



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA DA
REDE BIONORTE DA AMAZÔNIA LEGAL



ANTONIO TADEU BARBOSA DOS SANTOS FONTILEI

**UTILIZAÇÃO DA CASTANHA DE MACACO (*Couroupita guianensis*),
COMO INGREDIENTE ALTERNATIVO NA FORMULAÇÃO DE
RAÇÃO PARA ALIMENTAÇÃO DE TAMBACUI (*Colossoma
macropomum*) EM CATIVEIRO**

Manaus - AM
JULHO/2016

ANTONIO TADEU BARBOSA DOS SANTOS FONTILEI

**UTILIZAÇÃO DA CASTANHA DE MACACO (*Couroupita guianensis*),
COMO INGREDIENTE ALTERNATIVO NA FORMULAÇÃO DE RAÇÃO
PARA ALIMENTAÇÃO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EM
CATIVEIRO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, como requisito para a obtenção do Título de Doutor na área de concentração em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Ruy Vasconcelos da Fonseca (INPA)

Co-Orientador: Prof. Dr. Frank George Guimarães Cruz (UFAM)

**Manaus – AM
JULHO - /2016**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F684u Fontilei, Antonio Tadeu Barbosa dos Santos
Utilização da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*), como ingrediente alternativo na formulação de ração para alimentação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em cativeiro / Antonio Tadeu Barbosa dos Santos Fontilei. 2016
129 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Claudio Ruy Vasconcelos da Fonseca
Coorientador: Frank George Guimarães Cruz
Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Biotecnologia . 2. Piscicultura. 3. Amazônia . 4. Tambaqui. 5. Ração artesanal. I. Fonseca, Claudio Ruy Vasconcelos da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ANTONIO TADEU BARBOSA DOS SANTOS FONTILEI

**UTILIZAÇÃO DA CASTANHA DE MACACO (*Couropita guianensis*), COMO
INGREDIENTE ALTERNATIVO NA FORMULAÇÃO DE RAÇÃO PARA
ALIMENTAÇÃO DE TAMBAQUI (*Collossoma macropomum*) EM CATIVEIRO**

Tese apresentada ao curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, como requisito para a obtenção do Título de Doutor na área de concentração em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Ruy Vasconcelos da Fonseca (INPA).
Co-orientador: Prof. Dr. Frank George Guimarães Cruz (UFAM)

Banca examinadora

Prof. Dr. Claudio Ruy Vasconcelos da Fonseca

Profa. Dra. Antônia Queiroz Lima de Souza

Prof. Dr. Rogério Souza de Jesus

Prof. Dr. José Barbosa Filho

Profa. Dra. Lídia Medina Araújo

DEDICATÓRIA

A Meu pai, (*in memoriam*)
A minha mãe, (*in memoriam*)

Meus familiares, e a todos que, direta e indiretamente estiveram ao meu lado, nos momentos bons e ruins colaborando, incentivando para o êxito deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo, pois, sem a sua graça jamais conseguiria alcançar êxito nas lutas da vida;

A minha Família, Maria Rosa Marques dos Santos, Kirley Marques dos Santos, Daniel Marques dos Santos, e todos os demais familiares, por toda ajuda, colaboração e apoio na realização deste trabalho;

A CAPES, por ter proporcionado a bolsa de estudos para auxiliar no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao PPG BIONORTE e as instituições participantes no Amazonas: UFAM, INPA, UEA, envolvidas diretamente, que proporcionando os meios para o processo da pesquisa.

Dr. Claudio Ruy Vasconcelos da Fonseca, meu orientador, que aceitou o desafio em transmitir o seu vasto conhecimento e experiência e com muita paciência e serenidade, ajudou-me a conduzir com eficácia esse trabalho;

Ao Dr. Frank George Guimarães Cruz, meu co-orientador, que aceitou o desafio em transmitir o seu vasto conhecimento e experiência e toda ajuda e disposição, para realização das análises estatísticas sem as quais seria impossível a realização de um trabalho de qualidade;

A Dra. Antônia Queiroz Lima de Souza, por toda sua orientação, infinita paciência, compreensão, ajuda e incentivo no desempenho das etapas desse trabalho;

Dr. Jair Max Furtunato Maia, por toda colaboração e incentivo para realização deste trabalho;

Ao Dr. Espartaco Astolfi Filho, por toda colaboração e incentivo para realização deste trabalho;

Ao Dr. Rogério Souza de Jesus e Jaime Paiva Lopes Aguiar, e às equipes dos Laboratórios de Análises Químicas de alimentos do INPA, por todos os dias dedicados as análises químicas laboratoriais realizadas nesta pesquisa;

Ao Dr. José Barbosa Filho, pelos conselhos, colaboração, ideias para realização desta pesquisa e também o companheirismo desde da época de realização do Mestrado;

A Dra. Lídia Medina Araújo, por toda colaboração e incentivo para realização deste trabalho;

Ao meu colega e amigo Dr. Neuler André Soares de Almeida, pela amizade e por toda ajuda, principalmente dos cálculos e análises econômicas;

A Dra. Elizabeth Gusmão e Marcia Regina Fragoso Machado, por toda colaboração na realização de parte da prática do experimento;

A Dra. Izabel da Mota Pontes, e a todos os membros das secretarias Geral e Estadual, por todo apoio e colaboração na realização deste trabalho;

Ao mestrando em zootecnia João Paulo Ferreira Rufino da Avicultura da UFAM, pelo apoio e orientação das análises estatísticas para a pesquisa;

Aos colegas da turma 2012 do PPG BIONORTE, e a todos os que colaboraram com este trabalho o meu muito OBRIGADO!

EPIGRAFE

Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.

(Tudo é impossível até que aconteça)

Charles Chaplin

RESUMO

A preocupação na busca de alternativas sustentáveis de produção de alimentos mais saudáveis e naturais com redução dos custos e dos impactos ambientais, tem tido uma atuação constante entre cientistas, pesquisadores e toda a sociedade mundial, principalmente nas regiões de alta densidade demográfica e poucos recursos naturais. Hoje somos sete bilhões de indivíduos, onde grande parte vive com baixa taxa de nutrição ou passa fome. Este fato evidencia o aumentando da demanda por alimentos e a necessidade da investigação de alternativas para a criação de novos insumos, visando suprir essa lacuna com produção de alimentos saudáveis aplicando a tecnologia no uso dos recursos naturais. Os peixes são os maiores conversores alimentares, tendo o tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie onívora, como destacado representante da classe, não só por sua alta taxa de conversão alimentar, como também, por se alimentar naturalmente da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*). O objetivo principal da pesquisa integrou a tecnologia no uso do fruto dessa espécie natural da Amazônia, adaptável a todas regiões do Brasil e América Latina, onde produzindo-se a farinha da castanha de macaco (FCM), usando-a na elaboração de uma ração balanceada nutricionalmente, resultando na ração da farinha de castanha de macaco (RFCM). Adicionadas em níveis crescentes a uma ração comercial em 25%, 50%, 75% e 100%. As dietas foram aplicadas em 4 tratamentos (T2, T3, T4 e T5), comparadas à ração do grupo controle (GC) (comercial) de uso comum no mercado aplicadas a juvenis de tambaqui em cativeiro de forma intensiva. O experimento, teve uma duração aproximada de 24 meses, realizadas em viveiros do INPA e propriedade do pesquisador (autor) na cidade de Manaus - AM. Onde avaliou-se a digestibilidade dos nutrientes da FCM (ingrediente) e da RFCM, obtendo-se respectivamente 92,38% e 90,92% de digestibilidade da proteína; o desempenho biofisiológico apresentou um ganho de peso médio (GPM) de 13,27%, com maior retenção de biomassa e menor retenção de lipídios na carcaça, em relação ao GC. Na relação custo/benefício entre a utilização da RFCM em relação a ração usada no GC, houve redução de custo de aproximadamente 35,33%. Concluindo que a RFCM é eficiente na alimentação do tambaqui, reduzindo o custo e tempo de produção com a possibilidade de aumento da oferta de pescado no mercado e mitigação da pressão sobre os estoques naturais.

Palavras-chave: Biotecnologia; Piscicultura; Amazônia, Tambaqui, Ração artesanal.

FONTILEI, Antônio Tadeu Barbosa dos Santos. **Utilização da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*), como ingrediente alternativo na formulação de ração para alimentação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em cativeiro.** 2016, 129f. Tese de Doutorado (PPG/BIONORTE) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2016.

ABSTRACT

The worrying search for healthier and natural sustainable production alternatives of food with cost reduction and low environmental impact has had an ongoing activity between scientists, researchers and the whole world society, especially in areas of high population density and restricted natural resources. At present, we are seven billion people, it most live with a low rate of nutrition or starvation. This fact highlights the increasing demand for food and the need to investigate alternatives to the creation of new inputs, aiming to fill this gap with production of healthy food by applying technology in the use of natural resources. The fishes are the largest food converters, and tambaqui (*Colossoma macropomum*), an omnivorous species, as a prominent representative of the class, not only for its high rate of feed conversion, as well as by feed naturally “castanha de macaco” (*Couroupita guianensis*). The main objective of the research has integrated the technology in use of this Amazonian fruit, adaptable to all regions of Brazil and Latin America to produce castanha de macaco flour (FCM), using it to develop a balanced diet (RFCM). Which added in increasing levels to a commercial diet of 25%, 50%, 75% and 100%. The diets were applied in four treatments (T2, T3, T4 and T5), compared to the control group (CG-commercial) commonly used in the market applied to tambaqui intensively way of production. The experiment had a duration of 24 months, held in INPA ponds in the city of Manaus - AM. Which evaluated the digestibility of nutrients FCM (ingredient) and RFCM, obtaining respectively 92.38% and 90.92% of the protein digestibility; the biophysiological performance showed an average weight gain (GPM) of 13.27%, higher retention of biomass and lower retention of lipids in carcass, compared to CG. The cost / benefit ratio between the use of RFCM, in relation to feed used in the control group there was a reduction of cost of approximately 35.33%. It concluded that the RFCM is efficient in feeding tambaqui, reducing the cost and production time with the possibility of increased supply of fish in the market and mitigate the pressure on natural stocks.

Key Words: Biotechnology; Pisciculture; Amazon basin, Tambaqui, Handmade feed.

FONTILEI, Antônio Tadeu Barbosa dos Santos. Use of monkey nuts (*Couroupita guianensis*), as an alternative ingredient in feed formulation for power tambaqui (*Colossoma macropomum*) in captivity. 2016 129f. Doctoral Thesis (PPG/Bionorte) - National Institute of Amazonian Research, Manaus, 2016.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção aquícola mundial por continente. (A) produção da aquicultura mundial em milhões de toneladas em 2012. (B) Produção da aquicultura mundial em milhões de toneladas por categoria em 2012.	29
Figura 2. Produção brasileira de espécies nativas por região (2013).	34
Figura 3. Especificação técnica do tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	34
Figura 4. A castanha de macaco (<i>Couroupita guianensis</i>).	41
Figura 5. Seções transversais em sementes de <i>Couroupita guianensis</i> Aubl. (Lecythidaceae) coradas com: A) Azul de Toluidina a pH 4,0, tecido de reserva cotiledonar e tegumento; B) Azul de Toluidina a pH 4,0, tecido de reserva cotiledonar e embrião; C) Azul de Toluleno	45
Figura 6. Fases de processamento e elaboração da farinha de castanha de macaco (FCM).	53
Figura 7. Fruto e porções separadas para a verificação do rendimento de polpa	54
Figura 8. Fluxograma das etapas de elaboração da farinha da castanha de macaco.	57
Figura 9. Fluxograma do processo de elaboração da RFCM.	59
Figura 10. Fluxograma da distribuição das unidades experimentais (UE) nos tratamentos para verificação de desempenho.	65
Figura 11. Vista lateral do tanque de coleta das fezes da coluna d'água para análise da digestibilidade.....	69
Figura 12. Taxas médias totais de crescimento específico apresentadas pelos juvenis de tambaqui alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão da ração de farinha de castanha de macaco, durante o período experimental.....	77
Figura 13. Conversão alimentar aparente (CAA) dos juvenis de tambaqui, alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de RFCM.	78
Figura 14. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes das	83
Figura 15. Percentual do coeficiente de digestibilidade total das rações por tratamento.	84
Figura 16. Coeficiente de energia digestível (CED) das rações	85
Figura 17. Conversão alimentar aparente (CAA), custo em reais (R\$) da produção de 1 Kg de pescado. GC=ração controle; T2= 25% de ração de farinha da castanha de macaco (RFCM); T3= Ração 50% de RFCM; T4= ração 75% de RFCM; T5= ração 100% de RFCM.....	88
Figura 18. Estimativas de Custos/Lucros por tratamento com uso das rações experimentais. GC=ração controle; T2= 25% de ração de farinha da castanha de macaco (RFCM); T3= Ração 50% de RFCM; T4= ração 75% de RFCM; T5= ração 100% de RFCM.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Os 15 maiores produtores aquícolas mundiais e as principais espécies cultivadas em 2012.	28
Tabela 2. Ranking da aquicultura nas américas (2012).	30
Tabela 3. Taxas de crescimento da aquicultura por continente (%).	31
Tabela 4. Principais espécies cultivadas no Brasil em 2011.	32
Tabela 5. Evolução da produção das principais espécies nativas da aquicultura brasileira no período 2003/2007.	33
Tabela 6. Níveis de proteína e relação energia: proteína para o tambaqui.	37
Tabela 7. Exigências estimadas em aminoácidos essenciais do tambaqui e pacu. ...	38
Tabela 8. Composição centesimal (g/100g de MS) dos nutrientes de 5 (cinco) frutos amazônicos.	46
Tabela 9. Analogia comparativa da composição dos aminoácidos essenciais existentes na castanha de macaco, (<i>C. guianensis</i>) e as estimativas das exigências dos mesmos aminoácidos para o tambaqui (<i>C. macropomum</i>)	47
Tabela 10. Resultados do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes de frutos e sementes amazônicas e respectivos autores	48
Tabela 11. Percentual de adição e composição proteica dos ingredientes usados na elaboração da RFCM.	59
Tabela 12. Níveis de substituição da RFCM na ração controle (RC) nas dietas dos tratamentos e valores médios de (EB/Kcal/100g).	60
Tabela 13. Composições das rações nos tratamentos.	61
Tabela 14. Concentrações de do nível de nutrientes indicados nas dietas para alimentação de alevinos e juvenis de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>), em cativeiro e referidas fontes indicadoras.	62
Tabela 15. Qualidade das rações aplicadas para verificação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) do ingrediente (FCM).	63
Tabela 16. Qualidade das rações aplicadas para verificação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes das rações aplicadas no experimento.	64
Tabela 17. Distribuição das unidades experimentais (EU), (%) de inclusão da RFCM por tratamento para determinação da digestibilidade das rações.	68
Tabela 18. Resultado das médias dos parâmetros da qualidade da água monitorados nos tratamentos durante o período experimental.	73
Tabela 19. Análises da composição nutricional de 7 (sete) parte do fruto da castanha de macaco (<i>Couroupita guianensis</i>).	74
Tabela 20. Rendimento de polpa do fruto da castanha de macaco (<i>Couroupita guianensis</i>).	75
Tabela 21. Composição nutricional das rações aplicadas no experimento e energia bruta (EB) em Kcal/100g, aplicadas aos tratamentos.	75
Tabela 22. Valores médios de desempenho e consumo de ração dos juvenis de tambaqui alimentados com as dietas aplicadas no experimento.	76
Tabela 23. Influência das dietas sobre o ganho de peso durante o período do experimento.	78

Tabela 24. Análise da composição centesimal de carcaça dos juvenis de tambaqui, alimentados com rações contendo níveis crescentes de inclusão de RFCM.	80
Tabela 25. Composição centesimal (g/100g de MS) das amostras de fezes por tratamento.	81
Tabela 26. Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca e dos nutrientes das rações.	82
Tabela 27. Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS) da farinha de castanha de macaco (ingrediente) (FCM).	86
Tabela 28. Valor estimado em R\$/Kg da RFCM.	87
Tabela 29. Percentuais de inclusão e valores estimados das rações aplicadas nos tratamentos durante o experimento.	87
Tabela 30. Resultados zootécnicos médios por unidade experimental (UE), consumo médio de ração (CMR), conversão alimentar aparente (CAA), índice de eficiência alimentar (IEA) e relação de custo/benefício individual por tratamento.	89
Tabela 31. Composição de ácidos graxos do óleo extraído da semente da castanha de macaco (<i>Couroupita guianensis</i>) e, referidas autorias.	104
Tabela 32. Valores médios de conversão alimentar aparente (CAA), composição da ração em Kcal/ED/Kg, percentuais de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidrato (CH) e composição de carcaça em experimentos com tambaqui e respectivas autorias.	105

LISTA DE SIGLAS

AAE – Amino Ácidos Essenciais
AM – Amido de Milho
CAA – Conversão Alimentar Aparente
COE – Custo Operacional efetivo
COT – Custo Operacional Total
CP – Custo Produtivo
CM – Castanha de Macaco
CMR – Consumo Médio de Ração
CV – Coeficiente de Variação
FCA – Farinha de Castanha da Amazônia
FCM – Farinha de Castanha de Macaco
FP – Farinha de Peixe
GExp – Grupo Experimental
GP – Ganho de Peso
GPM – Ganho de Peso Médio
GPMR – Ganho de Peso Médio nas Repetições
GPMT – Ganho de Peso Médio nos Tratamentos
IEA – Índice de Eficiência Alimentar
MB_j – Margem Bruta no Período
MMA – Ministério do Meio Ambiente
OMS – Organização Mundial da Saúde
PB – Proteína Bruta
PM – Premix Mineral
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POF – Pesquisa de Orçamento Familiar
PV – Peso Vivo
RC – Ração Comercial (controle)
RFCM – Ração de Farinha de Castanha de Macaco
SEAP – Secretaria de Aquicultura e Pesca
TMA – Taxa Mínima de Atratividade
TCE – Taxa de Crescimento Especifico
TEP – Taxa de Eficiência Proteica
UA – Unidade Amostral (tanques)
UE – Unidade experimental (peixes)
VPL – Valor Presente Liquido

SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
ABSTRACT	X
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE SIGLAS	XIV
1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo Geral	23
2.2 Objetivos Específicos	23
3. HIPOTHESES.....	24
4. JUSTIFICATIVA	25
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
5.1 Panoramas da aquicultura mundial	27
5.2 A aquicultura nas américas	29
5.3 A aquicultura no Brasil.....	31
5.4 A piscicultura regional	33
5.5 Caracterização das espécies pesquisadas	34
5.5.1 O tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	34
5.5.1.1 Exigências nutricionais do Tambaqui	35
5.5.1.2 Ingredientes alternativos na alimentação de tambaqui.....	39
5.5.2 A castanha de macaco (<i>Couroupita guianensis</i>)	41
5.5.2.1 Características físico-químicas peculiaridades, utilização, distribuição geográfica e viabilidade econômica da castanha de macaco CM (<i>Couroupita guianensis</i>)	41
5.5.2.2 Composição de nutrientes da castanha de macaco (<i>Couroupita guianensis</i>)	44
5.5.2.3 Avaliações das digestibilidades de ingredientes alternativos aplicados ao tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	47
5.6 Qualidade da água	48
5.7 Análises econômicas e produtivas da piscicultura	49
6. MATERIAL E METODO	51
6.1 Áreas de Estudos e experimentos.....	51
6.2 Manejos dos Peixes	51
6.3 A obtenção da castanha de macaco (<i>Couroupita guianensis</i>)	52
6.4 Processamentos dos frutos para a elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM)	53
6.5 Rendimento de polpa	54

6.6 Análises físico-químicas realizadas durante o experimento	54
6.6.1 Umidade (UM)	55
6.6.2 Proteína Bruta (PB)	55
6.6.3 Extrato etéreo (EE)	55
6.6.4 Cinzas (CZ)	56
6.6.5 Extrativo não nitrogenados (ENN)	56
6.6.6 Energia bruta (EB)	56
6.7 Elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM)	56
6.7 Elaboração da ração da farinha da castanha de macaco (FCM)	58
6.9 Delineamento experimental	60
6.9.1 Balanceamento das rações	61
6.9.2 Aplicação das rações	62
6.9.2.1 Aplicação das rações para verificação do coeficiente da digestibilidade aparente (CDA) do ingrediente	62
6.9.2.2 Aplicação das rações para verificação do coeficiente da digestibilidade aparente (CDA) das rações	63
6.9.2.3 Aplicação das rações para verificação dos níveis de desempenho	64
6.10 Parâmetros físico-químicos da água	65
6.11 Biometrias	66
6.12 Variáveis de desempenho produtivo	66
6.13. Coletas de fezes	67
6.13.1 Infraestrutura para coleta das fezes	68
6.14.1 Determinação da digestibilidade	69
6.14.1 Utilização do óxido de cromo III (Cr ₂ O ₃)	70
6.15 Análises da relação custo/benefício na utilização da RFCM	71
6.16 Análises estatísticas	72
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
7.1. Resultados	73
7.1.1 Parâmetros físico-químicos da água	73
7.1.2 Análise da composição centesimal do fruto	74
7.1.3 Rendimentos de polpa na elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM)	74
7.1.4 Análise da composição nutricional das rações aplicadas no experimento	75
7.1.5 Variáveis de desempenho produtivo	76
7.1.6 Composição centesimal de carcaça	79
7.1.7 Determinação da digestibilidade	80
7.1.8 Avaliação da relação de custo/benefício na utilização da RFCM	86
7.2 Discussão	91
7.2.1 Parâmetros físico-químicos da água	91
7.2.2 Análise da composição nutricional do fruto	93

7.2.3 Rendimentos de polpa na elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM).....	95
7.2.3 Qualidade das rações aplicadas no experimento.....	95
7.2.4 Variáveis de desempenho produtivo	99
7.2.5 Composição centesimal de carcaça.....	102
7.2.6 Determinação da digestibilidade	106
7.2.7 Avaliação da relação de custo/benefício na utilização da RFCM	108
8. CONCLUSÃO.....	112
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
REFERENCIAS.....	115
GLOSSÁRIO	129

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a produção mundial de pescado está em torno de 140 milhões de toneladas, porém ainda existe uma demanda adicional de consumo de peixe (FAO, BRASIL, 2012). A aquicultura continua a crescer mais rapidamente que todos os outros setores da produção animal. Pesquisas na área de reprodução, nutrição, genética e produção estão sendo realizadas a fim de melhor explorar os recursos naturais disponíveis, contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor aquícola brasileiro (CREPALDI, et al., 2007).

O consumo de peixes vem aumentando nas últimas quatro décadas, tanto pela maior demanda quanto pelas mudanças no hábito alimentar da população, que vem, cada vez mais, buscando produtos com perfil nutricional adequado. A carne de pescado é muito nutritiva, sendo rica em proteínas de alto valor biológico, vitaminas e minerais, é um alimento mais saudável consumido em todo mundo, além de positivo para a saúde da população, favorece o desenvolvimento da aquicultura (BRASIL, 2012).

No nível mundial, a aquicultura tem participado cada vez mais da produção pesqueira, principalmente devido à redução dos estoques naturais e ao aumento da demanda por alimentos mais saudáveis. Esse crescimento, principalmente na Ásia, é o resultado da forte expansão da atividade, sendo que, em 2004, os produtores representavam um quarto do total de trabalhadores do setor primário envolvidos nas atividades aquícolas (FAO, 2012).

O Brasil foi o segundo maior produtor da América do sul de pescado cultivado em 2005, atrás do Chile que produziu 714 mil toneladas e foi o maior produtor de tilápias (BRASIL, 2014). A aquicultura brasileira cresce a passos largos, beneficiada por todas as características naturais, geração e difusão de tecnologia, disponibilidade de insumos e oportunidades de mercado (KUBITZA, et al., 2014).

O potencial brasileiro para aquicultura pode ser abstraído a partir de uma costa marítima formada por 8.400 Km e 5.500.000 hectares em reservatórios de águas doces; o país comporta aproximadamente 12 % da água doce disponível no planeta. A disponibilidade de recursos hídricos, o clima extremamente favorável, a mão-de-

obra abundante e a crescente demanda por pescado no mercado interno têm contribuído para alavancar a atividade (BRASIL, 2010).

Em muitos países, o aumento da piscicultura tem sido possibilitado pela intensificação do cultivo por meio do uso de rações balanceadas (SILVA et al., 2000). Seguindo a mesma tendência, o uso de rações balanceadas e sistemas intensivos de produção vem aumentando na região amazônica. Contudo os conhecimentos científicos-tecnológicos não são suficientes para atender as necessidades do setor de insumos e da produção. Esse fato pode ser observado na área de nutrição de espécies tradicionais como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) (MARTINO, et al., 2002).

A produção de tambaqui em cativeiro vem crescendo a uma taxa média anual de 14% nos últimos sete anos. No cenário nacional, esta espécie contribui com 14% do total de pescado proveniente da piscicultura continental (BRASIL, 2010). Apresenta-se como a principal espécie cultivada nas regiões Norte e Nordeste em função da oferta regular de alevinos adaptada às condições climáticas de temperatura média entre 25° à 35° C. Além disso, apresenta crescimento rápido, excelente desempenho zootécnico em diferentes sistemas de produção (atingindo até 2,5 kg no primeiro ano), boa aceitação de dietas artificiais, resistência a baixas concentrações de oxigênio, hábito gregário, alto valor comercial e excelente aceitação pelo consumidor (VAL et al., 2000a).

A cada cinco tambaquis consumidos no Estado do Amazonas atualmente, quatro são oriundos da piscicultura. O ciclo de cultivo do tambaqui compreende três fases: Alevinagem (peixes <5g), recria (peixes >5g e <50 g) e engorda (peixes >50 g), podendo ser realizado em sistema de cultivo intensivo ou semi-intensivo e com instalações em barragens, viveiros, tanques escavados e tanques-rede. (VAL, 1995; VILLACORTA-CORREA, 1997; VAL et al., 2000a; MELO et al., 2001; BRASIL, 2008; JACOMETO et al., 2010).

Em sistemas de barragens, viveiros e tanques escavados, a despesca acontece após 12 meses de cultivo. Na alevinagem são estocados 10 alevinos/m² e na engorda, 3,2 juvenis/m². A conversão alimentar é próxima de 1,5, sendo a sobrevivência estimada em 76% e produtividade em torno de 3,1 kg/peixe/ano (IZEL E MELO, 2004).

Nesse contexto, foram visualizadas questões e diversas lacunas a serem preenchidas, com sugestões para novos estudos, de forma a complementar os resultados atuais, contribuindo para a consolidação e sustentabilidade econômica e

ambiental no cultivo dessa espécie. No Brasil, a principal dificuldade na produção de pescado é a nutrição adequada, aliada ao manejo alimentar correto, já que os gastos com alimentação chegam a ultrapassar 60% do custo total de produção (BRASIL, 2010). Ainda segundo Schmittou (1999), a realização de estudos com uso de rações artesanais de custo acessível, com fontes proteicas de origem vegetal na elaboração de rações para peixes tem se tornado mais frequentes.

Para avaliar o desempenho, eficiência e viabilidade de uma ração, torna-se necessário a verificação de variáveis importantes como as de desempenho zootécnico, através da avaliação do “coeficiente de digestibilidade aparente” (CDA), e do fator de “conversão alimentar” (CA), podendo ser maximizados através de tratamento adequado na elaboração da ração, como por exemplo, a “extrusão”, que consiste no processo em que se utiliza altas temperaturas (130 a 150°C), e pressão (3^o a 60 atm), e umidade por curto período de tempo, causando o cozimento, expansão da mistura de ingredientes e a gelificação do amido. Assim as rações extrusadas apresentam qualidades físicas nutricionais muito distintas de outras rações (KUBITZA, 2000; NRC, 2011). Na avaliação do desempenho produtivo. É importante observar que uma produção eficiente é a que apresenta um melhor índice de “conversão alimentar”, no menor período de tempo possível e, com um peso final aceito pelo mercado consumidor.

Por essa razão, torna-se necessária a busca por rações alternativas que comportem melhores índices de conversão alimentar, combinados com a redução da degradação ambiental, uma vez que, segundo Barbosa Filho (2014), outras atividades de produção de alimentos e entre elas a pecuária, tornam-se economicamente inviáveis após a incorporação dos custos e benefícios associados aos impactos ambientais provenientes dessas atividades.

Os hábitos alimentares e as dietas dos peixes não só influenciam diretamente seu comportamento, integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, reprodução e crescimento, mas também alteram as condições ambientais do sistema de produção como o de qualidade da água (HONDA, 1974). Portanto, a otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo concomitante da qualidade da água, nutrição e alimentação (CYRINO, et al., 2005).

A viabilidade econômica da criação de tambaqui, como em qualquer outra espécie animal, depende e está atrelada à nutrição. Apesar das características

zootécnicas favoráveis a produção de tambaqui em um sistema intensivo de criação, o valor da ração ainda é considerado alto; é o insumo que representa o maior percentual individual de despesa dos custos de produção, em cerca de 60 a 70% desses custos (VIEIRA, et al., 2005).

Em vários trabalhos de pesquisas e experimentos visando a alimentação de peixes e maior eficiência na conversão de biomassa (MORI-PINEDO, et al., 1999; OISHI, 2007; SANTOS et al., 2010), usaram-se diferentes compostos na formulação de rações, com diferentes proporções nutricionais e proteicas, resultando em diferentes taxas de crescimento e produção, as quais dependem de vários fatores, destacando-se entre eles a determinação dos coeficientes de digestibilidade, os quais têm sido instrumentos de grande importância na área da nutrição na aquicultura, uma vez que, podem avaliar ingredientes ou a qualidade das rações, atrelados à taxa de conversão alimentar. Segundo Pezzato, et al. (2002), a determinação dos coeficientes de digestibilidade de subprodutos da agroindústria tem viabilizado o uso de vários ingredientes em rações balanceadas para peixes. Em estudos relativos à nutrição de peixes ainda não bastam esses conhecimentos, são necessários mais estudos para aumentar os coeficientes de digestibilidade e conseqüentemente a conversão alimentar, por meio do processamento adequado dos alimentos, de modo a minimizar os impactos negativos e elevar a produção.

No caso de projetos que além de economicamente viáveis, sejam ambientalmente corretos e visem o cultivo de espécies altamente adaptáveis como o tambaqui (*C. macropomum*), que se destaca por sua dieta variada e em seu ambiente natural, estes devem incluir, entre os itens naturais, espécies como a castanha de macaco (*Couroupita guianensis*), segundo estudos realizados por Lago et al. (1987) em cinco espécies de sementes da Amazônia, essa variedade vegetal, aparenta ser uma das espécies alternativas mais promissoras, em termos nutricionais, considerando que reúne uma composição em quantidades de nutrientes próximas das exigências nutricionais estimadas para o tambaqui.

O tambaqui por ser uma espécie onívora, quando em ambiente natural, mantém um equilíbrio na ingestão qualitativa e quantitativa das fontes alimentares de origem animal e vegetal (ARAÚJO-LIMA e GOLULDING, 1998). Entre os estudos realizados para determinar as exigências proteicas da espécie, foram considerados os que investigaram o percentual de proteína bruta (PB) em relação ao valor de energia da

ração (CHELLAPA, et al.,1995). Esta relação é fator determinante na eficiência da ração, uma vez que o teor de energia regula o consumo e seu excesso pode causar deposição excessiva de gordura nos peixes; observou-se ainda que para o tambaqui na faixa de 1 a 30 g, a proteína é o macronutriente mais importante para determinar o crescimento, mais do que lipídios e carboidratos (VAN DER MEER, 1997).

