

AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE
TILÁPIA-DO-NILO POR PRODUTORES FAMILIARES

RENAN SANTOS RIBEIRO DE MELLO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

FEVEREIRO – 2018

**AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE
TILÁPIA-DO-NILO POR PRODUTORES FAMILIARES**

RENAN SANTOS RIBEIRO DE MELLO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Niraldo José Ponciano
Coorientador: Prof. Dr. Manuel Vazquez Vidal Júnior

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCH / UENF

003/2018

M527 Mello, Renan Santos Ribeiro de.

Avaliação do aproveitamento de resíduos do processamento da mandioca na alimentação de tilápia-do-Nilo por produtores familiares / Renan Santos Ribeiro de Mello – Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

68 f. : il.

Bibliografia: f. 46 - 54.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2017.

Orientador: Nivaldo José Ponciano.

Coorientador: Manuel Vasquez Vidal Júnior.

1. Agricultura Familiar. 2. Casca de Mandioca. 3. Eficiência Econômica. 4. Oreocromis Niloticus var. gift. 5. Varredura de Tapioca. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 633.682

AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE
TILÁPIA-DO-NILO POR PRODUTORES FAMILIARES

RENAN SANTOS RIBEIRO DE MELLO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 20 de Fevereiro de 2018

Comissão Examinadora

Prof^a. Marize Bastos de Matos (D.Sc., Ciência Animal) – IFF

Prof. Dalcio Ricardo de Andrade (D.Sc., Ciências Biológicas) – UENF

Prof. Manuel Vazquez Vidal Júnior (D.Sc., Zootecnia) – UENF
(Coorientador)

Prof. Niraldo José Ponciano (D.Sc., Economia Aplicada) – UENF
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e ao meu orientador Niraldo Ponciano pela oportunidade de realização deste curso;

Ao meu coorientador Manuel Vazquez pelo apoio e orientação durante todo o preparo, condução e finalização do experimento;

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela disponibilização de recurso financeiro para execução da pesquisa;

A empresa NUTRIAVE pela doação de alguns insumos utilizados na fabricação das rações experimentais;

Ao Laboratório de Zootecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e a Escola Técnica Estadual Agrícola Antonio Sarlo pela disponibilização de mão de obra, material e equipamentos necessários para preparo das rações, condução do experimento e realização das análises finais;

Ao Prof. Leonardo Serafim pela execução das análises histopatológicas;

Ao Instituto Federal Fluminense *Campus* Avançado Cambuci pela disponibilização das instalações e equipamentos disponíveis para execução do experimento;

A toda a equipe do IFF-Cambuci pelo auxílio no preparo e condução do experimento, em especial a Marize Bastos, Kíssila França e Wanderson Souza.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE GRÁFICOS.....	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Resíduos do processamento da mandioca.....	14
2.2 Tilápia-do-Nilo	17
2.3 Avaliação econômica	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Avaliação técnica.....	25
3.2 Avaliação econômica.....	28
3.3 Análise de viabilidade econômica.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Desempenho zootécnico de tilápias alimentadas com dietas à base de resíduos do processamento da mandioca.....	35
4.2 Eficiência econômica de resíduos do processamento da mandioca na alimentação de tilápias.....	43
4.3 Análise de viabilidade econômica.....	45
5. CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulação em percentual dos ingredientes das rações experimentais e controle.....	22
Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos de amostras de água coletadas em três pontos do tanque de cultivo de tilápia-do-Nilo alimentada com rações contendo resíduos do processamento da mandioca.....	33
Tabela 3. Valores médios dos dados zootécnicos da criação de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).....	36
Tabela 4. Valores médios dos índices zootécnicos da criação de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).....	37
Tabela 5. Composição centesimal corporal de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).....	40
Tabela 6. Achados histopatológicos em amostras de fígado de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).....	41

Tabela 7. Variáveis econômicas da criação de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).....	43
Tabela 8. Simulação de fluxos de caixa resumidos e indicadores de eficiência econômica obtidos em uma piscicultura de pequeno porte com utilização de rações fabricadas com ingredientes tradicionais e ingrediente alternativo.....	46
Tabela 9. Valor presente líquido, com horizonte de planejamento de três anos, e taxa interna de retorno para produção de tilápia-do-Nilo utilizando ração formulada sem inclusão de resíduo e com inclusão de resíduo de varredura de tapioca.....	48
Tabela 10. Valor presente líquido, com horizonte de planejamento de dez anos, e taxa interna de retorno para produção de tilápia-do-Nilo utilizando ração formulada sem inclusão de resíduo e com inclusão de resíduo de varredura de tapioca.....	49
Tabela 11. Análise de sensibilidade nos indicadores econômicos com simulação de uma variação desfavorável de 10% nos preços de venda e dos insumos, demonstrando seus reflexos na TIR e no VPL, a uma taxa de desconto de 6% a.a., com a utilização de ração formulada apenas com ingredientes tradicionais.....	50
Tabela 12. Análise de sensibilidade nos indicadores econômicos com simulação de uma variação desfavorável de 10% nos preços de venda e dos insumos, demonstrando seus reflexos na TIR e no VPL, a uma taxa de desconto de 6% a.a., com a utilização de ração formulada com inclusão de resíduo de tapioca.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valor Presente Líquido de um investimento projetado para três anos (três ciclos) utilizando ração formulada apenas com ingredientes tradicionais ao custo de R\$2,15/Kg.....	47
Gráfico 2. Valor Presente Líquido de um investimento projetado para três anos (três ciclos) utilizando ração formulada com inclusão de resíduo de varredura de tapioca ao custo de R\$1,87/Kg.....	47
Gráfico 3. Simulação de Monte Carlo para produção de tilápia com utilização de ração formulada com ingredientes tradicionais ao custo médio de R\$ 2,15/Kg.....	51
Gráfico 4. Simulação de Monte Carlo para produção de tilápia com utilização de ração formulada com inclusão de resíduo de varredura de tapioca ao custo médio de R\$ 1,87/Kg.....	53

RESUMO

MELLO, Renan Santos Ribeiro de, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2018. Título: AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO POR PRODUTORES FAMILIARES. Orientador: Prof. Niraldo José Ponciano.

O descarte de resíduos agroindustriais tem provocado impactos negativos ao meio ambiente. Por outro lado, a introdução destes resíduos em rações pode proporcionar elaboração de dietas eficientes. A pesquisa objetivou avaliar o desempenho produtivo e a eficiência econômica do aproveitamento de resíduos do beneficiamento de mandioca, disponíveis nas regiões Norte e Noroeste Fluminense, em substituição a alguns ingredientes tradicionais na dieta de tilápia-do-Nilo, e realizar um estudo de viabilidade econômica da atividade e da substituição da formulação de ração tradicional pela alternativa. Foram utilizados 840 alevinos de tilápia distribuídos em 12 hapas e divididos em três tratamentos compostos por diferentes rações isoproteicas e isocalóricas, sendo uma ração testemunha sem inclusão de resíduo e duas rações experimentais, uma com inclusão de farinha de casca de mandioca e outra com inclusão de farinha de varredura de tapioca. O experimento teve duração de 112 dias. A ração com inclusão de casca de mandioca apresentou resultado zootécnico semelhante à ração controle, porém resultado econômico inferior. A ração com inclusão de varredura de tapioca apresentou resultado zootécnico e econômico promissores, apontando viabilidade na sua utilização. A análise de sensibilidade demonstrou

que os itens que mais afetaram a taxa interna de retorno da atividade foram o preço de venda do produto e o preço da ração. A redução de custo promovida pela substituição da ração com ingredientes tradicionais pela ração com inclusão de resíduo de varredura de tapioca promoveu aumento considerável na rentabilidade da atividade e redução de risco avaliada por meio da simulação de Monte Carlo, confirmando a viabilidade econômica da substituição.

Palavras-chave: agricultura familiar, casca de mandioca, eficiência econômica *Oreochromis niloticus* var. Gift, varredura de tapioca.

ABSTRACT

MELLO, Renan Santos Ribeiro de, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2018. Title: EVALUATION OF WASTE RECLAMATION OF MANIOC PROCESSING IN FEEDING OF TILÁPIA-DO-NILO BY FAMILIARY PRODUCERS. Advisor: Prof. Niraldo José Ponciano.

The disposal of agroindustrial waste has caused negative impacts to the environment. On the other hand, the introduction of these residues into diets may provide efficient diets. The objective of this research was to evaluate the productive performance and economic efficiency of the use of cassava processing residues available in the North and Northwest Rio de Janeiro state regions, replacing some traditional ingredients in the Nile tilapia diet, and to carry out an economic viability study of the activity and the substitution of the traditional ration formulation for the alternative. 840 tilapia fingerlings distributed in 12 hapas were divided into three treatments composed of different isoprotein and isocaloric rations, one control ration without residue inclusion and two experimental rations, one with inclusion of cassava peel flour and another with inclusion of flour of tapioca sweep. The experiment lasted 112 days. The ration with inclusion of cassava husk presented a zootechnical result similar to the control ration, but a lower economic result. The ration with inclusion of tapioca sweep showed promising zootechnical and economic results, indicating feasibility in its use. The

sensitivity analysis showed that the items that most affected the internal rate of return of the activity were the selling price of the product and the price of the ration. The cost reduction promoted by the substitution of the feed with traditional ingredients by the ration with the inclusion of tapioca sweep residue promoted a considerable increase in the profitability of the activity and risk reduction evaluated through the Monte Carlo simulation, confirming the economic viability of the substitution.

Keywords: family farming, peel of cassava, economic efficiency, *Oreochromis niloticus* var. Gift, flour of tapioca.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a preocupação crescente da população mundial com o consumo de alimentos mais saudáveis levou a uma procura maior por carnes brancas, dentre as quais se destaca a carne de peixes, com proteínas de alto valor biológico e baixo teor de gorduras saturadas. (FRANÇA, 2016).

Segundo Sonoda (2002), devido à pesca, atividade essencialmente extrativista, estar no limite máximo de exploração, a piscicultura (criação de peixes em confinamento) é uma forma de suprir a crescente demanda por pescados e esta atividade econômica vem ganhando cada vez mais espaço no agronegócio brasileiro.

No Brasil deve ser registrado até 2025 um crescimento de 104% na produção aquícola, o maior na região, seguido do México (54,2%) e Argentina (53,9%) (FAO, 2016). No estado do Rio de Janeiro, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 2013 e 2014 a produção aquícola passou de 1.209,85 para 1.362,24 toneladas, um aumento de aproximadamente 11%. Desta produção, o maior percentual é oriundo da aquicultura continental, mais especificamente da piscicultura, que representa mais de 90% da produção do estado, um total de 1.254,48 toneladas (FIPERJ, 2015).

As atividades agropecuárias de modo geral, incluindo a piscicultura, estão inseridas em um mercado que geralmente se aproxima da competição perfeita, no qual o preço do produto não pode ser administrado por nenhum agente (nenhum piscicultor) individualmente. Sendo assim, só existem duas maneiras viáveis para

se aumentar a rentabilidade da atividade sem necessidade de aumento da área ocupada: a melhora da eficiência de produção (produtividade) e/ou a redução dos custos de produção.

De acordo com a EMBRAPA (2009), cerca de 70% do custo de produção na piscicultura está relacionado aos gastos com alimentação. Esta representação se torna ainda mais importante quando se trata de uma região não produtora de grãos, ingredientes básicos das rações para peixe, e também quando se trata de pequenos produtores, pois a produção em pequena escala não permite a compra de insumos em grande quantidade, condição que possibilitaria a negociação de preços menores com fornecedores.

