161-165, 2013.
- BERGAMIN, G.T.; VEIVERBERG, C.A.; SIQUEIRA, L.V.; EGGERS, D.P.; RADÜNZ NETO, J. Digestibilidade aparente de farelos vegetais tratados para remoção de antinutrientes em dietas para jundiá. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.8, p.928-934, ago. 2013.
- BEZERRA, S. K.; SOUZA, R. C.; MELO, J. F. B.; CAMPECHE, D. F. B. Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração. **Archivos de Zootecnia**. v. 63, n. 244, p. 587-598. 2014.
- BRABO, M. F. Piscicultura no Estado do Pará: situação atual e perspectivas. **Acta Fish**, (2)1: 1-7, 2014.
- BRABO, M. F., DIAS, B. C. B., SANTOS, L. D., FERREIRA, L. A., VERAS, G. C. & CHAVES, R. A. Competitividade da cadeia produtiva da piscicultura no Nordeste paraense sob a perspectiva dos extensionistas rurais. **Informações Econômicas**, (44)5: 1-13, 2014.

- BRASIL. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011**. 60 p. 2011.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil 2011**. Brasília: República Federativa do Brasil, 2013a.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Censo aquícola nacional, ano 2008**. Brasília: República Federativa do Brasil. 2013 b.
- BRITO, R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M. et al. Degradabilidade *in situ* e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas balanceadas para diferentes ganhos de peso e potenciais de fermentação microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1639-1650, 2007.
- BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: **Pfizer Saúde Animal**. 430p., 2002.
- CALVACANTE, P. B.: Frutas Comestíveis da Amazônia, 7. Ed. rev. atual. Belém: **Museu Paraense Emílio Goeldi**,. 282p., 2010.
- CAMPECHE, D.F.B., MELO, J.F.B., BALZANA, L., R.C. SOUZA., R.A.C.R. FIGUEIREDO. Farelo de licuri em dietas para alevinos de tambaqui (*Colossoma Macropomum*, Cuvier, 1818). **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 66, 539-545, 2014.
- CAMPESTRINI, E. Farinha de Carne e Ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.4, p.221-234, 2005.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. Annual Report 2015. **Winnipeg**. Canada, 20 p., 2015.
- CASARTELLI, E. M.; JUNQUEIRA, O. M.; FILARDI, R. S.; LAURENTIZ, A. C.; ASSUENA, V.; PILEGGI, J.; MOREIRA, L. P. C. Utilização do farelo de canola em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**, 8(1): 95-103, 2007.
- CHAGAS E. C., GOMES L. C., JÚNIOR H. M., ROUBACH R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. **Revista Ciência Rural**, v.37, n.4, 2007.
- CHAGAS E. C., GOMES L. C., JÚNIOR H. M., ROUBACH R., LOURENÇO J. N. P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.833-835, ago. 2005.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Bioquímica ilustrada. 4 ed. **Porto Alegre: ArtMed**, 2010.
- CHIBA, L.I. Protein supplements. Swine Nutrition. 2nd ed. Lewis, A.J. and L.L. Southern, Eds. **CNS Publishing**. Boca Roton. Flórida. p. 803-837, 2001.
- CIFUENTES, R.; BRESSANI, R.; ROLZ, C. The potential of sweet sorghum as a source of ethanol and protein. **Energy for Sustainable Development**, v.21, p.13-19, 2014.

- COELHO, E. M; VIANA, A. C; AZÊVESO, L. A. Prospecção tecnológica para o aproveitamento de resíduos industriais, com foco na indústria de processamento de manga. **Cadernos de Prospecção - (online)**, v.7, n.4, p.550-560, 2014.
- DAIRIKI, J.K.; Silva, T.B.A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tabaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros./ Jony Koji Dairiki e Thyssia Bomfim Araújo da Silva. – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. **Documento 91**. 44p, 2011.
- DE-CARVALHO, H. R. L. SOUZA, R. A. L.; CINTRA, I. H. A. A aquicultura na microrregião do Guamá, Estado do Pará, Amazônia Oriental, Brasil. **Rev. Cienc. Agrar**, v. 56, n.1, p.1-6, jan/mar, 2013.
- DOWNEY, R.K.; BELL, J.M. New developments in canola research. In: SHAHIDI, F. (Ed). Canola and rapeseed. Production, chemistry, nutrition and processing technology. New York: Van Nostrand Reinhold, **chapter 4**. p.37-46, 1995.
- EVANGELISTA, J. Tecnologia de alimentos. **1. ed. São Paulo: Atheneu**, 2001.
- FAO - Food and Agriculture Organization. **The state of world fisheries and aquaculture 2012**. Rome: FAO, 2014.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Yearbook of fishery statistics: summary tables. **FAO**, Roma, 2008.
- FARIA FILHO, D. E. Response surface models to predict broiler performance and applications for economic analysis. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 2, p. 139-141, 2008.
- FERREIRA, E.S.; LUCIEN, V.G.; AMARAL, A.S.; SILVEIRA, C.S. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryumvulgare*Mart.). **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.4, p.427-433, 2008.
- FIESP. Informativo DEAGRO. **Safra Mundial de Milho 2014/15**. São Paulo – SP. Dez. 2014. Disponível em: <http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2014/12/boletim_safra-mundial-milho_dezembro2014.pdf>. Acessado em: 27 ago. 2015.
- FILHO, P. A. M.; SANTOS, R. C. A cultura do Amendoim no Nordeste: Situação atual e suas perspectivas. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, vol. 7, p.192-208, 2010.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS -FAO. **Fishery and aquaculture statistics 2012**. Roma: FAO yearbook, 2014b.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS -FAO. **The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges**. Roma: FAO, 2014a.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2012. **Fisheries and Aquaculture Department**. Rome, p. 230, 2012.

- FRACALOSSO, D. M.; RODRIGUES, A. P. O.; SILVA, T. S. C.; CYRINO, J. E. P. Técnicas experimentais em nutrição de peixes. In: FRACALOSSO, D.M. e CYRINO, J.E.P. NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. 1ª ed. Ampliada. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. p.37-63, 2013.
- FREITAS, H. J. Nutrição Animal. UFAC. 97 p., 2012.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, p.611-616, 2001.
- GARMUS, T. T., BEZERRA, J. R. M. V., RIGO, M.; CÓRDOVA, K. R. V. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v. 03, n. 02: p. 56-65, 2009.
- GOES, R. H. de T. e B. de; SILVA, L. H. X da; SOUZA, K. A. de. Alimentos e alimentação animal. Dourados, MS: UFGD, 2013.
- GOMES, L. C; SIMÕES L. N.; ARAÚJO-LIMA C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto B, Gomes LC, organizadores. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed. Santa Maria: UFSM. p. 175-204, 2010.
- GOMES, S.Z. Ração artesanal para peixes e crustáceos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 12., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais Foz do Iguaçu: AEP-SUL, FAEP-BR**, 2001.
- HARDY, R.W. Worldwide fish meal production outlook and use of alternative protein meals for aquaculture. In: **Simposium Internacional de Nutricion Acuicola VIII**. Universidade Autonoma de Nuevo Leon, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. p. 410- 419. 2006.
- HEMERY, Y.M.; MABILLE, F.; MARTELLI, M.R.; ROUAU, X. Influence of water content and negative temperatures on the mechanical properties of wheat bran and its constitutive layers. **Journal of Food Engineering**, [Pullman], v. 98, n. 3, p. 360-369, jan. 2010.
- HERTRAMPF, J.; PIEDAD-PASCUAL, F.; Handbook on Ingredients for Aquaculture feeds. **Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht, The Netherlands. 573pp, 2000.
- HISANO, H., MARUYAMA, M. R., ISHIKAWA, M. M., MELHORANÇA, A. L., OTSUBO, A. A. Potencial da Utilização da Mandioca na Alimentação de Peixes. **EMBRAPA**, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 41, p.1-108, 2014
- JUNIOR, J. E. L. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Rev. Ciênc. Agron.** v.37, p.70-76, 2006.