O presente trabalho visa a valorização da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*), através do uso da polpa com sementes (endocarpo) na elaboração de um composto em forma de farinha e uso na formulação de uma ração balanceada, a ser aplicada a juvenis de tambaqui para verificação de sua digestibilidade e eficiência nutricional, avaliação do nível de desempenho pelos peixes, bem como, análise da relação de custo/benefício de seu uso em relação a uma ração comercial. Buscando a introdução no mercado de uma ração de qualidade, elaborada com matéria prima regional, eficiente, fácil acessibilidade e de mais baixo custo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Utilizar a castanha de macaco (*Couropita guianensis*) na produção da farinha para elaboração de uma ração balanceada e, avaliação de seu efeito nutricional e econômico no desempenho de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) em cativeiro.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Elaborar a farinha usando a polpa da castanha de macaco (*Couropita guianensis*), para compor uma ração balanceada a ser aplicada na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em cativeiro;
- b) Avaliar a digestibilidade das rações formuladas com a farinha da castanha de macaco (*Couropita guianensis*), comparando com uma ração comercial em uso no mercado, aplicadas a juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em cativeiro;
- c) Verificar o desempenho biofisiológico e o tempo de crescimento dos juvenis de tambaqui alimentados com a ração experimental balanceada, formulada com farinha de castanha de macaco (*Couropita guianensis*), comparando-a com uma ração comercial em uso no mercado;
- d) Analisar a relação custo/benefício entre a utilização da ração comercial e a ração balanceada, elaborada com a farinha de castanha de macaco (*Couropita guianensis*), na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em cativeiro.

3. HIPOTESES

Das situações anteriormente abordadas, podem-se derivar as seguintes hipóteses:

H₁ – A ração da farinha de polpa da castanha de macaco (*C. guianensis*), aumenta a velocidade de crescimento do tambaqui (*C. macropomum*).

H₀ – A ração da farinha de polpa da castanha de macaco não aumenta a velocidade de crescimento do tambaqui.

H₂ – A ração de farinha de castanha de macaco (*Couropita guianensis*) é mais digestível que ração comercial em uso no mercado, quando aplicada na alimentação de tambaqui

H₀ – A ração de farinha de castanha de macaco (*Couropita guianensis*), não é mais digestível que ração comercial em uso no mercado aplicada alimentação de tambaqui

H₃ – O custo de produção de tambaqui para comercialização usando a ração da farinha da polpa da castanha de macaco (*Couropita guianensis*), é menor do que o custo das rações comerciais convencionais;

H₀ – O custo de produção de tambaqui para comercialização usando a ração da farinha da polpa da castanha de macaco (*Couropita guianensis*), não é menor do que o custo das rações comerciais convencionais.

4. JUSTIFICATIVA

Atualmente as buscas por formas alternativas de produção de alimentos de forma sustentável e ambientalmente corretos é a recomendação prioritária da ONU, através do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), e do programa de segurança alimentar a todos os países participantes. Uma das alternativas mais viáveis e que está em plena ascensão é o setor da atividade aquícola, com destaque para a piscicultura, que com uma crescente produção, acompanhada das novas tecnologias, vem ampliando a produção de alimentos em nível mundial.

A distribuição da produção mundial apresenta destaque produtivo nos países do oriente, com realce para a China que, segundo dados da FAO (2012), é responsável pela maior produtividade, apresentando resultados de mais de 60% da produção mundial.

Na América do Sul, o Brasil com suas dimensões continentais e um gigantesco potencial de lâmina de água doce, ocupa apenas o 2º lugar, apresentando produção inferior ao Chile. Não produz o suficiente para suprir a demanda interna de pescado. Segundo o BRASIL, (2014) o consumo brasileiro de pescado está abaixo do recomendado pela OMS. Para mudar esse quadro, os governos da União e dos Estados através de projetos direcionados a essa área produtiva, vem ampliando as pesquisas e tecnologias na produção para reduzir essas diferenças e galgar um degrau mais elevado de produção. No entanto, segundo piscicultores e produtores de pescados, há duas barreiras principais que desestimulam e dificultam a produção. A primeira diz respeito às barreiras de regularização ambiental e fundiária; a segunda é o custo de produção, onerado pelo elevado preço dos insumos, com destaque para a ração, que muitas vezes inviabiliza e desestimula a produção, principalmente dos pequenos produtores. A região norte por apresentar uma ampla bacia hidrográfica, apta a produção, sofre todas as dificuldades e entraves do setor.

O Estado do Amazonas, é o maior consumidor de pescado do Brasil (pois foge as estatísticas recomendadas pela OMS, apresentando consumo *per capita* de 62Kg/hab/ano) (BRASIL, 2012), possuindo amplas condições produtivas, porém, ainda não atendendo à demanda interna, importando peixes, quando deveríamos exportar. Mas qual a causa disso? O estado está submetido às barreiras geográficas

(acesso e comunicação), onerantes aos custos das rações. Para a efetividade de crescimento da produção, devem ser superadas todas as barreiras na busca de alternativas viáveis que solucionem os problemas.

Esta tese busca contribuir de maneira prática, ambientalmente correta, aplicando a tecnologia ao uso sustentável da biodiversidade Amazônica, usando os recursos existentes na floresta, com criatividade de forma a indicar uma ração eficiente na alimentação do tambaqui e aumentar a produção da piscicultura regional.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Panoramas da aquicultura mundial

A produção mundial de pescado proveniente da aquicultura (Tabela 1), cresceu a uma taxa média anual de 6,2% no período de 2000 a 2012, passando de 32,4 milhões de toneladas para 66.6 milhões de toneladas, representando 42% da produção mundial total (pesca e aquicultura). Esse crescimento extraordinário é reflexo do aumento da demanda, que por sua vez é impulsionado principalmente pelo crescimento populacional e seu poder de compra. O consumo per capita mundial aumentou de 9,9 kg na década de 60 para mais de 19 kg no ano de 2012, apontando um crescimento recorde da produção aquícola até 2030, enquanto a produção oriunda da captura mostrou-se estável (FAO, 2014).

O continente asiático é o principal produtor aquícola do mundo, respondendo por 88,39% do volume total de pescado produzido. A China segue no topo do ranking e contribuiu com 61.7% da produção aquícola mundial, com destaque para a piscicultura que supera os 56% deste volume. O Brasil, apesar de todo o seu potencial ambiental e crescimento superior à média global, contribui apenas com 1,1% e ocupa o 12º lugar no ranking geral dos maiores produtores de pescado em cativeiro do mundo (FAO, 2014), com um patamar de 707.461 toneladas. Assim como na China, a piscicultura brasileira, especialmente a praticada em águas interiores, contribui com a maior parcela 86,4% (Tabela 1).

Tabela 1. Os 15 maiores produtores aquícolas mundiais e as principais espécies cultivadas em 2012.

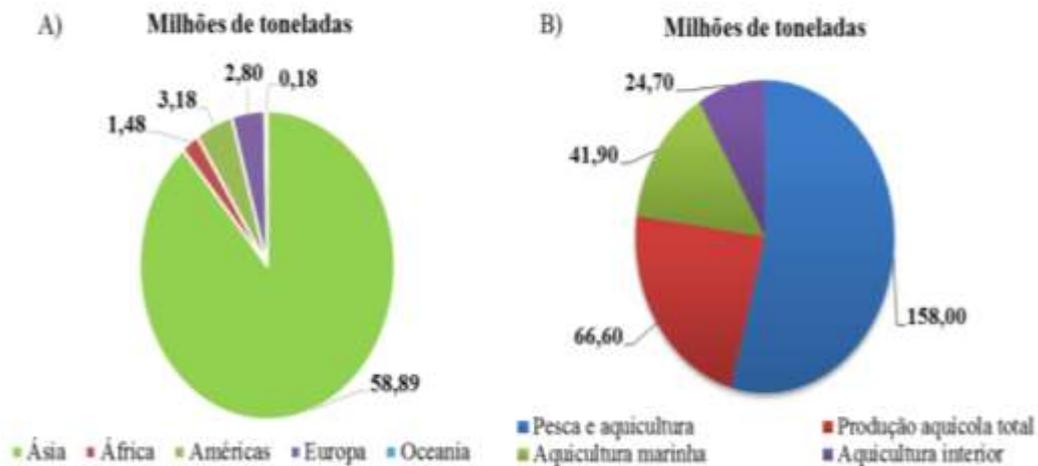
Produtores	Aquicultura interior	Maricultura	Crustáceos	Moluscos	Outras espécies	Produção Nacional total	Participação na produção
	Toneladas				Toneladas		(%)
China	23 341 134	1 028 399	3 592 588	12 343 169	803 016	41 108 306	61.7
Índia	3 812 420	84 164	299.926	12 905	-	4 209 415	6.3%
Vietnã	2 091 200	51 000	513 100	400 000	30 200	3 085 500	4.6
Indonésia	2 097 407	582 077	387 698	...	477	3 067 660	4.6
Bangladesh	1 525 672	63 220	137 174	-	-	1 726 066	2.6
Noruega	85	1.319.033	-	2001	-	1 321 119	2.0
Tailândia	380.986	19.994	623.660	205 192	4 045	1 233 877	1.9
Chile	59 527	758 587	-	253 307	-	1 071 421	1.6
Egito	1 016 629	-	1 109	-	-	1 017 738	1.5
Myamar	822 589	1 868	58 981	-	1 731	885 169	1.3
Filipinas	310 042	361 722	72 822	46 308	-	790 894	1.2
Brasil	611 343	-	74 415	20 699	1 005	707 461	1.1
Japão	33 957	250 472	1 596	345 914	1 108	633 047	1.0
Coreia do Sul	14 099	76 307	2 838	373.488	17.672	484 404	0.7
Estados Unidos	185.598	21.169	44.928	168.329	-	420 024	0.6
Resto do mundo	2 296 562	933 893	635 983	999 426	5 288	4 871 152	7.3
Total mundial	38 599 250	5 551 905	6 446 818	15 170 738	864 542	66 633 253	100

Fonte: FAO, 2014

Os valores expostos acima expressam que o grande crescimento da aquicultura, já representa um importante avanço na produção mundial de pescado (Figura 1). O valor desta atividade para o futuro do setor pesqueiro mundial é evidenciado quando comparado com os resultados da pesca extrativista; se compreende que a pesca extrativista praticamente já atingiu seu limite máximo de

exploração sustentável, com uma taxa de crescimento inferior a 1% ao ano (FAO, 2012).

Figura 1. Produção aquícola mundial por continente. (A) produção da aquicultura mundial em milhões de toneladas em 2012. (B) Produção da aquicultura mundial em milhões de toneladas por categoria em 2012.



Fonte: FAO (2012).

5.2 A aquicultura nas américas

O cultivo de organismos aquáticos na América do Sul iniciou-se com a construção de unidades de reprodução de truta (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta* e *Salvelinus fontinalis*) e de pesca recreativa na Argentina e no Chile no final do século XIX, posteriormente nestes países desenvolveu-se o cultivo de carpa (*Cyprinus* spp.) (NARANJO, 2010). Em 1904 reportou-se a reprodução do pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*) na Argentina, e em 1920, os primeiros cultivos de moluscos (ostras e mexilhões) foram desenvolvidos no Chile (NARANJO, 2010). Durante a segunda metade do século passado iniciou-se a aquicultura moderna, a qual foi caracterizada pela inclusão de técnicas de indução à desova, fertilização artificial, alimentação intensiva, alta densidade e estruturas maiores (NARANJO, 2010). A Tabela 2, apresenta o ranking produtivo da aquicultura nas américas em 2012.

Tabela 2. Ranking da aquicultura nas américas (2012).

PRODUÇÃO (TON)	
Chile	1.071.421
Brasil	707.461
Estados Unidos	420.024
Equador	321.853
Canadá	173.452
México	143.747
Colômbia	89.654
Total	2.927.612

Fonte: FENACAM, novembro de 2015, (FAO, 2012).

Esta atividade gerou crescentes benefícios sociais e econômicos, além de permitir que as áreas rurais fossem incorporadas nas cadeias de produção e de comercialização, dando novas alternativas de trabalho e maior segurança alimentar (NARANJO, 2010). Desde então, o cultivo artesanal aumentou, e a criação de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e a carcinicultura marinha deu seus primeiros passos em 1968 (NARANJO, 2010). Durante os anos 1960 houve as primeiras experiências de cultivo intensivo de truta e salmão (*Oncorhynchus kisutch*, *O. mykiss*, *Salmo salar*) no Chile (NARANJO, 2010). A produção destas espécies aumentaram e consolidaram-se na década de 1980, tornando-se a principal atividade da região. Posteriormente, foram desenvolvidos sistemas de cultivo de algas, peixes e crustáceos, gerando uma grande variedade de produtos (NARANJO, 2010). Até em 2009, a produção da América Latina e Caribe era composta por cerca de 71 espécies aquáticas, que pertencem a um total de 33 famílias (FAO, 2009).

Em 2012, os quinze principais países produtores foram responsáveis por 92,7% de toda a produção de peixes em cativeiro (FAO, 2014). A América do Sul encontra-se em quarto lugar na composição de produção da aquicultura mundial, com 3,85% (2.565107 toneladas) (FAO, 2014). Chile foi o maior produtor na América do Sul, ocupando o 8º lugar com 1.071.421 toneladas, e o Brasil (707.461t) ocupa o 12º lugar (FAO 2014),

Entre os anos de 2000 a 2012, a América Latina e o Caribe tiveram o segundo maior crescimento da produção aquícola anual (10%), ficando atrás apenas da África (11,7 %). A Tabela 3, apresenta as taxas de crescimento da aquicultura por continente em 2012.

Tabela 3. Taxas de crescimento da aquicultura por continente (%).

Continente	% (2000/ 2012)
África	11,7
América Latina e Caribe	10%
Ásia (sem China)	8,2
China	5,5
Europa	-2,9
Oceania	-3,5

Fonte: FENACAM, Novembro de 2014, (FAO, 2012)

É crescente a tendência global em diversificar as espécies de organismos aquáticos cultivados (FAO, 2014). A América do Sul também tem seguido este fenômeno, passando de 5 para mais de 70 espécies cultivadas num período de 50 anos (FLORES-NAVA E BROWN, 2010). É importante ressaltar que 75% da produção aquícola da América do Sul é composta pelo cultivo de espécies exóticas, entre os quais incluem salmão, truta, tilápia e carpa, (FLORES-NAVA e BROWN, 2010).

Entre as espécies nativas da América do Sul, com maior interesse aquícola estão o *Arapaima gigas* (pirarucu), *Colossoma macropomum* (tambaqui); *Domitoto latifrons* (chamé); *Odonthestes bonariensis* (Pejerrey), *Pyaractus brachypomus* (cachama branca, pacu), *Pyaractus mesopotamicus* (pacú), *Rhamdia quelem* (Bagre), *Salminus brasiliensis* (Dourado) e os gêneros, *Brycon* (bocachico, matrinxã, jatuarana), *Leporinus* (aracu, piau), *Prochilodus* (curimatã, sábaló), *Pseudoplatystoma* (surubim) (FLORES-NAVA E BROWN, 2010).

5.3 A aquicultura no Brasil

A aquicultura no Brasil é fortemente dependente da piscicultura interior de peixes ósseos, enquanto seu potencial para a maricultura de peixes ósseos permanece largamente inexplorado (FAO, 2014).

O Brasil está entre os quatro países emergentes que aumentaram significativamente suas exportações de produtos da aquicultura³. Entre estes mercados estão também México, Federação da Rússia e Egito (FAO, 2014).

Em 2008, o Brasil teve uma pequena participação na produção mundial da aquicultura, representando apenas 0,42%, ocupando o 15º dos maiores produtores

mundiais da aquicultura (FAO, 2010). No entanto, houve um crescimento e atualmente o Brasil participa com 3,85%, correspondente a 707.461 toneladas, ocupando o 12º lugar, entre os 15 maiores produtores de pescado. A composição da aquicultura brasileira em 2012 foi formada por: peixes (86%), exclusivamente representados pela piscicultura de água doce (611 343 t); crustáceos (10,59%), moluscos (2,9%), e outras espécies (0,141%) (FAO, 2014). A representatividade das espécies cultivadas na aquicultura brasileira no ano de 2011, está discriminada na Tabela 4. Na qual a tilápia ocupa o primeiro lugar (40,37%), seguida do tambaqui (17,66%) e em terceiro fica o camarão marinho (10,45%). Em quarto ficou o tambacu (7,92%), seguido do pacu (4,27%) (BRASIL 2012). A Tabela 4, apresenta as principais espécies cultivadas no Brasil em 2011, com o respectivo percentual de produção.

Tabela 4. Principais espécies cultivadas no Brasil em 2011.

Espécies	2011(t)	%
Tilápia	253 824	40,37
Tambaqui	111 084	17,66
Camarão	65 670	10,45
Tambacu	49 818	7,92
Carpa	38 079	6,05
Pacu	21 689	3,44
TOTAL	628 704,3	100

Fonte: MPA/SEAP (2012)

A Tabela 5 demonstra a evolução da produção brasileira das principais espécies nativas criadas na aquicultura brasileira no período de 2003 a 2007.

Tabela 5. Evolução da produção das principais espécies nativas da aquicultura brasileira no período 2003/2007.

Espécies	2003 (t)	2007(t)	Crescimento (%)
-----------------	-----------------	----------------	------------------------

Curimatã	1 881,00	2 721,00	44,66
Matrinchã	575,5	2 899,50	403,82
Pacu	9 244,00	12 397,00	34,11
Piau	2 451,50	3 396,50	38,55
Pintado	821,5	1 592,50	93,85
Tambacu	7 916,00	10 854,00	37,11
Tambaqui	20 833,50	30 598,50	46,87
Tambatinga	1 844,00	2 028,00	9,98
Outras	5 945,50	7 303,50	22,84
TOTAL	51 512,50	73 790,50	43,25

Fonte: IBAMA, 2009

5.4 A piscicultura regional

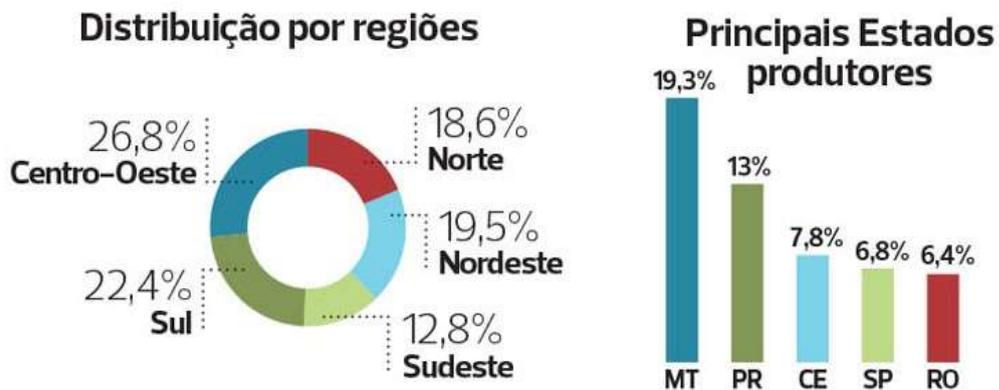
A região Centro-Oeste é a maior produtora de peixes cultivados no Brasil, com uma produção de 26,8% em 2012, cultivando principalmente tambaqui, tambacu, pacu e pintado. Em segundo lugar está a região sul que produziu 22,4% no mesmo ano; o nordeste com 19,5%; a região norte com 18,6%; e o sudeste com 12,0% (Figura 2a) (BRASIL, 2013).

Em relação aos estados, os cinco maiores produtores de peixes são: Mato Grosso 19,3%, Paraná 13,0%, Ceará 7,8%, São Paulo 6,8%, Rondônia 6,4% (Figura 2b), (BRASIL, 2013).

Figura 2. Produção brasileira de espécies nativas por região (2013).

(a)

(b)



Fonte: BASIL, 2013

5.5 Caracterização das espécies pesquisadas

5.5.1 O tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Figura 3. Caracterização taxonômica do tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Especificação	Tambaqui
Classe: Actinopterygii	
Ordem: Characiformes	
Família: Characidae	
Espécie: <i>Colossoma macropomum</i> ;	
Nomes comuns: Tambaqui, Ruelo, Curumim, Bocó; Gamitana, Cachama negra, (Colômbia, Peru)	

Fonte: Disponível em: < [http://google](http://google.com), fotos tambaqui / > Acesso 27/06/2015).

A espécie *Colossoma macropomum*, conhecida vulgarmente como tambaqui é originária da América do Sul e possui ampla distribuição nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco. O tambaqui é considerado o segundo maior peixe de escamas da Amazônia, possui como principais características um corpo alto e romboidal, porte grande, podendo alcançar peso superior a 30 kg e mais de um metro de comprimento.

Sua coloração é influenciada pela transparência e cor da água (GOULDING E CARVALHO, 1982).

Possui hábito alimentar onívoro, e quando em ambiente natural, nas fases iniciais alimenta-se especialmente de zooplâncton e, quando adulto, de frutos e sementes (SILVA et al., 2003).

Recentemente, com o crescente desenvolvimento da piscicultura, a criação de tambaqui encontra-se difundida em diversas regiões do Brasil. Portanto, tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores, devido apresentar características desejáveis para produção, como por exemplo, adaptação ao cativeiro, rápido crescimento, fácil aceitação de alimento artificial e elevado valor de sua carne (BRASIL, 2012). É uma espécie de grande potencial econômico e a segunda espécie mais cultivada no país, apresentando uma produção superior a 111 mil toneladas registradas no ano de 2011 e um crescimento de 38% em relação ao ano de 2010 (BRASIL, 2012).

5.5.1.1 Exigências nutricionais do tambaqui

A grande maioria dos estudos sobre exigências nutricionais do tambaqui foi realizada com dietas práticas (elaboradas com adição de compostos diretos à ração controle), ao invés de dietas purificadas ou semi purificadas, dificultando a interpretação dos resultados pela interação entre os nutrientes dos ingredientes (FRACALOSSO et al. 2012). Adicionalmente, ingredientes práticos apresentam coeficientes de digestibilidade variáveis, o que dificulta a comparação entre trabalhos. Existe, ainda, uma carência de estudos com animais na fase intermediária e final de engorda e com reprodutores e larvas, havendo uma concentração de estudos com tambaquês entre 1 e 100 g. Isso provavelmente se deve à complexidade existente no manejo e avaliação de larvas nesse tipo de estudo e a dificuldade e custo associados ao manejo de peixes maiores (tamanho das unidades experimentais, alta quantidade de ração para alimentação dos animais e elevado custo de reprodutores, por exemplo).

A aplicação do conceito de proteína ideal é importante para permitir a adequada suplementação dos aminoácidos sintéticos, de forma a se obter dietas com teores

inferiores de proteína, o que possibilita melhoria no desempenho produtivo e menor custo com a alimentação (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004)

Macedo (1979) verificou uma baixa exigência proteica para o tambaqui: 22% de proteína bruta para juvenis de 5 g e 18%, para aqueles com 18 g. Segundo Eckman (1987), no entanto, a taxa de crescimento observada no estudo de Macedo (1979) foi razoavelmente inferior as taxas máximas de crescimento do tambaqui, o que pode ter subestimado a exigência proteica da espécie. Tambaquis com cerca de 1,4 g (peso na matéria seca), alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína e proporções de farinha de peixe e de sangue, obtiveram melhor taxa de crescimento para a dieta com 20% de cada ingrediente e 36,8% de proteína bruta (ECKMAN, 1987).

Vidal Jr. et al. (1998), encontraram melhor desempenho para tambaquis (peso médio inicial = 53,2 g) alimentados com dietas contendo 25% de proteína bruta e 2.700 kcal g⁻¹ de energia digestível calculada. Resultado semelhante foi observado para juvenis de tambaqui (peso médio inicial = 37,5 g) alimentados com dietas isoenergéticas contendo níveis crescentes de proteína bruta (na proporção constante de 70% de farinha de peixe e 30% de farelo de soja), que apresentaram aumento no ganho em peso até o nível de 25,01% de proteína. Entretanto, quando alimentados com dietas contendo farelo de soja e farinha de carne, (OISHI et al., (2010), a exigência foi de 30% de proteína bruta, provavelmente devido à ausência de farinha de peixe na formulação (composto de maior percentual proteico da composição), sugerindo que a qualidade da proteína possa interferir na exigência proteica. Juvenis maiores de tambaqui (peso médio inicial = 112 g), alimentados com dietas contendo níveis decrescentes de proteína e crescentes de lipídios, apresentaram desequilíbrio metabólico e baixo ganho em peso para os níveis de 20% de proteína bruta e 15% de lipídio (relação energia: proteína de 18,4 kcal g⁻¹) (DE ALMEIDA et al. 2011). Os níveis que resultaram em melhor desempenho, por sua vez, mantiveram-se em torno de 25 a 35% de proteína e 5 a 11% lipídios (relação energia: proteína de 15,1 a 10,8 kcal g⁻¹).

Maior desempenho e eficiência de deposição proteica em juvenis de tambaqui alimentados com dietas isoprotéicas (24%) e contendo níveis crescentes de energia

metabolizável estimada foram obtidos para o nível de 3.300 kcal/kg-1, sendo que a relação energia: proteína (Tabela 6) ideal para tambaquis entre 30 e 180 g estaria entre 12,45 e 13,75 Kcal/g-1 (VAN DER MEER et al., 1997a; CAMARGO et al., 1998)

Diante do exposto, observam-se grandes divergências entre os resultados obtidos para as exigências em proteína e energia do tambaqui (Tabela 6). Isso provavelmente se deve às diferenças entre os trabalhos quanto às condições experimentais, relação energia: proteína (Tabela 6), valor biológico da fonte proteica, digestibilidade das fontes de energia não proteicas, genética e idade dos exemplares (VIDAL JR et al., 1998; KOHLA et al., 1992), complementam que a falta de padronização no delineamento experimental e na formulação das dietas experimentais também contribuem para os resultados contraditórios.

Tabela 6. Indicação proteica e relação energia: proteína para o tambaqui.

Peso inicial (g)	Nível de proteína (%)	Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	Relação energia: proteína (kcal g ⁻¹) ^a	Referências
1,4 ^b	37	4.660	12,6	ECKMAN, 1987
5	22	3.200	14,5	MACEDO (1979)
5	50	4.589	9,2	VAN DER MEER <i>et al.</i> , 1995
6,73	25 ou 27	2.700 ^c	10,8 ou 10,0	GUTIÉRREZ <i>et al.</i> , 2010
18	18	3.200	17,8	MACEDO (1979)
30	24,82	3.300 ^d	13,3	CAMARGO <i>et al.</i> , 1998
37,5	25,01	3.100	12,4	VIDAL JR <i>et al.</i> , 1998
46,4	30	3.894	13,0	OISHI <i>et al.</i> , 2010
50	40	4.493	11,2	VAN DER MEER <i>et al.</i> , 1995
53,18	25	2.700 ^e	10,8	GUTIÉRREZ <i>et al.</i> , 2009
112,5	25-35	3.770	15,1-10,8	DE ALMEIDA <i>et al.</i> , 2011
125	40	4.613	11,5	VAN DER MEER <i>et al.</i> , 1995

Fonte: Rodrigues, (2014)

Azevedo et al. (2012), estimaram as exigências em aminoácidos essenciais do tambaqui com base no perfil aminoacídico corporal da espécie descrito por Van Der Meer e Verdegem (1996). Segundo os autores, com exceção dos valores dos aminoácidos obtidos para Leucina e Triptofano (Tabela 7), os demais ficaram dentro dos intervalos obtidos com ensaios de dose-resposta para outras espécies de peixe, mostrando-se uma estimativa válida para o tambaqui, enquanto resultados provenientes de experimentações não são representados na Tabela 7. A estimativa

da exigência em aminoácidos essenciais do tambaqui é comparada com as determinadas para o pacu (*Piaractus mesopotâmicus*) por Bicudo et al. (2009) e Abimorad et al., (2010).

Tabela 7. Exigências estimadas em aminoácidos essenciais do tambaqui e pacu.

Aminoácidos	Exigência em aminoácidos essenciais*		
	Tambaqui	Pacu	
	AZEVEDO <i>et al.</i> (2012)	BICUDO <i>et al.</i> (2009)	ABIMORAD <i>et al.</i> (2010)
	% da proteína		
Arginina	4,29	3,19	3,97
Fenilalanina+Tirosina	4,61	3,78	4,58
Histidina	1,51	1,14	1,51
Isoleucina	2,90	2,09	2,50
Leucina	4,87	4,12	5,00
Lisina	5,30	4,70	5,67
Metionina+Cistina	2,21	1,57	1,73
Treonina	2,92	2,07	2,88
Valina	3,28	2,05	2,75
Triptofano	0,32	ne**	ne**

*Estimada com base no perfil de aminoácidos corporais (tambaqui) e do tecido muscular (pacu), exceto para a lisina, que foi determinada por ensaio de dose-resposta nos trabalhos de BICUDO et al. (2009) e ABIMORAD et al. (2010); ne**= não estimada.

Fonte: Rodrigues, (2014).

O consumo alimentar e crescimento em tambaqui alimentado com dois níveis de proteína (30 e 40%) e quatro níveis de lipídios (5, 10, 15 e 20%) não foram afetados pelos diferentes níveis de lipídios, mas sim pelo aumento no nível de proteína, que reduziu o consumo e aumentou o crescimento (VAN DER MEER et al. 1997a). Ainda neste mesmo estudo, observou-se que o tambaqui, tal como a maioria das espécies de peixes, utiliza mais eficientemente o lipídio como fonte de energia do que carboidratos. Em complemento, Almeida et al. (2007) também verificaram uma preferência lipolítica pelo tambaqui. Entretanto, considerando a importância de frutos e sementes na dieta natural do tambaqui, é esperada uma relativa maior habilidade da espécie em utilizar carboidratos. Tal característica é extremamente desejável para a aquicultura, uma vez que a inclusão adequada de carboidratos na dieta pode reduzir os custos de produção devido a sua alta disponibilidade e efeito poupador de proteína, o qual, ainda, previne a emissão de compostos nitrogenados na água (WILSON, 1994; NRC, 2011).

Juvenis de tambaqui alimentados com diferentes relações carboidrato:lipídio (11:16, 19:14, 26:13, 38:11 e 51:6) apresentaram resposta positiva para peso final, conversão alimentar e retenção de proteína até a relação 38:11, indicando que a espécie apresenta significativa habilidade em aproveitar carboidratos (GÜNTHER, 1996; CORRÊA, et al. 2007), trabalhando com dietas isoprotéicas (28% de proteína bruta) e isoenergéticas (3300 kcal kg⁻¹ de energia bruta) com 30, 40 e 50% de amido de milho, também encontraram grande capacidade de utilização de carboidratos pelo tambaqui, sugerindo o nível de 40% como o melhor para prevenir excesso de deposição lipídica corporal e promover efeito poupador de proteína.

5.5.1.2 Ingredientes alternativos na alimentação de tambaqui

Entre os vários estudos testando ingredientes locais para o tambaqui destacam-se o de Oishi (2007) sobre a farinha de castanha da Amazônia (FCA), os de Anselmo (2008) sobre jenipapo, araçá-boi e camu-camu; Silva et al. (2003), sobre Munguba e Jauari (Tabela 10). No caso da região Amazônica, onde esses trabalhos se concentram, o intuito é reduzir os custos com alimentação, bem como a dependência por insumos agrícolas externos (ONO, 2005; SANTOS et al., 2010). Além disso, uma vez que o tambaqui se alimenta naturalmente de frutos e sementes, itens ricos em carboidratos e fibras, tais como são esses ingredientes, espera-se que a espécie seja capaz de utilizar os mesmos de forma eficiente (SILVA et al., 2000). Deve-se destacar que a avaliação da digestibilidade é medida imprescindível para o conhecimento, não apenas do valor nutricional dos ingredientes, como também dos compostos provenientes da produção de fezes para o meio aquático decorrente de seu consumo (CYRINO et al., 2010; FRACALLOSSI et al., 2012).

Vidal Jr et al. (2004) avaliaram de forma comparativa o uso de indicadores internos e externos, bem como o método direto e indireto de coleta de fezes na determinação da digestibilidade em peixes. Utilizaram o tambaqui como espécie, e o fubá de milho e o farelo de soja como alimentos, os quais, apresentaram coeficientes de digestibilidade de matéria seca e proteína acima de 80% para os melhores tratamentos. No entanto, como o objetivo do trabalho não era determinar os coeficientes de digestibilidade de ambos os alimentos, mas sim comparar técnicas de digestibilidade, os alimentos foram fornecidos puros em uma única refeição

introduzida diretamente no esôfago. Tal procedimento provavelmente deve ter afetado o aproveitamento desses alimentos, restringindo a aplicação desses coeficientes para formulações (FRACALOSSI et al., 2012).