A alimentação dos peixes exclusivamente com rações industriais nas pequenas e médias pisciculturas pode inviabilizar a atividade econômica devido ao elevado custo destes insumos, em especial quando adquiridos em pequena escala e com alto custo de frete. Tal fator demanda intensa pesquisa por ingredientes alternativos mais baratos e que propiciem a alimentação com os nutrientes necessários para a espécie criada, permitindo aumento ou manutenção da produtividade, mas especialmente reduzindo o custo de produção e melhorando a rentabilidade.

Os estudos que avaliam a substituição total ou parcial dos ingredientes comumente utilizados em rações comerciais para peixes são indispensáveis para a elaboração de dietas mais eficientes e/ou de menor custo, potencializando ainda mais a piscicultura da média e pequena propriedade rural no que tange à geração de renda.

A utilização de resíduos como ingredientes alternativos para formulação de ração para peixes possibilita o aproveitamento de materiais muitas vezes já existentes na mesma propriedade rural, provenientes da produção desenvolvida em conjunto como atividade principal ou secundária, normalmente descartados. Outra forma de captação desses resíduos pode ocorrer por meio de agroindústrias regionais, as quais geram grande volume de subprodutos que não possuem valor para a alimentação humana e são descartados.

A pesquisa sobre a inserção de resíduos agroindustriais nas dietas para peixes possibilita a identificação de fontes alternativas de nutrientes menos onerosas, sendo de suma importância para redução dos custos e maximização da rentabilidade da produção. Além disso, o reaproveitamento destes resíduos como

ingrediente alternativo também contribui para a preservação do meio ambiente e para a sustentabilidade do conjunto das atividades agropecuárias, pois se estes subprodutos não tiverem um destino adequado podem acarretar danos ambientais e, conseqüentemente, prejudicar os recursos naturais.

O presente trabalho foi organizado em um breve referencial teórico, caracterizando tecnicamente os resíduos de mandioca avaliados no estudo e os principais atributos da tilápia-do-Nilo. Tal revisão finaliza com o enfoque da avaliação de viabilidade econômica da substituição da ração tradicional pela ração alternativa. Em seguida é apresentada a metodologia utilizada para analisar as opções testadas de substituição de ingredientes alternativos na ração e a discussão dos resultados alcançados na pesquisa. Por fim, as considerações finais com propostas para novos estudos na área.

1.2 Objetivo geral

Avaliar a utilização de rações para tilápia-do-Nilo com substituição parcial de ingredientes tradicionais por resíduos do processamento da mandioca a fim de reduzir o custo de alimentação para produtores familiares e propiciar uma forma de eliminação destes resíduos sem impacto ambiental.

1.3 Objetivos específicos

- a) Avaliar o desempenho zootécnico dos animais, a composição química das carcaças e a ocorrência de lesão hepática em decorrência da utilização dos resíduos do processamento da mandioca na alimentação;
- b) Avaliar a eficiência econômica do aproveitamento de resíduos do processamento da mandioca em rações para tilápia-do-Nilo em nível experimental;
- c) Realizar análise de sensibilidade e de risco para determinar a viabilidade econômica para produtores familiares da substituição da ração tradicional por ração com inclusão de resíduos do processamento da mandioca na alimentação de tilápia-do-Nilo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As revisões bibliográficas apresentadas neste capítulo estão divididas em três seções. A primeira seção exhibe as características dos resíduos de mandioca gerados no Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro (RJ) que serão avaliados no presente trabalho, explicitando as vantagens e desvantagens que esses resíduos podem trazer quando incorporados à ração animal. A segunda seção expõe a natureza da tilápia-do-Nilo e define os principais atributos que a espécie apresenta para melhor expressar os resultados referentes à substituição de ingredientes tradicionalmente utilizados na ração por ingredientes alternativos. Para finalizar, a terceira seção trata da importância da análise econômica para garantir a viabilidade do experimento, apontando a ração que fornece melhor desempenho produtivo a custo mínimo.

2.1 Resíduos do processamento da mandioca

A preocupação da sociedade moderna com o meio ambiente é crescente e vem mobilizando variados segmentos do mercado e levando ao desenvolvimento de inúmeras políticas públicas voltadas a sua conservação (PELIZER et al., 2007).

É necessário que seja dado um destino adequado aos resíduos gerados pelos processos agroindustriais, pois não podem ser acumulados indefinidamente no local em que foram produzidos e nem lançados no meio ambiente sem

nenhum tratamento, sob o risco de se causar graves impactos ambientais e poluição. (AQUARONE, 2001).

A transformação em matéria-prima, além de ser uma forma simples e legal para descarte dos resíduos gerados, evitando problemas ambientais, também transforma algo que seria custo, como o tratamento dos resíduos para descarte, em renda extra por meio da matéria-prima produzida (PELIZER et al., 2007).

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma planta tuberosa nativa do Brasil e recebe diferentes nomes populares de acordo com a região, como aipim e macaxeira. Segundo Silva e Murrieta (2014), sua produção tornou-se comum em praticamente todo o território nacional.

A mandioca é classificada em dois tipos, mansa e brava, de acordo com o teor de ácido cianídrico (HCN), uma substância tóxica contida em suas raízes e considerada como fator antinutricional. A “mansa” é a mandioca de mesa, isto é, aquela consumida cozida ou frita, apresentando concentrações desprezíveis de ácido cianídrico, inferiores a 100 mg/kg. Já a “brava” é a utilizada nas indústrias, possuindo concentrações tóxicas de HCN, superiores a 100 mg/kg. Como essa substância é termolábil, ela é inativada após processo térmico realizado nas indústrias, por exemplo, na produção de farinha, portanto não representando risco ao consumidor (CAGNON et al., 2002).

O resíduo gerado por esse processo industrial de beneficiamento da mandioca permite aproveitar, sem competir com a alimentação humana, o alto valor energético e o potencial aglutinante do ingrediente, característica favorável à formulação de rações aquícolas, pois diminui a dissolução desta na água e a consequente perda de nutrientes, propiciando um melhor aproveitamento pelo animal (SEIXAS et al., 1997 ab).

Em geral são necessários 4 Kg de mandioca para fabricação de 1 Kg de farinha, ou seja, além da perda de água no processo, há também perda de um volume considerável de material não aproveitado (resíduo) composto por cascas e raspas proveniente dos períodos de pré-limpeza e descascamento das raízes (FERREIRA, 2013).

No processo de fabricação da tapioca, uma das formas de beneficiamento da mandioca, é possível obter ainda outro tipo de resíduo, a farinha de varredura

de tapioca, que nada mais é do que a farinha que durante a produção da tapioca caiu no chão e ficou imprópria para o consumo humano (TEIXEIRA et al., 2014).

A maior produção de mandioca no estado do Rio de Janeiro está concentrada nas regiões Norte e Noroeste fluminense, onde é possível encontrar a cultura sendo cultivada durante todo o ano. Em 2014 o município de São Francisco do Itabapoana, localizado no Norte fluminense, respondeu sozinho por 97% da área de produção de mandioca no estado, com 33.500 toneladas (EMATER-RJ, 2014).

Nestas regiões encontram-se também muitas casas de farinha artesanais, com variadas escalas de produção. Ao entrevistar alguns produtores locais, os mesmos relataram que todo o resíduo gerado no processo de beneficiamento da mandioca é destinado à alimentação de ruminantes ou suínos, o que demonstra a ampla disseminação do conhecimento sobre a vantagem da utilização da mandioca e seus subprodutos na alimentação animal, porém pouco conhecimento sobre o aproveitamento na alimentação de peixes.

Segundo Pezzato et al. (2002), é necessária uma busca constante por alimentos alternativos que possam atender às demandas biológicas e econômicas, isto é, que permitam o correto desenvolvimento dos animais e ao mesmo tempo reduzam o custo com alimentação.

Segundo Boscolo et al. (2002), a farinha de varredura de mandioca pode ser incluída na ração para alevinos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) até o nível de 24%, substituindo o fubá de milho integralmente, sem comprometer o desenvolvimento dos peixes, portanto se mostrando uma excelente fonte alternativa para alimentação dos alevinos.

Lisbôa (2016) avaliou a substituição parcial do fubá de milho e do farelo de trigo, fontes energéticas, por resíduos compostos de farinha de casca de mandioca e farinha de varredura de tapioca em diferentes níveis de inclusão de cada um (8%, 16% e 24%) na dieta formulada para alevinos de tilápia-do-Nilo e observou que apresentaram melhor desempenho os peixes alimentados com as dietas que receberam inclusão na formulação de 24%, tanto de farinha de casca de mandioca quanto de farinha de varredura de tapioca.

A mesma autora também testou outros ingredientes alternativos, como casca de camarão e resíduo de processamento de goiaba, nos mesmos níveis de inclusão (8%, 16% e 24%), porém em todos eles o desempenho dos animais foi inferior ao grupo controle, no qual os peixes receberam ração formulada apenas com ingredientes convencionais.

2.2 Tilápia-do-Nilo

Tilápia é uma designação comum feita à grande gama de espécies de peixes pertencentes à família “Cichlidae” e distribuídos em três gêneros: “*Sarotherodon*”, “*Tilapia*” e “*Oreochromis*”. Neste último está incluída a espécie *Oreochromis niloticus*, conhecida como tilápia-do-Nilo (WATANABE et al., 2002).

Segundo Pereira e Silva (2012), a tilápia é a segunda espécie de maior importância na aquicultura mundial, sendo precedida somente pela produção de carpas (*Cyprinus carpio*), e o Brasil está posicionado entre os sete maiores produtores. No Rio de Janeiro, a tilapicultura representa aproximadamente 70% da produção total de pescado cultivado nas regiões Norte e Noroeste do estado (IBGE, 2013).

A tilápia possui um ciclo de criação relativamente curto (podendo chegar ao peso de abate em 6 meses em condições ideais de cultivo) e possui excelente adaptação e desempenho em diferentes sistemas de produção (FRANÇA, 2016). Além de reunir características zootécnicas favoráveis ao cultivo, o pacote tecnológico de criação da tilápia já se encontra bastante disseminado e dominado por técnicos e produtores.

O peixe conquistou também boa aceitação pelo mercado consumidor, não só pelo sabor agradável, mas também pelo baixo teor de gordura e principalmente por não apresentar espinhos na forma de “Y”, sendo apropriado para a filetagem, o que permitiu aos produtos beneficiados (filé resfriado e congelado) ganharem grande espaço no mercado (PEREIRA e SILVA, 2012). Segundo Boscolo et al. (2005), também é um peixe muito apreciado em “pesque-pague” para a pesca esportiva.

O hábito alimentar é onívoro, aceitando bem rações comerciais e artesanais, inclusive nas fases iniciais de vida, sendo capazes de utilizar alimentos artificiais imediatamente após a absorção do saco vitelino (EL-SAYED,

2006). Os peixes onívoros como, por exemplo, a tilápia-do-Nilo e o tambaqui (*Colossoma macropomum*), devido a adaptações fisiológicas em relação aos carnívoros, apresentam maior atividade da enzima amilase no trato intestinal, o que lhes confere a capacidade de digerir o amido com maior eficiência e permite a utilização de elevado percentual de ingredientes de origem vegetal na alimentação, reduzindo seu custo (MOREAU et al., 2001; ROTTA, 2003).

Segundo Kubitza (2000), o Brasil ainda necessita padronizar a qualidade do produto e aumentar o volume de produção. Para que se tenha uma tilapicultura competitiva, os produtores precisam dar mais atenção ao gerenciamento da atividade, controlando aspectos financeiros e otimizando os recursos produtivos. Também é necessário um melhor planejamento na escolha do local e na definição das estratégias de produção mais adequadas para se produzir a preços competitivos comparados ao de outros peixes e carnes disponíveis no mercado, ou seja, é necessário produzir mais gastando menos.

2.3 Avaliação econômica

A piscicultura constitui-se em uma atividade econômica e como tal, para obter os lucros esperados, deve possuir planejamento, controle e equilíbrio das receitas e despesas, tendo como meio para isso os princípios científicos, tecnológicos e econômicos desenvolvidos para a mesma. A contabilidade de custos tem duas funções gerenciais/empresariais relevantes: no auxílio ao controle e na ajuda às tomadas de decisões (MARTINS, 2000).