- LEE, J. & SARPEDONTI, V. Diagnóstico, tendência, potencial e políticas públicas para o desenvolvimento da aquicultura. **In: Diagnóstico da pesca e da aquicultura no Estado do Pará.** Belém: Universidade Federal do Pará / Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. v. 6-8, p. 823-932, 2008.
- LEMOS, M.V.A.; GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E.C. Farelo de coco em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 12(1): 188-198, 2011.
- LIMA, G. J. M. M.; MARTINS, R. R.; ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R..Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz. **Comunicado Técnico/244/Embrapa Suínos e Aves**, 2000, Concórdia. SC. P. 1-2, 2000.
- LIMA, L.K.F. Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do Pescado. Embrapa, Palmas, **Pesca e Aquicultura**, 2013.
- LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M.; PORTO-NETO, F.F.; PINTO, B.W.C.;TORRES, T.R.; SOUZA, E.J.O. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum**, v.33, n.1, p. 65-71, 2011.
- LIMA, R. R. TRASSATO, L. C.; COELHO, V. “O tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.): principais características e potencialidade agroindustrial”. Belém: EMBRAPA. 25p. (**Boletim de pesquisa, 75**). 1986.
- LIMA, R. R. TRASSATO, L. C.; COELHO, V. “O tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.): principais características e potencialidade agroindustrial”. Belém: EMBRAPA. 25p. (**Boletim de pesquisa, 75**). 1986.
- LOPERA-BARRERO NM, RIBEIRO RP, POVH JA, VARGAS LDM, POVEDA-PARRA AR, DIGMAYER M. As principais espécies produzidas no Brasil. In: LOPERA-BARRERO NM, RIBEIRO RP, POVH JA, VARGAS LDM, POVEDA-PARRA AR, DIGMAYER M, ORGANIZADORES. Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. **Guaíba: Agrolivros**. p. 143-215, 2011.
- LOPES, J. C. Ost. Técnico em Agropecuária; piscicultura. Floriano. **Ed. ufpi**. 2012.
- LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA FILHO, F.P.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAÚJO, D.M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P.S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 519-526, 2010.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de.; COSTA, J. T. de M.; CERQUEIRA, L. S. C. de; FERREIRA, E. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**. 432p., 2004.
- LOUSADA JÚNIOR, J.E.; COSTA, J.M.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal1. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.1, p.70-76, 2006.
- LOVELL, T. Nutrition and feeding of fish. **New York: Van Nostrand Reinhold**, 260p, 1988.

- LU, Y.; YEAP, F. L. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace-vegetable. **Food Chemistry**. v.68, n.1, p.81-85, 2000.
- MANTOVANI, C.; FURLAN, A. C.; MURAKAMI, A. E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; SANTOLIN, M. L. R.; Composição química e valor energético do farelo e da semente de girassol para frangos de corte. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, 2000.
- MARTINEZ, A. P. C. et. al. Alterações químicas em grãos de soja com a germinação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, p.23-30, 2011.
- MARTINS, R et al. O biodiesel de sebo bovino no Brasil. **Revista de Informações Econômicas**, São Paulo, v. 41, n. 5, p. 58, 2011.
- MATOS, M.A.; NINAUT, E.S.; CAIADO, R.C.; SALVI, J.V. A elevação dos preços das commodities agrícolas e a questão da agroenergia. **Informações Econômicas**, v.38, p.68-83, 2008.
- MATTAR, E. P. L.; FRADE JUNIOR, E. F. ; OLIVEIRA, E. DE. Caracterização físico-química de cinza de osso bovino para avaliação do seu potencial uso agrícola. **Pesqui. Agropecu. Trop.**, Goiânia , v. 44, n. 1,p.65-70,Mar. 2014.
- MELO, J. F. B., SEABRA, A.G.L., SOUZA, S.A., SOUZA, R.C., FIGUEIREDO, R.A.C.R. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 64, 177-182, 2012.
- MELO, J.F.B.; SEABRA, A.G.L.; SOUZA, S.A.; SOUZA, R.C.; FIGUEIREDO, R.A.C.R. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.1, p.177-182, 2012.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA- MPA. Boletim estatístico da pesca e aquicultura. **ed. Springer**, New York, USA. 179-187, 2014.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA- MPA. **Censo aquícola nacional, ano 2008**. Brasília: MPA, 336 p, 2013.
- OLIVEIRA, A. S. C.; SOUZA, R. A. L.; MELO, N. F. A. C. Estado da Arte da Piscicultura na Mesorregião Sudoeste Paraense - Amazônia Oriental. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 14, n.1, p. 33-38, 2014.
- OLIVEIRA, F.; COSTA, F.G. P.; SILVA, J. H. V.; BRANDÃO, P.A.; AMARANTE JÚNIOR, V. S.; NASCIMENTO, G. A. J.; BARROS, L. R. Desempenho de frangos de corte nas fases de crescimento e final alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1950-1955, 2005.
- OLIVEIRA, M. S. P. Caracterização e avaliação preliminar de germoplasma de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) nas condições de Belém-PA. **Belém: EMBRAPA**, p. 1-4, 1998.

- ONIFADE, A.A; AL-SANE, N.A.; AL MUSALLAM, A.A.; AL-ZAIBAN, S. Areview: potentials for biotechnological applications of keratin-degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of feathers and other keratins as livestock feed resources. **Bioresource Technology**, v. 66, p. 1-11, 1998.
- ONO, E. A; NUNES, E. S. S.; CEDANO, J. C.C.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. 2008. Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia: proteína em juvenis de pirarucu. **Pesquisa agropecuaria brasileira**, 43 (2): 249-254.
- ONO, E.A. Cultivar peixes na Amazônia: Possibilidade ou utopia?.**Panorama da Aqüicultura**, n. 15, p. 41-48, 2005.
- PADILHA, T.; BASSO, C. Biscoitos com resíduos de manga, maracujá e jaboticaba. **Disciplina rum Scientia**. v. 16, n. 1, p. 79-88, 2015.
- PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos dos Grãos do Milho. **Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS**. 6 p., 2006.
- PEREIRA JUNIOR, G. P.; PEREIRA, E. M. O.; FILHO, M. P.; BARBOSA, P. S.; SHIMODA, E.; BRANDÃO, L. V. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) alimentados com rações contendo farinha de crueira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*). **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 217-226, 2013.
- POLI-NUTRI NUTRIÇÃO ANIMAL. **Ingredientes alternativos na alimentação de suínos e segurança (parte II)**. São Paulo, SP. 20p, 2005.
- PRAWIRODIGDO, S., Batterham, E.S. and Andersen, L.M. Nitrogen retention in pigs given diets containing cottonseed meal or soyabean meal. **Anim Feed Sci Technol**, 67: 205-211, 1997.
- QUEIROZ, A.P.L.B de; CARVALHO, C.M.C.; MARTINS, J.M. da S.; LITZ, F.H.; FERNANDES, E. de A. Composição bromatológica, energia metabolizável e digestibilidade de nitrogênio e extrato etéreo de amostras de milho e sorgo para frangos de corte em diferentes idade. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 30-40, jan./jun. 2015.
- QUEIROZ, J.F.; LOURENÇO, J.N.P.; KITAMURA, P.C. Embrapa e a aqüicultura: demandas e prioridades de pesquisa (Embrapa and aquaculture: research demands and priorities). Brasília, **Embrapa (Brazilian Agricultural Research Corporation)**, Brazil, 2002.
- ROCHA T. C.; SILVA, B. A. N. Utilização da Farinha de Penas na Alimentação de Animais Monogástricos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, Artigo Número 5. p. 35-43, julho/agosto de 2004.
- ROCHA, Carlos Magno Campos; RESENDE, Emiko Kawaskami; ROUTLEDGE, Eric Arthur Bastos; LUNDSTEDT, Luiz Magalhaes. **Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Pesquisa agropecuária brasileira, volume 48, número 8, Brasília Agosto 2013.

- RODRIGUES, A. P. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, n. 1, p. 135 –145, 2014.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; NUNES,R. V.; TOLEDO, R. S. Valores Energéticos da Soja e Subprodutos da Soja, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.
- ROSA, P. M.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. C.; BIZZO, H. R.; ZANOTTO, D. L.; OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R. Chemical composition of brazilian sunflower varieties. **Helia**, Novi Sad, v. 32, n. 50, p. 145-156, 2009.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. **Viçosa: UFV Imprensa Universitária**. 187p, 2005.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição dos alimentos e exigências nutricionais. **3. Ed. Viçosa**, MG. UFV, DZO.252p, 2011.
- SALLA, D.A.; FURLANETO, F. de P.B.; CABELLO, C.; KANTHACK, R.A.D. Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho. **Ciência Rural**, v.40, p.2017-2022, 2010.
- SANDOVAL JR, P.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O. Manual de criação de peixes em taques-rede. **2. Ed. Brasília: Codevasf**. 36 p.,2013.
- SANTOS, B. L. T., ANDRADE, J. E., SOUSA, R. G. C. Densidade de estocagem utilizada no desenvolvimento do tambaqui em fase de pré-engorda. **Scientia Amazonia**, v.3, n.3, p. 41-50, 2014.
- SANTOS, E. L., WINTERLE, W. M. C., LUDKE, M. C. M. M., BARBOSA, J. M. Digestibilidade de ingredientes alternativos para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Revisão. **Revista Brasileira Engenharia da Pesca**, São Luis, 3 (2): 135-149, 2008.
- SANTOS, E. L.; LUDKE, L. M.; RAMOS, A. M.; BARBOSA, J. M.; LUDKE, J. B.; RABELO, C. B. Digestibilidade de subprodutos da mandioca pela tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciência Rural**, v. 4, p. 358-362, 2009a.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.; BARBOSA, J.M.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, J.V. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, 22(2): 175-180, 2009b.
- SHANLEY, P.; MEDINA, G. Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. **Belém: CIFOR**, 2005.
- SHANLEY, P.; MEDINA, G. Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. **Belém: CIFOR**, 2005.