Silva et al. (2003) avaliaram a digestibilidade de frutos e sementes consumidos naturalmente pelo tambaqui. Para aqueles com maior concentração de fibra, houve redução na digestibilidade total da dieta, ressaltando a importância de se empregar ingredientes com qualidade nutricional nas formulações. Santos et al. (2010b) verificaram que a adição de até 30% de farinha de resíduo de castanha-do-Brasil (*Bertholetia excelsa*) não compromete o ganho em peso nem parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui. Pereira Junior et al. (2013) observaram que pode ser adicionado até 24% de farinha de leucena em substituição à farinha de peixe na dieta de juvenis de tambaqui. Já Lopes et al. (2010) concluíram que até 12% de farelo de babaçu pode ser incluído na dieta de juvenis de tambaqui sem prejuízo no desempenho. Segundo Anselmo (2008), resíduos de acerola e de jenipapo (30% de inclusão na dieta) podem ser utilizados como fontes alternativas de proteína para o tambaqui e, possivelmente, como fontes de energia, na forma de carboidrato. Mandioca, pupunha e banana mostraram-se fontes de energia adequadas para o tambaqui em substituição ao trigoilho (30% de inclusão na dieta) (LOCHMANN et al. 2009). Guimarães e Storti Filho (2004), avaliando uma mistura de subprodutos agrícolas e florestais para tambaquis em policultivo com o jaraqui (*Semaprochilodus insignis*), constataram que os subprodutos testados - açaí (caroço e casca), alface, araçá-boi, couve, fruta-pão (semente cozida), jambo, mamão, mandioca (raspa e subprodutos), maxixe, pepino, pupunha (polpa cozida), quiabo, repolho e tomate - podem servir de base na elaboração de dietas suplementares para a espécie.

Apesar do grande apelo social, econômico e ambiental, a grande maioria dos ingredientes testados para o tambaqui apresenta disponibilidade restritamente local e volume de produção insuficiente para sua utilização pelas indústrias de ração. Adicionalmente, em sua maioria, são nutricionalmente pouco concentrados, com alto teor de fibras e umidade. Segundo Cyrino et al. (2010), a viabilidade de um potencial ingrediente depende de sua qualidade nutricional, disponibilidade imediata e facilidade de manuseio, transporte, armazenagem e utilização para a formulação de dietas. Dessa forma, muito embora o tambaqui em ambiente natural se beneficie de itens nutricionalmente pouco concentrados, faz-se necessária a avaliação de ingredientes

com real potencial para a alimentação do tambaqui e estudos que determinem a digestibilidade dos mesmos, visando a comercialização da espécie.

5.5.2 A castanha de macaco (*Couroupita guianensis*)

5.5.2.1 Características físico-químicas, peculiaridades, utilização, distribuição geográfica e viabilidade econômica da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*).

Figura 4. Especificação técnica da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*).

Especificação	Castanha de Macaco
<p>Família botânica: Lecitidácea</p> <p>Nome científico: <i>Couroupita guianensis</i></p> <p>Nomes comuns: Castanha de macaco, Abricó de macaco, Macacarecuia, Abricó dos andes,</p>	

São árvores de grande porte (atingem até 30 metros de altura), destacando-se de todas as demais.

- Interesse – Entre as espécies da família lecitidácea, *Couroupita guianensis* é a que possui maior abordagem nas diversas áreas de estudos como: germinação (CUNHA et al., 2006), química (DAVE e PATEL, 2006), biotecnologia (REGINA e UMA RAJAN, 2012). O interesse vem crescendo devido a algumas propriedades medicinais atribuídas à espécie, como atividade antiulcerogênica e antimicrobiana (AL-DHABI et al., 2012; ELUMALAI et al., 2012).

Uso na indústria têxtil (extração do índigo para tingimento das calças jeans); na complementação de alimentação animal: (seus frutos ou sementes são apreciadas

por várias espécies animais como: bovinos, equinos, suínos, aves e várias espécies de animais aquáticos entre eles - tambaqui, matrinchã, aracu, tartarugas); o consumo humano (principalmente por índios e ribeirinhos) é feito de forma direta da polpa, na perfumaria e eventuais outros fins, como por exemplo, como remédio na Amazônia. O chá feito com folha, flor ou casca ajuda no tratamento de hipertensão, tumores, dores e processos inflamatórios e a casca é usada no tratamento de doenças da pele (FORTUNATO, 2011).

- Maturação do fruto – Desde a formação até o amadurecimento são cerca de 3 a 4 meses, sendo a maturação mais rápida na época de novembro a maio (no inverno amazônico), como informado por ribeirinhos e pescadores da região.

- Fruto – O fruto apresenta diâmetro variando entre 10 a 23 centímetros e seu peso varia entre 400 e 3000 gramas, tem cor marrom avermelhada externamente com a entrecasca composta de uma massa bege adocicada e, mais internamente, compõe-se de uma casca dura semelhante a cuia a qual protege a polpa de cor rósea (com as sementes), possuindo um odor suave quando fresca, contudo após sua deterioração apresenta um odor forte de putrefação que chega a incomodar. Contem proteínas, carboidratos, minerais e lipídeos (SILVA, 1996).

- Produção – A produção inicial ocorre entre os 5 e 8 anos de idade, dependendo do tipo de solo e *habitat* em que se desenvolvem produzem, frutos em tamanhos variados cerca de trezentos a mil frutos (dependendo do porte de cada árvore), resultando em cerca de 100 a 600 quilos de polpas por árvore (FORTUNATO, 2011). Apresentando uma produção perene (média de 25 anos), e a espécie detém a possibilidade de alta produtividade além de um curto período entre o plantio e o ciclo produtivo entre 3 a 5 anos, oferecendo ainda a facilidade de plantio e reflorestamento de áreas degradadas, interação com outros seres, (insetos como abelhas na produção de mel) devido a sua constante e esplendorosa florificação (RODRIGUES, 1989; LORENZI, 2002).

A germinação é do tipo epígea e ocorre no período médio de 2 dias. As plântulas são faneroepígeo-foliares – PEF, com emergência reta e em 30 dias apresentam todas as estruturas formadas. As sementes de *C. guianensis* armazenam principalmente lipídios e proteínas nas células do endosperma e cotilédones.

O processo germinativo, considerado rápido, bem como a presença de alto teor de reservas lipídicas das sementes dessa espécie, podem representar uma vantagem

adaptativa aos ambientes pouco iluminados, permitindo o estabelecimento e sucesso reprodutivo dessa espécie (REGINA e UMA RAJAN, 2012)

- Crescimento anual – O crescimento médio anual em altura é de cerca de um metro durante os primeiros seis anos, nos plantios, em ambientes várzea, margem de lago e terra firme.

- Distribuição biogeográfica - Ambientes de ocorrência natural – Ocorrem naturalmente em toda a Amazônia nas várzeas e igapós e em terras relativamente férteis de todo Brasil, América Central e do Sul. São distinguidas duas condições nas quais as espécies podem ser encontradas: A primeira é em solos com boa fertilidade, inundado exclusivamente por água branca; a segunda é em solos com fertilidade mediana, inundado por água “mista” ou “misturada” (locais inundados tanto por água branca quanto por água preta). Têm frutos com sementes relativamente ricos em proteína, ácidos linoleicos (ômega 6), selênio e outros nutrientes importantes para alimentação; (SILVA, 1996). Além disso, segundo Cortelazzo et al. (2005), constatou-se que essas reservas lipídicas seriam responsáveis pela vantagem adaptativa em ambientes pouco iluminados, devido ao maior conteúdo energético armazenado. Assim, *Couroupita guianensis* é uma espécie considerada oleaginosa, cujo teor de óleo é similar ao registrado para outras espécies da família, como é o caso de *Lecythis pisonis* e *Bertholletia excelsa*, que apresentam 54,80 e 68,58% de lipídeos, respectivamente (NETO et al., 2009; CARVALHO et al., 2012).

Algumas espécies de Lecythidaceae têm sido estudadas com relação aos aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e germinação (SILVA et al., 2015). Tais informações servem de subsídios para o uso dessas plantas em planos de manejo e recuperação de áreas degradadas, sobretudo para aquelas espécies com amplo interesse ecológico e econômico, como é o caso da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa* HBK), o jequitibá (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntz), a sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.) e jeniparana (*Gustavia augusta* L.) (CAMARGO et al., 2000; BRAGA et al., 2007; MARGATTO e ROYER, 2009).

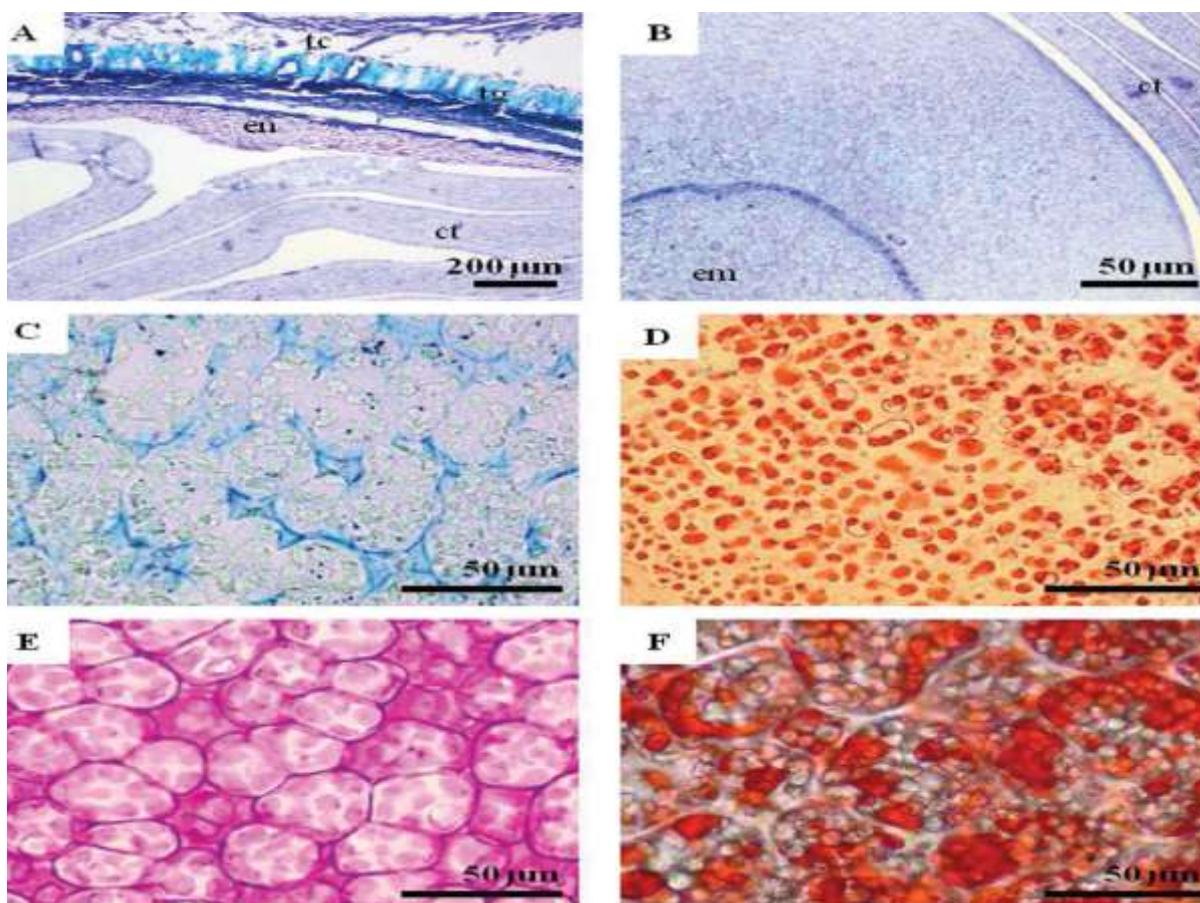
Segundo Silva et al. (2015), a castanha de macaco (*Couroupita guianensis*) apresenta frutos do tipo drupisarcídio com grande variação no número de sementes por fruto (85 a 390 sementes). A largura, a espessura e a massa das sementes também são bastante variáveis. A germinação é do tipo epígea e ocorre no período médio de 2 dias. As plântulas são faneroepígeo-foliares – PEF, com emergência reta

e em 30 dias apresentam todas as estruturas formadas. As sementes de *Couroupita guianensis* armazenam principalmente lipídios e proteínas nas células do endosperma e cotilédones

5.5.2.2 Composição de nutrientes da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*)

Os resultados das análises citoquímicas obtidas por Silva et al. (2015), permitiram localizar as substâncias de reserva nas células cotiledonares das sementes de *Couroupita guianensis*. Desse modo, as colorações com azul de toluidina (Figura 5A, B, C) e reação de PAS (Figura 5E) coraram a parede celular devido à presença de pectina, celulose e hemiceluloses (açúcares neutros), mas não revelaram a presença de material aniônico nos citoplasmas das células cotiledonares e nem presença de amido. A coloração com XP (Figura 4D) revelou grande quantidade de corpos proteicos no citoplasma das células cotiledonares. Similar ao verificado para *Bertholletia excelsa* com conteúdo proteico total de 16,5% (NETO et al. 2009). Quanto à presença de amido, na determinação química obteve-se apenas 0,96%, que não foram observados como componentes de reserva das sementes através da citoquímica, provavelmente este último não foi revelado, devido à presença de glóbulos de proteínas impedirem o acesso das substâncias que identificam o amido.

Figura 5. Seções transversais em sementes de *Couroupita guianensis* Aubl. (Lecythidaceae) coradas com: A) Azul de Toluidina a pH 4,0, tecido de reserva cotiledonar e tegumento; B) Azul de Toluidina a pH 4,0, tecido de reserva cotiledonar e embrião; C) Azul de Toluidina.



tc – tricomas; tg – tegumento; en – endosperma; ct – cotilédones; em – embrião.

Fonte: SILVA, et al (2015)

A Tabela 8, apresenta os resultados da pesquisa realizada por Lago et al. (1987), em 5 espécies de frutos amazônicos entre estes a composição centesimal de nutrientes das sementes de *Couroupita guianensis*.

Tabela 8. Composição centesimal (g/100g de MS) dos nutrientes de 5 (cinco) frutos amazônicos.

Amostra	Composição centesimal das sementes das espécies estudadas (g/100g de MS)			
	Teor de óleo	Proteínas (X 6,25)	Fibras	Carboidratos Totais, por dif.
C. guianensis	29,4	23,8	14,0	46,8
P. aquática	44,1	15,1	9,1	40,8
E. pariri	5,7	12,8	7,1	81,5
P. gigantocarpa	9,8	15,7	10,8	74,1
P. apositifolia	7,9	16,6	11,5	75,5

Fonte: Lago et al. (1987).

Na comparação dos padrões de aminoácidos existentes na castanha de macaco (*Couroupita guianensis*) e a estimativa das exigências dos mesmos pelo tambaqui, observou-se similaridade nos percentuais apresentados (Tabela 9). A lisina correspondeu a 8,34% da proteína do tambaqui, o que representa cerca de 18% do total dos aminoácidos essenciais. Como a lisina é o aminoácido usado quase exclusivamente para acréscimo de proteína corporal (PACK e RODEHUTSCORD, 1995), evidencia-se sua importância como aminoácido de referência para a estimativa de exigências. A relação lisina: arginina obtida para o tambaqui sugere que, para o adequado balanceamento de aminoácidos, a mesma devem aproximar-se de 1,23:1, valor este muito próximo ao encontrado para o bagre do canal (1,25:1) por Wilson e Poe (1985). Embora as exigências em aminoácidos nos animais possam ser afetadas por diversos fatores, as relações entre os aminoácidos nos tecidos permanecem bastante estáveis. Assim, a similaridade encontrada nos padrões de aminoácidos essenciais do tambaqui e do bagre de canal permite utilizar os valores de exigência em aminoácidos do bagre de canal, como referência básica das relações proporcionais entre os aminoácidos que devem ser mantidas na ração do tambaqui, para evitar o antagonismo entre os aminoácidos devido ao excesso ou deficiência, possibilitando uma suplementação com maior eficiência e economicidade.

A Tabela 9, apresenta os resultados das pesquisas realizadas por Van Der Meer (1997), sobre as estimativas da exigência em aminoácidos essenciais (AAE) para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e, os resultados obtidos por Lago et al. (1987), da composição desses mesmos aminoácidos existentes nas sementes da castanha

de macaco (*Couropita guianensis*). Os resultados demonstram valores aproximados, tanto na composição das sementes, quanto das exigências do tabaqui.

Tabela 9. Analogia comparativa da composição dos aminoácidos essenciais existentes na castanha de macaco, (*C. guianensis*) e as estimativas das exigências dos mesmos aminoácidos para o tabaqui (*C. macropomum*)

Aminoácidos Essenciais	<i>C. guianensis</i> (%) ²	Exigências do Tabaqui 1 a 125g ¹
Arginina	6,04	5,8
Histidina	1,61	2,0
Isoleucina	3,2	3,9
Leucina	2,99	6,6
Lisina	1,19	7,2
Metionina	2,90	2,2
Metionina+Cistina	3,19+1,58	ND
Fenilamina	1,07	3,6
Tirosina	0,89	4,16
Treonina	5,08	4,59
Valina	4,5	5,15
Triptofano	0,06	ND

1. Estimativa da exigência em aminoácidos essenciais [AAE] para o tabaqui Van Der Meer, (1997);

2. Composição média dos aminoácidos essenciais [AAE] existentes na polpa com sementes da castanha de macaco (*C. guianensis*) Lago, *et al.* (1987).

5.5.2.3 Avaliações das digestibilidades de ingredientes alternativos aplicados ao tabaqui.

A Tabela 10, apresenta os resultados da digestibilidade do tabaqui alimentados com ingredientes alternativos, obtidas segundo o método descritos por NRC (1993), com indicação das respectivas autorias (ANSELMO, 2008; OISHI, 2007; SILVA *et al.*,2003).

Tabela 10. Resultados do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes de frutos e sementes amazônicas e respectivos autores

Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes %

	CDAmS	CDAe e	CDApr ot	CDAenn	Autores
FCA	87	93	95	37	OISHI (2007)
Jenipapo	45,1	96,9	76,2	23,4	ANSELMO (2008)
Camu-camu	25,9	39,5	41,1	28,0	ANSELMO (2008)
Araçá boi	23,8	69,8	30,1	31,2	ANSELMO (2008)
Munguba	57,1	54,9	66,1	51,9	SILVA et al. (2003)
Jauari	49,7	71,8	67,7	51,1	SILVA (2003)

FCA= farinha de castanha da Amazônia

5.6 Qualidade da água

A manutenção da qualidade da água é um fator importante para a obtenção de bom desenvolvimento e sobrevivência no cultivo de peixes (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

As médias de temperatura para o bom desempenho de espécies de peixes tropicais como o tambaqui, a pirapitinga e o híbrido tambatinga, espécies da Bacia Amazônica, onde a temperatura da água está em torno de 28°C, recomendam-se valores entre 25 e 35°C (KUBITZA, 1998). O valor do pH médio recomendado da água fica dentro da faixa: 6,5 a 9,0 (BALDISSEROTTO, 2002). Tambaquis apresentam melhor crescimento quando criados em águas ácidas com pH 4 (ARIDE et al., 2004).

O oxigênio dissolvido médio para níveis mais confortáveis de 6,88±1,92 mg/L. Gomes et al. (2006) afirmaram que o tambaqui é tolerante a ambientes com baixos níveis de oxigênio dissolvido, como por exemplo, 0,4 mg/l. No entanto, sob tais condições a produtividade da espécie é comprometida, uma vez que há elevados gastos energéticos (VAL e ALMEIDA-VAL, 1995; KUBITZA, 2003).

5.7 Análises econômicas e produtivas da piscicultura

Os alimentos podem compor 40 a 70% do custo de produção de tilápias, dependendo do sistema de cultivo empregado, da escala de produção, da produtividade alcançada, dos preços dos outros insumos de produção, dentre outros

fatores. Os produtores podem minimizar de forma significativa este custo com a adoção de um manejo alimentar adequado e uso de rações com qualidade compatível com as diferentes fases de desenvolvimento dos peixes e com o sistema de cultivo utilizado. Através de uma adequada nutrição e manejo alimentar é possível:

- Melhor explorar o crescimento dos peixes e aumentar o número de safras anuais.
- Melhora a eficiência alimentar, minimizando os custos de produção.
- Reduzir o impacto poluente dos efluentes da piscicultura intensiva, aumentando a produtividade dos sistemas de produção.
- Obter melhor sanidade e maior tolerância às doenças e parasitoses.

Nos últimos anos, os nutricionistas têm direcionado seus estudos na busca de informações que possam contribuir para redução dos custos com a alimentação e os teores de proteína das dietas. A simples redução no conteúdo de proteína não permite adequado desempenho em condições de criação intensiva, sendo necessário observar também as proporções entre os aminoácidos. Uma ração formulada com base em proteína bruta ou aminoácidos totais pode não atender às necessidades nutricionais dos peixes. Deficiências ou excessos de aminoácidos interferem na utilização da fração nitrogenada, assim como na composição química e no rendimento de carcaça dos peixes (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004).

Nas estimativas econômicas e na avaliação da relação de custo benefício no uso de ração para produção aquícola, devem ser observados vários aspectos, entre eles, o nível de desempenho produtivo, segundo Tamassia, (2011): o primeiro representa o quanto de lucratividade se tem ao final da produção (despesca) com uso de determinado insumo (ração), (quantidade produzida); o segundo é a qualidade da produção e aceitação do mercado. Não adianta uma grande produção sem qualidade exigida pela demanda de mercado, o produto produzido tem que ter boa aceitação no mercado consumidor final (MARTIN, et al. 1995).

Segundo Martin et al. (1995), numa piscicultura eficiente e com boa produtividade devem ser considerados, entre os vários aspectos, a escolha das espécies a serem produzidas (observação da adequação da espécie ao ambiente) analisando a relação custo benefício.

Devido a demanda de mercado tanto regional quanto nacional, segundo Abimorad & Carneiro (2004), nos últimos anos, o cultivo intensivo e semi-intensivo de peixes tem sido crescente no Brasil, principalmente, pelo interesse nas espécies nativas tropicais, como a matrinhã (*Brycon amazonicum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*), que apresentam grande potencial para a piscicultura, uma vez que possuem carne de excelente qualidade, além da facilidade na adaptação de criação em cativeiro.

O plano do governo é que o Brasil assuma um papel de destaque no cenário global, a exemplo de outras cadeias produtivas em que é líder de mercado, como a bovina e a aviária (BRASIL, 2014).

O brasileiro está acostumado a ouvir que o Brasil é o país do futuro. Desta vez é a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2012) que o coloca como um dos maiores produtores de pescado do mundo, com uma estimativa de 20 milhões de toneladas em 2030. Condições naturais para tanto temos de sobra: água em abundância (mais de 12% da água doce do planeta e uma costa marítima de aproximadamente 8,5 mil quilômetros), clima e geografia favoráveis e diversificados, rica biodiversidade tanto no mar quanto nos rios e lagoas, e uma produção significativa de grãos para fabricar ração (BRASIL, 2014)

6. MATERIAL E METODO

6.1 Áreas de estudos e experimentos

A aquisição e coletas dos frutos da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*) realizou-se no sitio “São Braz”, localizado à margem direita do Paraná do Ramos, área rural do município de Parintins-AM, por apresentar uma produção alta e perene. Na mesma localidade houve o pré-processamento e elaboração do composto peletizado em forma de farinha da castanha de macaco (FCM).

- Processamento das rações: as rações foram elaboradas no galpão de produção de rações para piscicultura no sitio localizado na estrada conhecida por “Ramal da Morena”, Município de Presidente Figueiredo – AM, área da Hidroelétrica e Vila de Balbina,

- Obtenção dos animais: os juvenis de tambaqui foram adquiridos da Fazenda “Tajá”, localizada no Km 119 da BR 174, área do Município de Presidente Figueiredo no Estado do Amazonas e transportados para o laboratório de pesquisas experimental em Aquicultura da PPG AQUICULTURA do INPA.

- Realização do experimento: foi realizado em Manaus-AM, parte no laboratório do PPG AQUICULTURA do INPA, outra parte em galpão particular, construído para realização da pesquisa. Distribuídos em 15 tanques (unidades amostrais) montados especialmente para esse fim, mantendo-se todos os sistemas com qualidades adequadas para o conforto dos animais, minimizando ao máximo o estresse;

- Análises químicas: foram realizadas no Laboratório de Físico-química de Alimentos (LFQA) do INPA e parte no Laboratório de Qualidade de Alimentos (LQA), UNIOESTE, Toledo-PR.

6.2 Manejos dos Peixes

Foram utilizados 650 animais com peso médio aproximado de 14g (quatorze gramas) e alojados em nove tanques de 1000 litros construídos em alvenaria com revestimento cerâmico e circulação de água constante, onde receberam alimentação comercial para peixes onívoros contendo 36% de proteína bruta (PB) 3 vezes ao dia até a saciedade aparente no período de adaptação. Os parâmetros de qualidade da água (temperatura, oxigênio dissolvido, e pH), foram monitorados diariamente às

09:00h. Os animais permaneceram nessa fase durante um período de 30 dias. Em seguida, selecionou-se os 40 animais para realização do teste da digestibilidade do ingrediente (farinha da castanha de macaco), colocou-se 20 animais em cada cone de fibra de vidro com capacidade de 200 litros para o processo de coleta de fezes durante 15 dias. Os demais animais, com 48 horas sem receber ração, foram transportados para o galpão do experimento em tanques de 1000 litros com sal iodado diluído na concentração de 0,6ppm, como ação profilática para redução do estresse e manutenção da sanidade.

No galpão do experimento selecionou-se 225 animais com comprimento médio de 17cm, e peso médio de 14g, e distribuídos em 5 tratamentos com 3 repetições cada, perfazendo um total de 15 tanques (unidades amostrais - UA), de 310 litros cada, na densidade de estocagem de 15 peixes (unidades experimentais - UE), por tanque com taxa de biomassa segundo descreve Brandão, (2004). Ficando em jejum por 24 horas, e após esse período, foram alimentados com as rações experimentais contendo 32% de proteína bruta (PB).

6.3 A obtenção da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*)

Os frutos utilizados para o experimento foram obtidos a partir de 4 coletas, sendo que em uma delas coletou-se amostras botânicas para caracterização taxonômica.

Coletou-se aproximadamente 1500 frutos de tamanhos variados, os quais, foram pré-processados em um barracão local, produzindo aproximadamente de 250 Kg da farinha da castanha de macaco seca com teor de umidade aproximado de 6%, os quais foram embalados em baldes plásticos herméticos para assegurar a qualidade do produto e evitar degradação e contaminação, sendo transportados via fluvial para Manaus.

6.4 Processamentos dos frutos para elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM)

Após a coleta dos frutos, realizou-se a remoção da polpa com uso de faca inox, luvas plásticas, sendo as polpas colocadas em caixas plásticas para evitar a contaminação. Para a pré-desidratação, utilizou-se o tipiti (instrumento indígena construído com fibras vegetais utilizado na retirada do líquido “tucupi” da massa da mandioca), onde foi colocada a massa da polpa úmida, comprimindo-se até a retirada do líquido de cor avermelhada, composto com odor forte de aparência idêntica ao tucupi, extraído da mandioca (*Manihot esculenta*). A massa pré-desidratada, retirada do tipiti, foi espalhada em lonas plásticas expondo-a ao sol para complementar a desidratação, em seguida executou-se a peletização, utilizando-se moedor elétrico marca SKYSEM, modelo 22-S, e núcleo de 6mm², com complementação da desidratação por secagem dos peletes em lona plástica expondo-a novamente ao sol até ficar com a aparência da farinha de mandioca, com teor de umidade abaixo de 6%. Posteriormente, embalou-se em baldes plásticos com capacidade para 20 e 50 litros sendo armazenada em local fresco e seco sem contato com o piso. A figura 06, apresenta a sequência das diversas fases do processamento da polpa da castanha de macaco para a elaboração da farinha.

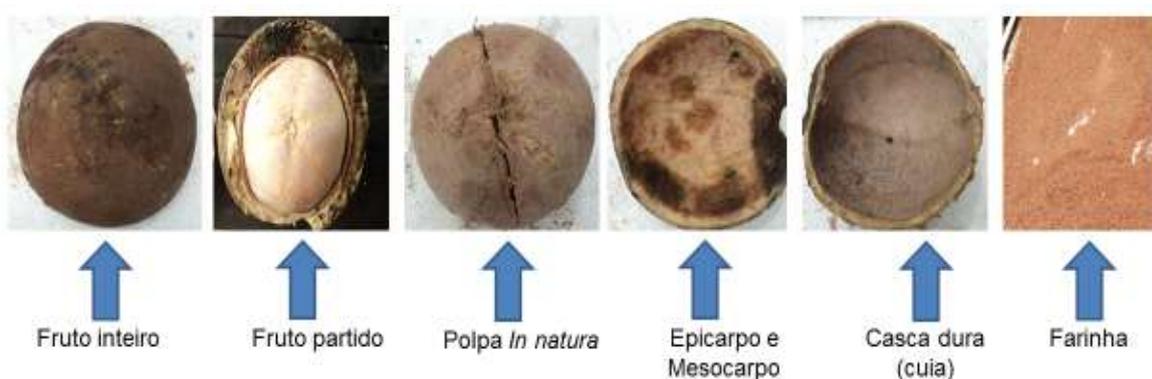
Figura 06. Fases de processamento do fruto para elaboração da farinha de castanha de macaco (FCM).



6.5 Rendimento de polpa

Para a verificação do rendimento de polpa da castanha de macaco, selecionou-se 10 (dez) frutos de tamanhos variados, sem defeitos, posteriormente foram retiradas as cascas externas (epicarpo), parte intermediária (mesocarpo) e, a casca dura (cuia) (Figura 07). Os frutos inicialmente foram lavados e pesados individualmente em balança digital PREMIER com precisão de (0,1g) em três etapas: a) dos frutos inteiros (*in natura*), realizada logo após a coleta; b) das polpas úmidas (*in natura*) e; c) das polpas secas após a elaboração da farinha de castanha de macaco FCM. A Figura 07, apresenta o fruto, suas diversas partes e a farinha produzida.

Figura 07. Fruto e porções separadas para a verificação do rendimento de polpa



6.6 Análises físico-químicas realizadas durante o experimento

-As análises das fezes para determinação da digestibilidade do ingrediente e das rações, foram realizadas no LAQFA da UNIOESTE em Toledo-PR.

-As análises das amostras das 7 (sete) partes do fruto da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*) foram realizadas no LAQFA do INPA e Laboratório de Nutrição de Peixes, para verificação da composição centesimal.

- A análise inicial de carcaça e a posterior nos 5 tratamentos ao final do experimento foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas de Alimentos – LAQFA do INPA e Laboratório de Nutrição de Peixes da COTI/INPA. Todas as análises foram realizadas em duplicatas com base na matéria seca.

As rações foram formuladas com as mesmas proporções de ingredientes para determinação da digestibilidade, porém, com inclusão de 0,5% de óxido de cromo III (CrO_3), segundo metodologia descrita por Furukawa e Tsukahara, (1996).

As análises da composição centesimal, das amostras das 7 (sete) partes da castanha de macaco (*C. guianensis*), das rações experimentais, das fezes coletadas nos tratamentos para digestibilidade e da composição de carcaça dos peixes coletados durante o experimento, foram realizadas obedecendo a metodologia sugerida por A.O.A.C, (1995) e Adolfo Lutz, (2008), como descrito a seguir:

6.6.1 Umidade (UM)

As determinações da umidade tanto para a elaboração da farinha da castanha de macaco, quanto a ração da farinha de castanha de macaco, foram estimadas pela soma da perda de peso após a pré-secagem, onde os compostos foram submetidos ao aquecimento em estufa 105°C, até atingir peso constante.