A gestão de empresas do agronegócio, especialmente as empresas rurais, tem peculiaridades do ponto de vista administrativo, pois na produção rural, além de problemas comuns a qualquer atividade econômica como oscilações de mercado, enfrentam-se também problemas que fogem ao controle administrativo como, por exemplo, intempéries climáticas, as quais afetam diretamente a produção. Por mais que se procure harmonizar os bens de produção, existem muitas variáveis incontroláveis.

As condições de risco são consideradas quando existe a probabilidade de ocorrer resultados diferentes daqueles antecipados na elaboração de um projeto (CONTADOR, 1981). Tais riscos são classificados como diretos e indiretos na produção rural. O risco indireto é aquele mencionado anteriormente, como

intempéries climáticas, o qual foge do controle do produtor ou aquele sobre o qual o produtor tem pouco controle. Já os riscos diretos estão sob maior controle do produtor sendo, portanto, considerados de maior importância na análise de projetos (NORONHA, 1987).

Diante desta realidade, torna-se ainda maior a importância de uma boa gestão dos custos de produção, buscando sempre uma melhor eficiência zootécnica com um menor custo, o que é capaz de garantir a saúde do empreendimento mesmo em condições inesperadas, maximizando o lucro (MIAKE e DOSSA, 2001).

Para se considerar os riscos nas tomadas de decisão em empresas rurais, uma das formas mais usuais é fazer variar, dentro de certos limites preestabelecidos, as estimativas de parâmetros sujeitas a incertezas, analisando o efeito da variação sobre a rentabilidade do projeto (CONTADOR, 1981).

Para se conhecer as variáveis mais relevantes no custo de produção da atividade de acordo com sua influência e/ou participação é realizada a análise de sensibilidade (NORONHA, 1987). Segundo Moss (2010), a análise de sensibilidade consiste em estabelecer certa amplitude de variação às variáveis do projeto e observar as respostas que estas mudanças causam nos indicadores de viabilidade financeira, apontando aquelas que requerem maior atenção por parte do produtor e aquelas que estão muito próximas de um limite a partir do qual o projeto torna-se economicamente inviável.

Entre os itens que compõem o custo de produção deve ser dada especial atenção ao custo de alimentação, pois representa de 50% a 70% do custo operacional e, portanto, sua alteração reflete grande impacto no custo final (DAIRIKI e SILVA, 2011). Essa porcentagem pode variar em função da produtividade obtida na criação e em função do valor dos ingredientes utilizados na alimentação, este último muito impactado também pelo custo de transporte nos casos de regiões afastadas dos centros produtores de grãos, como o estado do Rio de Janeiro (SANTOS et al., 2009). Segundo Nunes Souto (2015), o valor da ração não deve exceder 25% do valor de mercado da espécie cultivada.

Abimorad et al. (2009) avaliaram o emprego de ração artesanal à base de silagem de resíduo da filetagem de pescado na criação de tilápia-do-Nilo e concluíram que não houve interferência no desempenho zootécnico dos animais,

no entanto o custo de arração sofreu uma redução de aproximadamente 42% em relação à utilização de ração comercial.

Pereira Júnior et al. (2013) avaliaram a inclusão de farinha de cruzeira de mandioca em substituição ao milho na criação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e concluíram que a substituição também não comprometeu o desempenho zootécnico dos peixes e foi possível reduzir em cerca de 12% o custo de produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *Campus* Avançado Cambuci (IFF-Cambuci), no município de Cambuci/RJ, em parceria com a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), no período de Janeiro a Maio de 2017, totalizando 112 dias.

Para alimentação dos peixes foram fabricadas três rações, uma somente com ingredientes tradicionais (controle) e duas com ingredientes alternativos (resíduos obtidos em agroindústrias da região): casca de mandioca e varredura de tapioca. Os resíduos foram expostos ao sol por um período de aproximadamente 10 horas para desidratarem e em seguida foram moídos em peneira de dois milímetros para produção de farinha. A farinha de resíduo e os demais ingredientes foram misturados utilizando um misturador Y.

Após mistura dos ingredientes, as formulações foram umedecidas e peletizadas artesanalmente em moinho industrial. Em seguida, os *pellets* foram expostos ao sol por um período de aproximadamente 10 horas para desidratarem e então foram triturados para redução do tamanho das partículas. O armazenamento da ração pronta foi realizado à temperatura ambiente.

As formulações das três dietas, apresentadas na tabela 1, são isoproteicas (36% de proteína bruta), isocalóricas (3.100 Kcal) e idênticas às utilizadas por Lisbôa (2016) na comparação de diferentes níveis de inclusão de resíduos agroindustriais na alimentação de alevinos de tilápia-do-Nilo criados em

laboratório, estudo em que as rações com inclusão de farinha de casca de mandioca 24% e farinha de varredura de tapioca 24% demonstraram melhor resultado quando comparadas com outros níveis de inclusão e com outros resíduos agroindustriais também disponíveis nas regiões Norte e Noroeste Fluminense. O tratamento 1 (T1) corresponde à ração controle (sem inclusão de resíduo de mandioca). Os tratamentos 2 e 3 (T2 e T3) correspondem às rações com inclusão de farinha da casca de mandioca 24% e farinha de varredura de tapioca 24%, respectivamente.

Tabela 1. Formulação em percentual dos ingredientes das rações experimentais e controle.

Ingredientes (%)	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Fubá de milho	19,08	2,00	1,00
Farelo de trigo	8,00	2,00	2,00
Farelo de soja	54,92	38,09	28,00
Farinha de peixe	15,00	30,91	42,00
Premix	2,00	2,00	2,00
Óleo de peixe	1,00	1,00	1,00
Resíduo 1 (RAFCM)	0,00	24,00	0,00
Resíduo 2 (RAFVT)	0,00	0,00	24,00
Total	100,00	100,00	100,00
Energia digestível	3.100 Kcal	3.100 Kcal	3.100 Kcal
Proteína Bruta	36%	36%	36%

T1 – somente ingredientes tradicionais; T2 – inclusão de resíduo de farinha de casca de mandioca; T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca.

Para execução do experimento foram adquiridos de uma piscicultura particular 1.200 alevinos de tilápia-do-Nilo variedade Gift, sexualmente invertidos para macho e com peso médio de aproximadamente dois gramas. Os animais foram divididos em 12 lotes com 100 peixes cada, sendo cada lote alojado em uma hapa com malha de 7 mm e volume útil de 6 m³ (2,0 x 2,0 x 1,5 m), cobertas com tela plástica para proteção contra aves. As hapas foram fixadas suspensas por arame no interior de um viveiro escavado com renovação de água, medindo 50,0 x 20,0 x 2,0 m e protegido contra predadores terrestres por cerca eletrificada. Foram formadas duas fileiras com seis hapas em cada lado do tanque.

Inicialmente os peixes passaram por um período de adaptação às condições experimentais a fim de evitar que uma possível mortalidade e estresse gerados pelo transporte e mudança de ambiente pudessem interferir nas variáveis estudadas. O período de adaptação teve duração de duas semanas e neste tempo todos os animais receberam apenas a ração controle em duas ofertas diárias, às 8 e 16 horas. No 15º dia os lotes passaram por uma seleção com retirada de animais destoantes (muito pequenos ou muito grandes), de modo que cada lote ficasse o mais homogêneo possível e permanecesse com 70 peixes cada. Em seguida os lotes foram divididos entre os 3 tratamentos, com 4 repetições cada, e cada tratamento passou a receber sua ração correspondente, também em duas ofertas diárias e nos mesmos horários.

Duas semanas após o início do fornecimento das rações experimentais foi realizada a pesagem de cada lote, definindo-se um peso médio inicial (PMi) para os peixes de cada unidade amostral. A partir de então as pesagens foram realizadas quinzenalmente até o final do experimento, obtendo-se em cada pesagem a biomassa de cada hapa e ajustando a quantidade de ração a ser fornecida (8% da biomassa, dividida em duas ofertas diárias).

No fito de identificar e corrigir possíveis alterações na qualidade da água do tanque, evitando que estas pudessem interferir nas variáveis avaliadas neste estudo, foi realizado o monitoramento dos parâmetros físico-químicos desta água durante o experimento. Tal monitoramento consistiu em coletas diárias de amostras, sempre por volta de 11 horas da manhã, em três pontos diferentes do tanque: próximo ao abastecimento, região intermediária e próximo à drenagem. Os parâmetros avaliados foram: temperatura, transparência, oxigênio dissolvido, amônia e pH.

O experimento teve duração de 112 dias e ao final todos os animais foram mantidos em jejum por um período de 24 horas, passando, em seguida, pela última pesagem para determinação do peso médio final (PMf) de cada lote. Uma amostragem correspondente a 10% de cada lote foi abatida após ser anestesiada com solução à base de Eugenol, sendo realizada a mensuração de comprimento total (CT – medido da boca até a extremidade da nadadeira caudal) e comprimento padrão (CP – medido da boca até a base da nadadeira caudal). Esses animais foram então eviscerados e a carcaça congelada para posterior análise de composição centesimal. Amostras simples de fígado dos animais abatidos foram coletadas para formar amostra composta referente a cada tratamento, as quais foram congeladas para posterior realização de análise histopatológica. Após descongelamento, as amostras de fígado foram fixadas em solução de formol a 10%.

Tendo em vista que o abastecimento do tanque se dava por um único ponto localizado na cabeceira e a drenagem ocorria pelo ponto na margem oposta, com o fluxo de água ocorrendo neste sentido, as hapas dispostas no início das fileiras (próximo ao ponto de abastecimento do tanque) poderiam estar expostas a um nível maior de oxigênio dissolvido. Em contrapartida, as hapas dispostas no final das fileiras (próximo ao ponto de drenagem do tanque) poderiam estar expostas a um nível maior de resíduos nitrogenados eliminados pelos peixes e carregados no sentido das primeiras para as últimas hapas.

Em função desta heterogeneidade de características ambientais entre os diferentes pontos de fixação das hapas no tanque, o delineamento foi realizado em blocos casualizados (DBC). O tanque foi virtualmente dividido em 4 blocos e os 3 tratamentos casualizados em cada bloco, evitando que essas diferenças ambientais a qual cada unidade experimental foi exposta pudessem influenciar na análise estatística das variáveis de desempenho estudadas.

Para avaliar as possíveis diferenças destas variáveis em decorrência aos tratamentos foi realizada análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade no teste F. Quando esta se apresentou significativa foi aplicado o teste de Tukey também ao nível de 5% de probabilidade para partição dos tratamentos em grupos semelhantes.

3.1 Avaliação técnica

A taxa de sobrevivência é expressa em porcentagem e foi calculada pela equação:

$$TS = 100 \times \left(\frac{Q_f}{Q_i} \right)$$

Onde:

TS = taxa de sobrevivência;

Q_f = quantidade de peixes sobreviventes ao final do experimento;

Q_i = quantidade de peixes alojados no início do experimento.

A taxa de crescimento específico (TCE) é expressa em porcentagem e foi calculada a partir da fórmula sugerida por Bagenal & Tesch (1978):

$$TCE = 100 \times \left(\frac{\ln Pf - \ln Pi}{t} \right)$$

Onde:

TCE = taxa de crescimento específico;

Pf = peso final (g);

Pi = peso inicial (g);

ln= logaritmo natural;

t = dias de experimento.