- SIDONIO, I., MAGALHÃES, G., LIMA, J., BURNS, V., ALVES JR., A.J., MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**. 35, 421 – 463, 2012.
- SILVA CAMARGO A. C. D., JÚNIOR M. V. V, DONZELE J. L., ANDRADE D. R. D., SANTOS L. C.D. Níveis de Energia Metabolizável para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de Peso Vivo. Composição das Carcaças. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.27, n.3, p.409-415, 1998.
- SILVA, C. A. D.; FUJIMOTO, R. Y. Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 45, n. 3, p. 323–332, 2015.
- SILVA, L.G.; FERREIRA, L.A.S.; RIBEIRO, I.A.; RIBEIRO, C.F.A.; RIBEIRO, S.C.A.; SILVA, J.T.M.; SANTOS, L.F.C. Caracterização do cultivo de pirarucu no município de Conceição do Araguaia - Estado do Pará. **Revista Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 8, n. 15, 2012.
- SILVA, T. R. M.; CHUNG, S.; ARAÚJO, T. A. T. de; AZEVEDO, K. S. P. de; SANTOS, M. C. dos; BICUDO, Á. J. de A. Substituição do milho pelo farelo de algaroba (*Prosopis juliflora*) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo cultivados em baixa temperatura. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.10, n.3, p.460-465, 2015.
- SLOMINSKI, B. Canola science cluster research report. In: Canola Council of Canada. **Winnipeg**. Canada, 20 p., 2015.
- SLOMINSKI, B. Canola science cluster research report. In: Canola Council of Canada. **Winnipeg**. Canada, 20 p., 2015.
- SOUSA R. G. C. E SALLES D. N. DE S. Avaliação de diferentes taxas de povoamento sobre o ganho de peso de juvenis de tambaqui produzidos em Presidente Médici – Rondônia. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 5, n. 4, p. 97-101, 2015.
- SOUSA R. G. C., PRADO G. F., PYÑEIRO J. I. G., NETO E. B. B. Avaliação do ganho de peso do tambaqui cultivado com diferentes taxas de proteínas na alimentação. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 40-45, 2016.
- SOUSA, M. S. B., VIEIRA, L. M., LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.
- SOUZA, R. C., CAMPECHE, D. F., CAMPOS, R. M., FIGUEIREDO, R. A. C., & MELO, J. F. Frequência de alimentação para juvenis de tambaqui. **Arquivo brasileiro medicina veterinária de zootecnia**, v. 66, n.3. p. 927-932, 2014.
- SOUZA, R.C., MELO, J.F.B., NOGUEIRA FILHO, R.M., CAMPECHE, D.F.B., FIGUEIREDO, R.A.C.R. Influencia da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do nilo. **Archivos de Zootecnia**, 62, 217-225, 2013.
- SOUZA, R.C.; MELO, J.F.B.; NOGUEIRA FILHO, R.M.; CAMPECHE, D.F.B.; FIGUEIREDO, R.A.C.R. Influencia da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. **Revista Archivos de Zootecnia**, 62 (238): 217-225, 2013.

- SOUZA, T. A. C.; SOARES JÚNIOR, M.; CAMPOS, M. R. H.; SOUZA, T. S. C.; DIAS, T.; FIORDA, F. A. Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca Semina. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 717-728, 2013.
- SYAHIDAH A.; SAAD C.R.; DAUD H.M.; ABDELHADI, Y.M. Status and potential of herbal applications in aquaculture: A review. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 14 (1), p. 27-44, 2015.
- TANKSLEY JR., T.D. Cottonseed meal. In: THACKER, P.A.; KIRKWOOD, R.N. (Eds.) Nontraditional feed sources for use in swine production. **Washington, D.C.** p.139-151, 1992.
- TAVERNARI, F. C.; MORATA, R. L.; RIBEIRO JÚNIOR, V.; ALBINO, L. F. T.; DUTRA JUNIOR, W. M.; ROSTAGNO, H. S. Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 172-177, 2010.
- TEIXEIRA, E.A.; CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; RIBEIRO, L.P.; MELO, D.C.; EULER, A.C.C.; SALIBA, E.O.S. Substituição de farinha de peixes em rações para peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, n.3/4, p. 118-125, 2006.
- TOMM, G. O. Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes. **Revista Plantio Direto**, 15 (94): 4-8, 2006.
- TONISSI, R. H.; GOES, B.; SILVA, L. H. X.; SOUZA, K. A. Alimentos e Alimentação. Dourados, MS. **Editora: UFGD**. 80 p, 2013.
- VAL. A.L. Adaptations of fishes to extreme conditions in freshwater. In: Bicudo, J.E. (Ed). The vertebrate gas transport cascade: adaptation to environment and mode of life. **CRC Press. Boca Raton**. p.43-53, 1993.
- VILAÇA, D. M. Avaliação da qualidade da farinha de carne e ossos produzida em Patos de Minas oriundas de matérias primas diferentes. **Rev. Grax. Bras.**, 3a, 14 ed., mar-abr, p. 62-63, 2010.
- VITELA, M. C., ARAÚJO, K. D., MACHADO, L. S., MACHADO, M. R. R. Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. **Custos e agronegócio**, ISSN 1808-2882, v. 9, n. 3. 2013.
- WINDSOR, M.L. Fish Meal. Department of Trade and Industry. Torry Advisory Note, FAO – **SIFAR - Support unit for International Fisheries and Aquatic Research**, n.49, 2001.

CAPÍTULO II

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE MILHO POR FARINHA DE TORTA DE TUCUMÃ EM DIETAS PARA JUVENIS DE TAMBAQUI

*Artigo formatado de acordo com as normas do (Bol. Inst. Pesca) **Boletim do Instituto de Pesca** ISSN 1678-2305 (versão on-line). Foram respeitadas todos os preceitos de apresentação de artigos da revista pretendida.*

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE MILHO POR FARINHA DE TORTA DE TUCUMÃ EM DIETAS PARA JUVENIS DE TAMBAQUI

Débora Tatyane Oliveira XAVIER¹, Raimundo Aderson Lobão de SOUZA²,

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da UFRA. Avenida Perimetral, 2501-Universitário, Belém/PA, CEP: 66077-901. E-mail: deby_atm@hotmail.com/
debora@coodersus.com.br*

²Prof^o Dr. do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da UFRA. Avenida Perimetral, 2501-Universitário, Belém/PA, CEP 66077-901.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da substituição do farelo de milho (*Zea mays* L.), pela farinha de polpa do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) em dietas artesanais para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). O experimento foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) Campus Castanhal, com duração de 45 dias de cultivo. Os alevinos, com peso inicial médio de $7,8g \pm 1,151g$, foram distribuídos aleatoriamente em caixas polietileno com capacidade para 210 litros, em cinco tratamentos, com três repetições cada, com um delineamento inteiramente casualizado, totalizando 30 animais por tratamento, 90 indivíduos por unidade experimental. As dietas foram ofertadas a uma taxa de 5% da biomassa total, duas vezes ao dia. As biometrias foram efetuadas quinzenalmente. As análises de água foram coletadas semanalmente, enquanto a sifonagem ocorreu diariamente. Ao final do experimento, foram avaliados parâmetros de desempenho zootécnico dos animais como: Ganho de peso (GP); Consumo de ração (CR); Conversão alimentar aparente (CAA); Taxa de crescimento específico (TCE); Taxa de eficiência protéica (TEP) e Taxa de Sobrevivência (S). Constatou-se que conforme o aumento do percentual de substituição do farelo de milho (*Zea mays* L.) pela farinha de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) em dietas para juvenis de tambaqui ocorre um comprometimento negativo das variáveis de desempenho, apresentando diferenças significativas entre os tratamentos de 0% e 25% de inclusão com os demais tratamentos.