Os procedimentos da pré-secagem foram necessários para possibilitar a peletização, realizados em duas etapas: a primeira etapa caracterizou-se pela retirada do excesso de líquido existente na polpa do fruto e executada logo após a coleta com a utilização do tipiti, evitando assim a deterioração do produto e a segunda caracterizou-se pela exposição da polpa ao sol em lonas plásticas.

6.6.2 Proteína Bruta (PB)

A quantidade de proteína bruta, presente nas amostras, foi calculada por meio da determinação do nitrogênio total, pelo método de micro-Kjeldahl, baseado nas concentrações de proteína bruta das amostras obtidas, multiplicando-se os valores de nitrogênio total pelo fator de conversão desses valores em proteína bruta, expressas com base na matéria seca.

6.6.3 Extrato etéreo (EE)

As concentrações de extrato etéreo (fração lipídica), foram determinadas por extração contínua com o solvente éter de petróleo, em extrator intermitente (aparelho Soxhlet).

6.6.4 Cinzas (CZ)

Para determinação dos teores de cinza total, as amostras foram incineradas em mufla a 550°C, por um período de 3 (três) horas.

6.6.5 Extrativo não nitrogenados (ENN)

Os valores do extrato não-nitrogenados das amostras foram calculados pela diferença entre o peso total da matéria seca em cada amostra, subtraindo-se os valores percentuais de UM, PB, EE e CZ segundo a equação:

$$\text{ENN}\% = 100 - (\% \text{UM} + \% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{CZ}) \quad (6.1)$$

Onde:

ENN = extrato não nitrogenado;

UM = umidade;

PB = proteína bruta;

EE = extrato etéreo;

CZ = cinzas.

6.6.6 Energia bruta (EB)

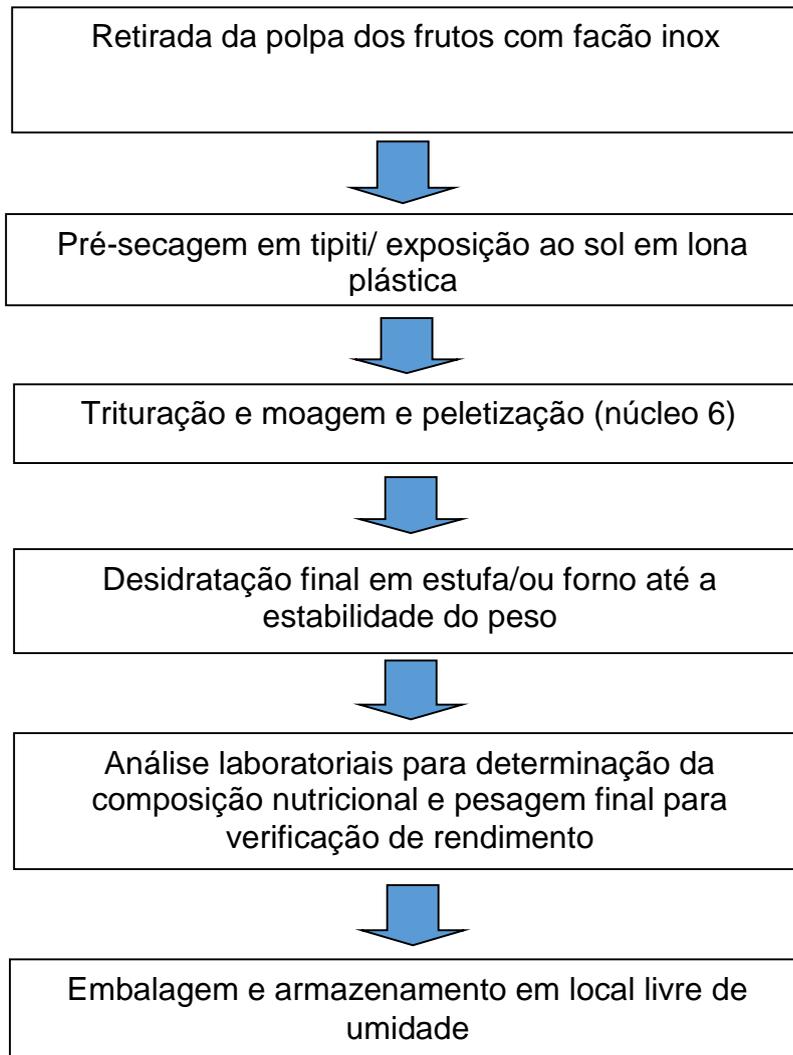
A energia bruta calculada em (Kcal/100g) de todas as amostras de ração e de fezes, foi estimada com base nos valores analisados de energia para proteína, extrato etéreo e carboidratos (5,64; 9,44; 4,11 Kcal/g, respectivamente), segundo NRC (2011).

6.7 Elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM)

Na elaboração da FCM, usou-se o endocarpo do fruto, parte que comporta a maior porção e é constituído da polpa com sementes, amostra nº 4 da Tabela 19.

Após a retirada da polpa, procedeu-se a pré-secagem, necessária para possibilitar a peletização, realizada em duas etapas; inicialmente com a retirada do excesso de líquido existente na polpa do fruto logo após a retirada da polpa executada logo após a coleta com a utilização do tipiti, evitando assim a deterioração do produto e, a segunda, pela exposição da polpa ao sol em lonas plásticas. Os procedimentos estão apresentados na Figura 6 e 8.

Figura 8. Fluxograma das etapas de elaboração da farinha da castanha de macaco.



Para o experimento, usou-se apenas a polpa com sementes, retiradas da parte mais interna do fruto dentro da casca dura (cuia). A polpa saudável apresenta cor rósea ou bege, odor agradável e corpo circular firme. Tanto o armazenamento quanto a retirada das polpas devem ser feitos em recipientes e com material plásticos ou em aço inox (Figura 8), para evitar a polifenoloxidase, alterações químicas de decomposição dos ácidos graxos, resultando na formação de moléculas pequenas e voláteis que produzem aromas indesejáveis, conhecidas como “rancidez oxidativa” fenômeno com implicação direta no valor nutricional, tempo de vida útil e consequente perda de todo produto (SILVA et al., 2003). Deve ser aproveitada somente polpas de

frutos saudáveis, pois a mistura de polpas de frutos deteriorados, comprometerá o insumo.

6.8 Elaboração da ração da farinha de castanha de macaco (RFCM)

Para a elaboração da ração de farinha de castanha de macaco (RFCM), utilizou-se 55% da FCM, composto com índice de aproximadamente 14,26% de PB e, complementada com ingredientes disponíveis nas lojas de produtos agrícolas de Manaus (AM), farinha de peixe (FP) a 35%, com aproximadamente 65% de PB, amido de milho a 9%, com 10% de PB, complementadas com premix mineral a 1%. O óxido de cromo III (Cr_2O_3) a 0,5% foi adicionado na composição total para verificação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) ambos sem índices proteicos determinados (Tabela 11). Os percentuais dos ingredientes foram determinados de forma a conter o maior percentual de adição da FCM, mantendo-se o nível proteico com aproximadamente 32,00% de PB na RFCM. Em seguida os compostos foram misturados, triturados, umedecidos e processados em moedor elétrico marca SKYSEM, modelo 22-S, e núcleo (peletes) de 6mm^2 , com redução da umidade (desidratação) por secagem dos peletes em estufa elétrica com circulação forçada em temperatura constante de 105°C até a estabilidade do peso. Posteriormente, as rações foram pesadas em balança digital marca PRIMIER, com precisão de 0,1g, embaladas em tambores plásticos de 20L, armazenadas em local livre de umidade. A sequência do processamento está apresentada na Figura 9.

Figura 9. Fluxograma do processo de elaboração da RFCM.



Tabela 11. Percentual de adição e composição proteica dos ingredientes usados na elaboração da RFCM.

INGREDIENTE	% Adição	% PB/Ing.	%PB/adiação
FCM	55,0%	14,26	7,843
AM	9,0 %	10,0	1,0
FP	35,0 %	65,00	23,075
PM	1,0 %	ND	CT = 31,918 AA = 32,09
OCr3	0,5%	ND	

FCM= farinha de castanha de macaco; AM= amido de milho; FP = farinha de peixe; PM = premix mineral; PB/Ing. = proteína bruta/ingrediente; R = ração. OCr3 = oxido de cromo III; CT= cálculo teórico; AA= após análise.

Usando a ração da farinha de castanha de macaco (RFCM), foram formuladas 5 (cinco) dietas experimentais, contendo níveis crescentes de inclusão de RFCM na ração comercial (controle) GC=00%, T2=25%, T3=50%, T4=75% e T5=100%. Inicialmente as rações foram trituradas e pesadas, porções suficientes para aplicação em todo período experimental. A Tabela 12, apresenta a composição em percentual

de inclusão de RFCM nas dietas e valores médios aproximados de energia bruta (EB/kcal/100g) dos tratamentos.

Tabela 12. Níveis de substituição da RFCM na ração controle (RC) nas dietas dos tratamentos e valores médios de (EB/Kcal/100g).

Grupos Experimentais	RC (%)	RFCM (%)	EB (Kcal/100g)
GC (controle)	100%	00%	406,94
T-2	75%	25%	420,80
T-3	50%	50%	423,52
T-4	25%	75%	429,57
T-5	00%	100%	422,55

RC = Ração Controle (comercial); RFCM = Ração de Farinha de Castanha de Macaco; T = Tratamento; EB= Energia bruta

6.9 Delineamento experimental

O experimento dose resposta foi realizado de forma inteiramente ao acaso, com cinco diferentes tratamentos GC, T2, T3, T4, T5, com três repetições para cada tratamento, totalizando 15 repetições (unidades amostrais UA). Foram elaboradas cinco rações experimentais, sendo a dieta do GC, correspondente a ração do grupo controle (RC) e às rações dos tratamentos T2, T3, T4 e T5 adicionou-se níveis crescentes da ração da farinha da castanha de macaco (RFCM) de 25%, 50%, 75% e 100%, aplicando-se respectivamente cada uma delas a um dos tratamentos, sendo comparadas à ração GC, (controle). As unidades amostrais (repetições), receberam grupos de 15 peixes (unidades experimentais UE) de mesma idade, com peso médio aproximado de 14g, em cada uma das 15 unidades amostrais (UA), totalizando 225 peixes. Cada uma das rações aplicadas aos tratamentos, apresentou percentuais proteicos aproximados de 32% de proteína bruta (PB), (Tabela 13).

Tabela 13. Composições das rações nos tratamentos

Grupos Experimentais	RC (%)	RFCM (%)	% PB
GC(controle)	100%	00%	32,00
T-2	75%	25%	32,04
T-3	50%	50%	32,18
T-4	25%	75%	32,24
T-5	00%	100%	32,09

RC = Ração Controle (comercial); RFCM = Ração de Farinha de Castanha de Macaco; T- = Tratamento

6.9.1 Balanceamento das rações

O balanceamento das rações foi feito com base nos resultados das análises dos ingredientes contidos nas Tabelas 11, 12 e 13, amparado pelos resultados obtidos por Santos et al. (2010) apresentados na Tabela 14.

Para verificação de desempenho dos peixes durante o experimento foram formuladas cinco dietas com valor médio aproximado de $422,4 \pm 3,2$ kcal/100g, e percentuais aproximados de 32% de proteína bruta (PB), e níveis crescentes de inclusão da RFCM nas dietas de 25%, 50%, 75% e 100%. A Tabela 14, apresenta a composição em percentual das dietas, e distribuição das unidades experimentais (UE) e para cada tratamento, segundo Mori-Pinedo et al. (1999), em condições experimentais, estimou-se as exigências proteico/calóricas de alevinos de tambaqui em 25% de proteína bruta e 20,9 % de energia bruta.

Baseados nos estudos realizados por Van der Meer (2007) e Santos et al. (2010), verificou-se que em condições experimentais, animais jovens (alevinos e juvenis de tambaqui), apresentam maior exigência de proteína bruta (PB), se comparados a peixes maiores. Os resultados apresentados na Tabela 14, serviram como base para a formulação e balanceamento das dietas experimentais enriquecidas com a RFCM a serem utilizadas na pesquisa.

Tabela 14. Concentrações do nível de nutrientes indicados nas dietas para alimentação de alevinos e juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), em cativeiro e referidas fontes indicadoras.

Peso em g	(%) PB Indicada	ED/Kg	CH (%)	Lipídios (%)	CAA	NRD	PV (%)	Fonte
5	40	3410	34,5	9,35	1,05	4	10	Van Der Meer (2007)
50	32	3340	34,9	6,3	1,5	3	5	Santos et al. (2010)
500	30	3530	50,5	10,8		2	2	Van der Meer (2007)

PB = proteína bruta; ED = energia digestível; CH = carboidratos; CAA = conversão alimentar aparente; NRD = número de refeições diárias; PV = peso vivo.

6.9.2 Aplicação das rações

As rações foram aplicadas em três etapas: Na primeira para a verificação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) do ingrediente (FCM); na segunda para o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) das rações (RC) e (RFCM) aplicadas no experimento e na terceira para verificação do nível de desempenho dos peixes durante o período experimental.

6.9.2.1 Aplicação das rações para verificação do coeficiente da digestibilidade aparente (CDA) do ingrediente.

Para a verificação da digestibilidade aparente do ingrediente teste, (FCM), utilizou-se duas rações no processo sendo a ração teste elaborada segundo metodologia descrita por Bureau et al. (1999), que recomenda a inclusão de 30% do ingrediente teste em uma ração comercial base. Estas foram aplicadas em dois tratamentos, GC controle e T2 experimental, cada um recebendo 20 animais da mesma idade e biometricamente equivalentes, distribuído em dois cones de fibra com capacidade para 200 litros (Figura 11). Os peixes do tratamento GC controle, foram alimentados com ração comercial contendo nível proteico de 36,00% de proteína bruta (PB) com adição de 0,5% do marcador de Oxido de Cromo III (Cr_2O_3), e os peixes do tratamento T2 foram alimentados com ração (teste), composta de 70,0% da ração (controle) com mesmo nível proteico de 36,00% e 30,00% de FCM (ingrediente), com nível proteico de 14,26%, também acrescidas com 0,5% do marcador de Oxido de Cromo III (Cr_2O_3). A Tabela 15, apresenta a composição e distribuição das rações e unidades experimentais (UE) nos tratamentos para verificação da digestibilidade do ingrediente (FCM).

Tabela 15. Qualidade das rações aplicadas para verificação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) do ingrediente (FCM).

Dieta	Peso UE (g)	Quant. (UE)	Cr ₂ O ₃ (%)	Composição (%)	NRD	PV (%)	% PB
Controle	30	20	0,5	100(RC)	3	7,0	36,0
Teste	30	20	0,5	70(RC)+30(FCM)	3	7,0	30,0

PB = proteína bruta; UE = unidade experimental (peixe); RC = ração controle; FCM = farinha de castanha de macaco; NRD = número de refeições diárias; PV = peso vivo.

6.9.2.2 Aplicação das rações para verificação do coeficiente da digestibilidade aparente (CDA) das rações

A segunda etapa de aplicação visou a coleta das fezes para a verificação da digestibilidade das rações, as quais foram realizadas em todos os tratamentos nos dias finais do experimento. Retirou-se inicialmente uma porção suficiente para um período de 15 dias calculado em 7,0% do peso vivo (PV) dos peixes, sem alteração das concentrações descritas na Tabela 13, ou seja, dois arraçoamentos diários, onde ambas receberam a adição de 0,5% do marcador de Oxido de Cromo III (Cr₂O₃), (Tabela 16). Efetuou-se a coleta das fezes no período da manhã com início às 06:00 horas e término às 09:00 horas. Após esses procedimentos os peixes recebiam o primeiro arraçoamento do dia.

A realização da limpeza dos tanques foi feita todos os dias no período noturno, para reduzir o estresse dos animais. Iniciando às 19:00 horas, e com o descarte das rações não consumidas, evitando assim a alteração nas amostras para análise da digestibilidade. A coleta das fezes foi realizada por decantação em recipientes de pet colocados ao fundo dos tanques, acumuladas no período noturno e retiradas na manhã do dia seguinte, com eliminação do excesso de água, identificadas e armazenadas sob refrigeração.

Tabela 16. Qualidade das rações aplicadas para verificação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes das rações aplicadas no experimento.

Grupos Experimentais	Peso UE (g)	Quant. (UE)	Cr ₂ O ₃ (%)	Composição (%)	NRD	PV (%)	% PB
GC (Controle)	50	45	0,5	100(RC)	2	7,0	32,00
T2	50	45	0,5	75(RC)+25(FCM)	2	7,0	32,04
T3	50	45	0,5	50(RC)+50(FCM)	2	7,0	32,18
T4	50	45	0,5	25(RC)+75(FCM)	2	7,0	32,24
T5	50	45	0,5	100(RFCM)	2	7,0	32,09

PB = proteína bruta; ED = energia digestível; RC = ração controle; FCM = farinha de castanha de macaco; NRD = número de refeições diárias; PV = peso vivo; UA= unidade amostral (peixe).

6.9.2.3 Aplicação das rações para verificação dos níveis de desempenho

As rações aplicadas para avaliação do desempenho, tanto a comercial (controle), quanto as rações complementadas com farinha da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*), tiveram uma composição proteica aproximada de 32% de proteína bruta.

As unidades amostrais (UA), foram distribuídas em 5 (cinco) grupos com 3 (três) repetições, com 15 (quinze) unidades experimentais (UE) em cada tanque, de mesma idade e peso médio de 14g.

Distribuição das (UE's) nas (UA's) nos tratamentos:

O GC, grupo controle (GC), recebeu uma ração composta de 100% de ração comercial e nível proteico de 32,00% de (PB);

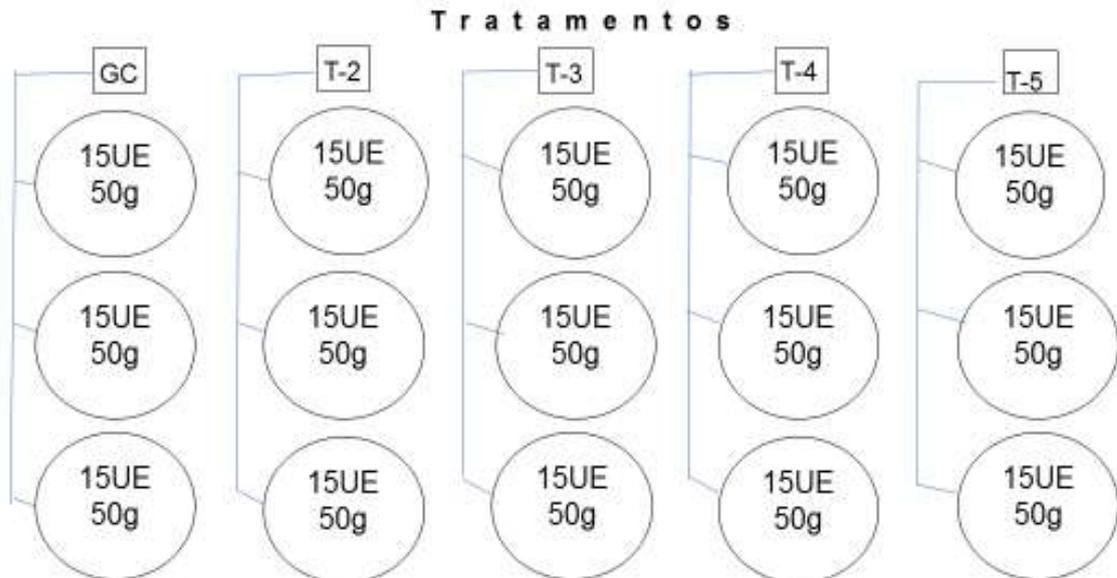
O Tratamento T2 recebeu ração composta de 75% de ração comercial e 25% de RFCM com nível proteico de 32,04% de (PB);

O Tratamento T3 recebeu uma ração composta de 50% de ração comercial e 50% de RFCM com nível proteico de 32,18% de (PB);

O Tratamento T4 recebeu uma ração composta de 25% de ração comercial e 75% de RFCM com nível proteico de 32,24% de (PB);

O Tratamento T5 recebeu uma ração composta de 100% de RFCM com nível proteico de 32,09% de PB. A Figura 10, apresenta o fluxograma de distribuição das UE nas UA por tratamento.

Figura 10. Fluxograma da distribuição das unidades experimentais (UE) nos tratamentos para verificação de desempenho.



6.10 Parâmetros físico-químicos da água

O Monitoramento da qualidade da água dos viveiros foi realizado com a finalidade de avaliar e manter dentro da zona de conforto dos peixes no decorrer de todo período experimental. Os monitoramentos foram realizados com instrumentos digitais de precisão decimal, com base nos parâmetros físico-químicos indicados por Val e Honczaryc (1995) e Kubitza (2003).

Diariamente: (duas vezes ao dia; às 9 horas e às 15 horas)

- Potencial Hidrogeniônico (pH)
- Temperatura (°C)
- Oxigênio Dissolvido (mg de O/L)

A oxigenação da água foi realizada de duas formas, uma com a reposição por gravidade, a outra pelas bombas compressoras instaladas para complementação da oxigenação, mantendo-se o conforto dos peixes durante todo o experimento, conforme apresentado na Tabela 18.

Quinzenalmente: (uma vez ao dia; às 11 horas)

- Amônia Total (mg de NH+NH/L)
- Alcalinidade Total (mg de CaCO/L)
- Dureza Total (mg de CaCO/L)
- Transparência (Cm)

Na verificação da temperatura (°C), do oxigênio dissolvido (mg de O₂/L), e do Potencial Hidrogeniônico (pH), as leituras foram realizadas antes dos arraçoamentos.

6.11 Biometrias

Foram realizadas em uma amostra de aproximadamente 15% de cada lote, com intuito de medir o desenvolvimento corporal (comprimento) e ganho de peso (g). Nessas práticas, todos os peixes manuseados foram submetidos a tratamento profilático, entre 10 a 15 minutos, em uma solução salina (NaCl) a 0,6ppm.

As biometrias foram realizadas no início do experimento e em intervalos de 15 (quinze) dias, sendo feitas no total quatro biometrias (início, 15^o, 30^o e 45^o dias). As medidas do comprimento padrão dos peixes foram efetuadas com paquímetro e o peso em balança eletrônica com precisão de 0,1g.

6.12 Variáveis de desempenho produtivo

Para analisar os efeitos dos tratamentos na composição corporal dos peixes, foram escolhidos aleatoriamente um percentual de 20% do lote de (três UE's) de cada (UA) nos períodos: inicial (antes do experimento) e, no 15^o, 30^o e 45^o dia do experimento para verificação das variáveis:

- Ganho de peso (GP)

$$GP = Pf - Pi$$

(6.2)

Onde:

Pf = peso final em gramas (g)

Pi = peso inicial em gramas (g)

- Taxa de crescimento específico (TCE)

$$\text{TCE (\%)} = 100 \times [(\ln W_t - \ln W_0)/t] \quad (6.3)$$

Sendo:

W_t = peso em gramas no tempo t (final)

W_0 = peso em gramas no tempo (inicial)

t = tempo de duração do experimento (dias)

- Taxa de crescimento relativo

$$\text{TCR (\%)} = 100 \times (P_f - P_i)/P_i \quad (6.4)$$

Sendo:

P_f = peso final

P_i = peso inicial

6.13. Coletas de fezes

Os peixes já adaptados à situação de arraçoamento de forma intensiva, receberam diariamente as rações acrescida do marcador externo (óxido de cromo III). As coletas das fezes foram realizadas por decantação da coluna da água em cones de 200 litros (Figura 11).

Para a verificação da digestibilidade do ingrediente (FCM), foram utilizadas 40 unidades experimentais (UE) com mesma idade e peso aproximado de 30g (Tabela 15). Durante 15 dias, os peixes foram alimentados 3 (três) vezes ao dia, com um total de ração de 7% do peso vivo (PV).

Para a verificação da digestibilidade das rações (GC) e (RFCM), foram utilizadas 225 unidades experimentais (UE) com mesma idade e peso aproximado de 50g (Tabela 16). Durante 15 dias, os peixes foram alimentados 2 (duas) vezes ao dia, com um total de ração de 7% do peso vivo (PV) e, no período noturno, realizava-se a limpeza dos tanques através dos descartes da sobra dos resíduos com substituição da água dos tanques.

Durante o período noturno as fezes eram decantadas no duto e recolhidas na manhã do dia seguinte. A coleta das fezes foi realizada diariamente a partir do terceiro dia de arraçoamento até completar a porção aproximada de 20g de amostra para cada

grupo e tratamento, sendo inicialmente embaladas em potes plásticos de 200mL, hermeticamente fechados e armazenados em refrigerador, conforme metodologia de coleta descrita no NRC (1993). Em seguida foram retiradas, homogeneizadas e desidratadas em placas de petri para posterior liofilização e análises bromatológica.

Tabela 17. Distribuição das unidades experimentais (EU), (%) de inclusão da RFCM por tratamento para determinação da digestibilidade das rações.

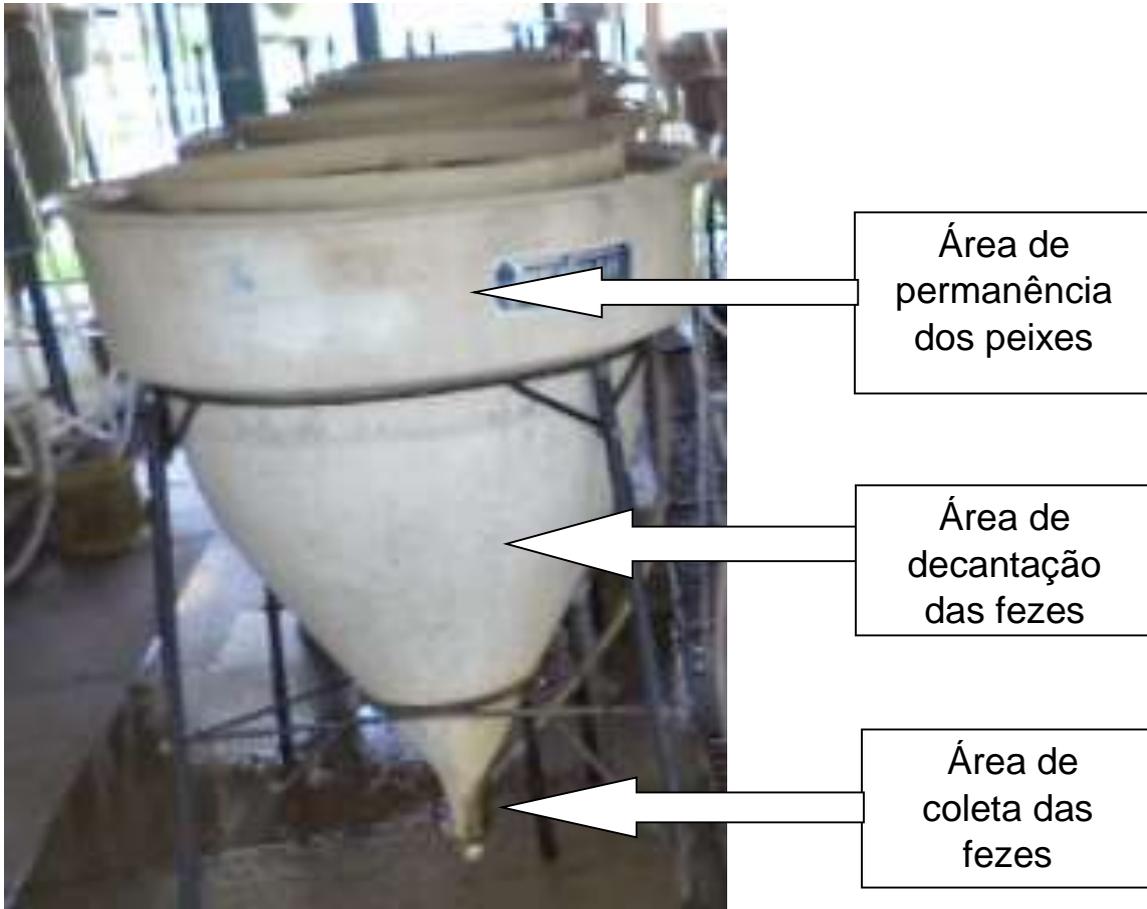
Grupos Experimentais	GC UE (g)	T2 UE (g)	T3 UE (g)	T4 UE (g)	T5 UE (g)
% Inclusão	100 RC	75 RC+25 RFCM	50 RC+50 RFCM	25 RC+75 RFCM	100 RFCM
Rep. 1	15UE- 14 g	15UE-14 g	15UE - 14 g	15 UE - 14 g	15 UE – 14 g
Rep. 2	15UE–14 g	15UE–14 g	15UE – 14 g	15 UE – 14 g	15 UE – 14 g
Rep. 3	15UE–14 g	15UE–14 g	15UE – 14 g	15 UE – 14 g	15 UE – 14 g
% Cr ₂ O ₃	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

RFCM= ração de farinha de castanha de macaco; RC= Ração comercial; Trat= tratamento; UA= unidade amostral; Rep. = repetição

6.13.1 Infraestrutura para Coleta das fezes

As fezes foram coletadas dos cones, adaptados para estudos de nutrição de peixes. (Figura 11). A metodologia de coleta é descrita por NRC (1993).

Figura 11. Vista lateral do tanque de coleta das fezes da coluna d'água para análise da digestibilidade.



6.14 Determinação da digestibilidade

A determinação do coeficiente da digestibilidade aparente (CDA) foi realizada em duas etapas. A primeira foi realizada antes do início do experimento em 2 (dois) cones de fibra de vidro, especialmente adaptados para este fim, com capacidade para 200l cada. Um para o tratamento controle (ração comercial contendo 36% de proteína bruta - PB) e o outro para o tratamento experimental (ração contendo 70% da ração controle e 30% de farinha de castanha de macaco - RFCM). Selecionou-se 40 juvenis de tambaqui de idade e biometria equivalentes, distribuídos, 20 animais em cada cone, onde os peixes foram alimentados. As realizações das coletas das fezes foram feitas a partir do terceiro dia. A metodologia aplicada para determinação do CDA da matéria seca e proteína bruta dos ingredientes da ração foram calculados conforme metodologia descrita por (NRC, 1993; FURUKAWA e TSUKAHARA, 1996; ABIMORADE e CARNEIRO, 2004), através da fórmula:

Coeficiente de Digestibilidade Aparente das Rações

$$\text{CDA (\%)} = 100 - (\% \text{CrOd} \times \% \text{Pf}) / (\% \text{CrOf} \times \% \text{Pd}) \quad (6.5)$$

Onde:

%CrOd = percentual de cromo na dieta

%CrOf = percentual de cromo nas fezes

%Pf = percentual de proteína nas fezes

%Pd = percentual de proteína na dieta

Coeficiente de Digestibilidade Aparente dos Ingredientes

$$\text{CDAing} = \text{CDA}_{\text{t}} + [(1-s) \times \text{Dn}/s \times \text{Di}] (\text{CDA}_{\text{t}} - \text{CDA}_{\text{c}}) \quad (6.6)$$

Onde:

CDAing = CDA do ingrediente testado

CDA_t = CDA da ração teste

1-s = % da ração controle na ração teste

Dn = % de nutriente da ração teste

s = % do ingrediente na ração teste

Di = % do ingrediente da ração teste

CDA_c = CDA da Ração controle

$$\text{CDA}_{\text{t}} = \frac{(\text{Ning} - \text{Neg})}{(\text{Ning})} \times 100 \quad (6.7)$$

Sendo:

CDA_t = coeficiente de digestibilidade total

Ning = Nutriente ingerido

Neg = Nutriente excretado

6.14.1 Utilização do óxido de cromo III (Cr₂O₃)

As análises para determinação da concentração de óxido de cromo III nas amostras de rações e fezes foram realizadas por método colorimétrico, conforme metodologia descrita por Furukawa e Tsukahara, (1996); Abimorade e Carneiro, (2004). O óxido de cromo III, utilizado como marcador inerte para análise de digestibilidade aparente por via indireta, foi misturado as rações na razão de 0,5% em

cada tratamento. A curva de calibração calculada a partir da digestão nitro-perclórica de amostras com concentrações conhecidas de óxidos de cromo III. A leitura será feita em espectrofotômetro UV-visível, ajustado para 350nm de comprimento de onda. As concentrações de oxido de cromo III nas reações e nas fezes foram determinadas por meio da equação:

$$Y = a + bx \quad (6.8)$$

Onde:

Y = concentração ótica;

X = concentração de cromo nas amostras

6.15 Análises da relação custo/benefício na utilização da RFCM

Para a verificação do valor da ração aplicadas por tratamento, comparou-se ao estudo realizado por Silva et al. (2008), onde foi determinado o custo médio em ração por quilo de peso vivo (Yi), durante o período experimental.

$$Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i \quad (6.9)$$

Sendo:

Yi = custo médio em ração por kg ganho no tratamento;

Pi = preço médio por kg da ração utilizada no tratamento;

Qi = quantidade média de ração consumida no tratamento;

Gi = ganho médio de peso no tratamento.