Segundo França (2016), a conversão alimentar representa quanto o animal converte de alimento em quilograma de peso vivo, desconsiderando perdas com excreção e sobras. Porém, as condições experimentais deste estudo não permitiram avaliar o quanto do alimento fornecido foi excretado ou perdido. Sendo assim, foi utilizado como parâmetro o índice de conversão alimentar aparente (CAA), o qual não leva em consideração a quantidade de alimento aproveitada pelo animal, mas sim a quantidade fornecida e o ganho de peso obtido durante o ciclo, como mostra a fórmula:

$$CAA = \frac{QR}{GP}$$

Onde:

CAA = conversão alimentar aparente;

QR = quantidade média de ração fornecida por animal na unidade experimental;

GP = ganho de peso médio por animal na unidade experimental.

O índice de eficiência alimentar (IEA), equivalente à eficiência para converter a ração em peso vivo, foi determinado por meio da equação:

$$IEA = \frac{GP}{QR}$$

Onde:

IEA = índice de eficiência alimentar;

GP = ganho de peso médio por animal na unidade experimental;

QR = quantidade média de ração fornecida por animal na unidade experimental.

As amostras de carcaça de cada tratamento foram trituradas, sendo definida a composição centesimal por meio da determinação do teor de umidade, cinzas, proteínas e lipídios em cada *pool* de amostras.

A metodologia empregada está de acordo com a prevista pela AOAC, sigla em inglês de “Association of Analytical Communities”. (AOAC, 2005).

O teor de umidade foi mensurado por meio da diferença de peso da amostra antes e após a secagem em estufa regulada a 105 °C até obtenção de peso constante. Esta diferença de peso representa as perdas de umidade e substâncias voláteis ocorridas durante o processo.

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi mensurado por meio da perda de peso após incineração, em forno mufla a 500-550 °C, com destruição da matéria orgânica sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral ou perda por volatilização.

O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, o qual se baseia na determinação do nitrogênio total. Primeiramente realizou-se a digestão e destilação com ácido sulfúrico para recolhimento do sulfato de amônia, que então foi titulado com solução de ácido clorídrico 0,1N.

O teor de gordura foi determinado por meio de extração etérea a quente (método de Goldfish). O éter de petróleo é aquecido e começa a lavar a amostra, realizando o arraste dos lipídios e depositando-os no fundo da vidraria utilizada. Os lipídios extraídos são determinados pela diferença entre o peso da vidraria com o lipídio depositado e o peso da vidraria antes da análise.

3.2 Avaliação econômica

Para avaliar a eficiência econômica em relação à inclusão dos resíduos de mandioca na alimentação de tilápias foi determinado o custo aproximado de ração por quilograma de peso vivo (CMR) ganho durante o período experimental, conforme recomendações de Bellaver et al. (1985). O CMR correlaciona o custo da ração fornecida ao desempenho zootécnico obtido.

$$CMR = \frac{Q_i \times C_i}{GP_i}$$

Onde:

CMR = custo médio de ração por quilograma ganho no i-ésimo tratamento;

Q_i = quantidade média de ração utilizada no i-ésimo tratamento;

C_i = custo médio por quilograma de ração utilizada no i-ésimo tratamento;

GP_i = ganho médio de peso do i-ésimo tratamento.

Em seguida foi calculado o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) segundo Barbosa et al. (1992) a partir das seguintes equações:

$$IEE = \frac{MC_e}{CT_{ei}} \times 100 \quad e \quad IC = \frac{CT_{ei}}{MC_e} \times 100$$

Onde:

IEE = índice de eficiência econômica;

IC = índice de custo;

MC_e = menor custo médio observado em ração por quilograma de peso vivo entre os tratamentos;

CT_{ei} = custo médio do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes da dieta foram obtidos em Campos dos Goytacazes/RJ, em Outubro de 2016. Tais preços (R\$/Kg) utilizados na elaboração dos custos foram: milho (R\$ 1,30), farelo de trigo (R\$ 1,18), farelo de soja (R\$ 2,16), farinha de peixe (R\$ 2,22), *premix* vitamínico e mineral (R\$ 13,50) e óleo de peixe (R\$ 2,00). Os resíduos para reaproveitamento foram considerados como custo zero.

3.3 Análise de viabilidade econômica

A construção dos fluxos de caixa possibilitou o cálculo dos indicadores de rentabilidade da atividade. O fluxo de caixa contabiliza os valores monetários das receitas e dos custos da produção de tilápia em um ciclo de 12 meses. São formados por fluxos de entrada (receitas efetivas) e fluxos de saída (dispêndios efetivos), cujo diferencial é denominado fluxo líquido (NORONHA, 1987).

Todos os preços empregados na análise econômica, seja de venda do produto ou de compra de insumos, foram coletados na região Norte Fluminense para refletir o real potencial econômico das alternativas testadas. Foram utilizados como indicadores de rentabilidade o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Índice Benefício-Custo (IBC), os quais têm como vantagem o fato de considerarem o efeito do período de tempo nos valores monetários.

O VPL consiste em transferir para o instante atual todos os fluxos de caixa esperados, descontá-los a uma determinada taxa de juros e somá-los algebricamente, sendo determinado pela expressão abaixo. O VPL deve ser positivo para que o projeto seja aceito.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1 + K)^t}$$

Onde:

VPL = valor presente líquido;

I = investimento de capital na data zero;

FCt = retorno na data t do fluxo de caixa;

n = prazo de análise do projeto;

k = taxa mínima para realizar o investimento ou custo de capital do projeto de investimento.

A TIR de um projeto é a taxa que torna nulo o VPL do fluxo de caixa do investimento. É aquela que torna o valor presente dos lucros futuros equivalentes aos dos gastos realizados com o projeto, caracterizando assim a taxa de remuneração do capital investido. Quanto maior for a TIR, mais sólido será o

projeto, devendo esta estar acima da taxa mínima de atratividade para o projeto ser aceito.

O IBC consiste em transferir para o instante atual todos os fluxos de caixa esperados, descontá-los a uma determinada taxa de juros e dividi-los pelo capital investido, sendo determinado pela expressão abaixo. O IBC deve estar acima de 1 para o projeto ser aceito, indicando que o capital obtido (benefício) foi maior que o capital investido (custo).

$$IBC = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j}}{CF_0}$$

Onde:

CF_j = fluxo de caixa no tempo j;

i = taxa de juros;

CF₀ = capital investido no início do projeto.

Além da produtividade, outros elementos que afetam o orçamento possuem probabilidade de variarem como, por exemplo, os preços dos insumos e do produto vendido. É difícil prever a que níveis estarão os preços um ano ou vários mais tarde ou estimar os custos de oportunidade de um determinado insumo. Para estimar a amplitude desses preços foi utilizado o método da análise de sensibilidade.

A análise de sensibilidade consiste em medir em que magnitude uma alteração prefixada em um ou mais fatores do projeto altera o resultado final. Esse procedimento permite avaliar de que forma as alterações de cada uma das variáveis do projeto podem influenciar na rentabilidade dos resultados esperados (BUARQUE, 1991).

O procedimento básico para fazer uma análise de sensibilidade consiste em escolher o indicador a sensibilizar; determinar sua expressão em função dos parâmetros e variáveis escolhidas; por meio de um programa de computação se obtém os resultados a partir da introdução dos valores dos parâmetros na expressão; faz-se a simulação mediante variações em um ou mais parâmetros e verifica-se de que forma e em que proporções essas variáveis afetam os resultados finais em termos de probabilidade.

Para avaliar o risco envolvido foi empregada a técnica da simulação de Monte Carlo. Essa técnica baseia-se no fato de que a frequência relativa de ocorrência do acontecimento de certo fenômeno tende a aproximar-se da probabilidade de ocorrência desse mesmo fenômeno quando a experiência é repetida várias vezes assumindo valores aleatórios dentro dos limites estabelecidos (HERTZ, 1964).

Segundo Noronha (1987) e Casarotto Filho e Kopittke (2000), a sequência de cálculos para a realização da simulação de Monte Carlo é a seguinte: (1) Identificar a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do fluxo de caixa; (2) Selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade; (3) Calcular o valor do indicador de escolha cada vez que for feito o sorteio indicado no item 2; (4) Repetir o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador de escolha. Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

Dada a impossibilidade de se estudar a distribuição de probabilidade de todas as variáveis, a melhor alternativa consiste em identificar, mediante análise de sensibilidade, aquelas que têm maior efeito sobre o resultado financeiro do projeto. Outro aspecto é que, embora existam, estatisticamente, vários tipos de distribuições de probabilidade, a tarefa de identificar a distribuição específica de uma determinada variável é frequentemente custosa. Em face da dificuldade envolvida na identificação das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis mais relevantes, é procedimento usual empregar a distribuição triangular, como se fez no presente trabalho. Essa distribuição é definida pelo nível médio mais provável ou moda (m), por um nível mínimo (a) e um nível máximo (b).

Por meio da utilização do programa Excel[®] fez-se a distribuição de probabilidade para cada uma das variáveis (distribuição triangular). Por meio da geração de números aleatórios, valores foram obtidos para essas variáveis, daí resultando vários fluxos de caixa e, conseqüentemente, vários indicadores de resultados para o projeto. Pela repetição desse procedimento um número significativo de vezes, gerou-se a distribuição de frequências do indicador do projeto, que permitiu aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso do mesmo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e as discussões apresentados neste capítulo estão divididos em três seções. A primeira seção analisa as principais características de desempenho técnico por meio da taxa de sobrevivência, ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente e índice de eficiência alimentar, bem como composição química das carcaças e ocorrência de lesão hepática nos animais em decorrência da utilização dos resíduos na alimentação. O objetivo é conhecer o desempenho técnico experimental da tilápia-do-Nilo alimentada com rações alternativas de substituição parcial dos ingredientes por resíduos do beneficiamento da mandioca.

A segunda seção faz uma avaliação comparativa da eficiência econômica do aproveitamento de resíduos do beneficiamento da mandioca em rações para tilápia-do-Nilo em nível experimental. A finalidade é verificar a possibilidade de redução de custos com alimentação e analisar a eficiência econômica da produção de tilápia, além de buscar eliminar externalidades negativas destes resíduos no meio ambiente.

Na terceira seção, finalmente, analisa-se a viabilidade econômica para produtores familiares de tilápia da região Norte e Noroeste Fluminense da substituição da ração tradicional por ração com inclusão de resíduo de mandioca. Buscou-se realizar análise de sensibilidade e de risco por meio da simulação de Monte Carlo comparando diferentes dietas, com e sem reaproveitamento de resíduo da mandioca.

Durante todo o período experimental foram monitorados os parâmetros físico-químicos da água, não sendo observados valores em desacordo com os padrões recomendados por Eгна e Boyd (1997). Os valores médios destes parâmetros são apresentados a seguir na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos de amostras de água coletadas em três pontos do tanque de cultivo de tilápia-do-Nilo alimentada com rações contendo resíduos do processamento da mandioca.

Parâmetro	Ponto de amostragem			Média
	P1 (abastecimento)	P2 (intermediário)	P3 (drenagem)	
Temperatura (°C)	30,40	29,96	30,02	30,1
pH	7,96	7,93	7,93	7,9
Transparência (cm)	29,80	28,93	31,07	29,9
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,60	8,20	8,40	8,4
Amônia (mg/L)	0,25	0,25	0,25	0,25

A temperatura se manteve próxima a 30 °C nos três pontos de coleta. As tilápias, assim como outros peixes tropicais, toleram bem temperaturas entre 30 e 35 °C, enquanto valores acima deste limite ameaçam o desenvolvimento e a vida destes animais (LOURENÇO et al., 1999). Mercante et al.(2007) avaliaram variáveis físicas, químicas e biológicas em viveiro de tilápia-do-Nilo e verificaram variações na temperatura da água de 27 a 32,8 °C.

Moura et al. (2007) verificaram que o consumo aparente de ração por tilápias aumentou linearmente com a elevação da temperatura, mostrando que este parâmetro pode interferir no desempenho. Além disso, segundo Kubitzka

(2000), as tilápias reduzem o consumo de ração quando a temperatura da água diminui e, conseqüentemente, têm o crescimento prejudicado.