Palavras-chave: Nutrição; Piscicultura, Alimento alternativo.

THE EFFECT OF REPLACING CORN HAIR BY TUCUMAN PIE FLOUR IN DIETS FOR TAMBAQUI JUVENILE

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of corn bran replacement (*Zea mays* L.) on tucumã pulp meal (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) In artisanal diets for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). The experiment was developed at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará (IFPA) Campus Castanhal, with a duration of 45

days of cultivation. Alevins, with a mean initial weight of $7.8g \pm 1.151g$, were randomly distributed in 210 liters polyethylene boxes in five treatments, with three replicates each, with a completely randomized design, totaling 30 animals per treatment, 90 individuals per experimental unit. The diets were offered at a rate of 5% of the total biomass, twice a day. Biometrics were performed biweekly. Water analyzes were collected weekly, while siphoning occurred daily. At the end of the experiment, the following parameters were evaluated: animal weight gain (GP); Feed intake (CR); Apparent feed conversion (CAA); Specific growth rate (TCE); Protein efficiency rate (TEP) and Survival Rate (S). According to the increase in the percentage of replacement of maize meal (*Zea mays* L.) by tucumã flour (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) In diets for tambaqui juveniles, there is a negative impairment of performance variables, presenting differences between treatments of 0% and 25% of inclusion with the other treatments.

Keywords: Nutrition; Fish farming, Alternative energy.

INTRODUÇÃO

A aquicultura é a maior responsável por atender à crescente demanda de pescado em nível mundial, e isso tende a continuar nas próximas décadas, pois há um grande mercado para suprir. Dentre os âmbitos que fazem parte da aquicultura, um dos que mais se destacam é a piscicultura (TAVARES DIAS; MARIANO, 2015). Considerado um que setor ainda não está plenamente estruturado, os métodos utilizados tanto na captura quanto no cultivo ainda são muito artesanais, havendo espaço para modernização e desenvolvimento tecnológico (SIDONIO, 2012).

O tambaqui é a espécie nativa mais produzida pela piscicultura brasileira (SCORVO-FILHO, 2013). Sendo amplamente cultivada, por apresentar primoroso desempenho zootécnico, adaptação aos diferentes sistemas de criação, alto valor comercial, excelente aceitação pelo consumidor, crescimento rápido, principalmente durante a fase juvenil, hábito alimentar onívoro/frugívoro/zooplânctófago, adaptações fisiológicas e anatômicas aos ambientes com baixa concentração de oxigênio e resistência a altas densidades (MELO *et al.* 2001; CLARO-JR *et al.* 2004).

O crescimento positivo na produção desta espécie está diretamente relacionado à dieta empregada no cultivo da espécie (BEZERRA *et al.*, 2014), sendo que o preço da ração se eleva de acordo com o teor de proteína nela contido, e isso é agregado no custo da produção piscícola, representando até 80% das despesas (PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2013).

Na Região Norte, onde a produção de matéria-prima é insignificante, as fábricas de rações têm seu produto encarecido pelo fato de comprarem os grãos em outras regiões (LOGATO, 2002; ONO, 2005; SANTOS *et al.*, 2010).

Desta forma, pesquisadores têm intensificado estudos para a redução do custo de produção na atividade piscícola. Em sua maioria, avaliam produtos, co ou subprodutos da pesca extrativista, de abatedouros animais ou da agricultura, refinados e processados (BOYD, 2015).

Portanto, constataram que os resíduos provenientes da agricultura familiar, são compostos de matéria-prima de alta qualidade (NUNES et al., 2013). Dentre os co-produtos agroflorestrais encontra-se o tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G.), classificado como uma espécie pertencente à família da Arecaceae (Palmeiras), conhecida popularmente pelo nome de tucumanzeiro.

Os frutos e sementes são utilizados na alimentação humana e de animais. Normalmente elipsóides, alaranjados, quando maduros apresentam de 3 a 5 cm de comprimento e possuem um odor característico (FERREIRA et al., 2008). Apresentam também importantes propriedades nutricionais, como fonte de caloria, fibras, pró-vitamina A (caroteno) e lipídeos, especialmente do ácido graxo oléico (FERREIRA et al., 2008). Segundo YUYAMA (2008), o tucumã é descrito como um fruto não suculento, com baixo teor de açúcar, mas com elevado conteúdo lipídico. Essa característica contribui consideravelmente para o seu elevado valor energético.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da substituição do farelo de milho (*Zea mays* L.) por farinha de torta de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) em dietas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*),

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Produção e Pesquisa em Piscicultura de Água Doce (setor de piscicultura) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) *Campus* Castanhal, no período de setembro a dezembro de 2016, com duração de 45 dias de cultivo.

O Município de Castanhal está localizado no nordeste do estado do Pará (Brasil), que integra a Mesorregião da Região Metropolitana de Belém e distam 68 km da capital estadual.

Animais experimentais

Dois milheiros de alevinos de *C. macropomum* foram adquiridos de uma piscicultura comercial, localizada no município de Castanhal/PA e transportado até a unidade de

Produção e Pesquisa em Piscicultura de Água Doce (Setor de Piscicultura), nas dependências do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Pará (IFPA- *Campus Castanhal*). Os animais foram aclimatizados e mantidos em caixas d'água de Polietileno com capacidade para 500 litros. Os peixes foram alimentados com ração comercial contendo 45% de proteína bruta (PB - valor nominal), duas vezes ao dia (08h00min e 16h00min), permaneceram nesta condição até atingirem a massa apropriada para o início do experimento.

Protocolo experimental

O experimento foi efetivado sob condições laboratoriais, utilizando 450 exemplares com peso inicial médio de $7,8g \pm 1,151g$ e comprimento médio de $6,4 \pm 0,2$ centímetros. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em caixas polietileno com capacidade para 210 litros, em cinco tratamentos, com três repetições cada, com um delineamento inteiramente casualizado, totalizando 30 animais por tratamento, 90 indivíduos por unidade experimental. Equipados com sistema de aeração constante, sifonamento e taxa de renovação de água diária de 10%.

Foram avaliadas diferentes concentrações (T_1 : Controle “sem a inclusão do ingrediente alternativo”, T_2 : 25%, T_3 : 50%, T_4 : 75% e T_5 : 100%) de farinha de torta de tucumã em dietas artesanais para juvenis de tambaqui em substituição ao farelo de milho. Os peixes experimentais foram alimentados duas vezes ao dia (às 08h00min e 16h00minh) com as rações elaboradas, ao nível de 5% da biomassa.

Ao longo da fase experimental foram realizadas as medidas biométricas quinzenalmente, para o ajuste de ração. Possibilitando avaliar o efeito de cada ração sobre o desempenho zootécnico dos peixes.

Elaboração da farinha de torta do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.)

Os frutos de tucumã utilizados neste experimento foram provenientes de uma propriedade rural, localizada na região nordeste paraense. Após a captação, ocorreu a higienização, com água potável. Em seguida, foram submersos em um recipiente plástico contendo água e hipoclorito de sódio com 50ppm de cloro ativo, permanecendo imersos por 20 minutos, para serem sanitizados.

A avaliação da composição centesimal ocorreu no laboratório do Instituto Federal do Pará (IFPA), na cidade de Castanhal. As amostras dos frutos foram caracterizadas quanto ao

seu peso, comprimento, diâmetro e rendimento em polpa e amêndoa. Aferiu-se os pesos dos frutos inteiros, polpa e amêndoas em balança analítica da marca JKI, modelo JK-EAB-2204N, para a determinação dos rendimentos. Foi utilizado paquímetro para medir o comprimento, diâmetro e espessura dos frutos inteiros e as partes, faca de aço inoxidável para despolpar os frutos (Tabela 1). O rendimento dos frutos despolpados foi o equivalente a de 54,6% polpa (epicarpo-mesocarpo) e 45,4% de amêndoas.

Tabela 1. Caracterização física dos frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.)

Parâmetros	Médias
Peso do fruto inteiro (g)	31,27 ± 2,30
Peso do endocarpo (g)	10,20 ± 0,36
Peso do epicarpo-mesocarpo (g)	20,99 ± 1,61
Diâmetro dos frutos inteiros (mm)	33,87 ± 0,23
Diâmetro dos endocarpos (mm)	22,03 ± 0,06
Espessura do epicarpo-mesocarpo (mm)	6,06 ± 1,10
Comprimento do fruto inteiro (mm)	46,60 ± 0,50
Comprimento das amêndoas (mm)	32,40 ± 3,76

*Gramas: g **mm: milímetro.

Como subproduto da prensagem, foi obtido à torta, considerada o resíduo da extração.