Para avaliar a relação custo/benefício entre a utilização da ração convencional, esta estimativa foi realizada tanto para o tratamento com a ração convencional como para as rações à base de farinha da castanha de macaco, ou seja, aquela que apresentou o menor valor de “Yi” foi considerada a melhor ração.

É importante observar que uma produção eficiente não significa o peso máximo que se pode produzir, mas, sim, o peso a ser produzido com o melhor índice de conversão alimentar no menor período de tempo possível e com um peso final aceito pelo mercado consumidor (SCHMITTOU, 1999)

6.16 Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância ($\alpha=0,05$) de significância, a fim de verificar os efeitos das rações compostas pela farinha de

castanha de macaco sobre as variáveis, e os resultados significativos foram analisados através de regressão polinomial utilizando-se o programa computacional SAS/STAT (2008).

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. Resultados

7.1.1 Parâmetros físico-químicos da água

As médias de valores dos parâmetros físico-químicos da água que foram medidos diariamente: oxigênio dissolvido em (mg/L), temperatura em (°C), o pH, transparência em (cm), tendo como valores médios 6,96; 28,36; 5,12, e 53,4, respectivamente. Para os valores de amônia (mg/L) e Condutividade, as leituras foram realizadas em quatro etapas, sendo a primeira realizada no início do experimento, e as demais, a cada quinze dias, sendo a leitura final realizada no 45^o (quadragésimo quinto) dia (final do experimento), tendo como resultados médios 0,54 e 21,38. Todos os tratamentos monitorados, apresentaram valores médios dentro da faixa de conforto estimada para o cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*), criado em cativeiros, conforme descritos em estudos realizados por (IZEL e MELO, 2004; KUBTIZA, 2003; OLIVEIRA, 2012). Os resultados estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18. Resultado das médias dos parâmetros da qualidade da água monitorados nos tratamentos durante o período experimental.

Grupos Experimentais	Parâmetros					
	OD (mg/L)	Temp. (°C)	pH	Transp. (cm)	Amônia (mg/L)	Condutividade (µS.cm-2)
GC-Controle	5,53	28,2	6,8	50,0	0,6	22,1
T2-25%	4,61	28,2	6,8	50,0	0,6	21,9
T3-50%	5,45	28,3	6,8	55,0	0,6	21,7
T4-75%	4,82	28,6	7,2	57,0	0,5	20,5
T5-100%	5,13	28,5	7,2	55,0	0,4	20,7
Média total	5,12	28,36	6,96	53,4	0,54	21,38

OD = Oxigênio dissolvido; pH=potencial hidrogeniônico; Temp.= temperatura; Transp.= transparência.

7.1.2 Análise da composição centesimal do fruto

Preliminarmente se verificou a composição centesimal de 7 amostras das porções componentes do fruto da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*): 1) Polpa completa, 2) Mesocarpo, 3) Casca externa, 4) Polpa s/ líquido, 5) Sementes, 6) Só polpa, 7) Casca dura. Foram verificados os resultados de umidade (UM), cinza (CZ), Extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), carboidratos (CH), e energia bruta (EB), e estes estão representados na Tabela 19.

Tabela 19. Análises da composição nutricional de 7 (sete) porções do fruto da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*).

Amostra	Porcentagem de nutriente em diversa partes do fruto					
	UM	CZ	EE	PB	CH	EB
1 Polpa completa	12,53	4,27	9,80	15,98	57,42	418,62
2 Mesocarpo	25,31	10,67	2,54	7,79	53,69	288,56
3 Casca externa	19,79	5,17	2,92	3,23	68,89	328,90
4 Polpa c/ sementes	5,37	4,87	5,52	14,26	69,98	419,72
5 Sementes	14,88	6,62	4,36	16,67	57,47	371,71
6 Só polpa	17,62	4,67	5,84	10,32	61,55	366,37
7 Casca dura	3,54	11,40	1,57	2,39	81,10	361,21

UM= umidade, CZ= cinzas, EE= extrato etéreo, PB= proteína bruta, CH= carboidrato, EB= energia bruta

7.1.3 Rendimentos do fruto na elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM).

Na Tabela 20, estão representados os resultados das diversas proporções de massa em gramas (g), obtidas dos 10 (dez) frutos de tamanhos variados selecionados dos quais obteve-se os rendimentos das polpas: a) dos frutos inteiros *in natura*, que apresentaram um total de massa de 11.605g; b) das polpas úmidas com sementes *in natura* de 6.695g e; c) das polpas secas após a elaboração da farinha de castanha de macaco FCM, da qual obteve-se um rendimento de 2.415g da farinha da polpa da castanha de macaco, representando cerca de 21% do peso inicial total dos frutos.

Tabela 20. Rendimento de polpa do fruto da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*).

Amostra	Fruto inteiro (g)	Polpa úmida	Polpa seca
---------	-------------------	-------------	------------

F 1	530	305	105
F 2	650	345	120
F 3	670	330	145
F 4	845	445	180
F 5	990	515	175
F 6	1.220	605	215
F 7	1.270	645	225
F 8	1.750	810	350
F 9	2.580	1.315	420
F 10	2.850	1.380	480
Total (g)	11.605 g	6.695 (g)	2.415 (g)

7.1.4 Análise da composição centesimal das rações aplicadas no experimento

A Tabela 21, apresenta os resultados das análises das composições centesimais dos nutrientes das rações aplicadas no experimento por tratamento com verificação dos valores de umidade (UM), cinza (CZ), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibras (FB), Carboidratos (CH) e energia bruta (EB) os índices apresentados não apresentaram e não tiveram diferenças estatísticas significativas. Os resultados da energia bruta (EB), estão expressos em Kcal/100g.

Tabela 21. Composição nutricional das rações aplicadas no experimento e energia bruta (EB) em Kcal/100g, aplicadas aos tratamentos.

Grupos Experimentais	Nutrientes das rações experimentais (%)						
	UM	CZ	EE	FB	CH	PB	EB
GC-Controle	9,6	9,12	6,0	4,1	41,32	32,00	406,94
T2-25%	9,0	8,71	6,3	4,3	43,95	32,04	420,80
T3-50%	8,8	8,72	6,9	4,5	43,04	32,18	423,52
T4-75%	8,5	8,32	7,2	4,4	43,74	32,24	429,57
T5-100%	7,9	8,13	7,6	4,6	41,32	32,09	422,55

7.1.5 Variáveis de desempenho produtivo

Não houve diferenças significativas para todos os parâmetros consumo médio de ração (CMR), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar aparente (CAA),

taxa de crescimento específico (TCE), índice de eficiência proteica (IEA), peso médio final (PMF), e entre todos os tratamentos. As maiores diferenças apresentadas foram observadas nos parâmetros GPM e PMF, com ($p>0,49$) e $CV=27,12\%$, ($p>0,13$) e $CV=27,45\%$, respectivamente. As dietas contendo diferentes percentuais de adição da ração de farinha de castanha de macaco (RFCM), proporcionaram diferentes níveis de desempenho, observadas nas análises ao final do experimento. Os maiores índices de desempenho foram observados no tratamento GC, representado pelo grupo controle (GC), onde os animais receberam uma dieta contendo 100% de ração comercial com 32% de proteína bruta resultando num GPM de 77,60% e no tratamento T5, onde foi aplicada a ração experimental, elaborada com 100% da farinha de castanha de macaco (RFCM) com 32,09% de proteína bruta (PB), que apresentou GPM de 87,90%. Os resultados médios das variáveis de desempenho, tais como GPM, TCE, CAA, CMR E IEA, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos quando utilizados níveis crescentes 25%, 50%, 75% e 100% de RFCM. A taxa de sobrevivência foi de 100%, e os resultados estão dispostos na Tabela 22.

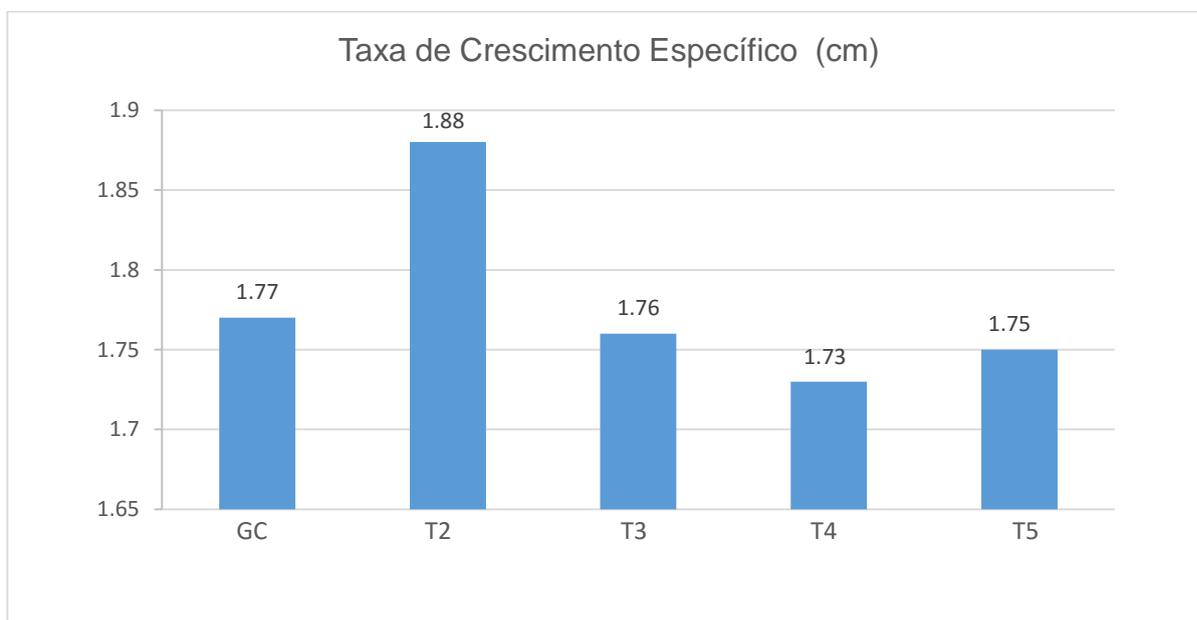
Tabela 22. Valores médios de desempenho e consumo de ração dos juvenis de tambaqui alimentados com as dietas aplicadas no experimento.

Parâmetro	Tratamentos					P Valor	R ²	CV %
	GC- 00%	T2-25%	T3-50%	T4-75%	T5-100%			
CMR	102,06	92,50	75,50	85,50	114,50	0,76	-	13,20
GPM (g)	77,60	74,20	64,83	58,93	87,90	0,49	-	27,12
CAA	1,31	1,25	1,17	1,45	1,30	0,33	-	14,33
TCE (cm)	1,77	1,88	1,76	1,73	1,75	0,15	-	6,37
TCR (g)	493	540	520	468	537	0,53	-	10,08
IEA (g)	0,760	0,777	0,859	0,689	0,785	0,40	-	1,77
PMF	93,30	80,20	77,26	71,50	105,16	0,13	-	27,45
TS (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-	-	-

CMR= consumo médio de ração; GPM= ganho de peso médio; CAA= coeficiente alimentar aparente; TCE= taxa de crescimento específico; IEA= índice de eficiência alimentar; PMF= peso médio final; TS= taxa de sobrevivência.

Não houve diferenças significativas na taxa de crescimento específico (TCE), cujo valor apresentado foi de ($p>0,15$), e coeficiente de variação $CV= 6,37\%$, entre os tratamentos quando comparando os valores médios totais realizados no final do experimento os quais estão representados na Figura 12.

Figura 12 Taxas médias totais de crescimento específico apresentadas pelos juvenis de tambaqui alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão da ração de farinha de castanha de macaco, durante o período experimental.



Para verificação do ganho de peso, o experimento foi dividido em três períodos de quinze dias cada, correspondendo a realização de quatro biometrias, sendo a primeira correspondente ao início do experimento, a segunda ao 15º dia, a terceira ao 30º dia, e a quarta e final, realizada ao 45º dia.

Não houve diferença significativa no ganho de peso médio dos peixes entre as leituras dos períodos 1º, 2º e 3º considerando valores dos coeficientes de variação (CV) apresentados de ($p > 0,23$); ($p > 0,15$); ($p > 0,18$) e ($P > 0,13$). O maior ganho de peso foi observado no 3º período nos tratamentos GC, T2, T3 e T5 com 33,16g; 29,82g; 24,21g; 36,93g, no T4, houve um ganho de peso médio equivalente comparando aos demais períodos com 20,77g. Quando verificou-se o ganho de peso médio total dos tratamentos ao final do experimento, não observou-se diferença significativa apresentando um ($p > 0,13$). Os resultados estão apresentados na tabela 23.

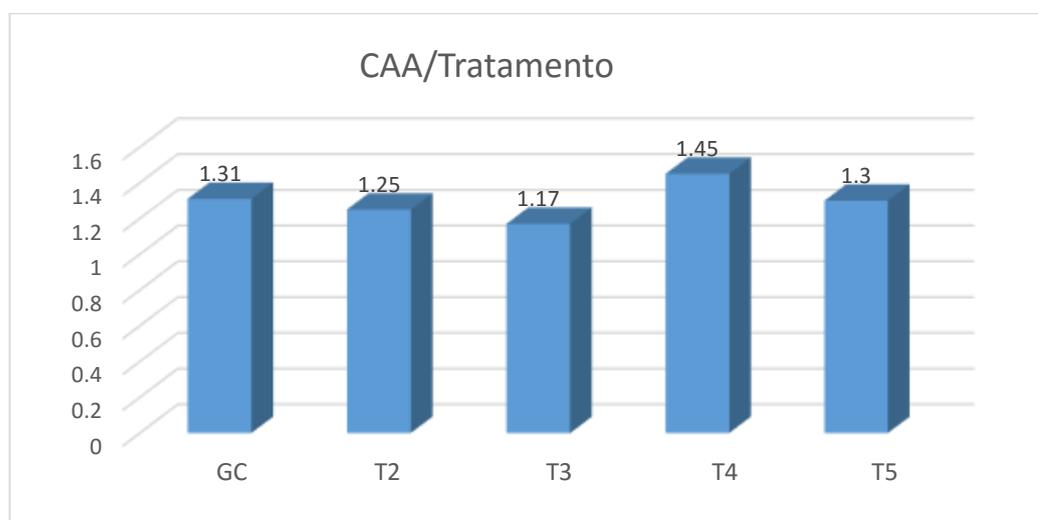
Tabela 23. Influência das dietas sobre o ganho de peso durante o período do experimento.

	TRATAMENTOS					P Value	R ²	CV %
	GC- 00%	T2-25%	T3-50%	T4-75%	T5-100%			
GPM 1 (g)	20,06	21,30	19,50	18,11	22,71	0,23	-	4,20
GPM 2 (g)	24,38	23,08	21,12	20,05	28,26	0,15	-	7,12
GPM 3 (g)	33,16	29,82	24,21	20,77	36,93	0,18	-	5,33
GPM total (g)	77,60	74,20	64,83	58,93	87,90	0,13	-	5,12

GPM 1= ganho de peso no 1º período inicial de 0 a 15 dias; GPM 2= ganho de peso no 2º período intermediário de 15 a 30 dias; GPM 3= ganho de peso no 3º período final de 30 a 45 dias; GPM total= ganho de peso total do período de 0 a 45 dias.

Os valores médios da conversão alimentar aparente (CAA), apresentados na Tabela 22, obtidos ao final do experimento, não apresentaram diferenças significativas com ($p>0,33$), e $CV=14,33\%$. A Figura 13, apresenta a relação da conversão alimentar aparente (CAA) entre os tratamentos.

Figura 13. Conversão alimentar aparente (CAA) dos juvenis de tambaqui, alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de RFCM.



7.1.6 Composição centesimal de carcaça

A Tabela 24, apresenta as análises (100% de matéria seca) da composição centesimal de carcaça dos juvenis de tambaqui, realizada anteriormente ao início do experimento, onde os animais foram alimentados com ração comercial, contendo 36% de proteína bruta (PB). Não houveram diferenças significativas na composição

corporal dos peixes entre os valores de UM, CZ, EE e PB, observados no início do experimento em relação ao controle e aos tratamentos

O valor obtido de umidade (UM) dos peixes no início do experimento foi o que apresentou maior valor (10,34 %), o controle GC e os tratamentos T2, T3, T4, e T5 apresentaram (5,43%; 5,61%; 6,37%; 6,38% e 7,31% de umidade respectivamente, onde ($p>0,23$) e CV = 2,05%.

Os valores de proteína bruta (PB), apresentados na composição dos peixes no início do experimento de 55,93% foi estatisticamente igual ao tratamento T2 contendo 25% de inclusão de RFCM com 55,77%, assim como não houveram diferenças entre os GC, T3, T4, e T5, com 50%, 75% e 100% de RFCM que apresentaram os valores 53,15%; 53,47%; 51,86% e 53,03%, respectivamente.

Para o extrato etéreo (EE), não houve diferença entre o controle GC, T2, T3, T4, e T5 contendo 00%, 25%, 50%, 75% e 100% de RFCM, onde os valores apresentados foram (26,47%; 24,51%; 23,57%; 23,72% e 23,45%), respectivamente. Contudo, os resultados para a composição corporal dos peixes anteriormente ao experimento, o valor de extrato etéreo apresentado foi de 17,77% menor que os valores apresentados nos tratamentos do experimento.

Na composição das cinzas, não foram encontradas diferenças significativas entre a composição corporal dos peixes no início do experimento e todos os resultados do período experimental. O maior valor de cinzas foi verificado na análise dos peixes anteriormente ao experimento de 15,51%. Em GC, T2 e T3 os valores apresentados respectivamente foram estatisticamente iguais (13,73%; 13,55% e 13,87%), ocorrendo a mesma relação entre T4 e T5 cujos valores apresentados foram 14,63% e 14,90%, respectivamente.

Tabela 24. Análise da composição químicas de carcaça dos juvenis de tambaqui, alimentados com rações contendo níveis crescentes de inclusão de RFCM.

Grupos Experimentais	Dados da composição de carcaça a 100% (ms)			
	UM (%)	CZ (%)	EE (%)	PB (%)
Inicial	10,34	15,51	17,77	55,93

GC- (Controle)	5,43	13,73	26,47	53,15
T2-25%	5,61	13,55	24,51	55,77
T3-50%	6,37	13,87	23,57	53,47
T4-75%	6,38	14,63	23,72	51,86
T5-100%	7,31	14,90	23,45	53,03
P Valor	0,23 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,25 ^{ns}
R ²	-	-	-	-
CV (%)	2,05	3,72	2,13	1,13

Legenda: UM=umidade; CZ= cinzas; EE= estrato etéreo; PB= proteína bruta. CV – Coeficiente de Variação. R² - Coeficiente de determinação. ns – não significativo.

7.1.7 Determinação da digestibilidade

Para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca e dos nutrientes das rações com níveis crescentes de inclusão da RFCM, em todos os tratamentos do experimento, foram utilizados dados referente à composição dos nutrientes e energia obtido das fezes.

Houve diferenças significativas para os valores da matéria seca ($p < 0,02$) com CV=0,37%, proteína ($p < 0,03$) com CV=1,46% e Cinzas com ($p < 0,05$) e CV=2,64%. Os valores de gordura e energia digestível (ED) dos tratamentos não apresentaram diferenças significativas, sendo ($p > 0,24$) com CV=9,03% e ($p > 0,12$) com CV=1,05, respectivamente. A Tabela 25, apresenta os resultados dos valores da composição centesimal (g/100g de MS) das amostras de fezes.

Tabela 25. Composição centesimal (g/100g de MS) das amostras de fezes por tratamento.

Nutrientes	Tratamentos/Dietas					P Valor	R ²	CV %
	GC (RC) RFCM	T2 25% RFCM	T3 50% RFCM	T4 75% RFCM	T5 100% RFCM			
Matéria Seca, %	91,65	92,92	93,68	93,00	93,79	0,02*	0,79	0,37

Proteína, %	28,85	28,83	28,92	28,01	26,81	0,03*	0,98	1,46
Gordura, %	2,66	2,63	2,87	3,64	3,33	0,24 ^{ns}	-	9,03
Cinzas, %	12,29	12,73	11,10	12,04	11,05	0,05*	0,45	2,64
ED kcal/kg ⁻¹	4.223,50	4.174,00	4.334,00	4.351,50	4.279,00	0,12 ^{ns}	-	1,05

CV – Coeficiente de Variação. R² - Coeficiente de Determinação. * Efeito Quadrático. ns – não significativo.

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), das rações experimentais, estão representados na Tabela 26. Os dados obtidos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo o maior valor apresentado no tratamento T5, contendo 100% de RFCM 93,79%, e o menor valor está no GC (controle), contendo 100,0% de ração comercial com CDA de 91,65% e apresentando os valores ($p > 0,14$) e ($CV = 3,46$). Os tratamentos T2, T3 e T4, com 25%; 50% e 75,0% de inclusão de RFCM, apresentaram CDA de 92,92%; 93,68% e 93,00%, respectivamente.

Todos os coeficientes de digestibilidade aparente do estrato etéreo (EE), não apresentaram diferenças significativas, sendo o maior valor observado em (GC) (controle), composto somente de ração comercial (RC) com EE de 90,97%, e o menor valor o apresentado pelo T4 contendo 75,0% de adição de RFCM, com EE de 49,44%, os tratamentos T2, T3 e T5, com 25,0%; 50,0% e 100,0% de adição de RFCM, apresentaram valores crescentes de (EE) correspondentes a 83,76%; 60,43% e 56,18%, respectivamente.

O CDA da proteína não apresentou valor significativo ($p > 0,17$), no tratamento T2, com adição de 25,0% de RFCM foi de 66,30%, apresentou o menor valor de CDA. Os resultados do estrato não nitrogenado (ENN) não apresentaram diferenças estatísticas significativas. O tratamento T2 com adição de 25% de RFCM foi o que apresentou menor valor 74,53%. O T5 com 100% da RFCM, foi o que apresentou o maior valor 91,10%.

Tabela 26. Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca e dos nutrientes das rações.

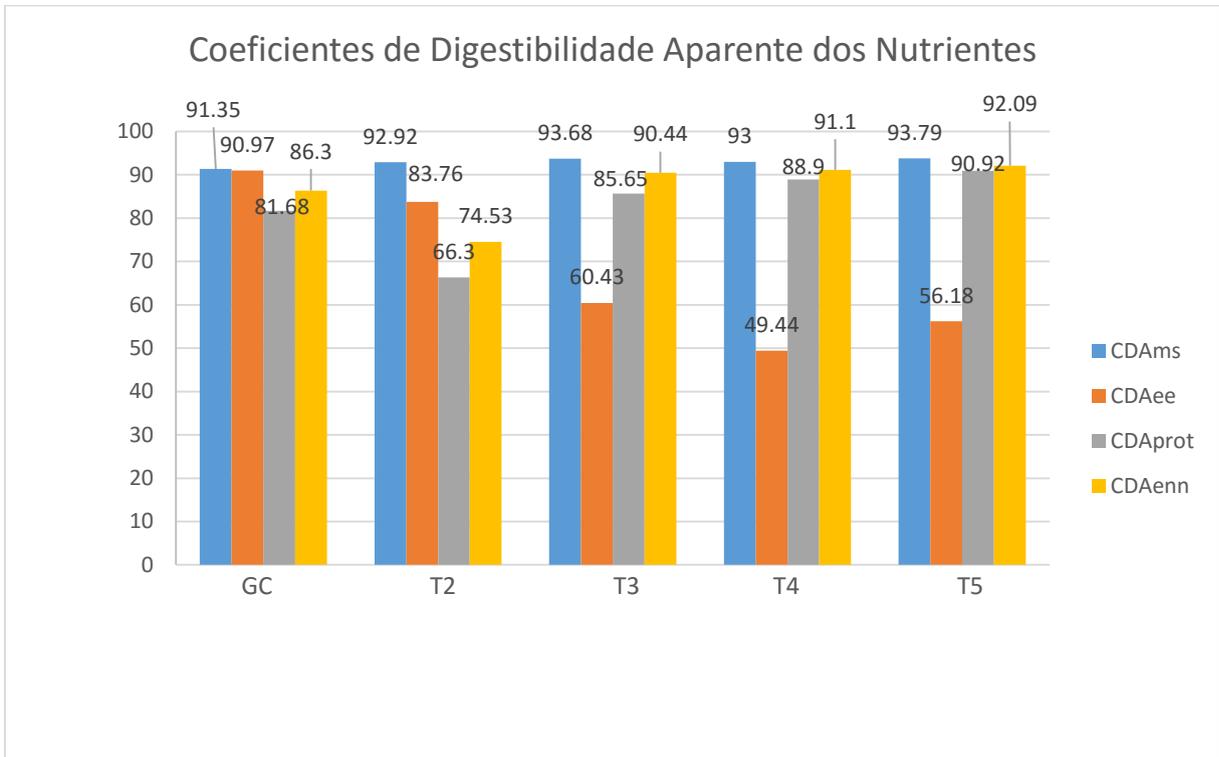
Dieta	CDA (%) dos nutrientes das rações			
	CDAMS	CDAee	CDAprot	CDAenn

GC Controle	91,65	90,97	81,68	86,30
T2 – 25%	92,92	83,76	66,30	74,53
T3 – 50%	93,68	60,43	85,65	90,44
T4 – 75%	93,00	49,44	88,90	91,10
T5 – 100%	93,79	56,18	90,92	92,09
P Valor	0,14 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,18 ^{ns}
R ²	-	-	-	-
CV (%)	3,46	25,12	12,45	11,15

Legenda: CDAmS= coeficiente de digestibilidade aparente da massa seca; CDAee= coeficiente de digestibilidade aparente do estrato etéreo; CDAprot= coeficiente de digestibilidade aparente da proteína; CDAenn= coeficiente de digestibilidade aparente do extrato não nitrogenados. CV – Coeficiente de Variação. R² - Coeficiente de Determinação. ns – não significativo.

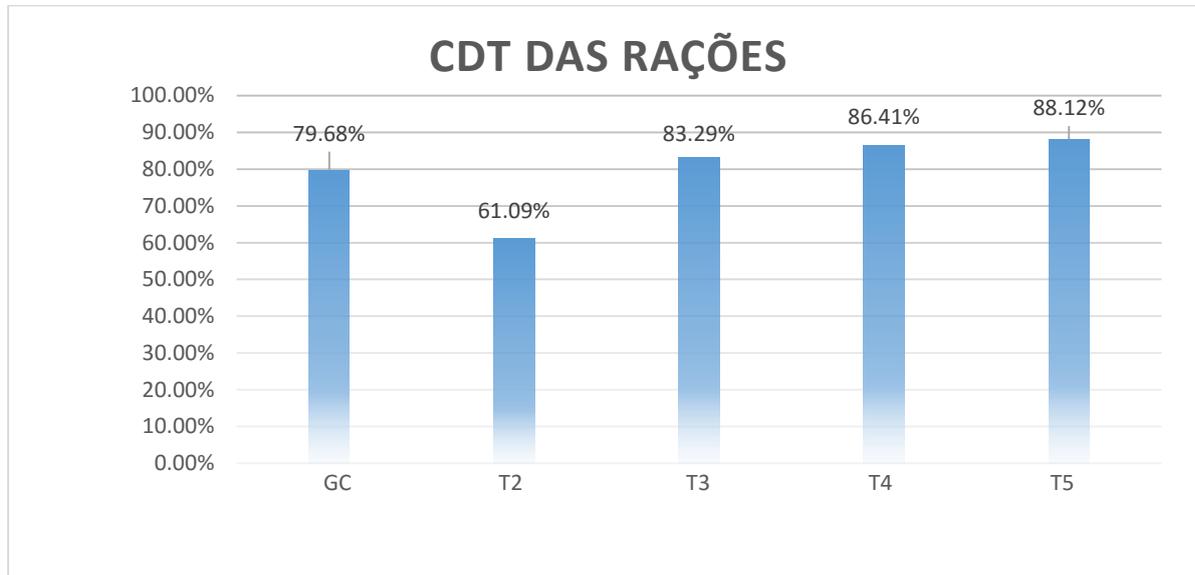
A Figura 14, apresenta os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), considerando a variação entre os tratamentos dos percentuais da quantidade de nutrientes digeridos após o transito pelo sistema digestivo dos animais.

Figura 14. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes das rações.



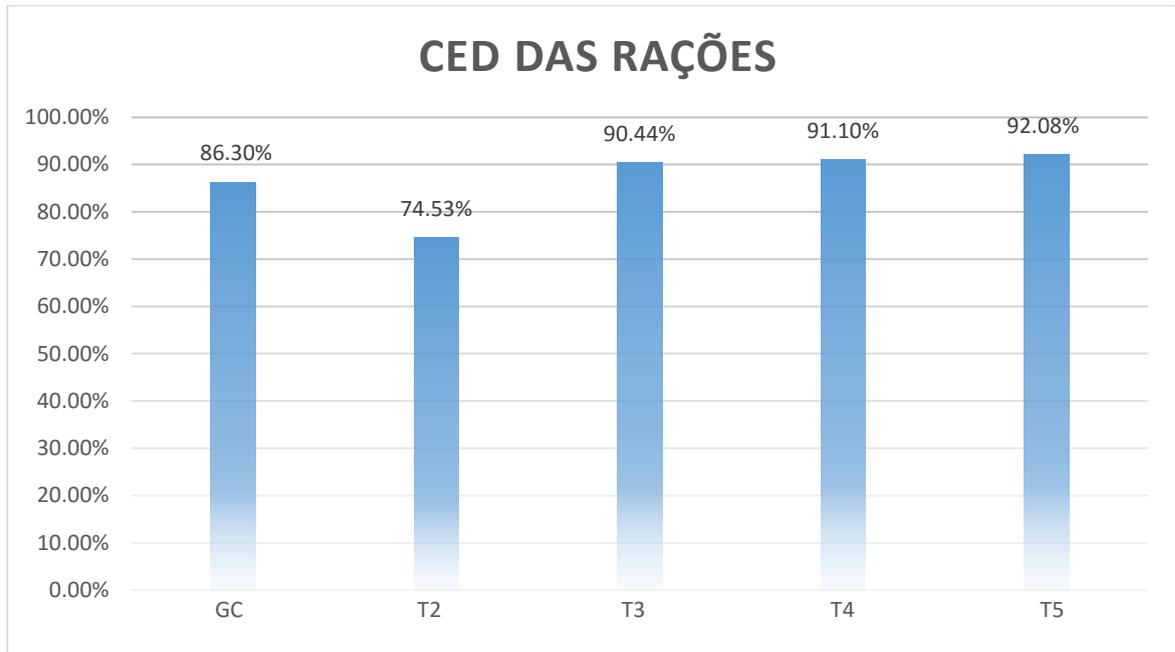
Para os resultados do coeficiente digestibilidade total (CDT) são considerados os percentuais da quantidade total de nutrientes digeridos após o transito pelo sistema digestivo dos animais. Os tratamentos T3, T4, e T5, com 50%, 75% e 100% de adição da RFCM, não apresentaram diferença significativas 83,29%; 86,41% e 88,12%, respectivamente, sendo esses valores superiores aos demais tratamentos. Para GC e T2, com inclusão de RFCM de 00%, 25%, os valores foram inferiores aos demais tratamentos 79,68% e 61,09% respectivamente. O tratamento T5, contendo 100% da RFCM, foi o que apresentou a maior CDT com 88,12% (Figura 15).