Segundo Moro (2013), os valores de pH recomendados para a maioria das espécies encontram-se na faixa de 6,5 a 8,5 e valores abaixo ou acima destes limites podem causar estresse nos animais e prejudicar o desenvolvimento. Os valores obtidos neste experimento estão próximos de 8,0 e, portanto, encontram-se dentro da faixa ideal. Mercante et al. (2007) afirmam que fatores como a respiração das algas e dos peixes, os processos de decomposição da matéria orgânica advinda do arraçoamento e as temperaturas elevadas da água podem interferir na dinâmica do pH da água, porém tais fatores não foram observados neste experimento.

Foi observado neste experimento uma transparência variando de 29,80 a 31,07 cm, abaixo da faixa ideal de 35 a 40 cm recomendada por LIMA et al. (2013). Isto pode ter ocorrido em função de excesso de matéria orgânica ou devido às mensurações realizadas muito próximas à margem do tanque. A transparência da água é um fator muito importante para o desenvolvimento dos peixes e é reflexo das práticas de manejo realizadas, podendo necessitar correções. Tanques com água transparente podem resultar em ferimentos e morte dos peixes por pássaros e até mesmo por radiação solar. A transparência também interfere diretamente no crescimento de macrófitas enraizadas no fundo do viveiro e proporciona sérios transtornos na hora da despesca, levando muitas vezes à morte dos peixes (LEONARDO et al., 2009).

Os valores de oxigênio dissolvido na água do experimento variaram entre 8,2 a 8,6 mg/L, valores superiores à faixa mínima segura de 5 mg/L (LOURENÇO et al., 1999; CONAMA, 2005). Ainda segundo Lourenço et al. (1999), matéria orgânica em excesso pode reduzir o teor de oxigênio dissolvido, entretanto este fator não foi observado no tanque de cultivo.

O teor de amônia encontrado nos três pontos de coleta do tanque se manteve em 0,25 mg/L, inferior à faixa letal para peixes que varia de 2,0 a 3,0 mg/L (MORO, 2013). Ainda de acordo com Moro (2013), a amônia é o produto da excreção dos peixes após a assimilação de proteínas das rações e pode ser tóxica, pois é altamente solúvel em água.

4.1 Desempenho zootécnico de tilápias alimentadas com dietas à base de resíduos do processamento da mandioca

Apresenta-se nesta seção os resultados e as discussões sobre as análises de desempenho zootécnico obtido no experimento, a composição química das carcaças e a análise histopatológica das amostras de fígado dos animais. As análises de desempenho zootécnico foram realizadas por meio dos cálculos da taxa de sobrevivência, ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente e índice de eficiência alimentar. Já a análise de composição química das carcaças avaliou os teores de matéria seca, cinzas, gordura e proteína.

Nenhuma das dietas com resíduo afetou significativamente a sobrevivência dos animais. A ração T2 apresentou taxa de sobrevivência de 92%, a ração T1 de 93% e a ração T3 de 94%, porém não foi observado contraste entre estas médias pelo teste F ao nível de 5% de significância e, portanto, não pôde ser relacionada neste experimento uma maior ou menor mortalidade nos animais ocasionada pela inclusão de resíduos de mandioca na dieta.

Os dados zootécnicos obtidos são apresentados na tabela 3. O peso médio inicial não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, refletindo a correta homogeneização dos lotes antes de dar início ao fornecimento das rações experimentais e às mensurações. As variáveis de desempenho “peso médio final”, “comprimento total”, “comprimento padrão” e “altura” apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Após o teste de Tukey observou-se que o tratamento 3 diferiu dos demais e apresentou valores superiores para essas variáveis. Já o tratamento 2 não diferiu do tratamento controle (T1).

Tabela 3. Valores médios dos dados zootécnicos da criação de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).

Variáveis	Tratamentos		
	T1	T2	T3
PM _i (g)*	4,62	4,28	5,14
PM _f (g)	45,70 ^b	39,08 ^b	59,10 ^a
Comprimento total (cm)	13,01 ^b	12,54 ^b	14,76 ^a
Comprimento padrão (cm)	10,89 ^b	10,53 ^b	12,42 ^a
Altura (cm)	4,13 ^b	3,97 ^b	4,70 ^a

T1 – somente ingredientes tradicionais; T2 – inclusão de resíduo de farinha de casca de mandioca; T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca.

* Não existe nenhum contraste estatisticamente diferente de zero entre as médias pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade.

^{abc} Médias seguidas por pelo menos uma letra igual na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O maior desempenho obtido no tratamento 3, com inclusão de farinha de tapioca, pode ter ocorrido devido à necessidade de utilização de maior concentração de farinha de peixe nesta formulação (tabela 1). Como os resíduos agroindustriais utilizados são de alto valor energético e pobres em proteína, há a necessidade de realizar o balanceamento da dieta adicionando outros ingredientes com melhor perfil de aminoácidos e nutrientes (CYRINO et al., 2010).

Pereira da Silva e Pezzato (2000) ao avaliarem a atratividade e palatabilidade de vários ingredientes para a tilápia-do-Nilo classificaram ingredientes derivados da mandioca como de baixa palatabilidade, reforçando a necessidade de utilização de maior proporção de farinha de peixe nas dietas com inclusão dos resíduos quando comparado à dieta controle, o que por sua vez aumenta a palatabilidade da ração e atração dos peixes, garantindo um maior consumo.

Os resultados também condizem com o hábito alimentar onívoro da tilápia, sugerindo a capacidade de aproveitar bem rações contendo farinha do resíduo de mandioca ou farinha da varredura de tapioca, bem como uma ampla gama de alimentos de origem vegetal (OEDA et al., 2013).

Gallego et al. (1994) observaram durante avaliação da utilização de farinha de mandioca, amido de trigo, maltodextrina de milho e amido de milho pré-gelatinizado na alimentação da enguia europeia (*Anguilla anguilla*) que essa espécie também aproveitou de forma eficiente a farinha de mandioca, promovendo taxas de crescimento superiores ao amido de milho e a outras fontes de carboidratos avaliadas.

A seguir são apresentados na tabela 4 os índices zootécnicos de “taxa de crescimento específico” (TCE), “conversão alimentar aparente” (CAA) e “índice de eficiência alimentar” (IEA) obtidos nos três tratamentos.

Tabela 4. Valores médios dos índices zootécnicos da criação de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).

Variáveis	Tratamentos		
	T1	T2	T3
TCE*	2,67 %	2,57 %	2,90 %
CAA	3,52 ^{ab}	4,21 ^a	2,60 ^b
IEA	0,30 ^{ab}	0,25 ^b	0,39 ^a

T1 – somente ingredientes tradicionais; T2 – inclusão de resíduo de farinha de casca de mandioca; T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca.

* Não existe nenhum contraste estatisticamente diferente de zero entre as médias pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade.

^{abc} Médias seguidas por pelo menos uma letra igual na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As médias de taxa de crescimento específico (TCE) não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Quanto aos índices de conversão alimentar aparente (CAA) e de eficiência alimentar (IEA), os tratamentos 2 e 3 diferiram entre si, com T3 demonstrando resultados zootecnicamente superiores a T2, o que pode sugerir uma digestibilidade melhor da varredura de tapioca em relação à casca de mandioca, especialmente devido ao alto teor de lignina desta última.

A CAA e o IEA das rações com inclusão de casca de mandioca e varredura de tapioca não diferiram da ração testemunha formulada apenas com ingredientes tradicionais. Este resultado está de acordo com o encontrado por Lisbôa (2016) ao avaliar a inclusão destes resíduos em diferentes níveis (0%, 8%, 16% e 24%) na alimentação de alevinos de tilápia-do-Nilo.

No entanto, os valores de CAA encontrados em todos os três tratamentos são maiores que aqueles do estudo supracitado. Este resultado sugere um aproveitamento incompleto do alimento fornecido, o qual pode ter ocorrido devido à utilização de rações peletizadas densas, isto é, *pellets* que afundam em contato com a água em razão de sua alta densidade. Em função desta característica torna-se reduzido o tempo em que a ração permanece em suspensão na água e disponível para apreensão pelos peixes, diminuindo seu aproveitamento. O presente estudo utilizou alimentação em quantidade fixa, não sendo possível a avaliação visual sobre o grau apreensão da ração fornecida, o que pode justificar um baixo aproveitamento.

O fornecimento de ração em excesso pode resultar em desperdício de alimento, aumento nos custos de produção e piora na qualidade da água, conseqüentemente prejudicando o desempenho zootécnico e econômico da atividade (SANTOS et al., 2013). Maior quantidade de ofertas diárias em porções menores pode contribuir para redução de perdas, resultando em uma CAA mais eficiente. Santos et al. (2015) registraram tendência de aumento no ganho de peso com o aumento da frequência alimentar para até quatro vezes por dia.

Pereira Junior et al. (2013), ao avaliarem o desempenho produtivo do tambaqui alimentado com níveis crescentes de crueira de mandioca (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) em substituição ao milho, não encontraram diferença significativa para as variáveis de desempenho produtivo analisadas, concluindo que o resíduo da mandioca pode substituir totalmente o milho sem causar prejuízos produtivos para os juvenis de tambaqui.

Resultados semelhantes foram obtidos por Boscolo et al. (2002) ao observarem que até 24% do milho pode ser substituído pela farinha de varredura na alimentação da tilápia-do-Nilo, mas, não encontraram diferença significativa entre as variáveis de ganho de peso e conversão alimentar. Os autores concluíram que o ingrediente alternativo é bem aproveitado pela espécie, e destacam, ainda, a característica aglutinante dos resíduos da mandioca, que proporciona menor lixiviação dos nutrientes da ração e, conseqüentemente, melhor aproveitamento da dieta.

Lacerda et al. (2005), avaliando o desempenho de alevinos de carpa-capim alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do milho por farinha de varredura, também não encontraram problemas quanto à aceitabilidade por rações contendo a substituição total do milho pelo farelo de mandioca, definindo que o ingrediente pode substituir totalmente o milho sem ocasionar prejuízos ao desempenho dos alevinos.

A composição centesimal das carcaças de tilápia ao final do experimento é apresentada na tabela 5. Com exceção do teor de matéria mineral (cinzas) dos peixes, todas as demais variáveis apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 5. Composição centesimal corporal de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).

Variáveis	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Matéria seca	24,69 ^b	25,63 ^{ab}	26,55 ^a
Cinzas*	17,95	19,73	19,80
Gordura bruta	9,42 ^b	9,01 ^b	12,81 ^a
Proteína bruta	70,55 ^a	68,56 ^a	64,52 ^b

T1 – somente ingredientes tradicionais; T2 – inclusão de resíduo de farinha de casca de mandioca; T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca.

* Não existe nenhum contraste estatisticamente diferente de zero entre as médias pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade.

^{abc} Médias seguidas por pelo menos uma letra igual na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O grupo que recebeu a dieta com inclusão de farinha de varredura de tapioca (T3) apresentou carcaça com maior teor de matéria seca que o grupo controle (T1). Já o grupo T2, que recebeu dieta com inclusão de farinha de casca de mandioca, não diferiu de nenhum dos outros dois tratamentos.

O maior teor de matéria seca do tratamento 3 é acompanhado também pelo maior teor de gordura conforme pode ser observado. Em contraste, o teor de proteína do grupo T3 foi o menor dentre os tratamentos. Os teores de gordura e proteína do tratamento 2 não diferiram do tratamento controle.

Conforme Pereira Junior et al. (2013), o maior teor de gordura bruta na carcaça pode ser explicado pelo aumento da concentração de gordura na dieta. Logo, o maior teor de gordura observado no tratamento 3 pode estar relacionado também ao maior nível de inclusão de farinha de peixe na dieta deste tratamento.