Formulações das dietas artesanais

Os ingredientes utilizados (farelo de trigo, farelo de soja, farelo de milho, ingrediente alternativo), foram pesados em balança METTLER modelo P-1200 com a capacidade de 1,2 kg e 0,01 g de precisão, posteriormente misturados até adquirir uma consistência homogênea, em seguida, adicionado o óleo de soja e *premix* previamente diluído em água. Processadas no moinho de carne para obtenção dos *pellets*. Depois exposto ao sol, durante 12h para serem secas, para evitar fungos e bactérias no período da armazenagem.

A Tabela 2 apresenta as análises de composição centesimal dos ingredientes utilizados nas rações experimentais. Enquanto a Tabela 3 está representada pela composição percentual das dietas experimentais com inclusão de torta de tucumã.

Tabela 2. Bromatologia dos ingredientes das rações (g/100g Matéria Seca) usadas no experimento com juvenis de tambaqui [(*C. macropomum*)], alimentados com rações contendo farinha de torta de tucumã em substituição ao milho [(*Z. mays*)].

Ingredientes	Bromatologia dos ingredientes (%)					
	UM	CZ	EE	PB	FB	CHO
Farelo de Soja	12,45	6,21	2,95	59,89	7,07	11,43
Farelo de milho	15,13	1,26	2,58	7,23	15,11	58,69
Farelo de trigo	13,83	4,8	2,46	19,11	10,07	49,73
Torta de tucumã	37	3,27	27,80	9,33	15,63	6,97
Óleo de soja	0		100		.	
Premix vit min	0	100				

*UM = umidade (Moisture); CZ = cinzas (Ash); EE = extrato etéreo (Ether extract); PB = proteína bruta (Crude protein); FB = fibra bruta (Crude fiber); CBO= Carboidrato (carbohydrate).

Tabela 3. Composição percentual das dietas experimentais dos ingredientes das rações (g/100g Matéria Seca) usadas no experimento com juvenis de tambaqui [(*C. macropomum*)], alimentados com rações contendo farinha de torta de tucumã em substituição ao milho [(*Z. mays*)].

Ingredientes	*Dietas experimentais (%)					
	%PB	0%	25%	50%	75%	100%
Farelo de soja		33	34	32	33	33
Farelo de milho		32	24	16	8	-
Farelo de trigo		32	31	33	32	32
Farinha de Torta de tucumã		-	8	16	24	32
Óleo de soja		2	2	2	2	2
Premix Vit./Min.		1	1	1	1	1
Total		100	100	100	100	100
¹ PB CP (%)		28,38	28,77	28,12	28,7	28,86
² EB Gross energy (kcal/100 g)		360,4	363,69	364,67	367,97	370,49
³ EB:PB		12,7	12,64	12,97	12,82	12,84

Análise econômica das rações artesanais elaboradas

A análise econômica das rações artesanais confeccionadas foi desenvolvida através dos dados coletados no mercado municipal de Castanhal (1° 17' 46''S e 47° 55' 28'' O), em cinco

estabelecimentos de insumos agrícolas representados por (A, B, C, D e E), no mês de novembro de 2016.

A metodologia consistiu em levantamento a partir de informações *in loco*. A pesquisa contou com uma abordagem qualitativa, com base de natureza exploratória, e pesquisa bibliográfica, além das visitas técnicas nos estabelecimentos de insumos agrícolas.

Com finalidade de aprofundar o conhecimento sobre o assunto estudado. Servindo de base a uma futura pesquisa, ajudando a formular hipóteses, ou na formulação mais precisa dos problemas de pesquisa, propender esclarecer conceitos, auxiliar no delineamento do projeto final da pesquisa, verificando os seus métodos e resultados.

Tabela 4. Preços dos principais grãos encontrados no mercado municipal de Castanhal (Farelo de trigo, farelo de milho, farelo de soja), para compor ração artesanal para tambaqui (*Colossoma macropomum*).

		PREÇO 1 KG				
		Estabelecimentos				
		A	B	C	D	E
Grãos	Farelo de trigo	R\$ 1,20	R\$ 1,30	R\$ 1,20	R\$ 1,20	R\$ 1,50
	Farelo de milho	R\$ 1,20	R\$ 1,40	R\$ 1,15	R\$ 1,30	R\$ 1,20
	Farelo de soja	R\$ 2,00	R\$ 2,30	R\$ 2,50	R\$ 2,50	R\$ 2,40

*A, B, C, D, E- Estabelecimentos pesquisados no mercado municipal de Castanhal-PA.

Parâmetros físico-químicos da água

Durante todo o período experimental, foram conferidos os parâmetros de qualidade da água, aferindo-se os teores de o oxigênio dissolvido (mg/L), a temperatura (°C), pH e a condutividade por meio de dois aparelhos multiparâmetros marca YSI pHmetro/Termômetro Modelo 60-10 e Oxímetro/Condutivímetro Modelo 85-25. Os níveis de amônia foram determinados pelo método do endofenol .

Variáveis de desempenho

Com as pesagens dos indivíduos foram determinadas as seguintes variáveis de desempenho, bem como o:

- *Ganho em peso* (GPD) (g) = (peso final - peso inicial)/tempo (em dias);

- *Consumo de ração (CR) (g)* = consumo de alimento/tempo (em dias);
- *Conversão alimentar aparente (CAA)* = consumo de alimento/ganho em peso total;
- *Taxa de crescimento específico (TCE)* = $(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \times 100 / \text{tempo}$;
- *Taxa de eficiência protéica (TEP)* = ganho em peso vivo/proteína bruta consumida;
- *Sobrevivência (S)(%)*.

Análises estatísticas

As análises estatísticas desta pesquisa objetivaram comparar os vários grupos analisados. Os dados foram descritos em tabelas e gráficos com os parâmetros de média e desvio padrão. Na maioria das situações, quando o interesse é estudar a influência de dois ou mais fatores numa variável, utiliza-se uma ANOVA fatorial.

Para comparação dos valores médios obtidos para as variáveis: ganho de peso, ganho de peso diário, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência protéica, foi utilizado o teste “t” de Student, ao nível de confiança de 95% e, portanto, significância de 0,05.

Para comparação entre as variâncias dos valores de Biomassa, foi utilizado o teste de *Bartlett* e o teste de *Levene*. Em todos os testes estatísticos foi adotado nível de significância de 5% ($p < 0.05$). Desta forma, os dados coletados foram tabulados, interpretados, processados e analisados por meio da estatística descritiva e inferencial.

Para a análise dos dados foram utilizados recursos de computação, por meio do processamento no sistema Microsoft Excel, *Statistic Package for Social Sciences* (SPSS) versão 22.0, todos em ambiente Windows 7.

RESULTADOS

Durante o período experimental, todas as variáveis físico-químicas da água monitoradas mantiveram-se dentro dos limites estabelecidos como satisfatórios para o cultivo de peixes tropicais de água doce (Tabela 5).

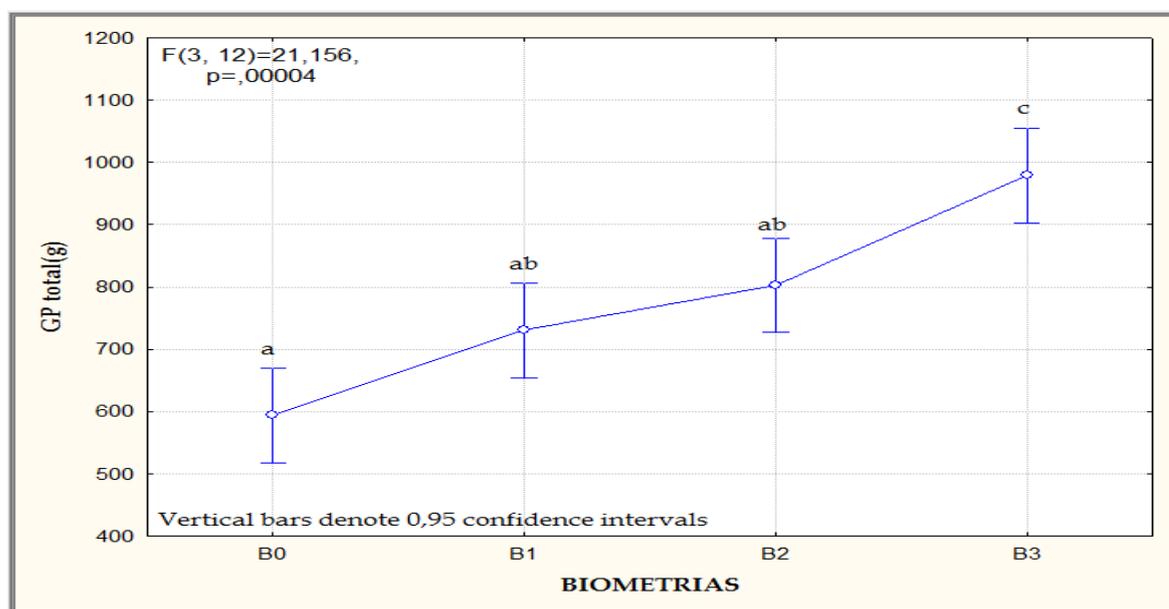
Tabela 5. Valores médios dos parâmetros monitorados de qualidade da água das unidades experimentais durante ensaio com juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*).