Figura 15. Percentual do coeficiente de digestibilidade total das rações por tratamento.



Os resultados do coeficiente de energia digestível (CED) total das rações, não apresentaram diferença significativas. Os tratamentos T3, T4 e T5, com inclusão de 50%, 75% e 100% de adição da RFCM, apresentaram CED correspondentes a 90,44%; 91,10% e 92,08%, respectivamente, valores superiores aos demais tratamentos. Para GC (controle) e T2, com inclusão de 25% RFCM, os valores foram inferiores aos demais 86,30% e 74,53%, respectivamente. O tratamento T5 contendo 100% de RFCM, foi o que apresentou a maior valor de energia digestível 92,08%, os resultados estão apresentados na Figura 16.

Figura 16. Coeficiente de energia digestível (CED) das rações



Os resultados das análises do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes da farinha de castanha de macaco (FCM), estão representados na Tabela 27.

Nos resultados médios das variáveis do coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes (FCM), não foram observadas diferenças significativas entre as dietas controle (RC) e teste (FCM) tanto para o CDA da massa seca (MS) com 85,90% e 87,24%, quanto para proteína bruta (PB) de 92,15% e 92,38%, energia digestível (ED) de 91,79% e 91,94% e da digestibilidade total com 85,66% e 85,73%. O maior coeficiente de variação apresentado entre as dietas foi o de energia bruta (EB) 92,50% e 87,24%, com ($p > 0,35$) e ($CV = 9,23\%$).

Tabela 27. Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes da farinha de castanha de macaco (ingrediente) (FCM).

Dietas	Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA) %				
	CDA (MS)	CDA (PB)	CDA (EB)	CDA (ED)	CDA (total)
Ração controle (RC)	85,90	92,15	92,50	91,79	85,66
Teste (FCM)	87,24	92,38	87,24	91,94	85,73
P Value	0,14 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,14 ^{ns}
R ²	-	-	-	-	-
CV (%)	5,67	1,97	9,23	3,23	1,94

CV – Coeficiente de Variação. R² - Coeficiente de Determinação. NS – não significativo.

7.1.8 Avaliação da relação custo/benefício na utilização da RFCM

Dos resultados das análises laboratoriais da composição centesimal das amostras das sete porções do fruto apresentado na Tabela 19, foram usados os valores apresentados da amostra 4 (polpa com sementes), cujos valores do percentual de nutrientes foram: umidade (UM) 5,37%; cinzas (CZ) 4,87%; estrato etéreo (EE) 5,52%; proteína bruta (PB) 14,26%; carboidratos (CH) 69,98% e de energia bruta (EB) 419,72 Kcal/100g. A escolha da amostra 4 foi pelo fato de sua massa compor a maior proporção do fruto e conseqüentemente por ter um índice proteico elevado.

Para a obtenção de valor estimado em Reais (R\$) da ração da farinha de castanha de macaco, foram analisados os valores de custo (preço em Reais) de cada ingrediente de sua composição para elaboração de 1 Kg, conforme apresentados na Tabela 28. O primeiro valor a ser estimado foi o da farinha da castanha de macaco FCM, calculado pelo rendimento de polpa demonstrado na Tabela 20 e o tempo (custo da diária em Reais) para realização de todo processo até a produção da FCM, o qual resultou em R\$ 1,03/Kg (um real e três centavos por quilograma); o segundo valor a ser considerado o da farinha de peixe (FP), com custo de R\$ 1,50/Kg (um real e cinquenta centavos por quilograma); o terceiro do amido de milho (AM), cujo valor ficou em R\$ 0,60/Kg (sessenta centavos por quilograma); e do premix mineral de R\$ 26,00/Kg, (vinte e seis reais), valores de mercado aplicados comercialmente em Manaus – AM, em Julho de 2013).

Tabela 28. Valor estimado em R\$/Kg da RFCM.

Ingredientes	Valor estimado da RFCM		
	% de adição	Preço da adição (R\$)	Preço (R\$/Kg)
FCM	55,0%	0,57	1,03
FP	35,0%	0,52	1,50
AM	9,0%	0,06	0,60
MIX	1,0%	0,26	26,00
Total	100% (1Kg)	1,41	-

FCM= farinha de castanha de macaco; FP= farinha de peixe; AM= amido de milho; MIX= premix mineral.

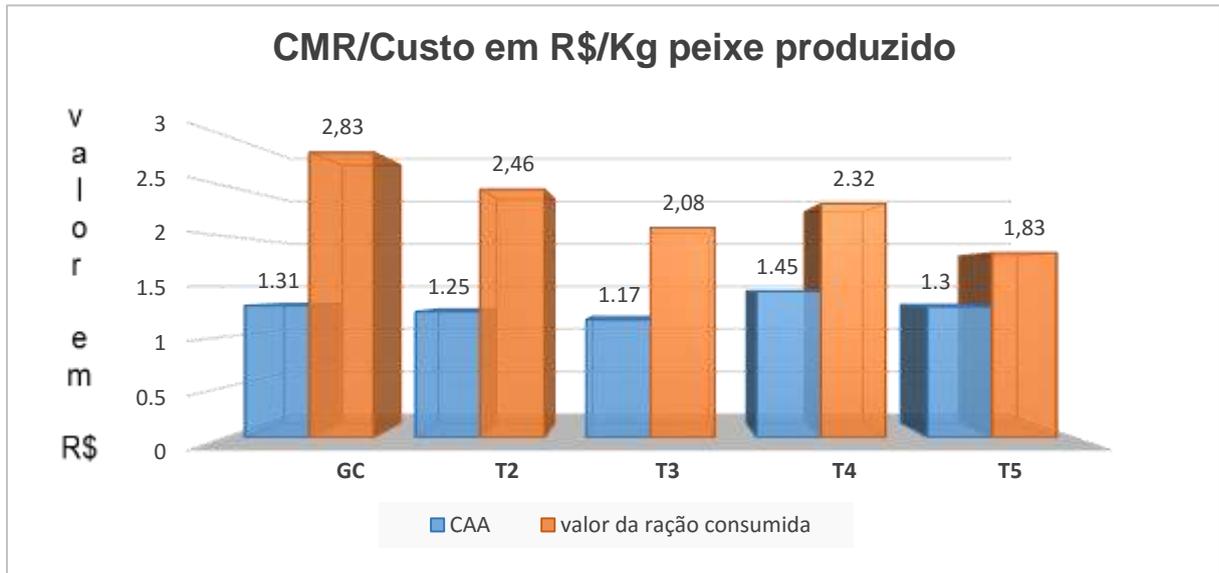
A Tabela 29, apresenta a estimativa dos preços médios das rações aplicadas nos tratamentos durante o experimento. Os resultados demonstram que os custos das rações dos tratamentos T2, T3, T4 e T5, compostas com adição de 25%, 50%, 75% e 100% de RFCM, apresentaram os menores valores (R\$ 1,97; 1,78; 1,60 e 1,41, respectivamente), quando comparadas com GC (controle) de R\$ 2,16. O tratamento T5, apresentou o maior consumo médio de ração no período (114,50g) contudo, apresentou baixo custo de R\$ 0,16 (dezesseis centavos).

Tabela 29. Percentuais de inclusão e valores estimados das rações aplicadas nos tratamentos durante o experimento e custo por UE.

Tratamento	% de inclusão e estimativa de preço das rações					
	%RC	%RFCM	Preço R\$/Kg	CRM (g/UE)	Preço peixe (R\$/Kg)	Custo (R\$/T)
GC Controle	100,0	00,0	2,16	102,06	6,00	0, 22
T2	75,0	25,0	1,97	95,50	6,00	0,18
T3	50,0	50,0	1,78	75,50	6,00	0,14
T4	25,0	75,0	1,60	85,50	6,00	0,14
T5	00,0	100,0	1,41	114,50	6,00	0.16

A estimativa de custo/benefício apresentada entre o uso das rações GC (controle), composta de 100,0% de ração comercial e da ração experimental T5 a com inclusão de 100% da ração de farinha de castanha de macaco (RFCM), representou custo menor de R\$1,00, para cada Kg de RFCM aplicada no experimento, representando uma diferença de 35,33%. Os resultados comparativos dos custos médios das rações aplicadas por Kg de peixe produzido em cada tratamento, estão apresentados na Figura 17.

Figura 17. Conversão alimentar aparente (CAA), custo em reais (R\$) da produção de 1 Kg de pescado. GC=ração controle; T2= 25% de ração de farinha da castanha de macaco (RFCM); T3= Ração 50% de RFCM; T4= ração 75% de RFCM; T5= ração 100% de RFCM.



Os resultados dos desempenhos zootécnicos médios da unidade experimental por tratamento (GPM, CMR, CAA, IEA), custo das rações (R\$/Kg) por tratamento durante o experimento, estimativas dos custos com as rações em R\$/Kg na produção de 1Kg de peixe alimentados com as rações durante o experimento, valor em R\$/Kg do peixe no mercado, estimativa do lucro em R\$/Kg do peixe produzido durante o experimento, estão apresentados na Tabela 30.

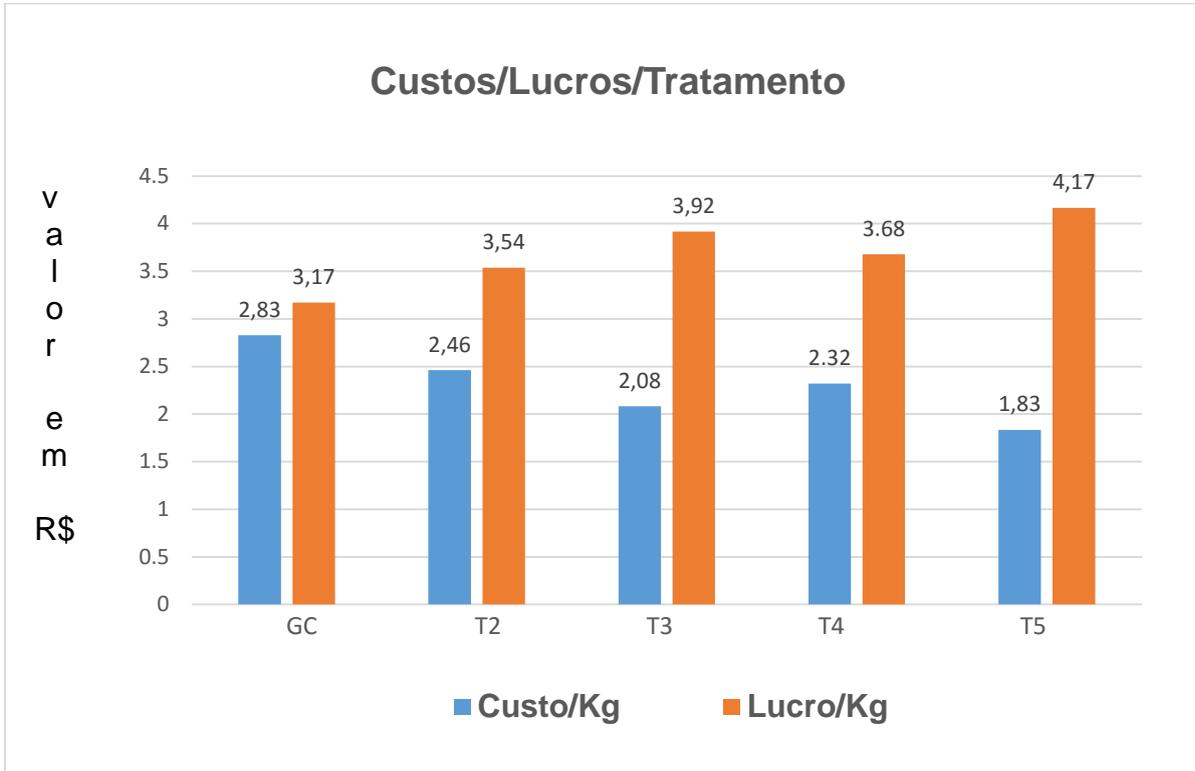
Tabela 30. Resultados zootécnicos médios por unidade experimental (UE), consumo médio de ração (CMR), conversão alimentar aparente (CAA), índice de eficiência alimentar (IEA) e relação de custo/benefício individual por tratamento.

Grupos Experimentais	Resultados zootécnicos e econômicos médios Individual por tratamento								
	GPM (g)	CMR (g)	CAA	IEA	Ração (R\$/Kg)	\$ CRM Kg/peixe	\$ peixe (R\$/Kg)	\$ Custo (R\$/Trat)	\$ Lucro (R\$/Kg)
T-1	77,6	102,06	1,31	0,760	R\$ 2,16	2,83	6,00	0,22	3,17
T-2	74,2	95,5	1,25	0,777	R\$ 1,97	2,45	6,00	0,18	3,54
T-3	64,83	75,5	1,17	0,859	R\$ 1,78	2,08	6,00	0,14	3,92
T-4	58,93	85,5	1,45	0,689	R\$ 1,60	2,32	6,00	0,14	3,68
T-5	87,9	114,5	1,3	0,785	R\$ 1,41	1,83	6,00	0,16	4,17

GPM= ganho de peso médio, CRM= consumo médio de ração, CAA= conversão alimentar aparente, IEA= índice de eficiência alimentar.

Com o preço de mercado estimado para tambaqui de R\$ 6,00/Kg. A Figura 18, apresenta a projeção da estimativa de Custos/Lucros por tratamento com uso das rações experimentais na alimentação de juvenis de tambaqui. As maiores diferenças apresentadas foram entre GC (controle) composto apenas da ração comercial, apresentou um custo de R\$ 2,83 com lucro de R\$ 3,17, e o T5 composto por 100% da RFCM, onde o custo foi de R\$ 1,83 e lucro de R\$ 4,17, por Kg de peixe produzido durante o experimento.

Figura 18. Estimativas de Custos/Lucros por tratamento com uso das rações experimentais. GC=ração controle; T2= 25% de ração de farinha da castanha de macaco (RFCM); T3= Ração 50% de RFCM; T4= ração 75% de RFCM; T5= ração 100% de RFCM.



7.2 Discussão

7.2.1 Parâmetros físico-químicos da água

A monitoração da qualidade da água na aquicultura é de vital importância. Prioritariamente devem ser monitorados: O nível de oxigênio, a temperatura ($T^{\circ}\text{C}$), o potencial hidrogeniônico (pH), o nível de amônia dissolvida, e a transparência (VAL e HONCZARYK, 1995; KUBTIZA 2003).

Durante o período de experimento os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água monitorados não apresentaram variações acentuadas que comprometessem o desempenho dos peixes, estando dentro dos valores recomendados para cultivo do tambaqui (KUBITZA, 2003).

Como primeiro fator de influência significativa na qualidade da água é o da quantidade do nível de oxigênio dissolvido, o qual, em níveis muito baixos, pode causar a hipóxia, redução das atividades corporais, perda de peso e até a morte (KUBTIZA, 2003). Em cultivos comerciais o nível de oxigênio dissolvido na água tem que ser mantido acima de 4mg/L, evitando prejuízos na produção. O tambaqui tolera níveis muito reduzidos do nível de oxigênio dissolvido na água abaixo de 1Mg/L (SAINT-PAUL,1984). Durante o experimento o valor médio do nível de oxigênio foi de (5,11 Mg/L), estando este, dentro os padrões adequados para atender as exigências do tambaqui (Tabela 18).

O outro fator de grande importância na qualidade da água é a temperatura, que deve ser observado o nível de tolerância para cada espécie, e possui efeito sobre várias atividades, principalmente sobre o metabolismo dos peixes (CUENCO et al. 1999).

Devido à variação de temperatura em que as espécies são submetidas em seus habitats, cada uma tem determinada tolerância térmica, que está diretamente relacionada à condição ideal para o seu desenvolvimento (BALDISSEROTO, 2009). Aride et al. (2004), afirmam que a temperatura é um dos parâmetros mais discutidos com relação à adaptação bioquímica, pois é o fator físico que mais afeta a vida do indivíduo. Dessa forma entende-se que dependendo da espécie ou do ambiente, a diminuição ou elevação da temperatura da água pode influenciar negativa ou positivamente o crescimento dos animais. Embora haja produção em todo Brasil o

risco de mortalidade dessa espécie durante os meses de inverno tem desencorajado muitos piscicultores à cultivar o tambaqui nos estados da região Sul, particularmente em locais onde a água pode atingir temperaturas abaixo de 17°C (MOURAD, 2012).

Souza et al. (2013), em estudos com juvenis de tambaqui, submetidos a temperaturas de 25, 27 e 30°C, observaram que os peixes tiveram o maior crescimento nas temperaturas mais altas, com 49mm para a temperatura de 27°C e de 83mm para a temperatura de 30°C, concluindo que as temperaturas mais altas, promovem um maior crescimento linear dos juvenis de tambaqui em relação a temperaturas mais baixas.

O tambaqui é um peixe tropical que encontra conforto térmico em temperatura variando entre 27 e 30°C (KUBITZA et al., 2012).

A temperatura média monitorada durante o experimento foi de 28,4°C (Tabela 18), não havendo influencia no desempenho zootécnico dos animais, ficando dentro da zona de conforto para a espécie, segundo Cyrino e Kubitza (1996).

A exposição dos peixes a um pH baixo (ácido), pode acarretar interferências nas trocas gasosas e iônicas, provocadas pelo excesso de muco nas brânquias, as quais, também quando expostas a níveis de pH elevado (águas alcalinas), sofrem alterações nas células do filamento branquial e, por conseguinte há problemas respiratórios (trocas gasosas) (BOYD, 1990). O tambaqui tolera níveis baixos de pH na água e, segundo Wilson et al. (1999), o tambaqui exposto a níveis de 3,5 a 6,5 pH na água, a única espécie a recuperar o balanço iônico no plasma após 18 horas de exposição a pH de 3,5 quando comparado ao matrinchã (*Brycon amazonicum*) e ao tamoatá (*hoplosternum litorale*).

Os valores de pH médios encontrados neste trabalho foram de 6,8±0,2, não apresentando valores significativos entre os tratamentos, permanecendo dentro da zona de conforto para a espécie, pois, segundo ARAUJO-LIMA e GOLULDING, (1998), o tambaqui habita e é tolerante a águas com pH baixo (ácidas). Já Izel e Melo (2004), encontraram em viveiros escavados valores de pH de 7,5 para engorda de tambaqui.

Na excreção dos peixes o principal composto é a amônia, segundo JOBIN (2004), e compõe cerca de 80 a 90% do total. É um composto derivado da digestibilidade da proteína e do catabolismo dos aminoácidos, que pode variar

dependendo da temperatura e do nível de pH. Sua concentração em níveis elevados na água pode ocasionar intoxicação e distúrbios orgânicos, maior suscetibilidade a doenças além da redução da taxa de crescimento dos peixes. Neste experimento os níveis de amônia registrados foram de 0,54mg de NH₃/L, não sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos que pudessem afetar no desempenho dos animais.

A verificação do nível de transparência realizado através do *Disco de Secchi*, manteve-se dentro dos padrões adequados para a manutenção e conforto dos peixes, com media aproximada de 57cm, não havendo diferenças relevantes entre os tratamentos.

Na verificação da condutividade elétrica média da água, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos que pudesse afetar o equilíbrio osmótico dos peixes, mantendo-se em níveis adequados durante o experimento. A verificação da medida de condutividade da água está diretamente relacionada à salinidade da água, influenciando diretamente no equilíbrio osmótico dos peixes.

Durante o experimento as unidades amostrais foram abastecidas com água de poço artesiano com renovação e aeração constantes, realizados por gravidade e bombas compressoras, respectivamente, proporcionando a estabilidade e manutenção dos parâmetros físico-químicos da água, dentro dos níveis adequados para o crescimento dos peixes (BOYD, 1990; CASTAGNOLLI & CYRINO, 1996).

7.2.2 Análise da composição nutricional do fruto

Os resultados das análises da composição centesimal de 7 (sete) porções do fruto, estão apresentados na Tabela 19 que, apesar de apresentar diferentes níveis de nutrientes, demonstra a possibilidade do aproveitamento não somente de sua polpa (endocarpo), como do fruto em sua totalidade. Segundo Silva et al., (2015), a castanha de macaco (*Couropita guianensis*) apresenta frutos do tipo drupisarcídio com grande variação no número de sementes por fruto (85 a 390 sementes). A largura, a espessura e a massa das sementes também são bastante variáveis.

Silva et al. (2003), afirmam que frutos e sementes das florestas de igapó e várzea da Amazônia são fontes importantes de nutrientes e energia para o tambaqui que podem ser utilizados como ingredientes alternativos em dietas práticas em

substituição a itens tradicionais de rações, como forma de contribuir para diminuição dos custos de produção desta espécie em cativeiro.

Entre as sementes e frutos amazônicos experimentados em busca da produção de rações alternativas e de um alimento mais natural e próximo da dieta da espécie a ser cultivada, verificou-se um êxito resultante das pesquisas e experimentos aplicados por Anselmo (2008), em ensaio com jenipapo (*Genipa americana*). Outro exemplo é o trabalho de OISHI (2007), com a castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*), apesar de seus estudos comprovarem a sua eficiência, fatores econômicos e de mercado, inviabilizam a produção de insumos direcionados para a alimentação de peixes, diferentemente da castanha de macaco (*C. guianensis*) que tem a possibilidade de ser produzida em várias regiões do Brasil, destacando-se segundo Silva, et al. (2015), áreas com temperaturas médias próximas de 30°C. O do fruto da castanha de macaco se destaca dos demais pelas possibilidades do seu aproveitamento em sua totalidade, e servir de alimento (*in natura*) para várias espécies de animais.

Nas áreas inundáveis da Amazônia, quando as terras onde o vegetal se encontra são recobertas pelas águas, várias espécies de peixes se alimentam dos frutos (*in natura*), entre estes o tambaqui, que com sua extrema força mandibular quebra o fruto sem muito esforço para alimentar-se. Não foram observados estudos anteriores de aplicação do fruto na alimentação de peixes.

7.2.3 Rendimentos do fruto na elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM)

Os objetivos de verificação do rendimento de polpa na elaboração da farinha da castanha de macaco (FCM), foram: primeiramente, dimensionar a proporcionalidade da quantidade de massa em (g) resultante do processamento do fruto na elaboração da FCM; o segundo, de verificar os custos de produção, para se estimar um valor em R\$/Kg da FCM, uma vez que, esta não apresenta um valor de mercado como a da farinha de mandioca (*Manihot esculenta*), e de outras já consolidadas comercialmente. Com os resultados obtidos, foram estimados os valores de custos diretos, (despesas com mão-de-obra e materiais) resultando em R\$ 1,03/Kg de FCM (Tabela 28). A avaliação de rendimento nos dá sustentação para estimar de forma mais real possível o custo de produção de cada Kg de ração elaborada e adicionada com a FCM, para compor a dieta aplicada aos tratamentos do GC e dos

T2, T3, T4 e T5, para os quais os valores estimados foram R\$/Kg 2,16; 1,97; 1,78; 1,60 e 1,43 respectivamente, já inclusos todos os valores dos ingredientes (Tabela 29). A partir desses valores, foram feitas as projeções de custos em R\$/Kg entre a ração convencional aplicada ao grupo GC (controle) com preço de mercado em R\$ 2,16/Kg e as rações experimentais aplicadas nos tratamentos T2, T3 e T4 e T5. Essas informações auxiliaram nos cálculos da relação custo/benefício resultantes entre o uso das rações, confirmando a viabilidade de uso eficiente da ração de farinha de castanha de macaco na alimentação de tambaqui em cativeiro (Figuras 17 e 18).

7.2.4 Qualidade das rações aplicadas no experimento

Usou-se no experimento 12 (doze) rações, as quais, tiveram suas qualidades diferenciadas pela finalidade de sua aplicação, sendo: 2 (duas) para a verificação do CDA do ingrediente, uma como ração controle com nível proteico de 36% de PB, outra como teste com nível proteico de 30% de PB (Tabela 15); 5 (cinco) rações para verificação dos desempenhos zootécnicos dos peixes aplicadas nas UA's e em cada um dos respectivos tratamentos, contendo percentuais de nutrientes apresentados na Tabela 21 e 5 (cinco) rações para verificação dos CDA's destas, aplicadas em cada um dos respectivos tratamentos, contendo os mesmos percentuais de nutrientes apresentados na Tabela 21, ambas acrescidas do óxido de cromo III (CrO_3) ao nível de 0,5% (Tabela 16).

Na piscicultura devido ao grande número de espécies cultivadas, existem muitas variáveis na exigência nutricional dos peixes, tais como: a qualidade dos nutrientes, e diferentes valores nutricionais das fontes proteicas existentes no mercado (quantitativos e qualitativos). Por esta razão não existem tabelas básicas de padrões (fixos) para elaboração de rações na piscicultura. Segundo Oliveira et al. (2012), existem procedimentos e condições básicas que devem ser seguidos e avaliados: a composição nutricional dos ingredientes; escolha da espécie a ser cultivada; fase de desenvolvimento a ser aplicada com suas exigências nutricionais (quantidade mínima de cada nutriente requerida por determinada espécie e categoria animal para garantir sua boa manutenção, produção e reprodução); a digestibilidade; o ambiente de cultivo (barragens, viveiros, tanques-rede, tanques escavados etc.) e a densidade de estocagem.

Nesta pesquisa para a elaboração das rações aplicadas, todos os processos indicados pelos autores foram seguidos. Preliminarmente, observou-se que na natureza quando submergia toda vegetação das várzeas, onde as árvores de *Couroupita guianensis* produzem seus frutos, e estes caem na área inundada onde muitas espécies de peixes se alimentam do fruto, entre estas o tambaqui (*Colossoma macropomum*), buscou-se verificar as possibilidades de se tornar viável a aplicação deste fruto na alimentação de peixes; complementou-se com a realização de estudos relativos à composição nutricional do fruto. Comparou-se com os resultados obtidos por Lago et al. (1987) com 5 espécies de frutos amazônicos, entre estes o da *Couroupita guianensis*, onde determinou-se a composição centesimal das sementes (Tabela 8), e a composição média dos aminoácidos essenciais [AAE] existentes na polpa com sementes. Outro procedimento foi buscar estudos sobre as exigências nutricionais do tambaqui. Entre os diversos encontrados destacou-se o de Van der Meer (1997), apresentados na Tabela 9.

O conhecimento das exigências nutricionais das espécies e do valor biológico dos alimentos é de extrema importância para formulação de rações que proporcionem bom desempenho aos peixes (OLIVEIRA et al. 2012). Contudo, são inúmeras as espécies de peixes com interesse zootécnico que ainda não possuem informações precisas no que se refere às exigências nutricionais. No entanto, o que tem dificultado a formulação das rações que atendam as diferentes espécies é o pouco estudo das exigências nutricionais para peixes com valores de nutrientes disponíveis. Desta forma, a utilização de rações comerciais em sistemas de criação necessita de maior atenção em relação à qualidade do alimento utilizado e do meio em que os peixes estão, para que se obtenham valores significativos de desempenho para as espécies de peixe (FRACALLOSSI & CYRINO, 2012).

Existem muitos fatores que influenciam na exigência proteica dos peixes, entre eles destacam-se a temperatura da água, pois peixes sob temperaturas de desconforto térmico exigem maior aporte de proteína para um ótimo crescimento; o tamanho do peixe, já que peixes jovens exigem mais proteína para crescimento que peixes adultos; além da taxa de arraçoamento, considerada fundamental, pois na alimentação *ad libitum* todos têm acesso à dieta, exigindo assim menor concentração de proteína se comparado à alimentação controlada, na qual nem todos os peixes

consomem a mesma quantidade de alimento (FRACALOSSO & CYRINO, 2012), razão pela qual é importante observar as informações da Tabela 14.

Os estudos para determinar as exigências em aminoácidos para peixes iniciaram-se nos Estados Unidos na década de 50, visto que os peixes, assim como os outros animais, não preferem determinado tipo de proteína, mas sim a mistura balanceada de aminoácidos (BICUDO & CYRINO, 2009).

O perfil de aminoácidos presentes na carcaça e/ou músculo em peixes tem sido utilizado por diversos pesquisadores para determinar as exigências nutricionais em aminoácidos. Isto é possível por existir uma elevada correlação entre a composição de aminoácidos da carcaça com as exigências determinadas em experimentos de dose-resposta, e por apresentar um perfil quantitativo e qualitativo de aminoácidos da carcaça e/ou músculo de peixes, pouco afetado pela dieta (ABIMORAD et al., 2011). A título de exemplo, as exigências nutricionais em aminoácidos essenciais estimadas para lambari-do-rabo amarelo (*Astyanax bimaculatus*), recomenda-se a utilização da composição em arginina, histidina, isoleucina, metionina+cistina, fenilalanina+tirosina e triptofano da proteína da carcaça íntegra e a composição em leucina, lisina, treonina e valina da proteína do tecido muscular, de acordo com os aminoácidos essenciais que apresentaram as maiores relações (A/E) dentro de cada tecido: carcaça íntegra ou músculo, respectivamente (ABIMORAD & CATELLANI, 2011).

De acordo com Boscolo et al. (2011), o conhecimento sobre as exigências de lisina para espécies de peixes nativos ainda são incipientes, com destaque para os estudos conduzidos com o pacu (*Piractus mesopotamicus*) (ABIMORAD et al., 2010; BICUDO et al., 2009) e lambari-do-rabo amarelo (*Astyanax bimaculatus*) (ABIMORAD & CATELLANI, 2011), os quais estimaram as exigências em lisina com base em ensaios dose-resposta e dos demais aminoácidos essenciais com a relação AA/E da carcaça ou tecido muscular do tambaqui (Tabela 7 e 9), outra do tambaqui com pacu conforme Tabela 7.

As pesquisas sobre as exigências de aminoácidos são fundamentais para a formulação de dietas sustentáveis do ponto de vista ambiental e econômico, que promovam adequado desenvolvimento aos peixes (FURUYA & FURUYA, 2010). Dessa forma, estudos nesse sentido devem ser aprimorados para o desenvolvimento de tecnologias adequadas à cadeia produtiva das espécies de peixes. As taxas de liberação e absorção de aminoácidos provenientes da proteína durante o processo de

digestão influenciam no valor dietético da fonte proteica (LIMA et al., 2015; FRACALOSSO & CYRINO, 2012).

A elaboração de dietas para peixes com excessivo teor proteico para atender à exigência de aminoácidos é economicamente inviável, pois pode ocasionar impactos negativos ao ambiente aquático, uma vez que o nitrogênio é considerado a principal fonte de poluição na piscicultura (CYRINO et al., 2010). Dessa forma, o fornecimento de dietas com teor proteico adequado e balanço de aminoácidos é fundamental para reduzir a excreção de nitrogênio (LIMA et al., 2015).

Para determinar a exigência de um aminoácido de referência, fator mais limitante nas dietas comerciais, utiliza-se o método de dose resposta, que estima o perfil de aminoácidos ideal em dietas para peixes, como também para outros monogástricos. Dessa maneira, os níveis de lisina podem ser fixados em valores considerados sub ótimos a fim de se determinar com precisão a relação aminoácido: lisina (LIMA et al. 2015).

O conceito de proteína ideal tem sido utilizado em muitos ensaios experimentais para determinar as exigências em aminoácidos para peixes. Este conceito é compreendido como uma necessidade de aminoácidos em quantidades balanceadas para os animais, expressos em relação a um aminoácido referência (lisina) (LIMA et al., 2015). Algumas espécies de peixes como *Astyanax altiparanae*, *Cyprinus carpio*, *Ictalurus punctatus*, *Oreochromis niloticus* e *Piaractus mesopotamicus* têm os maiores valores de exigência estimada em lisina em relação a outros aminoácidos, demonstrando-se que apesar de serem onívoras, são bastante exigentes em qualidade de proteína.