Semelhante aos resultados obtidos, Gonçalves et al. (2009) verificaram um incremento no teor de gordura nas tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dietas contendo aumentos na relação energia:proteína. O excesso de energia na alimentação pode ocasionar um pior aproveitamento dos outros nutrientes da ração devido à saciedade gerada nos animais, ou o excesso

de energia consumida pode ser anabolizado para fins energéticos por meio da lipogênese, ocasionando aumento da deposição de gordura corporal (PEREIRA JUNIOR et al., 2013). Já Boscolo et al. (2002) observaram queda na porcentagem de gordura na carcaça de tilápias-do-Nilo devido à menor inclusão de óleo vegetal nas rações com maiores concentrações de farinha de varredura de mandioca.

Os resultados obtidos também estão de acordo com aqueles encontrados por Torelli et al. (2010) ao avaliarem a utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de diferentes espécies de peixes, incluindo a tilápia-do-Nilo. Estes autores observaram uma menor deposição de proteína bruta na carcaça de tilápias alimentadas com ração formulada com ingredientes alternativos, sendo um desses ingredientes a raspa de mandioca.

A tabela 6 apresenta os achados histopatológicos identificados nas amostras de fígado dos animais. Nos três tratamentos foram observadas, em algumas unidades amostrais, degenerações gordurosas em diferentes graus, não sendo possível atribuir tais lesões às dietas experimentais com inclusão de resíduos agroindustriais de mandioca.

Tabela 6. Achados histopatológicos em amostras de fígado de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).

Achados histopatológicos	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Degeneração gordurosa	Moderada a acentuada	Leve a acentuada	Leve a acentuada
Outras degenerações	Não	Degeneração turva	Degeneração turva

T1 – somente ingredientes tradicionais; T2 – inclusão de resíduo de farinha de casca de mandioca; T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca.

A degeneração gordurosa observada pode estar relacionada ao período de jejum de 24 horas ao qual os animais foram submetidos antes do abate, influenciando no metabolismo lipídico e hepático dos mesmos. Todavia, as degenerações turvas identificadas nos hepatócitos dos animais de algumas unidades amostrais de T2 e T3 são sugestivas de lesões hepáticas iniciais, as quais podem estar associadas aos resíduos incluídos nestas rações. Devido ao armazenamento inadequado destes resíduos por parte das agroindústrias é possível que tenha ocorrido proliferação de fungos e consequente produção de micotoxinas, cuja presença justificaria a ocorrência das lesões hepáticas encontradas.

Os sinais decorrentes da intoxicação por micotoxinas variam de subagudo a agudo (letal ou não), dependendo principalmente do tipo de toxina, da sua concentração no alimento e do tempo de ingestão. O efeito agudo é resultante da ingestão de doses geralmente elevadas e se manifesta rapidamente, causando lesões irreversíveis e podendo levar o animal a morte. O efeito subagudo é resultante da ingestão de doses não elevadas e por tempo prolongado, provocando distúrbios e alterações nos órgãos, principalmente o fígado. (TEIXEIRA, 2008).

Lopes et al. (2005) ao avaliarem alterações no fígado e na carcaça de alevinos de jundiá alimentados com dietas contaminadas com micotoxinas verificaram que concentrações de aflatoxinas superiores a 350 ppb/Kg de ração acarretam deposição residual no fígado e na carcaça, prejudicando o desenvolvimento dos animais.

As degenerações turvas encontradas nos hepatócitos de animais submetidos às rações com inclusão de resíduos são lesões iniciais, mas que podem evoluir para degenerações hidrópicas ou vacuolares mais graves. Caso os animais fossem criados por mais tempo, por exemplo, até atingir peso comercial de abate (600 a 800g), essas lesões poderiam se intensificar de modo a comprometer o desempenho produtivo ou até mesmo a taxa de sobrevivência desses tratamentos. Sendo assim, o período experimental deste trabalho não foi suficiente para avaliar de forma completa e conclusiva os possíveis efeitos lesivos à saúde provenientes do aproveitamento de resíduos do processamento da mandioca na alimentação de tilápia-do-Nilo.

4.2 Eficiência econômica de resíduos do processamento da mandioca na alimentação de tilápias

Apresenta-se nesta seção os resultados e as discussões sobre a análise dos indicadores de eficiência econômica obtidos no experimento, avaliando-se o custo médio de ração por quilograma de peso vivo, índice de custo e índice de eficiência econômica, além do custo de fabricação de cada ração.

Como pode ser observado na tabela 7, as duas rações com inclusão de resíduo apresentaram custo de fabricação menor que a ração controle, o que era esperado tendo em vista a substituição de ingredientes que necessitam desembolso por outros com custo zero (reaproveitamento). Entre as rações experimentais, a T3, formulada com farinha de varredura de tapioca, mostrou-se mais cara que a T2, formulada com farinha de casca de mandioca.

Tabela 7. Variáveis econômicas da criação de tilápia-do-Nilo alimentada com ração formulada somente com ingredientes tradicionais (T1) e alimentada com rações formuladas com inclusão de resíduos do processamento da mandioca (T2 e T3).

Variáveis	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Custo da ração (R\$/Kg)	2,15	1,85	1,87
CMR (R\$/Kg PVG)	7,57 ^{ab}	7,78 ^a	4,85 ^b
Índice de custo	193,27	198,86	124,03
IEE	51,74	50,29	80,63

T1 – somente ingredientes tradicionais; T2 – inclusão de resíduo de farinha de casca de mandioca; T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca.

^{abc} Médias seguidas por pelo menos uma letra igual na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Apesar do maior custo da ração T3 em comparação a T2, o custo médio de ração por quilograma de peso vivo (CMR) daquela foi significativamente inferior ao de T2, demonstrando um melhor equilíbrio econômico/zootécnico. Nenhuma das rações experimentais diferiu do tratamento controle quanto ao CMR.

Os índices de custo e de eficiência econômica apontaram o tratamento 3 mais viável do que os demais, justificando o uso da varredura de tapioca em regiões que se encontra tal resíduo com facilidade e sugerindo maior viabilidade econômica no seu reaproveitamento em comparação com a casca da mandioca. O tratamento 2 apresentou resultados economicamente inferiores para tais índices em comparação com o tratamento controle, porém muito próximos.

Mesmo com a necessidade de utilização de um maior teor de farinha de peixe no tratamento 3, o melhor consumo da ração, proporcionado pela sua maior palatabilidade, e melhor digestibilidade garantiram um melhor desempenho técnico sem que o custo de produção da ração superasse o custo da dieta controle, determinando assim um melhor desempenho também econômico.

Segundo Pereira Junior et al. (2013), a utilização de farinha de mandioca em diferentes graus de substituição ao milho na alimentação de tambaqui contribuiu para diminuir em torno de 15% o custo da produção das rações. A tendência de queda também ocorreu em relação ao custo de produção do quilograma de peixe conforme o acréscimo de ingrediente alternativo. Isso ocorre devido à fonte energética substituída ser o milho, ingrediente de custo alto e variável, além disso, vinculado ao mercado financeiro quando comparado ao valor da farinha de mandioca obtida como subproduto gerado por agroindústrias regionais.

Já foi identificada por outros autores também a possibilidade de utilização de subprodutos de diferentes processamentos da mandioca como fonte energética em substituição ao milho na alimentação de outros animais, a fim de reduzir seu custo. Por exemplo, Cruz et al. (2006) observaram menor custo por quilograma de ração com a inclusão da farinha de apra de mandioca em substituição do milho em rações para galinhas poedeiras.

4.3 Análise de viabilidade econômica

Apresentam-se nesta seção os resultados e as discussões sobre a análise de viabilidade econômica da produção de tilápia-do-Nilo por produtores familiares da região Norte e Noroeste Fluminense com a substituição da ração tradicional pela ração com inclusão de resíduo de tapioca. Buscou-se realizar a análise de sensibilidade e de risco por meio da simulação de Monte Carlo para comparar as diferentes dietas e seus efeitos sob a viabilidade do negócio.

Na tabela 8 é apresentada uma simulação de fluxos de caixa obtidos ao longo de 3 anos a partir da utilização de ração fabricada somente com ingredientes tradicionais e de ração alternativa fabricada com inclusão de farinha de varredura de tapioca (T3), tendo em vista que esta última apresentou resultado zootécnico superior à ração com inclusão de farinha de casca de mandioca. Conforme os dados obtidos nesta pesquisa, a ração T3 promoveu um índice de conversão alimentar aparente estatisticamente semelhante ao grupo testemunha, sendo assim é possível esperar uma produtividade e receita semelhantes ao substituir uma ração pela outra.

O sistema de produção simulado é de uma piscicultura de pequeno porte realizada em viveiro (tanque escavado) de 1.000 m² de lâmina d'água (50,0 x 20,0 x 1,0 m) e criação em fase única com densidade de 3 peixes/m³. A mão de obra utilizada é predominantemente familiar, com contratação de mão de obra temporária apenas para o dia da estocagem e da despesca. A produtividade foi calculada com base na taxa de sobrevivência dos alevinos de 93% para todo o ciclo e um peso de abate de 800 gramas ao final de um período de criação de 12 meses. O preço do peixe inteiro pago ao produtor considerado foi de R\$ 6,00/Kg e os preços de insumos utilizados para composição dos fluxos de caixa foram preços médios obtidos nas regiões Norte e Noroeste Fluminense no ano 2016. Os valores do fluxo de caixa resultaram das entradas e saídas dos recursos e produtos ao longo desse período e, ao final deste horizonte de investimento, os insumos que ainda não haviam exaurido foram contabilizados como receitas neste último ano. Dessa forma, os valores residuais da terra, instalações e equipamentos entraram como receitas no final.

Tabela 8. Simulação de fluxos de caixa resumidos e indicadores de eficiência econômica obtidos em uma piscicultura de pequeno porte com utilização de rações fabricadas com ingredientes tradicionais e ingrediente alternativo.

	T1			T3		
	Ano 1 (R\$)	Ano 2 (R\$)	Ano 3 (R\$)	Ano 1 (R\$)	Ano 2 (R\$)	Ano 3 (R\$)
Receitas (+)	13.392,00	13.392,00	13.392,00	13.392,00	13.392,00	13.392,00
Custos (-)	42.367,60	10.587,60	10.587,60	41.117,68	9.337,68	9.337,68
Fluxo de caixa	(28.975,60)	2.804,40	30.754,90	(27.725,68)	4.054,32	32.004,82
VPL 6%	R\$ 1.041,81			R\$ 4.583,33		
TIR	7,98%			15,00%		
IBC	1,04			1,17		

T1 – somente ingredientes tradicionais; T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca; VPL → valor presente líquido; IBC → índice benefício-custo.

Conforme pode ser observado na tabela 8, ambas as rações apresentaram VPL positivo a uma taxa de juros de 6% ao ano, indicando que a criação de tilápias é uma atividade economicamente viável para a região. É importante ressaltar que muitas linhas de crédito disponibilizadas pelo governo federal a produtores familiares possuem taxa de juros em torno de 2,5 a 5,5% ao ano.

Ao analisar a TIR, se observou que a ração T3 garante a atividade uma maior margem de segurança, pois somente taxas de juros superiores a 15% tornariam o projeto inviável, ao passo que taxas de juros superiores a 8% já inviabilizam a utilização da ração T1. Quanto mais próxima a TIR do negócio estiver da taxa de atratividade mínima, mais sujeito este estará às oscilações inflacionárias da economia, o que pode ser crucial para o produtor familiar que não dispõe de reserva financeira para atravessar períodos de recessão econômica.

O índice benefício-custo indica o quanto haverá de rentabilidade naquele período, em valores corrigidos, a partir do investimento realizado. Assim, para cada R\$ 1,00 investido na criação de tilápias utilizando a ração T3 haverá um fluxo de caixa de R\$ 1,17. Já na utilização da ração T1 este fluxo seria de apenas R\$ 1,04, cerca de 11% menor.