Parâmetro	Unidade	Tratamentos					P-Valor
		0%	25%	50%	75%	100%	
Oxigênio dissolvido	mg/L	5,3±0,2	5,8±0,8	5,4±0,9	5,1±0,9	5,5±0,5	<0.001**
Temperatura	°C	27±0,8	26,8±0,7	26,8±0,8	26,8±0,6	26,9±0,7	0.0672NS
Ph		7,1±0,3	6,4±0,3	5,5±0,3	5,7±0,6	5,8±0,3	<0.001**
Condutividade	µS.cm2	80,5±12	69,2±9,4	69,1±11	68,1±11,2	68,8±11,9	<0.001**

*. A diferença média é significativa ao nível de 0,05. Teste t de Student para média, segundo o método de qualidade de produtos e tratamentos

Foram realizadas quatro biometrias para as análises de ganho de peso dos animais experimentais, onde observamos diferenças significativas nas biomassas dos tratamentos no decorrer dos dias, mostrando que a B3 (45 dias de cultivo), houve um melhor ganho de peso total (Figura 1).

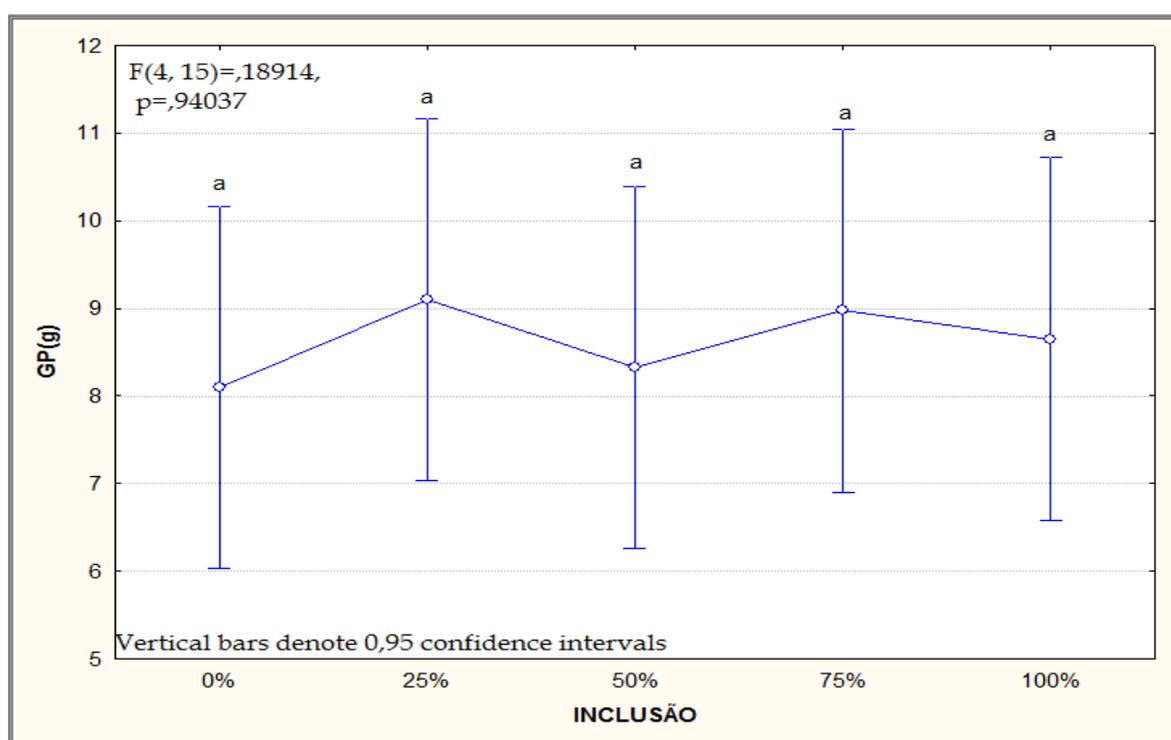
Figura 1- Variáveis das biometrias quinzenais realizadas com os juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*).



Podemos considerar que o melhor ganho de peso médio apresentado pelos tratamentos de 0% e 25% de inclusão de tucumã ocorreram entres as biometria 2 e 3, expondo um ganho de ($\mu = 4,2$ g) e ($\mu = 3,4$ g) respectivamente. Enquanto os tratamentos de 50%, 75% e 100% apresentaram o melhor ganho de peso entre as biometrias inicial e biometria 1 com ganhos correspondentes a ($\mu = 1,4$ g), ($\mu = 2,1$ g) e ($\mu = 2,3$ g) respectivamente.

Figura 2 mostra a variável de ganho de peso médio individual dos juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*), durante os 45 dias de experimento.

Figura 2. Variável de ganho de peso médio individual dos juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*).



Os resultados demonstram que a substituição da farinha de torta de tucumã por farelo de milho em um percentual até 100% de inclusão não interferiu no ganho de peso (g) na espécie *Colossoma macropomum*.

Apontando que os aumentos da porcentagem de alimento alternativo ingerido causaram desempenhos iguais estatisticamente durante o período experimental. Os valores de desempenho produtivo indicam que a farinha de torta do tucumã é uma alternativa para o aproveitamento em dietas para tambaqui. Os comportamentos dessas variáveis podem estar relacionados à presença de fatores nutricionais e de boa absorção para o desempenho corpóreo desses animais.

Com relação ao desempenho ganho de peso, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica, e conversão alimentar aparente, não houve diferença significativa ($p>0,05$) da inclusão da farinha de tucumã na ração.

Observa-se que o menor ganho de biomassa 100% o ganho de peso foi menor ($288\pm 1,6$ g). Em relação ao ganho de peso individual (GP) foi maior encontrado no teor de 25% apresentando uma média de ($\mu = 5,9$ g).

Não houve mortalidade dos animais experimentais, durante os 45 dias de cultivo. Isso comprova que os parâmetros de qualidade da água e os diferentes níveis de substituição de farinha de torta de tucumã em substituição ao farelo do milho, não influenciaram na sobrevivência destes animais.

O ganho de peso diário (GPD) foi analisado os valores de 0,11g, 0,13g, 0,7g, 0,9g e 0,7g respectivamente. Se tratando da conversão alimentar aparente (CAA) da pesquisa, conclui-se que a inclusão de 100% apresentou um resultado mais significativo de 2,02:1

As inclusões 0% e 25% apresentaram as maiores taxas de crescimento específico, além das maiores taxas de Eficiência Protéica (TEP), conforme a Tabela 6.

Tabela 6. Valores de desempenho produtivo médios dos juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*).

Variáveis de desempenho produtivo	Tratamentos				
	0%	25%	50%	75%	100%
¹ Ganho de biomassa Total (GBT) (g)	443±2,4 ^a	526,5±2,9 ^a	306±2,0 ^a	348,3±1,3 ^a	288±1,6 ^a
² Sobrevivência (S) (%)	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
³ Conversão Alimentar Aparente (CAA)	1,40±0,2	1,47±0,1	1,88±0,3	1,92±0,3	2,02±0,4
⁴ Taxa de Crescimento Específico (TCE)	2,57±0,1 ^a	2,54±0,1 ^a	2,47±0,2 ^a	2,31±0,1 ^a	2,25±0,2 ^a
⁵ Taxa de Eficiência Proteica (TEP)	0,83±0,2 ^a	0,79±0,2 ^a	0,64±0,1 ^a	0,5±0,3 ^a	0,28±0,2 ^b

*Médias, na mesma linha, seguidas de mesmas letras não diferem entre si ($p<0,05$) pelo teste Tukey. ¹Ganho de biomassa total(GBT); ²Sobrevivência (S); ³Conversão Alimentar Aparente (CAA); ⁴Taxa de Crescimento Específico (TCE); ⁵Taxa de Eficiência Proteica (TEP);

O teste de igualdade de variâncias para as variáveis de ganho de peso segundo as fases das biometrias realizadas durante o experimento identificou um resultado mais significativo na fase "Biometria 1" com um desvio padrão ($\sigma \pm 4,59$).