Neste trabalho seguiu-se fielmente indicações recomendadas pela literatura consultada, cuja comprovação desse fato está demonstrada nos resultados satisfatórios obtidos das variáveis de desempenho produtivo, concluindo-se que a qualidade das rações aplicadas no experimento, estão adequadas aos padrões e níveis da espécie experimentada (Tabela 16).

7.2.5 Variáveis de desempenho produtivo

Os desempenhos dos peixes foram avaliados pelas biometrias realizadas no decorrer do experimento, obtidas pela diferença entre o ganho de peso dos peixes

expresso em gramas, nos quarenta e cinco dias de realização do experimento. Na avaliação do ganho de peso total obtido durante o período de experimento, não foram observadas diferenças significativas entre todos os tratamentos ($p > 0,13$) e ($CV = 6,37\%$). O controle GC apresentou GPM de 77,60g e o tratamento T2 com 25% de inclusão de RFCM, 74,20g de GPM. O tratamento T5 com 100% de RFCM (87,90g) apresentou o maior valor de GPM total. Os tratamentos T3 com 50% e T4 com 75% de adição da RFCM, foram os que apresentaram os menores valores de GPM (64,83g e 58,93g, respectivamente). As maiores variações apresentadas em ganho de peso, foram observadas entre os tratamentos T4 com adição de 75% da RFCM (58,93g) e T5 com 100,0% de RFCM (87,90g). Foi observado que em algumas unidades amostrais (tanques), logo após o fornecimento das rações, haviam peixes que não buscavam o alimento, enquanto que outros buscavam o alimento vorazmente. Segundo Oishi, (2007), isso pode ter ocorrido pela dominância de alguns peixes maiores dentro das unidades em relação ao consumo de alimento, podendo estar relacionado as taxas metabólicas. Peixes menores possuem taxa metabólica mais alta comparada aos peixes maiores, quando considerado o gasto de energia por unidade de peso (BALDISSEROTTO, 2002). Portanto, o consumo de alimento é maior em peixes menores, de modo a satisfazer as suas exigências metabólicas e, conseqüentemente, apresentar maior taxa de crescimento (OISHI, 2007). Portanto, a diferença observada no GPM pode estar ligada aos fatores acima mencionados.

Segundo Baldisserotto, (2002), a equação da taxa de crescimento relativo é válida para peixes jovens observados por um curto período de tempo, pois há redução dessa taxa à medida que o peso corporal aumenta, sendo a TCR subestimada para peixes maiores. A TCR é expressa em porcentagem do ganho de peso dos peixes após determinado período. Neste experimento pelos valores de TCR, observados na Tabela 22, conclui-se que os peixes após os 45 dias do experimento tiveram um aumento de suas biomassas em 5 (cinco) vezes, resultando uma média total geral de 511,8%, com ($p > 0,53$) e $CV = 10,08\%$. Na pesquisa com resíduos de castanha da Amazônia na alimentação de tambaqui realizada por Oishi, (2007), os peixes após 60 (sessenta) dias de experimento apresentaram uma média geral total da TCR de $102,0 \pm 8,2\%$. Anselmo, (2008), em condições experimentais semelhantes, avaliaram a eficiência de resíduos de frutos amazônicos na alimentação de juvenis de tambaqui

(*Colossoma macropomum*), obtiveram um resultado médio da TCR dos peixes de 120%.

O crescimento específico apresentado pelos peixes é estimado pela diferença de crescimento entre o ganho de tamanho em comprimento obtido pelos peixes durante um período determinado. Neste experimento após os quarenta e cinco dias não houveram diferenças significativas entre o grupo controle (GC) e os tratamentos T2, T3, T4, e T5 que foi de ($p > 0,15$). As percentagens de RFCM utilizadas nesta pesquisa, (Figura 12) não influenciaram no crescimento (1,77; 1,88; 1,76; 1,73 e 1,75 respectivamente) dos peixes durante o período experimental. Baldisserotto, (2002), descreve que, igualmente ao ganho de peso, o incremento de tamanho dos peixes é influenciado pela maior taxa metabólica nesta fase e ao curto período experimental, resultando nas ausências de diferenças significativas nas taxas de crescimento específico.

A conversão alimentar aparente (CAA), significa o quanto de ração se consome para cada quilo de peixe produzido. Na alimentação de qualquer espécie animal o resultado desejável é, produzir mais com menor consumo de alimento e melhor conversão alimentar, resultando num melhor rendimento e lucratividade. O incremento das qualidades das rações com balanceamento adequado e aplicação combinando o percentual proteico ao nível de desenvolvimento da espécie, mais a quantidade adequada ao tipo de cultivo, favorece a produtividade, uma vez que, na piscicultura brasileira, segundo dados de (BRASIL, 2010), a principal dificuldade na produção de pescado é a nutrição adequada, aliada ao manejo alimentar correto, já que os gastos com alimentação chegam a ultrapassar 60% do custo total de produção. Segundo Schmittou, (1999), o uso de rações artesanais de custo acessível podem ser uma alternativa viável à produção. Neste sentido, a realização de estudos com fontes proteicas de origem vegetal na elaboração de rações para peixes tem se tornado mais frequentes.

Para avaliar o desempenho, eficiência e viabilidade, torna-se necessário a verificação de variáveis importantes como a de desempenho biofisiológico, através do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), e do fator de conversão alimentar aparente (CAA), podendo ser maximizados através de tratamento adequado na elaboração da ração, como por exemplo, a “extrusão”.

Pereira Junior et al. (2013), observou os valores de desempenho produtivo de juvenis tambaqui alimentados com farinha de croeira de mandioca, concluindo que este composto é um alimento com potencial de uso em rações para tambaqui. O comportamento das variáveis zootécnicas observados neste estudo pode estar relacionado ao hábito alimentar da espécie, uma vez que, de acordo com Melo et al. (2001), o tambaqui é caracterizado como onívoro, podendo aproveitar uma ampla gama de alimentos vegetais, sendo que carboidratos são itens frequentes na sua dieta. Segundo Francis et al. (2001), as rações alternativas de origem vegetal, utilizadas na alimentação de peixes, elaboradas com frutos e sementes de leguminosas, tem CAA limitado devido à presença de grande variedade de substâncias antinutricionais. Esses fatores presentes nos alimentos podem influenciar numa baixa taxa de CAA, prejudicando o crescimento. Neste trabalho, embora não tenham sido avaliados os fatores antinutricionais apontados pelos autores citados, os índices de CAA apresentados em todos os tratamentos foram satisfatórios (Figura 13), o que sugere nas rações aplicadas neste experimento, os fatores antinutricionais podem ter influência não expressiva no desempenho dos peixes, fato que torna a RFCM um alimento com potencialidade de uso na alimentação de juvenis de tambaqui, com eficiência comprovada nos níveis de desenvolvimento entre 10g e 200g, de acordo com os resultados obtidos neste experimento (Tabela 23).

Segundo Oishi, (2007), a deficiência em aminoácidos essenciais em peixes causa redução na utilização da proteína, retardando o crescimento, diminuindo o ganho de peso e a eficiência alimentar. Os índices de aminoácidos essenciais apresentados na Tabela 9, demonstram a equivalência entre os aminoácidos existentes no fruto da castanha de macaco (*Couroupita guianensis*), e as exigências em aminoácidos para juvenis de tambaqui.

7.2.6 Composição centesimal de carcaça

Na análise da composição centesimal de carcaça dos peixes realizadas na amostra inicial (antes do início do experimento), os peixes recebiam uma dieta

contendo percentual de 36% de proteína bruta (PB). Os níveis das rações experimentais aplicadas aos grupos GC, T2, T3, T4 e T5, foram de 32% de proteína bruta (PB). Apesar da diferença os resultados, ambos, não foram discrepantes. No experimento os níveis de proteína apresentados na carcaça corresponderam a 53,15%; 55,77%; 53,47; 51,85% e 53,03% respectivamente, sendo o maior valor observado na amostra inicial de 55,93%, comparável com o apresentado pelo tratamento T2, de 55,77%. O menor percentual proteico foi observado no tratamento T4, 51,86%. Os grupos GC, T3, T5 apresentaram valor proteico intermediário com 53,15%; 53,47% e 53,03% respectivamente, não havendo diferenças entre os resultados dos tratamentos, demonstrando a eficiência equivalente entre as rações experimentais e a ração controle (comercial) (Tabela 24).

Os vários níveis de deposição de proteína apresentado na carcaça dos peixes diferem dos resultados obtidos por Oishi (2007). Conforme aumentou os níveis de adição de farinha de castanha da Amazônia (FCA) na ração, elevou-se também a concentração proteica de carcaça, com aumento da concentração de lipídios, diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho (Tabela 24).

Quanto a composição lipídica depositada na carcaça, os resultados para o GC, T2, T3, T4 e T5 foram de 26,47%; 24,51%; 23,53%; 23,72%; 23,45% respectivamente. Estes foram superiores ao observado na análise inicial de carcaça dos peixes, cujo valor foi de 17,77%. Não houve diferença significativa entre os tratamentos do experimento ($p>0,43$) e $CV=2,13\%$. Os peixes do grupo controle GC, arraçoados com a dieta somente da ração comercial (RC), apresentaram o maior percentual de gordura depositado na carcaça 26,47%, que os demais peixes dos tratamentos T2, T3, T4 e T5 com adição de 25%, 50%, 75% e 100% de RFCM respectivamente, níveis aproximados de deposição lipídica corporal.

Em diversos trabalhos, relaciona-se o acúmulo de lipídios na composição corporal dos peixes, como consequência do nível de lipídios existente na ração fornecida. A relação energia digestível/proteína de uma dieta também é de extrema importância (KUBITZA, 1999), pois, quando estiver baixa, o peixe utilizará a proteína como suplemento energético, e quando estiver alta, poderá ocorrer maior acúmulo de gordura corporal.

Para o tambaqui os registros de estudos nutricionais com ácidos graxos que propiciem informações aplicáveis a avaliações no desempenho zootécnico são

escassos. Alguns estudos sobre a composição corporal quanto ao perfil de ácidos graxos foram realizados. Almeida e Franco (2006), compararam a composição corporal em lipídios e ácidos graxos de tambaquis capturados na natureza nos períodos hidrológicos de seca e cheia, com os de tambaquis cultivados. Esses autores não observaram diferenças sazonais na composição percentual de lipídios da carcaça, como também quanto ao conteúdo dos ácidos graxos essenciais linoleico, LA (18: 2-n6) e linolênico, LNA (18: 3-n3). Contudo, na comparação entre os tambaquis capturados na natureza e aqueles provenientes do cultivo foram observadas diferenças significativas tanto no percentual de lipídios quanto no conteúdo de ácidos graxos. Os peixes cultivados apresentaram um percentual de lipídios de 4,5%, aproximadamente o dobro do observado nos tambaquis capturados na natureza na seca e cheia, 2,8% e 2,5%, respectivamente. Quanto à composição de ácidos graxos LA e LNA, os resultados demonstraram que os peixes cultivados diferiram também significativamente dos não cultivados. Na comparação com os peixes capturados na natureza, os peixes de cultivo apresentaram uma redução significativa no conteúdo de LA (208 mg/g de lipídios totais) e LNA (12,8 mg/g de lipídios totais). Para o LNA a redução foi mais acentuada, aproximadamente 25% apenas do valor dos peixes capturados na natureza. A Tabela 31, apresenta a composição de ácidos graxos existentes nas sementes da polpa da castanha de macaco (*Couropita guianensis*) em estudos realizados por Silva et al. (2003) e Silva, (2011), demonstrando que o fruto comporta em sua composição os ácidos graxos existentes na composição corporal do tambaqui. Nas sementes de *Couropita guianensis*, o principal composto de reserva são os lipídeos, verificados através do uso do corante Sudan IV, em aproximadamente 32% (ABUD, 2010).

Tabela 31. Composição de ácidos graxos do óleo extraído da semente da castanha de macaco (*Couropita guianensis*) e, referidas autorias.

	Valores (mg.100 ⁻¹ g)
--	----------------------------------

Ácidos graxos	Silva et al., (2003)	Silva, (2011)
C16:0 (palmítico)	6,00	6,94
18:0 (Esteárico)	3,53	6,62
C18:1 (Oléico)	5,41	8,82
C18:2 (Linoléico)	82,71	76,08
C18:3 (Linolênico)	0,56	0,39
Outros	ND	0,85
Saturados	ND	13,56
Monoinsaturados	ND	8,82
Polinsaturados	ND	78,77

ND= não determinado

As diferenças apontadas na composição em ácidos graxos no músculo de tambaqui entre os indivíduos capturados na natureza daqueles cultivados expõem a preocupação de que as rações utilizadas no cultivo de tambaqui não são adequadas à produção de tambaqui com as mesmas características nutritivas desejadas para o consumo humano, em relação a quantidade de lipídios totais e qualidade de ácidos graxos, evidenciando assim, a necessidade de rações com suplementação em ácidos graxos poli-insaturados para essa espécie que, além de atender a uma demanda nutricional de mercado, essa suplementação contribuirá para uma melhor produtividade no cultivo, visto que a deficiência em ácidos graxos interfere significativamente no crescimento animal (NRC, 1993). Roubach (1991) observou relação direta entre a composição corporal dos peixes e a composição dos frutos e das sementes que ingeriram, predominando a maior quantidade de extrato etéreo nos peixes que consumiram os mais energéticos.

A Tabela 32, apresenta o resultado de experimentos com alevinos e juvenis de tambaqui e respectivos autores. Os valores são equivalentes aos obtidos com os da RFCM, para o mesmo padrão e níveis de nutrientes testados.

Tabela 32. Valores médios de conversão alimentar aparente (CAA), composição da ração em Kcal/ED/Kg, percentuais de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidrato (CH) e composição de carcaça em experimentos com tambaqui e respectivas autorias.

Peixes	Ração		Carcaça		CH (%)	PB (%)	EE (%)	Autores
	PB (%)	CAA	Kcal ED/Kg	EE (%)				
1 – 5	50	1,05	4121	10,2	38,4	44,4	42,5	Van der Meer (1997)
46	30	1,6	2743	2,2	45,8	52,5	24,2	Oishi et al. (2010)
50	32	1,5	3338	6,2	47,8	57,0	29,9	Santos et al. (2010)
50	40	1,10	3565	9,3	34,9	50,2	43,2	Van der Meer (1997)
125	30	1,25	3396	10,8	50,5	58,8	28,0	Van der Meer (1997)
14 - 150	32	1,3	4225	7,6	41,3	53,03	23,45	RFCM (2016)

No sentido de demonstrar que a castanha de macaco possui teores lipídicos adequados à nutrição de tambaqui, utilizou-se as informações contidas no trabalho de Tsou e Mori (2002), onde constataram a presença de corpos proteicos e grãos de amido nas células do endosperma em pequenas proporções, em relação ao teor de corpos proteicos e lipídicos encontrados nas células dos cotilédones das sementes de castanha de macaco (*Couroupita guianensis*).

Em estudos com o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) realizados por Moshen e Lovell (1990), a umidade (UM) é inversamente proporcional a quantidade de lipídios na carcaça, e Oishi (2007) para tambaqui (*Colossoma macropomum*) em níveis de inclusão 10%, 20% e 30%, de farinha de castanha da Amazônia FCA, onde corrobora com a afirmação, apresentando redução da umidade e elevação do nível lipídico.

Neste trabalho ocorreu o oposto ao resultado obtido no estudo realizado por Oishi (2007), no qual concluiu que em condições de confinamento, (como ocorreu no estudo de rações elaborada com resíduos de castanha da Amazônia aplicadas ao tambaqui), onde os movimentos dos peixes foram restritos, houve aumento da deposição de gordura corporal. Afirma ainda que, altos teores de gordura no alimento são indesejáveis, pois reduzem os rendimentos de carcaça, a qualidade do pescado e o tempo de prateleira dos produtos processados, além de possuir baixa aceitação pelo consumidor. Portanto os resultados deste trabalho são satisfatórios, contrário a afirmativa de Oishi (2007), onde os níveis de umidade (UM) apresentaram valores ascendentes, inversamente aos de Lipídeos. Os resultados obtidos da composição centesimal de carcaça dos peixes alimentados com RFCM, durante o experimento

(Tabela 24), onde apresentaram menor acúmulo de gordura corporal, maior conversão do alimento em biomassa, estimando-se uma melhor qualidade do pescado e maior tempo de prateleira dos produtos processados, podendo-se inferir uma boa aceitação pelo consumidor, demonstrando assim terem maior rendimento, conseqüentemente, estima-se terem uma melhor aceitação no mercado.

7.2.7 Determinação da digestibilidade

De acordo com Oishi (2007):

A digestão é a combinação de processos mecânicos, químicos e bacterianos sofridos pelos alimentos ingeridos, até sua degradação em compostos que possam ser absorvidos e aproveitados pelo organismo ou permaneçam na luz do intestino até serem excretados.

A digestibilidade expressa a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e energia contida na dieta, sendo a relação entre os nutrientes ingeridos na dieta e evacuados nas fezes (ANDRIGUETTO et al., 1985). O conhecimento da digestibilidade da energia e dos nutrientes dos alimentos, permite a formulação de rações com menor custo que atendam às exigências nutricionais dos animais, sendo um potencial indicador para o crescimento, manutenção e reprodução (AKSNES & OPSTVEDT, 1998).

O processo de determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) envolve o uso de marcador inerte como, por exemplo, o óxido de cromo III, (Cr_2O_3), incluído na dieta em concentrações de 0,5 a 1,0%. Considera-se que as quantidades do marcador no alimento e nas fezes permaneçam constantes durante o período experimental e que todo o marcador ingerido aparecerá nas fezes. Segundo Vidal et al. (2004) é um indicador efetivo para estimar o CDA dos alimentos para tambaqui.

Os resultados das análises do coeficiente de digestibilidade da proteína do ingrediente (FCM), foi de 92,38%, não apresentando diferença estatística significativa em relação ao valor da digestibilidade da proteína da ração controle 92,15% com ($p > 0,33$) e CV = 9,33%. Assim, há vantagem quanto à digestibilidade, no uso da FCM, uma vez que o percentual proteico resultante da mistura de 70% de ração comercial

(controle) com 30% da FCM (ingrediente), resultou numa ração teste com 30% de PB, inferior ao nível proteico da ração controle com 36% de PB.

Os resultados de energia bruta e energia digestível em relação à digestibilidade entre a ração controle e a experimental, não apresentaram coeficientes de variação significativos (Tabela 26), assim como para os valores do CDA da massa seca (MS) e da energia bruta (EB).

Na verificação do CDA dos ingredientes das rações experimentais não houve diferenças significativas nos resultados das análises em todos os tratamentos (Tabela 26), a eficiência do ingrediente foi satisfatória sem muitas variações. Para o coeficiente de digestibilidade aparente da massa seca (CDAMs), os valores entre o controle GC e o tratamento T5, foram os que apresentaram maior variação 91,65% e 93,79% respectivamente, valores próximos aos apresentados por Oishi, (2007) em experimento com a castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) no nível de inclusão de 10% ($86\% \pm 0,4$), e Anselmo (2008), com resíduos de jenipapo (*Genipa americana*), a 30% de inclusão, resultando em 71,5% de CDAMs no experimento. Lemos et al., (2011), obtiveram maior índice de eficiência com farelo de coco a 25% de inclusão resultando em 95,3% de CDAMs. Conforme pode-se ver, o CDAMs relativo a RFCM é superior ao da ração controle, bem como aos resultados obtidos por Oishi, (2007) e Anselmo (2008), mas, equivalente ao resultado apresentado por Lemos et al., (2011), o que torna possível inferir a boa qualidade do insumo aqui analisado.

Quanto aos valores do CDA_{ee}, os grupos GC, T2, T3, T4 e T5 apresentaram as maiores diferenças com valores de 90,97%; 83,76%; 60,43%; 49,44% e 56,18% respectivamente, demonstrando a diversificação da digestibilidade dos lipídios pelos animais entre os tratamentos. Os valores do coeficiente de digestibilidade da proteína (CDA_{prot}), e do estrato não nitrogenado (CDA_{enn}), tiveram níveis de variação equivalentes, apresentando o tratamento T2 com os menores valores 66,30% e 74,53% e os maiores foram apresentados pelo T5 correspondendo a 90,92% e 92,09% respectivamente. Resultados com variações diversas foram obtidos por Oishi (2007) com resíduos de castanha da Amazônia ao nível de 10% de inclusão, obteve os valores do (CDA_{prot}) $93 \pm 0,4\%$ e de (CDA_{enn}) $73 \pm 1,7\%$. Ainda segundo o autor, as comparações dos CDA entre espécies para qualquer ingrediente são comprometidas devido a diferenças na metodologia utilizada.

Os resultados dos valores de CDA de todos os tratamentos para todos os nutrientes foram variados, com destaque para os valores do (CDAs), que foram os maiores e muito próximos, permitindo considerar que as rações aplicadas no experimento sejam altamente digestíveis quando comparadas a estudos de digestibilidade de rações contendo ingredientes similares aos utilizados neste estudo.

Carvalho, (2011) com inclusão de 30% de torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) para juvenis de tambaqui obteve CDA dos nutrientes MS, EE, PB e ENN de 66%, 94%, 71% e 69% respectivamente.

Considerando os valores do coeficiente de digestibilidade total (CDT) das rações, o qual considera o quanto da ração foi digerida pelo animal, a ração contendo 100% de RFCM, se mostrou mais digestível, pelos valores apresentados para o CDT de todos os seus nutrientes

Não houve registros de pesquisas na literatura referentes a digestibilidade de RFCM aplicada a peixes. Os valores dos CDA dos nutrientes e energia apresentados nos tratamentos com inclusão da RFCM, demonstram aproveitamento da energia e digestibilidade superiores a maioria dos estudos já realizados para o tambaqui, resultando na sua potencial utilização para juvenis.

7.2.8 Avaliação da relação custo/benefício na utilização da RFCM

Para a verificação do valor da ração aplicada por tratamento, comparou-se ao estudo realizado por Silva et al. (2008) para verificar a viabilidade econômica da utilização do farelo de coco nas rações, determinando-se o custo médio em ração por quilo de peso vivo, durante o período experimental, calculado pela fórmula (6.9).

A viabilidade econômica da produção na aquicultura está atrelada a verificação do rendimento na relação entre o consumo de ração e a produção de massa (ganho de peso) obtida pelos animais determinada pelo resultado da conversão alimentar aparente (CAA), que demonstra a quantidade de ração consumida pelo animal para converter em 1 (um) Kg de ganho de massa corporal, ou pelo índice de eficiência alimentar (IEA) no qual se verifica quanto do consumo de 1 (um) Kg de ração o animal transforma em massa corpórea. Neste experimento foram observados que em ambos os índices verificados, apresentados na Tabela 30, foram positivos no uso em níveis crescentes da RFCM, aplicados aos tratamentos do experimento. Os maiores índices

apresentados de CAA de 1,17 e IEA de 0,859 respectivamente, foram no tratamento T3 com inclusão de 50% da RFCM, e os menores índices no tratamento T4 com inclusão de 75% da RFCM com CAA de 1,45 e IEA de 0,689 respectivamente.

Na determinação do preço do quilograma das rações aplicadas no experimento por tratamento, primeiramente, calculou-se o valor das rações GC (controle), equivalente a ração comercial de uso no mercado cujo valor estimado ficou em R\$ 2,16/Kg e o valor da ração do tratamento T5, composto somente da RFCM em R\$ 1,41/Kg, (Tabela 28). Para a determinação dos valores dos demais tratamentos T2, T3 e T4, baseou-se nos valores dos percentuais de adição das rações em cada tratamento, resultando em R\$ 1,97; 1,78 e 1,60 respectivamente.

Os cálculos da relação custo/benefício entre o uso da ração convencional e a RFCM, foram obtidos pelas diferenças de valores alcançados entre o consumo médio das rações (CMR) e ganho de peso médio (GPM), apresentado por unidade experimental (peixes) obtidas durante o período do experimento, cujos valores resultantes foram: da ração comercial o custo médio estimado para cada Kg de peixe produzido foi de R\$ 2,83 e o da RFCM de R\$ 1,83. A diferença apresentada foi de uma redução de custo em R\$ 1,00/Kg de ração aplicada. Em projeções para maiores valores, estima-se que para cada tonelada de ração aplicada, ter-se-á uma lucratividade de R\$ 1.000,00, expressando a efetiva lucratividade na aplicação da RFCM para alimentação de tambaqui.

De acordo com Abimorad e Carneiro (2004):

O fator mais importante para o bom desenvolvimento da criação de qualquer espécie animal é uma alimentação adequada. O cultivo de peixes e de outros organismos aquáticos tem participado de forma significativa e ascendente na produção de proteína animal; neste caso, a alimentação vem representando a maior parte dos custos operacionais, tornando os estudos de nutrição e alimentação na aquicultura, de extrema importância. Nos últimos anos, o cultivo intensivo e semi-intensivo de peixes tem sido crescente no Brasil, principalmente, pelo interesse nas espécies nativas tropicais, como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*), que apresentam grande potencial para a

piscicultura, uma vez que possuem carne de excelente qualidade, além da facilidade na adaptação de criação em cativeiro.

Os gastos com a ração representam cerca de 40 a 60% dos custos de produção na piscicultura (PEZZATO et al. 2002; LIMA, 2010). Portanto considera-se uma das variáveis mais importantes a ser estimada na atividade, conjuntamente com os parâmetros zootécnicos: consumo de ração (CRM), conversão alimentar aparente (CAA), ganho de peso (GP) e crescimento. E segundo Silva et al. (2003), o fator de maior importância a ser observado é a redução de custos da produção.

A viabilidade econômica da criação de tambaqui, como em qualquer outra espécie animal, está atrelada à nutrição. Apesar das características zootécnicas favoráveis, o custo de produção de tambaqui é considerado alto, representando os gastos com alimentação cerca de 60 a 70% desses custos (ROTTA, 2002). Entre as estratégias utilizadas para reduzir os custos de produção, a disponibilização de informações sobre as exigências nutricionais da espécie e a busca por alimentos alternativos e econômicos são determinantes para a formulação de dietas específicas às diferentes fases do cultivo.

Os sistemas e as tecnologias na cadeia produtiva da piscicultura encontram-se em plena ascensão, apresentando elevado nível de crescimento em relação a outras culturas produtivas (BOZANO e CYRINO, 1999).

Os produtores podem minimizar de forma significativa este custo com a adoção de um manejo alimentar adequado e uso de rações com qualidades compatíveis com as diferentes fases de desenvolvimento dos peixes e com o sistema de cultivo utilizado. Através de uma adequada nutrição e manejo alimentar é possível:

- Melhor explorar o crescimento dos peixes e aumentar o número de safras anuais;
- Melhorar a eficiência alimentar, minimizando os custos de produção;
- Reduzir o impacto poluente dos efluentes da piscicultura intensiva, aumentando a produtividade dos sistemas de produção;
- Obter melhor saúde e maior tolerância às doenças e parasitoses.

Nos últimos anos, os nutricionistas têm direcionado seus estudos na busca de informações que possam contribuir para redução dos custos com a alimentação e os teores de proteína das dietas. A simples redução no conteúdo de proteína não permite adequado desempenho em condições de criação intensiva, sendo necessário

observar também as proporções entre os aminoácidos. Uma ração formulada com base em proteína bruta ou aminoácidos totais pode não atender às necessidades nutricionais dos peixes. Deficiências ou excessos de aminoácidos interferem na utilização da fração nitrogenada, assim como na composição química e no rendimento de carcaça dos peixes (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004).

Os resultados e valores apresentados nesta pesquisa, projetados para maiores quantidades, expressam uma efetiva lucratividade com a aplicação da RFCM para alimentação de tambaqui.

8. CONCLUSÃO

1) Pelos resultados das análises do rendimento de polpa obtidos da castanha de macaco na elaboração da FCM, conclui-se que para cada dez frutos (usando somente a polpa), poderão ser produzidos 2.415g de FCM, com o preço/Kg estimado em R\$ 1,03, tem-se um valor final obtido para cada dez frutos de R\$ 2,49. E com os resultados da análise da composição nutricional do fruto da castanha de macaco, há a possibilidade de aproveitamento do fruto em sua totalidade e a FCM elaborada com teor de umidade (UM) abaixo de 6%, como o valor de umidade (UM) apresentado na Tabela 19 (5,37%), com embalagem e armazenamento adequado, pode ser ampliado o tempo de prateleira por mais de 36 meses, sem perda das propriedades organolépticas.

2) Como as variáveis apresentadas nas análises dos níveis de desempenho dos peixes alimentados com a RFCM, foram superiores às do grupo controle (GC), composto apenas de ração comercial (RC), obteve-se resultados favoráveis de crescimento médio total dos peixes no período de experimento, que corroboram com a hipótese H₁ levantada, obtendo-se o resultado do GPM de 87,90g maior do que no uso da ração comercial com GPM de 77,60g (Tabela 23). Com um aumento da velocidade de crescimento do tambaqui em 13,27%, obtendo-se maior peso médio dos peixes na despesca arraçoados com a RFCM, conclui-se que há viabilidade de uso na alimentação de juvenis de tambaqui, pois, demonstraram ser eficientes e tiveram uma boa aceitação pelos peixes;

3) Considerando os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), apresentados durante o experimento, houve uma boa digestibilidade tanto da FCM, quanto da RFCM, pela alta taxa de conversão alimentar aparente (CAA) apresentada pelos peixes (Tabela 30), que apesar de não apresentarem diferenças significativas, confirmando positivamente a hipótese H₂, no entanto, houve uma maior retenção de biomassa dos peixes alimentados com a RFCM, aumentando a velocidade de desenvolvimento do tambaqui (*C. macropomum*), pela redução do tempo de cultivo, concluindo-se que tanto a FCM, quanto a RFCM, são alimentos que apresentam uma ótima digestibilidade.

4) avaliações resultantes da relação de custo/benefícios na utilização da RFCM, comparada com a ração comercial, conforme demonstrado na Tabela 30, ficou evidenciado sua eficiência, viabilidade e economia. Confirmando-se positivamente a hipótese H_3 , onde conclui-se que, o custo de produção de tambaqui para comercialização com uso da RFCM, é de mais baixo custo que o custo dos peixes alimentados com a ração comercial utilizada no grupo controle (GC).

5) Como todos os resultados obtidos nesta pesquisa confirmam positivamente as hipóteses formuladas, pois, para cada quilo de peixe produzido com uso da ração de farinha de castanha de macaco (RFCM), obteve-se uma redução de custo em R\$ 1,00/Kg (um real por quilograma), aproximadamente 35,33% em comparação com o uso da ração comercial, conclui-se:

- a) Há viabilidade da criação de tambaqui alimentados com RFCM;
- b) Há possibilidade de aumento da oferta de pescado no mercado;
- c) Há possibilidade futura de ocorrer redução no preço do peixe no mercado devido a maior produtividade, associada a um aumento da oferta de ração para peixes com menor custo, resultando, conseqüentemente, na redução da pressão sobre os estoques naturais, contribuindo de maneira efetiva para o processo de sustentabilidade.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados permitem prever novas pesquisas que avaliem mais amplamente a utilização de um insumo natural de fácil cultivo e de forma sustentável. Assim sugerimos:

I) A realização de análises químicas e físicas mais profundas da composição dos nutrientes existentes na massa total do fruto, para melhorar o aproveitamento das propriedades e nutrientes da castanha de macaco com verificação da presença ou não de fatores antinutricionais, da digestibilidade da ração com o tambaqui em outros níveis de crescimento e em outras espécies de peixes e animais aquáticos;

II) Realização de mais pesquisas relacionadas com o uso da FCM em rações balanceadas para outros animais como aves (em todos os níveis de crescimento, engorda, e produção de ovos); suínos (crescimento, engorda, reprodutores etc.); Bovinos (crescimento, engorda, leiteiras, complemento nutricional etc.); Caprinos e Ovinos (em todas as fases);

III) Projetos de pesquisa de implantação de cadeia produtiva, - Plantio das árvores para produção dos frutos com aproveitamento na elaboração de rações de forma intensiva (industrializada), como ocorre com outras espécies agrícolas (milho, soja, mandioca), entre outros.