Os gráficos 1 e 2 ilustram os valores de VPL para diferentes taxas de desconto utilizando as rações T1 e T3, respectivamente, indicando o ponto em que o VPL se torna nulo (TIR).

Gráfico 1. Valor Presente Líquido de um investimento projetado para três anos (três ciclos) utilizando ração formulada apenas com ingredientes tradicionais ao custo de R\$2,15/Kg.

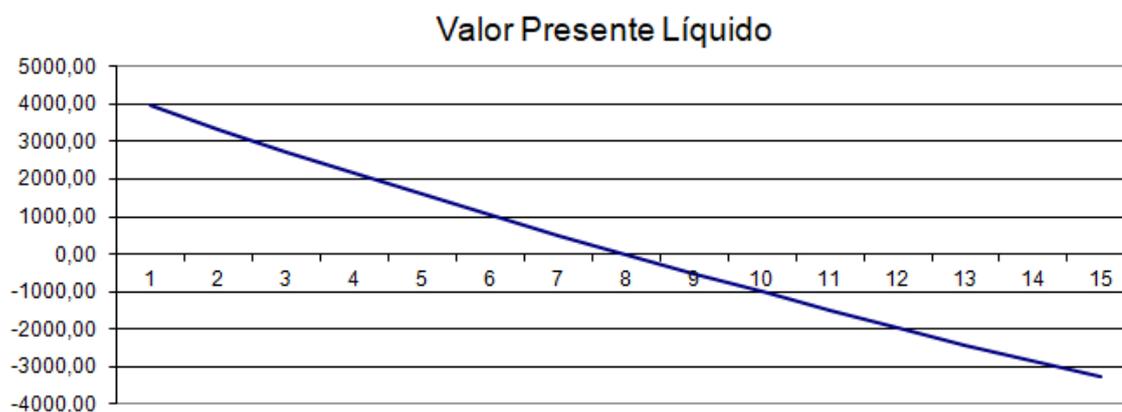
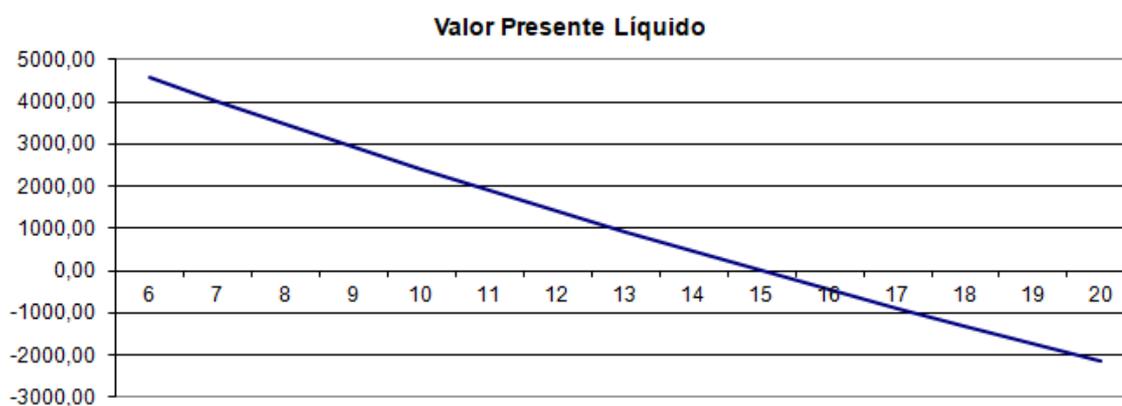


Gráfico 2. Valor Presente Líquido de um investimento projetado para três anos (três ciclos) utilizando ração formulada com inclusão de resíduo de varredura de tapioca ao custo de R\$1,87/Kg.



Uma comparação entre os indicadores de rentabilidade obtidos na utilização de ambas as rações é apresentada na tabela 9. O VPL com horizonte de planejamento de três anos apresentou-se positivo para todas as taxas de desconto consideradas (faixa de crédito bancário disponível para acesso pelo produtor familiar), porém, para uma taxa de atratividade mínima de 6,00%, a criação de tilápias utilizando ração formulada somente com ingredientes tradicionais se aproxima muito da taxa interna de retorno. A diferença de rentabilidade na utilização de ração com inclusão de resíduo de tapioca possui proporção crescente em relação à ração tradicional conforme se eleva a taxa mínima de atratividade, tornando-se aproximadamente 3 vezes maior a partir da taxa 4,00% e chegando a uma proporção 4 vezes maior a uma taxa de desconto de 6,00%.

Tabela 9. Valor presente líquido, com horizonte de planejamento de três anos, e taxa interna de retorno para produção de tilápia-do-Nilo utilizando ração formulada sem inclusão de resíduo e com inclusão de resíduo de varredura de tapioca.

Ração	Valor Presente Líquido (R\$)					TIR
	2,00%	3,00%	4,00%	5,00%	6,00%	
T1	3.334,46	2.736,56	2.155,57	1.590,86	1.041,81	7,98%
T3	7.011,18	6.378,17	5.762,96	5.164,89	4.583,33	15,00%

T1 – somente ingredientes tradicionais;

T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca.

A seguir é apresentada na tabela 10 a mesma comparação considerando um horizonte de investimento de 10 anos. Neste caso observa-se redução na taxa interna de retorno em ambas as situações, porém a criação com ração alternativa ainda apresenta rentabilidade mais atraente considerando as taxas de juros praticadas no mercado.

Tabela 10. Valor presente líquido, com horizonte de planejamento de dez anos, e taxa interna de retorno para produção de tilápia-do-Nilo utilizando ração formulada sem inclusão de resíduo e com inclusão de resíduo de varredura de tapioca.

Ração	Valor Presente Líquido (R\$)					TIR
	2,00%	3,00%	4,00%	5,00%	6,00%	
T1	10.998,89	8.452,82	6.118,42	3.975,52	2.006,09	7,11%
T3	22.450,95	19.434,75	16.661,91	14.109,65	11.757,58	12,68%

T1 – somente ingredientes tradicionais;

T3 – inclusão de resíduo de farinha de varredura de tapioca.

É importante dizer que o produtor rural convive com incerteza frequente de preços e uma das finalidades da avaliação econômica de projetos é diminuir o grande risco assumido nas decisões, interessando ao produtor saber qual a margem de segurança dos resultados da análise, antes de tomar sua decisão final.

Para se conhecer os efeitos de uma possível oscilação de preços sobre os indicadores econômicos da tilapicultura utilizando ração formulada com ingredientes tradicionais foi simulada uma variação desfavorável de 10% no preço de venda do produto e no preço de compra dos insumos (tabela 11). Nota-se que o preço de venda do peixe foi o item mais sensível à variação, já que, com uma variação pessimista de 10%, o projeto torna-se inviável, com um VPL negativo e TIR de 0,95% (queda de 7,03%), inferior à menor taxa de juros disponível (2,5%). A segunda variável de maior impacto foi o preço da ração, pois para uma elevação de 10% no preço pago pelo produtor neste insumo, a TIR reduz para 2,89% (queda de 5,09%). Esta redução torna o VPL muito reduzido ou negativo dependendo da taxa de juros do crédito acessado, o que inviabiliza o projeto e gera um prejuízo capaz de retirar o produtor familiar da atividade.

Tabela 11. Análise de sensibilidade nos indicadores econômicos com simulação de uma variação desfavorável de 10% nos preços de venda e dos insumos, demonstrando seus reflexos na TIR e no VPL, a uma taxa de desconto de 6% a.a., com a utilização de ração formulada apenas com ingredientes tradicionais.

Item	Varição TIR (%)	TIR (%)	Varição VPL (R\$)	VPL (R\$)
Preço de venda	- 7,03%	0,95%	- 3.794,48	(2.752,67)
Ração	- 5,09%	2,89%	- 2.719,38	(1.677,57)
Terra	- 2,82%	5,16%	- 1.500,00	(458,19)
Alevinos	- 0,33%	7,65%	- 170,00	871,81
Mão de obra	- 0,13%	7,85%	- 68,00	973,81
Kit para análise de água	- 0,13%	7,85%	- 66,00	975,81
Aubos	- 0,04%	7,94%	- 19,83	1.021,98

PONCIANO et al. (2004) encontraram em seus trabalhos a mão de obra também como um item sensível e de grande importância na elaboração de um projeto agrícola, porém a mesma observação não ocorreu nesta análise. Isto se dá em função de ter sido simulada uma atividade agropecuária de pequeno porte e com mão de obra predominantemente familiar, à semelhança da realidade dos pequenos piscicultores das regiões Norte e Noroeste Fluminense, envolvendo uma despesa de custeio muito pequena com contratação de mão de obra externa.

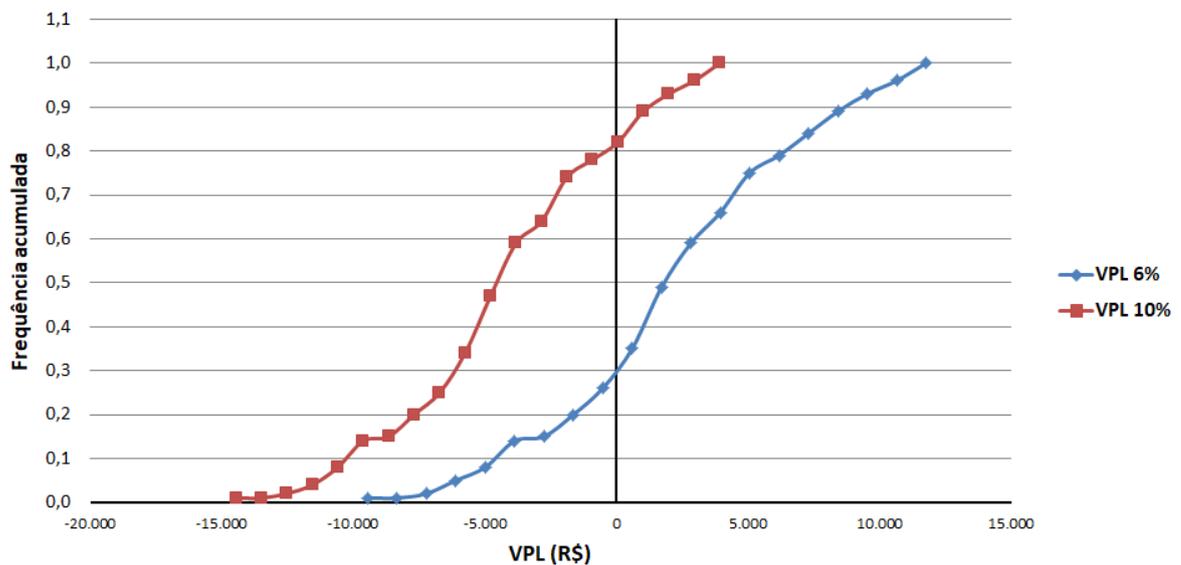
A avaliação econômica baseada nos indicadores e na análise de sensibilidade é necessária, porém insuficiente para uma tomada de decisão segura, cabendo assim, acrescentar a análise de risco para oferecer uma estimativa quantitativa.

A análise de sensibilidade realizada foi apenas o primeiro passo para lidar com riscos, uma vez que considera a influência das variáveis independentemente, quando se sabe que variáveis correlacionadas devem ser analisadas em conjunto, pois variações favoráveis e desfavoráveis nos preços podem ocorrer

simultaneamente nas mesmas. Para tal foi realizada a distribuição de probabilidade acumulada do valor presente líquido obtida mediante simulação de Monte Carlo. É importante que se tenha noção das probabilidades de ocorrência de situações adversas, bem como suas consequências sobre os resultados do projeto. Sabe-se que as informações usadas na avaliação de projetos são sempre projeções para o futuro dos valores das variáveis que formam o fluxo de caixa e, portanto, são estimativas sujeitas a erros. Com essa análise têm-se condições de oferecer as probabilidades de que o projeto venha a reduzir certos valores especificados.