Os parâmetros de comprimentos médios observados durante as biometrias realizadas na pesquisa constataram que os animais experimentais alimentados com dietas artesanais contendo farinha de tucumã em substituição ao farelo de milho apresentaram ganho de 0,7 cm, 0,8cm, 0,3 cm, 04 cm e 0,1 cm em seus comprimentos, respectivamente. Concluindo assim que os animais alimentados com as dietas contendo 25% de tucumã tiveram um maior desenvolvimento corpóreo em relação ao comprimento (cm), conforme apresenta a Tabela 7.

Tabela 7. Valores médios dos comprimentos (cm) dos animais experimentais, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*).

Tratamentos	Comprimentos (cm)			
	Biometria inicial	Biometria I	Biometria II	Biometria III
0% Tucumã	6±0,0	6,2±0,1	6,3±0,1	6,7±0,3
25% Tucumã	6,1±0,1	6,3±0,1	6,6±0,2	6,9±0,2
50% Tucumã	6,9±0,1	7,1±0,5	7,1±0,1	7,2±0,3
75% Tucumã	7±0,2	7,2±0,1	7,2±0,1	7,4±0,1
100% Tucumã	7±0,1	7±0,5	7,1±0,2	7,1±0,1

Analisando o preço das rações avaliadas (Tabela 8) baseado nos valores dos grãos encontrados nos estabelecimentos agrícolas pertencentes ao município de Castanhal, percebe-se que o seu valor diminui conforme se aumentou o percentual de tucumã na composição da mesma.

Mostrando queda no custo de produção das rações com a inclusão da farinha de tucumã, isso ocorreu devido ao alto custo do milho quando comparado ao valor do tucumã, que é um subproduto.

Tabela 8. Valores médios dos custos (1 kg) com rações experimentais para juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações contendo resíduos de tucumã (*Astrocaryum acuelatum*).

INGREDIENTES	CUSTO				
	Dietas experimentais (%)				
	0%	25%	50%	75%	100%
F. de Soja	R\$0,80	R\$0,82	R\$0,70	R\$ 0,80	R\$0,80
F. de milho	R\$0,38	R\$0,28	R\$0,19	R\$ 0,09	R\$ -
F. de trigo	R\$0,38	R\$0,37	R\$0,40	R\$ 0,38	R\$0,38
Torta de tucumã	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Óleo de soja	R\$0,10	R\$0,10	R\$0,10	R\$ 0,10	R\$0,10
Premixvit min	R\$0,20	R\$0,20	R\$0,20	R\$ 0,20	R\$0,20
TOTAL	R\$1,86	R\$1,77	R\$1,59	R\$ 1,57	R\$1,48

Porém, quando aliado a conversão alimentar aparente (CAA) desta pesquisa com o custo de ração apresentado por cada tratamento, conclui-se que os valores gastos foram R\$ 2,60/ kg-1, R\$ 2,60/ kg-1, R\$ 2,98/ kg-1, R\$ 3,01/ kg-1 e R\$ 2,98/kg-1, respectivamente.

Em relação à variável de gasto com ração diária, de acordo com as fases das biometrias, verifica-se que, na fase inicial da biometria, o gasto com ração diária foi menor ($\mu = 35,1g \pm 5,180g$), enquanto que na fase da biometria III ($\mu = 54,45g \pm 3,697g$) ocorreu o maior gasto médio diário com ração.

O histograma (Figura 3) que apresenta a distribuição da variável gasto total com ração, de acordo com as fases da biometria. Verifica-se que, a distribuição desta variável é semelhante à distribuição do gasto diário com ração.

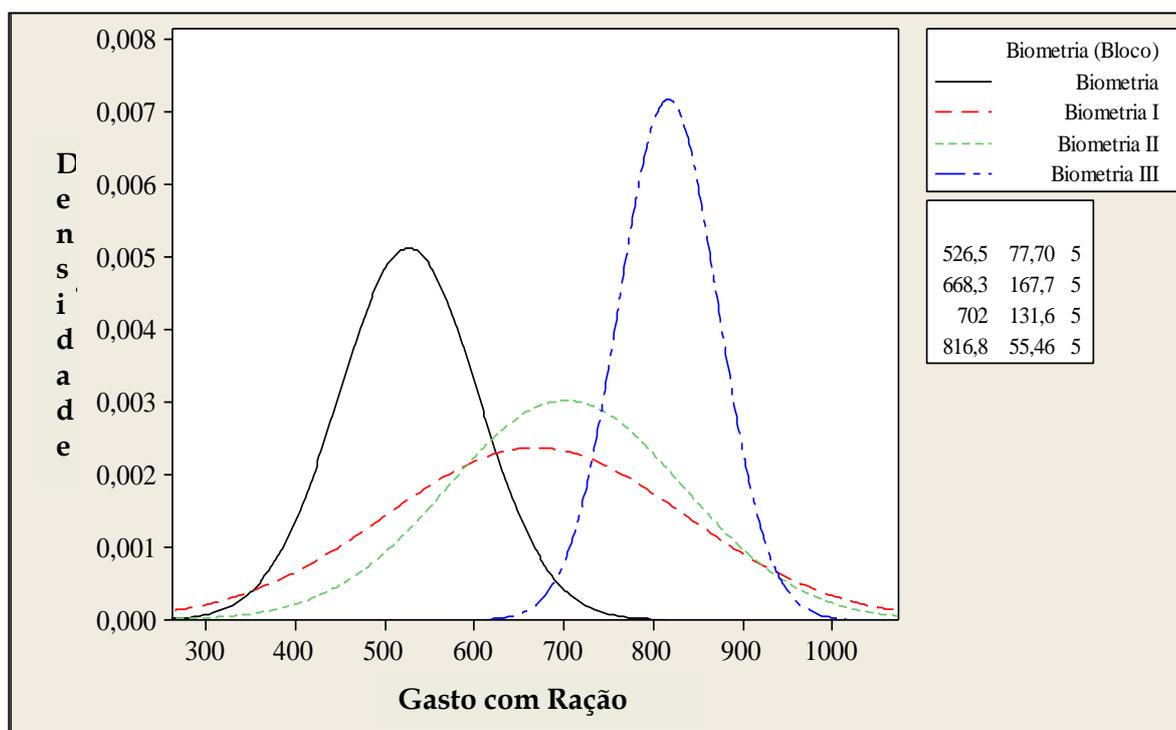


Figura 3. Distribuição da variável gasto com ração total, segundo as fases da biometria.

Em pesquisas de avaliação de ingredientes alternativos, além da redução dos custos de produção, um dos principais fatores que devem ser levados em consideração é o fato de que, ao consumirem o ingrediente, os animais não tenham seu desempenho zootécnico prejudicado. Outro fator importante é a sazonalidade do fruto analisado, pois se algum período do ano houver o decréscimo na produção, é de extrema importância analisar novos

ingredientes para as possíveis substituições, para não ocorrer interferência no desempenho dos peixes.

DISCUSSÃO

Os resultados de ganho de peso encontrado nesta pesquisa, foram semelhantes aos deparados por MELO *et al.* (2012) e LIMA *et al.* (2011), onde observaram que o farelo de milho pode ser substituído pela farinha de manga (*Mangifera indica*) na dieta para alevinos de tilápia do Nilo, sem prejuízo no desempenho corpóreo dos peixes.

PEREIRA JUNIOR *et al.* (2013), ao avaliarem o desempenho produtivo do tambaqui alimentado com níveis crescentes de crueira de mandioca (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) em substituição ao milho, também não encontraram diferença significativa para as variáveis de desempenho produtivo analisado.

Resultados obtidos por XAVIER *et al.* (2016), diferem ao desta pesquisa, onde ao avaliarem o ganho de peso do tambaqui com resíduos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em dietas para tambaqui também identificaram piora no desempenho dos animais avaliados conforme o aumento de inclusão de ingrediente alternativo na dieta alternativa.

TORELLI *et al.* (2010), ao trabalharem com resíduos agroindustriais na alimentação de tambaqui em sistema de policultivo obtiveram um ganho de peso médio diário de 0,19 g sendo superior ao descrito no presente estudo.

A Conversão Alimentar Aparente (CAA) foi de modo análogo, ao encontrado pelos pesquisadores SANTOS *et al.* (2009), onde verificaram piora com o aumento dos níveis de inclusão de farelo de coco na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo.