REFERENCIAS

- ABIMORADE, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da ração proteica e da energia digestível de alimentos para o pacú, *Piractus mesopotamicus* (HOLKMBERG, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1101 – 1109, 2004.
- ABIMORAD, E.G.; FAVERO, G.C.; SQUASSONI, G.H.; CARNEIRO, D.J. Dietary digestible lysine requirement and essential amino acid to lysine ratio for pacu *Piractus mesopotamicus*. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, 16: 370-377, 2010.
- ABIMORAD, E. G.; CASTELLANI, D. Exigências nutricionais de aminoácidos para o lambari-do-rabo amarelo baseadas na composição da carcaça e do músculo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, n.1, p.31-38, 2011.
- ABUD, H.F. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.
- AL-DHABI, N.A. Antimicrobial, antimycobacterial and antibiofilm properties of *Couroupita guianensis* Aubl. fruit extract. **Complementary and Alternative Medicine**, v. 12, n. 3, p. 242-248, 2012.
- ALMEIDA, J. de; FERREIRA FILHO, J. R. A mandioca na alimentação animal. EBDA. p 8. (**Circular Técnica n. 11**) Salvador-BA 2007.
- ALMEIDA, N. M.; FRANCO, M. R. B. Determination of essential fatty acids in captured and farmed tambaqui (*Colossoma macropomum*) from the brasilian amazonian area. **JAACS**, v.83, n.8, p.707-711, 2006.
- AYROZA, L. M. D. S.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, D. M. M. D. R.; SCORVO FILHO, J. D.; SALLES, F. A. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 231-239, 2011.
- AKSNES, A.; OPSTVEDT, J. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. **Aquaculture**, v.161, p.45-53, 1998.
- ANDRADE, S. M. S.; OLIVEIRA, A. C. B. Efeito da torta de dendê (*Elaeis guianensis*) no ganho de peso e qualidade de carcaça de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista da UA, Série: Ciências Agrárias**, Manaus, v. 7, n.1-2, p. 101-111, 1998.
- ANDRIGUETTO, C.; PSOMAS, E.; TZANETASKIS, N. ; SUZZI,G.; LOMBARDI, A. Randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) PCR for the identification of yeasts isolated for dairy products . **Lett Appl Microbiol**, 30(1): 5-9, 1995.
- ANSELMO, A. A. S. **Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui (*Colossoma***

macropomum). Dissertação (mestrado) Biologia de Água Doce e Pesca Interior – BADPI, INPA/UFAM, 45p. Manaus- AM, 2008.

A.O.A.C. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official Methods of Analysis**. 12th edition. George Banta Co. Inc. Manasha, Wuinconsin, USA, 937 p. 1995.

AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; RESENDE, J.T.V.; MENEZES, C.B.; NASCIMENTO, I.R. Inheritance of resistance to the Papaya ringspot virus-watermelon strain (PRSV-W) from watermelon accession 'pi 595201'. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.12, p.67-75, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590>>. Acesso em: 25 de Mar.2016.

ARAUJO-LIMA, C. A. R.; GOULDING, M.; **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq. 186 p. 1998.

ARIDE, P.H.R.; ROUBACH, R.; VAL, A.L. Water pH in Central Amazon and its importance for tambaqui culture. **World Aquaculture Magazine**, U.S.A., v.35, (2): 24, 2004

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada a piscicultura**. Ed. Santa Maria – RS, UFSM. 212p. 2009.

BALEN, R. E., TETU, P. N., BOMBARDELLI, R. A., POZZA, P. C., & MEURER, F. Energia digestível do glicerol bruto para o pacu e o jundiá. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1448-1451.

BARBOSA FILHO, J. **Valoração ambiental na prática**. EDUA, Manaus (AM), 1Ed. v.1 204p 2014.

BENDIKESEN, E. A.; ARNRSEN, A. M.; JOBING, M. Effects of dietary fatty acid profile and fat content on smolting and seawater performance in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Aquaculture**, 149 – 163, 225p. 2003.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Dieta lysine requirement of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Aquaculture**, v.297, p.151-156, 2009.

BRAGA, L.F. Caracterização morfométrica de sementes de castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess – Lecythidaceae). **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 5, p. 111-116, 2007.

BRASIL, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA, **Boletim Estatístico de Aquicultura e Pesca, 2010**. Brasília - DF. 128p. 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>> acesso em: 22/07/2014.

_____, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA/SEAP. **Boletim Estatístico de Aquicultura e Pesca, Brasil 2011**. Brasília - DF. 60p. 2013

_____, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA/SEAP. **Produção pesqueira e aquícola**. Estatísticas 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>> acesso em: 30/05/2015.

_____, MINISTERIO DA PESCA E AQUICULTURA, **1º Anuário brasileiro de pesca e aquicultura**, 136p. jan. 2014.

BOYD, C. Water quality in pounds for aquiculture. London: **Birmingham Publishing**. 282p. 1990

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. M. A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p.145-154, 2011.

BOZANO, G. L. N. e CYRINO, J. E. P. Produção intensiva de peixes em tanques rede e gaiolas. **Panorama da Aquicultura**. Nov./Dez: 25-30, 1999.

BRANDÃO, R. F.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAUJO, L. D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39 (4): p 357-362, 2004.

BRASIL, (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA), Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros. **Estatística da Pesca, 2005: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília- DF, 2008.

_____, (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Estatística da pesca e aquicultura** Grandes regiões e unidades da federação.). Brasília - DF 2009.

_____, (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Estatística da pesca e aquicultura (2009 2012)** Brasília - DF, 2013

BRASIL, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, (2012). **A Contagem da proporção**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em 11/11/2015.

BRESSANE, S. B. **Desempenho produtivo de tambaqui curumim (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) em tanques-rede com diferentes densidades de estocagem no lago Tupé**. Monografia, UFAM, Manaus–AM, 38p. 2010.

BRUSCHI, F.L.F. **Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação**. Trabalho de Conclusão (grau de Oceanógrafo) Curso de Oceanografia. Itajaí, 2001.

BUREAU, D. P., HARRIS, A. M., CHO, C. Y. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, 180:345–358, 1999.

CAMARGO, A.C.S., VIDAL-JÚNIOR, M.V, DONZELE, J.L., ANDRADE, D.R. E SANTOS, L. C. Níveis de Energia Metabolizável para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de Peso Vivo. 1. Composição das Carcaças. **Rev. Bras. Zootec.** 27: 409-415, 1998.

CAMARGO, I.P.; CASTRO, E.M.; GAVILANES, M.L. **Aspecto da anatomia e morfologia de amêndoas e plântulas de castanheira-do-Brasil**. *Cerne*, v. 6, n. 2, p. 11-18, 2000

CARVALHO, E. A. **Digestibilidade *in vivo* e *in vitro* da torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)** / Tese (Doutorado em Biotecnologia) — Universidade Federal do Amazonas, UFAM 95 f. Manaus: 2011.

CARVALHO, I.M.M. Caracterização química da castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.) da região da zona da mata mineira. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 971-977, 2012.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J. E. P.; **Piscicultura nos trópicos**. Ed. Manole. São Paulo – SP. 1996.

CHELLAPA, S.; N.T. CHELLAPA; F.A. BARBOSA; F.A. HUNTINGFORD; M.C.M. BEVERIDGE. Growth and production of the Amazonian tambaqui in fixed cages under different feeding regimes. **Aquaculture International**, v.3 p.11-21. 1995.

CYRINO, J.E.P., BICUDO, A.J.A., SADO, R.Y., BORGHESI, R., DAIRIKI, J.K. A nutrição de peixes e o ambiente. Palestra. In: I Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes. **Anais**. Botucatu: UNESP, 2005.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; YUJI, S.R.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K.. A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Rev. Bras. Zootec.** 39: 68-87 (Suplemento Especial). 2010

CYRINO, J.E.P.; FRACALOSSO, D.M. A pesquisa em nutrição de peixes e o desenvolvimento da aquicultura no Brasil: uma perspectiva histórica. In: Fracalossi, D.M.; Cyrino, J.E.P. (ed.). **Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. v. 1, p. 1-17, 2012.

CYRINO, J.E.P.; KUBITZA, F. Piscicultura. Ed. SEBRAE. **Coleção Agroindústria**, Cuiabá-MT. 8:- 90, 1996.

CORRÊA, C. F.; AGUIAR, L. H.; LUNDSTEDT, L. M.; MORAES, G. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch

changes and metabolic inferences **Comparative Biochemistry and Physiology Part. A**, Amsterdam, v. 147, p. 857-862, 2007.

CORTELAZZO, A.L.; COUTINHO, J.; GRANJEIRO, P.A. Storage and ageing of french beans (*Phaseolus vulgaris* L.): effect on seed viability and vigor. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 22, n. 2, p. 121-128, 2005.

CREPALDI, D. V. Situação da Aquicultura e da pesca no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira Reprodução Animal** v.30, n.3/4, p.81-85, 2007. Disponível n em www.cbra.org.br. Acesso 20/07/2012.

CUENCO, M.; STICKNEY, R.; GRANT, W. Fish bioenergetics and growth in aquaculture ponds: II. Effects of interactions among size, temperature, dissolved oxygen, unionized ammonia and food on growth of individual fish. **Ecological Modeling**, 27: 191 – 206, 1999.

CUNHA, S. S.; FERNANDES, J. O.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Quantification of free and esterified sterols in Portuguese olive oils by solid-phase extraction and gas chromatography mass spectrometry. **Journal of Chromatography**, v. 1128, p. 220-227, 2006.

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. Revisão de Literatura: **Exigência nutricional do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros**. Manaus: Documentos 91, 1ªEd. 44p. 2011. Disponível em <<http://siaiacad04.univali.br/download/pdf/Docpescado3.pdf>>. Acesso em: 04 Jun. 2015.

DE ALMEIDA, L.C.; AVILEZ, I.M.; HONORATO, C.A.; HORI, T.S.F.; MORAES, G. Growth and metabolic responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed different levels of protein and lipid. **Aquaculture nutrition**. 17: 253-262, 2011.

DE ANDRADE, R. L. B.; WAGNER, L.; & MARTINS, I. M. R. S. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 198-203. 2005.

DAVE, G.R.; PATEL R.J. Characteristics and composition of seeds and oils of *Couroupita guianensis* Aubl. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 87, n. 3, p. 111-112, 2006.

ECKMANN, R.. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characoidei) feeding on artificial diets. **Aquaculture**, 64(4): 293-303, 1987.

ELUMALAI, A.; CHINNA, E.M.; DIDALA, A. Investigations on anti-oxidant, anti-arthritic and antiplatelet studies in *Couroupita guianensis* Aubl. leaves by in vitro methods. **Pharma science**, v. 3, n. 4, p. 2262-2269, 2012.

FAO. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION) Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. **Aquaculture Production**. FISHSTAT Plus - Universal software for fishery statistical time series [online or CD-ROM]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1950-2007) 2009.

____ (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION), Fisheries Department, Fishery Information Data and Statistics Unit. Fishstat plus: universal software for fishery statistical time series. **Aquaculture production: quantities 1950-2005, Aquaculture production: values 1984-2005; Capture production: 1950-2005. Version 2.30**. Rome: FAO, 2010. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 05 Jan. de 2013.

____, (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION) Fisheries and Aquaculture Department. **Global Aquaculture Production Statistics for the year 2011**. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/FI/news/GlobalAquaculture>> Production Statistics, 2013: Acesso 02/06/2016

____. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION) **The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and challenges**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 243 p. 2014.

FENACAM, (2015). **Panorama da aquicultura no Brasil: Avaliação da Indústria da aquicultura seu crescimento e desafios**. Fortaleza-CE, 21 a 24 Nov. 2015. Disponível em: <www.sna.agr.br/fenacam-lacqua-sara-was2015>. Acesso em 02 Jun. 2016.

FLORES-NAVA, A.; BROWN, A. **Peces nativos de água Dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Uma síntese del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo** FAO, 204 p. 2010.

FORTUNATO, A.P.V.F., A árvore dos cheiros. **Terra da gente**: Rio de Janeiro. Fevereiro 2011. Disponível em: <<http://www.google.com>>. Acesso em: 05 Dezembro de 2011.

FRACALOSSO, D. M. & CYRINO, J. E. P. [NUTRIAQUA], Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira.: **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 23 Ed. – Florianópolis-SC, 2012.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; & MIRANDA, E. C. D. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1143-1149. 2001.

FURUYA, W. M.; FURUYA, V. R. B. Nutritional innovations on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.39, p.88-94, 2010.

FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the determination of chromic oxid as an index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries**, v6 p.502-506.1996.

GOUDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae), an important Amazonian food fish. **Rev. Brasil. Zool.**; 1(2): 107 – 133, 1982.

GUIMARÃES, S. F. e STORTI-FILHO, A. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39 n.3, p. 293-296, 2004.

GUNTHER, J.; J. ABARCA, J. B. Growth performance of *Colossoma macropomum* (Cuvier) juveniles at different feed rations. **Aquaculture and Fisheries Management**, 23 (81). 1992

HOLANDA, N. **Introdução à economia: da teoria à prática e da visão micro à macroperspectiva**. 8 ed. rev. e ampl. Pertrópolis, RJ: Vozes, 2003.

HONDA, E.M.S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens* (Spix). **Acta Amazônica**, v.4, n.2. p.47-53. 1974.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Normas Analíticas do IAL: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. ed. São Paulo-SP 1020 p. 2008.

IVLEV, V. S. **The biological productivity of waters**. *J. Fish Res. Board. Can.*, 23 (11): 1727-59. 1966

IZEL, A.; CRESCENCIO, R.; O'SULLIVAN, F. D. A.; CHAGAS, E.; BOIJINK, C. D. L.; & SILVA, J. Produção intensiva de tambaqui em tanques escavados com aeração. Embrapa Amazônia Ocidental- **Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 4 p. 2013.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, **Documentos**, 32. 19p. 2004.

JACOMETO, C. B.; BARRERON. M. L.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M. P.; GOMES. 26 P.C.; POVH, J. H.; STREIT JUNIOR, D. P.; VARGAS, L.; RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P. Variabilidade genética em tambaquês (*Teleostei: Cararacidae*) de diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2010.

KOHLA, U.; SAINT-PAUL, U.; FRIEBE, J. Growth, digestive enzyme activities and hepatic glycogen levels in juvenile *Colossoma macropomum* Curvier from South America during feeding, starvation and refeeding. **Aquaculture Fisheries Management**, v.23, n.1, p.189-208, 1992.

KITAJIMA, K. Do shade-tolerant tropical tree seedlings depend longer on seed reserves? Functional growth analysis of three **Bignoniaceae species**. **Functional Ecology**, v. 16, n. 2, p. 433-444, 2002.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de peixes cultivados**. Campo Grande – MS. 44p. 1998.

_____, F. "Off-flavor", nutrição, manejo alimentar e manuseio pré-abate, afetam a qualidade do peixe destinado à mesa. **Revista Panorama da Aquicultura**, Julho/Agosto, Rio de Janeiro- RJ, Ista, 1999.

_____. F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. 3 ed. Jundiaí. SP Kubitz, F. 123p. 2000.

_____; **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí - SP, 229p., 2003.

_____; **O mar está para peixe, para peixe cultivado**. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.100, p.14-23, 2007.

_____; TAMBAQUI: alimentando com eficiência para reduzir custos. **Rev. Panor. da Aquic.** O cenário perfeito para uma produção sustentável. v. 22, Nº 129: Jan./Fev. R.J - 2012.

_____; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. Criação da garoupa: um peixe indicado para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 22 (132): 14-25. jul./ago. 2012.

_____. Aquicultura no Brasil: conquistas e desafios. Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 25, n. 150, Jul./Ago. 2015. Disponível em: <www.panoramadaaquicultura.com.br/arquivos2015> Acesso em: 25 Mar. 2016.

LAGO, R. C. A.; PEREIRA, D. A.; SIQUEIRA F. A. R.; SZPIZ, R. R.; DE OLIVEIRA, J. P. Estudo preliminar das sementes e do óleo de cinco espécies da Amazônia. **Acta amazônica** v.16/17 p. 369-376 1987.

LEMO, M. V. A.; GUIMARÃES, I. G.; MIRANDA, E. C. D. Farelo de coco em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 188-198, 2011.

LIMA, M. S. **Os Fluxos de Conhecimentos na Piscicultura do Estado do Amazonas**: uma Análise da Trajetória e das Condições Institucionais. Contexto Porto Alegre - RS, v. 5, p. 1-154, 2005.

LIMA, C. DE S.; SILVEIRA, M. M.; TUESTA, G. M. R. Nutrição Proteica Para Peixes. **Ciência Animal**, UFMA 25 (4): 27-34, 2015.

LOCHMANN, R.; CHEN, R.; CHO-KOO, F. W.; CAMARGO, W. N.; KOHLER, C. C.; KASPER, C. Effects of carbohydrate-rich alternative feeds on growth, survival, body composition, hematological, and nonspecific immune response of black pacu, *Colossoma macropomum*, and red pacu, *Piaractus brachipomus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 40, n. 1, p. 33-44, Feb. 2009.

LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA FILHO, F. P. D.; SANTOS, I. B., WATANABE, P. H.; ARAUJO, D. D. M. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 519-526. 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum 368 p, 2002.

MACEDO, E.M. **Exigência de proteína na nutrição de tambaqui, *Colossoma macropomum* Curvier, 1818. (Pisces, Characidae)** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Estadual de São Paulo-UNESP, Jaboticabal SP. 71p. 1979.

MARCON, J. L.; MOREIRA, S. S.; FIN, J. D. I. Medition lethal concentration (LC50) for un-ionized ammonia in two Amazonian fish species, *Colossoma macropomum* and *Astronotus ocellatus*. In: **VI International Congress on the Biology of Fish**, 1: 105 – 116, 2004.

MARGATTO, R.A.K.; ROYER, R.M. Germinação da semente e desenvolvimento inicial de *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (Lecythidaceae) submetida a diferentes substratos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 101-113, 2009.

MARTIN, N. B.; SCORVO FILHO, J. D. S.; SANCHES, E. G.; NOVATO, P. F. C.; AYROSA, L. M. S. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n.1, 39p. jan. 1995.

MARTINO, R. C.; CIRINO, J. E. P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. Effect of dietary lipid level on nutrition performance of the surubim, (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Aquiculture**, v 209, p. 209-218, 2002.

MATIAS, J. F. N; SCORVO-FILHO, J. D.; ROUBACH, R. El Mercado de las Especies Nativas de Brasil. In: FLORES-NAVA, A.; BROWN. **A. Peces nativos de agua Dulce de América del Sur de interés para la acuicultura**: Uma síntese del, Estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. ed. FAO, pp. 162 – 175, 2010.

MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; RODRIGUES, F.M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas. EMBRAPA Amazônia Ocidental **Documentos 9**. 30p. 2001.

MEROLA, N.; H. SOUZA. Cage culture of the Amazon fish tambaqui, (*Colossoma macropomum*), at two stocking densities. **Aquaculture**, 71: 15-21. 1988.

MORI-PINEDO, L. A. **Determinação das exigências proteico-calóricas de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* (COUVIER 1818)**, Tese (Doutorado). INPA/UFAM, Manaus – AM. 110p., 1999.

MORI-PINEDO, L. A.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Substituição do fubá de milho (*Zea mays*, L.) por farinha de pupunha (*Bactres gasipaes*, H. B. K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818), **Acta Amazonica** 29 (3): p. 447-453, 1999.

MOHSEN, A.A.; LOVELL, R.T. Partial substitution of soybean meal with animal protein sources in diets for channel catfish. **Aquaculture**, 90 (3/4):303- 311, 1990.

MOURADE, N. M. N. **Crescimento ponderal e morfométrico do pacú *Piracatus mesopotamicus*, tambaqui *Colossoma macropomum* e híbridos da primavera ao inverno**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

NARANJO, A. B. Producción y factores de riesgo para el cultivo de peces nativos en América del Sur. In: FLORES-NAVA, A.; BROWN, A. (Ed.). **Peces nativos de água Dulce de América del Sur de interés para la acuicultura**: Una síntese del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. p. 150–161, 2010.

NETO, V.Q. Brasil nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K) seed kernel oil: characterization and thermal stability. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 123-133, 2009.

NRC, (National Research Council), Nutrient requirement of fish, Washington, D.C.: **National Academy of Science**. 114p. 1993.

____ (National Research Council), *Nutrient requirement of fish and shrimp* Washington, D.C.: National Academy of Science 105 p. P. 55-61, 2011.

OLIVEIRA, A. C. B.; PEREIRA FILHO, M. ; GANDRA, A. L. . Utilização do arroz silvestre (*Oryza glumaepatula*) no arraçoamento de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista da UA, Série: Ciências Agrárias**, Manaus, v. 7, n.1, p. 113-123, 1998.

OLIVEIRA, A. C. B.; MARTINELLI, L. A.; MOREIRA, M. Z. ; CYRINO, J. E. P. . **Determination of apparent digestibility coefficient in fish by stable carbon isotopes**. *Aquicultura Nutrition* , v. 14, p. 10-13, 2008.

OLIVEIRA, A. C. B.; MIRANDA, E. C.; CORREA, R. **Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. [NUTRIAQUA] Florianópolis – SC, v.1, p. 231-240, 2012.

OISHI C. A., **Resíduos da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**, Dissertação (mestrado) INPA/ UFAM. 60p. Manaus, AM., 2007.

OISHI, C.A.; L.C. NWANNA; M. PEREIRA-FILHO. Optimum dietary protein requirement for amazonian tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fish meal free diets. **Acta Amazonica**. 40(4): 757-762, 2010.

ONO, E. A. Cultivar peixes na Amazônia: possibilidade ou utopia? **Panorama da Aquicultura**, 90: 41-48, 2005.

PACK, M.; M. RODEHUTSCORD. Extending the ideal protein concept to fish nutrition. **Feed Mix**, 3(4):23-25, 1995.

PADUA, D. M. C.; UBINATI, E. C.; CARNEIRO, D. J.; PÁDUA, J. T.; SILVA, P. C. Determinação da composição das proteínas da levedura de álcool (*Chaccharomyces cereviciae*) seca e da farinha de peixe como ingrediente para rações de peixe de água doce. **Anais Escola de Agronomia e Veterinária**, 27 (2) 85-97. São Paulo SP. 1997.

PEREIRA JUNIOR, G. P.; PEREIRA, E. M. D. O.; PEREIRA FILHO, M.; BARBOSA, P. D. S.; SHIMODA, E.; & BRANDÃO, L. V. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) alimentados com rações contendo farinha de croeira de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em substituição ao milho (*Zea mays*). **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 217-226, 2013.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. DE; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C., Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Rev. Bras. Zootec.** 31(4):1595-1604. 2002.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M.; & PINTO, L. G. Q. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 329-337. 2004

REGINA, V.; UMA RAJAN, K.M. **Phytochemical analysis, antioxidant and antimicrobial studies of fruit rind of *Couroupita guianensis* (Aubl)**. **International Journal of Current Science**, v. 2, p. 262-267, 2012.

RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo – SP, 40(1): 135 – 145, 2014.

RODRIGUES, R.M. **A flora da Amazônia**. Belém- PA: CEJUP, p. 64-65. 1989.

RODEHUTSCORD, M.; BORCHERT, F.; GREGUS, K. Availability and utilization of free lysine in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. 1. Effect of dietary crude protein level. **Aquaculture**, 187: 163-176. 2000.

ROTTA, M. A. **Utilização da energia e proteína pelos peixes**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 24p, 2002.

ROUBACH, R. **Uso de frutas e sementes de floresta inundáveis na alimentação de *Colossoma macropomum*, (Cuvier, 1818)**, (PICES CHARADAE). Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM, Manaus – AM, 79p. 1991.

SABBAG, O. J.; ROZALES, R. D. R.; TARSITANO, M. A. A.; & SILVEIRA, A. N. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e Agronegócio**, UFRPE, Departamento de Letras e Ciências Humanas, v. 3, n. 2. p. 86-100 2007.

SANTOS, L. C. Níveis de Proteína Bruta para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) na fase de 30 a 250 gramas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3 p.421-426, 1998.

SANTOS, L.; PEREIRA FILHO, M.; SOBREIRA, C.; ITAIASSÚ, D.; FONSECA, F.A.L. Exigências proteicas de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após a privação alimentar. **Acta Amazônica**, 40(3): 597-604, 2010b.

SAINT-PAUL, U. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish (*Colossoma macropomum*), Serrasalminae. **Environ. Biol. of Fishes**, 11(1): 53-62, 1984.

SCHMITTOU, H. R. 1993. IN CARNEIRO, P. C. F.; CYRINO, J. E. P.; CASTAGNOLI, N. Produção de tilápias vermelha da florida em tanque rede. **Revista Sci. Agric.** Vol. 56, n. 3 Piracicaba, 1999.

SILVA, J. A. M. **Nutrientes, energia e digestibilidade aparente de frutos e sementes consumidos pelo tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) nas florestas inundáveis da Amazônia Central.** Manaus: (Tese de doutorado) INPA/UFAM, 142p., 1996.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui's *Colossoma macropomum* (COUVIER 1818). **Revista Brasileira de Biologia**. 60 (4): 599-605, 2000.

SILVA, J. D.; PEREIRA-FILHO, M.; & OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. D. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) incorporados em rações. Digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p.1815-1824, 2003.

SILVA, A.M.R.; BERTO, D.A.; LIMA, G.J.M.M.; WECHSLER, F.S.; PADILHA, P.M.; CASTRO, V.S. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.286-295, 2008.

SILVA, M. A. A. D. **Composição química e avaliação termo-oxidativa de óleos das sementes de *Couroupita guianensis*, Aubl. Por métodos de oxidação acelerada.** João Pessoa:(Dissertação de Mestrado), UFPB/CT, 81p. 2011.

SILVA, R. M.; RIBEIRO, R. T.; COUTINHO, D. J. G.; SILVA, S. I.; GALLÃO, M. I. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Couroupita guianensis* Aubl.), **Rev. Inst. Flor.** v. 27 n. 1 p. 7-17 jun. 2015.

SOUZA, J. S.; GUALBERTO, G. F.; O'SULLIVAN, F. L. A. Influência da temperatura no crescimento de juvenis de tambaqui. X jornada de Iniciação científica da Embrapa Amazônia Ocidental, **Anais**. Ed. Regina Caetano Quisen, Manaus, 10: p.190-196. 2013.

SOUZA, R. A. D.; CANTISANI PADUA, D. M.; CASTRO OLIVEIRA, R. P. D.; MAIA, B., & CESAR, T. Análise econômica da criação de tambaqui em tanques-rede: estudo de caso em assentamento da reforma agrária. **Custos e Agronegócio**, Departamento de Letras e Ciências Humanas, UFRPE, v. 10, n. 1, p. 253-268, 2014.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS/STAT software. Version 9.2, Cary SAS Institute Inc.2008.

TAMASSIA, S. T. J. **Indicadores técnicos-econômicos para o gerenciamento do modelo alto vale do Itajaí de piscicultura integrada**. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2011.

TSOU, C.H.; MORI, S.A. Seed coat anatomy and its relationship to seed dispersal in subfamily Lecythidoideae of the Lecythidaceae (the Brasil nut Family). **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 43, n. 3, p. 37-56, 2002.

VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. **Adaptação de peixes ao ambiente de criação**. INPA p. 45-49, 1995.

VAL, A. L.; HONCZARYK, A. **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA, 160p. 1995.

VAL, A. L.; ROLIM, P. R.; RABELE, H. **Situação atual da Aquicultura na Região Norte**. P 247-266, 2000.

VAN DER MEER, M. B.; HUISMAN, I. A.; VERDEGEN, M. C. J. Feed consumption, growth and protein utilization of *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818) at different dietary soya meal/fish meal rations. **Aquacultura Research**, 27: 531-538, 1996

VAN DER MEER, M.B.; **Feeds and feeding strategies for *Colossoma macropomum* (CUVIER 1818)**, 137p. 1997a.

VAN DER MEER, M.B.; ZAMORA J.E.; VERDEGEM M.C.J. Effect of dietary lipid level on protein utilization and the size and proximat composition of body compartments of *Colossoma macropomum*, (CUVIER 1818). **Aquaculture Research**, 28, 405-417, 1997.

VIDAL JR, M.V.; DONZELE, J.L.; CAMARGO, A.C.S.; ANDRADE, D.R.; SANTOS, L.C. Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomum*), na fase de 30 a 250 gramas. Desempenho dos tambaquis. **Rev. Bras. Zootec.** 37: 421-426, 1998.

VIDAL JR, M. V., DONZELE, J. L., ANDRADE, D. R. D., & SANTOS, L. C. D. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2193-2200. 2004.

VIEIRA, J.S.; LOGATO, R.P.V.; RIBEIRO, P. A. P.; DE FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T., Efeito do processamento do milho sobre o desempenho e composição de carcaça de piaba (*Leporinus friderici*), criadas em taques-rede. **Ciências Agrotecnicas**, Lavras v.29, n. 2, p. 453-458, 2005.

VILELA, M. C., DE ARAÚJO, K. D., DE SOUZA MACHADO, L., & MACHADO, M. R. R. **Feasibility analysis of financial and economic project in excavated aquaculture tanks.** *CEP*, v. 74, p. 970, (2013).

VILLACORTA-CORREA, M. **Estudo de idade e crescimento do Tambaqui *Colossoma macropomum* Characiformes:** Characidae na Amazônia central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos. Tese (Doutorado). INPA/UFAM. Manaus, Amazonas, 1997.

WILSON, R.P.; POE, W.E. Effects of feeding soybean meal with varying trypsin inhibitor activities on growth of fingerling channel catfish. **Aquaculture** 46, 19–25, 1985.

WILSON, R. P. Utilization of dietary carbohydrate by fish Review. **Aquaculture**, 124: 67-80, 1994.

WILSON, R. W.; WOOD, C. M.; GONZALEZ, R. J.; PATRICK, M. L.; BERGMAN, H. L.; NARAHARA, A.; VAL, A. L. Ion acid-base balance in three species of Amazonian fish during gradual acidification of extremely soft water. **Physiological and Biochemical Zoology**, 72: 277-285, 1999.

GLOSSÁRIO

Biodiversidade – Diversidade biológica expressa na natureza em número de espécies e na variabilidade genética dentro de cada espécie.

Cadeia Produtiva – Refere-se ao conjunto de agentes econômicos e as relações que estabelecem entre si para atender as necessidades dos consumidores por um determinado produto que tenha, no nosso caso um processo de transformação biológica.

Coleta – Atividade planejada que consiste na obtenção de...

Ecossistema – É um complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microrganismos e seu meio inorgânico que interage como uma unidade funcional; conjunto de relacionamentos mútuos entre determinado meio ambiente e a flora, a fauna e os microrganismos que nela habitam, incluindo os diversos fatores de equilíbrio existentes.

Gareira – Objetos feitos em madeira para armazenamento de frutos e produtos florestais, usado na Amazônia para armazenamento da massa de mandioca.

Grupo Controle – Grupo que serve de modelo padrão para comparação com os demais grupos em um experimento científico.

Iofilização – Desidratação de substâncias feitas em baixas temperaturas usadas especialmente para conservação de alimentos.

Peneira – Objeto usado para separar grãos maiores de menores e manter um padrão de tamanho.

Tipiti – Espécie de artefato indígena feito de palha, serve para escorrer e secar massa de raízes, normalmente usado, para a massa de mandioca.

Tucupi – Líquido retirado da massa da polpa da castanha de macaco com uso do “tipiti”

Off-Flavor – Gosto de barro na carne dos peixes: (Geosmina e Metil-isoborneol-MIB) Óleo provenientes de algas azuis e verdes decompostas por microrganismos (actinomyces) existentes entre os detritos.