Apresentando resultados díspares aos apresentados por SILVA *et al.* (1997), os quais testaram níveis de substituição do milho pelo milheto em dietas para alevinos de tambaqui e não encontraram diferenças significativas entre os resultados de conversão alimentar.

Resultados parecidos ao encontrados por SOUZA *et al.* (2013) onde destacaram que a menor taxa de crescimento específico nos peixes foi com a dieta contendo (66 e 100%) de farinha de manga em substituição ao milho.

Os valores da taxa de sobrevivência não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo superior aos obtidos por BRANDÃO *et al.* (2004) (80%), durante a recria de juvenis de tambaqui em tanques-rede, e por ARBELÁEZ-ROJAS *et al.* (2002) (96%), no cultivo de tambaqui em canais de igarapé, e por MAEDA *et al.* (2006) (60%), no cultivo de tilápia nilótica em sistema de alta renovação (*raceway*). A mortalidade pode ser atribuída às condições

do ambiente aos quais juvenis de tambaqui foram submetidos (ARAÚJO-LIMA e GOMES 2010).

Resultados dos custos nas composições das dietas artesanais foram semelhantes aos apresentados por PEREIRA JUNIOR *et al.* (2013), onde ao pesquisarem a despesa da ração com a inclusão de farinha de cruera de mandioca em dietas para tambaqui, perceberam-se a queda no custo de produção. Onde a ração mais cara foi a controle R\$ 1,43/kg, seguida da ração I R\$ 1,38/kg, ração II R\$ 1,33 kg, ração III R\$ 1,28 kg¹, ração IV R\$ 1,25 kg-1 e ração V R\$ 1,21 kg, respectivamente.

Entretanto, discorda com os resultados encontrados por SOARES *et al.* (1998) para carpa capim, *Ctenopharyngodon idella*, e por GALDIOLI *et al.* (2002) para curimatá, *Prochilodus lineatus*, que não verificaram diminuição dos custos de produção com níveis crescentes de inclusão de farelo de canola nas rações experimentais.

Segundo o NRC (2011) as rações compostas por ingredientes de origem vegetal devem conter de 3 a 5% de fibra bruta. A fibra solúvel proporciona maior viscosidade, interferindo na superfície de contato das enzimas sobre o substrato, interferindo assim na digestibilidade destes nutrientes (LIMA *et al.*, 2011).

Mesmo com resultados positivos, existe a necessidade de investigar esse tipo de substituição em dietas artesanais para tambaqui em outro sistema de cultivo ou até mesmo em outra fase da vida

CONCLUSÃO

Nas condições experimentais utilizadas, pode-se afirmar que o farelo de milho pode ser substituído em até 100% pela farinha de torta de tucumã em dietas para juvenis de tambaquis em caixa d'água, sem que haja comprometimento das variáveis de desempenho avaliadas neste trabalho. Desta forma, fica evidenciado o seu potencial para compor dietas com boa qualidade nutritiva e viabilidade econômica para peixes frugívoros.

REFERENCIAS

- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. de C. 2010 Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B.; Gomes, L. de C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2da Ed. Santa Maria: UFSM, p.175-204.
- ARBELÁEZ-ROJAS, A. G.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. 2002 Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-Intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3): 1059-1069.
- BEZERRA, S. K.; SOUZA, R. C.; MELO, J. F. B.; CAMPECHE, D. F. B. 2014 Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração. *Arquivos de Zootecnia*. v. 63, n. 244, p. 587-598.
- BOYD, CE. 2015 Overview of aquaculture feeds: global impacts of ingredient use. In: DAVIS, D.A. (Ed.). Feed and feeding practices in aquaculture. Cambridge: Elsevier/ Wood head Publishing, p. 3-26.
- BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAÚJO, L.D. 2004 Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n. 39, p 357-362.
- CLARO-JR, L.; FERREIRA, E.; ZUANON, J.; ARAÚJO-LIMA, C. 2004 O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Acta Amaz.*, Manaus, v. 34, n.1, p. 133-137.
- FERREIRA, E.S.; LUCIEN, V.G.; AMARAL, A.S.; SILVEIRA, C.S. 2008 Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). *Alimentos e Nutrição*, v.19, n.4, p.427-433.
- GALDIOLI, E. M.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, V. R. B.; FARIA, A. C. A. 2002 Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Canola em Rações para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus lineatus* v.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31:552-559.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE 2014 *Produção da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro, v. 41, p.1-108.
- LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M.; PORTO-NETO, F.F.; PINTO, B.W.C.; TORRES, T.R. E SOUZA, E.J.O. 2011 Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. *Acta Scient*, 33: 65-71.

- LOGATO, P. V. R. 2002 Nutrição e Alimentação de peixes de água doce. *Lavras: UFLA/FAEPE*, CDD - 639.31.
- MAEDA, H. SILVA, P. C.; AGUIAR, M. S.; PÁDUA, D. M. C.; OLIVEIRA, R. P. C. 2006 Efeitos da densidade de estocagem na segunda alevinagem de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) em sistema *raceway*. *Ciência Animal Brasileira*, 7: 265-272.
- MELO, J.F.B.; SEABRA, A.G.L.; SOUZA, S.A.; SOUZA, R.C. e FIGUEIREDO, R.A.C.R. 2012 Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-Nilo. *Arq Bras Med Vet Zoo*, 64: 177-182.
- MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. 2001 Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas. Manaus, EMBRAPA, *Amazônia Ocidental*, 25p.
- NRC. 2011 Nutrient Requirements of Fish and Shrimp, 7th rev. edn. *Natl. Acad. Press*, Washington, DC., Washington.
- NUNES, R.M.; VIANA, A.M.; SON, C.B.M.W.; BRUM, L.R.; OLIVEIRA, L.P.; COSTA, H.G. 2013 Aproveitamento de resíduos de pescado na região dos Lagos uma questão ambiental. *Revista Saúde, Corpo, Ambiente & Cuidado*. 1 (1): p. 5 8 - 7 0.
- ONO, E. A. 2005 Cultivar peixes na Amazônia: possibilidade ou utopia? *Panorama da Aqüicultura*, 15 (90): 41-48.
- PEREIRA JUNIOR G. P.; DE PEREIRA E. M. O.; FILHO M. P., BARBOSA P. DE S.; SHIMODA E., BRANDÃO L. V. 2013 Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) alimentados com rações contendo farinha de crueira de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta Amazonica*, v. 43. p. 217-226.
- SANTOS, E. L.; LUDKE, M.C.M.M.;BARBOSA, J.M.; RABELLO C.B.V.; LUDKE, J.V.; WINTERLE, W.M.C.; SILVA, E.G. 2009 Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v.10, n.2, p.390-397.
- SANTOS, L.; PEREIRA-FILHO, M.; SOBREIRA, C.; ITUASSÚ, D.; FONSECA, F. A. L. 2010 Exigência protéica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. *Acta Amazonica*, 40 (3): 597 -604.
- SCORVO-FILHO, J. 2013 Previsões para a aquicultura em 2014. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 139, p. 28-39.
- SIDONIO, I., MAGALHÃES, G., LIMA, J., BURNS, V., ALVES JR., A.J., MUNGIOLI, R., 2012. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. *BNDES Setorial*. 35, 421 - 463.

- SILVA, P.C.; FRANÇA, A.F.S.; PÁDUA, D.M.C. 1997 Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Boletim do Instituto de Pesca*, v.24, n.(especial), p.125-131.
- Soares, C. M.; Hayashi, C.; Furuya, V. R. B. 1998 Farelo de canola na alimentação de alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella* V.). *Acta Scientiarum*, 20:395-400.
- SOUZA, R. C., MELO, J. F. B., NOGUEIRA FILHO, R. M., CAMPECHE, D. F. B. E., FIGUEIREDO, R. A. C. R. 2013 Influencia da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do nilo, *Arch. Zootec.* 62 (238): 217-225.
- TAVARES DIAS, M.; MARIANO, W. S. 2015 Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. São Carlos: Pedro e João Editores. 429 p.
- TORELLI, J.E.R; OLIVEIRA, E.G; HIPÓLITO, M.L.F.; RIBEIRO, L.L. 2010 Uso de resíduos agroindustriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo. *Rev. Bras. Eng. Pesca.* 5(3): 1615.
- XAVIER, D. T. O., BRANDÃO, V. M. D., SILVA, F. N. da, BRANDÃO, L. V., SOUZA, R. A. L. 2016 Torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em dietas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* cuvier, 1818). *PUBVET*, v.10, n.11, p.795-803, Nov.
- YUYAMA, L. K. O. 2008 Processamento e avaliação da vida de prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 2, p. 408-412.