Observa-se no gráfico 3 que a probabilidade do produtor obter um VPL negativo com estes custos de produção está em torno de 30% quando se considera uma taxa de desconto de 6%. Porém, quando utiliza uma taxa de desconto de 10%, esta probabilidade aumenta para próximo de 80%, tornando muito maior as chances de insucesso do empreendimento.

Gráfico 3. Simulação de Monte Carlo para produção de tilápia com utilização de ração formulada com ingredientes tradicionais ao custo médio de R\$ 2,15/Kg.



Ao realizar a mesma simulação utilizando a ração com inclusão de resíduo de tapioca (tabela 12) observa-se que para uma queda de 10% no preço pago ao produtor, a TIR reduz para 7,49% e para uma elevação de 10% no preço pago na ração, a TIR reduz para 10,26%. Neste cenário, ambas as taxas permanecem economicamente viáveis, pois se encontram acima das taxas mínimas de atratividade encontradas por esta categoria de produtores. Mesmo havendo redução do VPL em função das oscilações de preços no mercado, este se mantém positivo, permitindo a manutenção do produtor familiar na atividade.

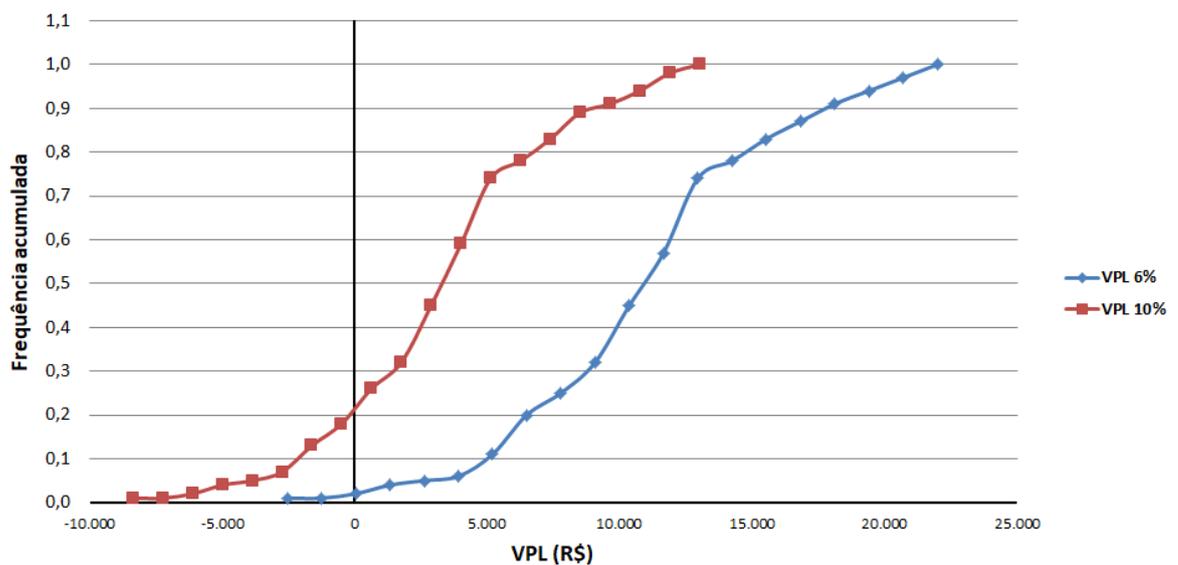
Tabela 12. Análise de sensibilidade nos indicadores econômicos com simulação de uma variação desfavorável de 10% nos preços de venda e dos insumos, demonstrando seus reflexos na TIR e no VPL, a uma taxa de desconto de 6% a.a., com a utilização de ração formulada com inclusão de resíduo de tapioca.

Item	Varição TIR (%)	TIR (%)	Varição VPL (R\$)	VPL (R\$)
Preço de venda	- 7,51%	7,49%	- 3.794,48	788,85
Ração	- 4,74%	10,26%	- 2.365,23	2.218,10
Terra	- 3,19%	11,81%	- 1.500,00	3.083,33
Alevinos	- 0,35%	14,65%	- 170,00	4.413,32
Mão de obra	- 0,15%	14,85%	- 66,00	4.517,33
Kit para análise de água	- 0,14%	14,86%	- 68,00	4.515,32
Aubos	- 0,04%	14,96%	- 19,83	4.563,49

Ao se realizar a análise de risco nesse novo cenário observa-se redução considerável na probabilidade de obter-se um VPL negativo. Conforme pode ser observado no gráfico 4, este risco reduz de 80% para cerca de 20% a uma taxa de desconto de 10% e somente 1% a uma taxa de desconto de 6%. Esse

resultado deixa claro o papel da alimentação alternativa em, além de reduzir o custo de produção, também reduzir o risco da atividade para o pequeno piscicultor, tornando-o menos susceptível às oscilações financeiras do mercado, tanto em relação ao preço recebido pelo seu produto, quanto em relação às variações de preço dos insumos necessários à produção.

Gráfico 4. Simulação de Monte Carlo para produção de tilápia com utilização de ração formulada com inclusão de resíduo de varredura de tapioca ao custo médio de R\$ 1,87/Kg.



5. CONCLUSÕES

As avaliações realizadas neste estudo indicam que os resíduos do processamento da mandioca são alimentos com potencial para utilização em rações para tilápia-do-Nilo em substituição parcial a ingredientes energéticos como o milho e o trigo, não gerando comprometimento do desempenho produtivo e reduzindo o custo da alimentação.

Apesar do processo de extrusão proporcionar à ração melhor digestibilidade e maior tempo de suspensão na água para apreensão pelos peixes, optou-se neste estudo por não realizar tal procedimento com a finalidade de deixar o processo de fabricação das rações em estudo o mais acessível possível ao produtor familiar, o qual não dispõe de equipamento para execução deste processo. São necessários estudos que investiguem uma forma de aumentar o aproveitamento destas rações sem necessidade de extrusão como, por exemplo, um maior número de ofertas diárias e em menor quantidade, a fim de reduzir as perdas provenientes dos *pellets* que afundam sem tempo para captura. Desta forma, seria possível melhorar os índices de conversão alimentar aparente e eficiência alimentar.

A análise de sensibilidade revelou que, nos sistemas propostos, o custo da ração é o segundo item cuja taxa interna de retorno (TIR) demonstra maior sensibilidade. Assim, a substituição da ração com ingredientes tradicionais pela ração com inclusão de resíduo de varredura de tapioca possibilita elevar a TIR da atividade e melhora a lucratividade do produtor.

Mediante as simulações de Monte Carlo, pode-se concluir que a substituição da ração com ingredientes tradicionais pela ração com inclusão de resíduo de varredura de tapioca proporcionou redução do risco da atividade, isto é, reduziu a probabilidade do pequeno piscicultor obter valores presentes líquidos negativos (prejuízo). Sendo assim, o produtor fica mais protegido das oscilações de preço do mercado, pois ainda que haja queda no valor recebido pelo quilograma de peixe vendido ou aumento no custo dos insumos, a atividade terá maior chance de manter seu fluxo de caixa positivo e sua viabilidade econômica.

É importante ainda ressaltar que as informações utilizadas nas avaliações foram projeções para o futuro dos valores das variáveis que formam o fluxo de caixa e, portanto, são estimativas sujeitas a erros. Outra limitação do trabalho refere-se à determinação do risco, uma vez que, além do risco econômico, há o risco inerente às condições climáticas e à saúde dos animais. Embora a maior parte desses eventos possa ser contornada pela adoção de práticas de manejo e utilização de medicamentos, eventos inesperados podem gerar perdas no processo de produção, elevando os riscos estimados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abimorad, E. G., Strada, W. L., Schalch, S. H. C., Garcia, F., Castellani, D., Manzatto, M. R. (2009) Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-nilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 44 (5): 519-525.

AOAC (2005) Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 18. ed. Gaithersburg.

Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W., Lima, U. A. (2001) *Biotecnologia Industrial: Biotecnologia da Produção de Alimentos*. São Paulo: Edgard Blucher, 4: 523p.

Bagenal T. B., Tesch F. W. (1978) *Methods for assessment of fish production in fresh waters*, Oxford: Blackwell Science Publications, 101-136p.

Barbosa, H. P., Fialho, E. T. F., Ferreira, A. S. (1992) Triguilho para suínos nas fases de crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 21 (5): 827-837.

Bellaver, C., Fialho, E. T., Protas, J. F. S. (1985) Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 20 (8): 969-974.

Boscolo, W. R., Hayashi, C., Meurer, F. (2002) Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 31 (2): 546-552.

Boscolo, W. R., Hayashi, C., Feiden, A., Meurer, F., Signor, A. (2005) Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias como fonte de proteína e minerais para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 34 (5): 1425-1432.

Buarque, C. (1991) *Avaliação econômica de projetos*. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 266 p.

Cagnon, J. R., Cereda, M. P., Pantarotto, S. (2002) Culture of starchy tubers in Latin America: Culture of starchy tubers in Latin-America. São Paulo: Fundação Cargill, 2: 537p.

Casarotto Filho, N., Kopittke, B. H. (2000) *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial*. 9 ed. São Paulo: Atlas, 458 p.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) - Resolução Nº. 357, de 17 de março de 2005, alterada pela Resolução Nº 410 de 2009 e pela Resolução Nº 430 de 2011. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em Janeiro de 2018.

Contador, C. R. (1981) *Avaliação social de projetos*. São Paulo: Atlas, 301 p.

Cruz, F. G. G., Filho, M. P., Chaves, F. A. L. (2006) Efeito da substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35 (6): 2303-2308.

Cyrino, J. E. P., Bicudo, A. J. A., Sado, R. Y., Borghesi, R., Dairik, J. K. A (2010) Piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 68-87.

Dairiki, J. K., Silva, T. B. A. (2011) *Revisão de Literatura: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros*. Manaus: Embrapa Amazonas Ocidental, ISSN 1517-3135, 44p.

Egna, H. S., Boyd, C. E. (1997) *Dynamic of pond aquaculture*. CRC Press, Boca Raton, New York.

El-sayed, A. F. M. (2006) *Tilapia culture*. CABI Publishing, Oxfordshire, U.K.: 277p.

EMATER-RJ - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (2014) *Relatório de Atividades 2014*. Rio de Janeiro, 2014. 81p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (2009) *Piscicultura em tanques-rede*. Brasília: 120p.

Ferreira, M. S. (2013) Avaliação bromatológica dos resíduos da industrialização da mandioca e seu aproveitamento em ração para animais ruminantes. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 3(1): 105-109.

FIPÈRJ – Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (2015) *Relatório 2015*. Rio de Janeiro, 2015. 174p.

França, E. D. (2016) *Custo e rentabilidade da produção de tilápias em áreas não onerosas, período 2001 a 2015*. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo – USP, 66 p.

Gallego, M. G., Bazoco, J., Akharbach, H. (1994) Utilization of different carbohydrates by the European eel (*Anguilla anguilla*). *Aquaculture*, 124: 638–644.

Gonçalves, G. S., Pezzato, L. E., Barros, M. M., Rocha, D. R., Kleemann, G. K., Santa Rosa, M. J. (2009) Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para tilápia do Nilo. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 35 (3): 201-213.

Hertz, O. B. (1964) Risk analysis in capital investment. *Harvard Business Review*, 42(1): 95-106.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013). *Produção Agrícola Municipal* 2013. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam>>. Acesso em 18 de Agosto de 2016.

Kubitza, F. (2000) *Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: 285 p.

Lacerda, C. H. F., Hayashi, C., Soares, C. M., Boscolo, W. R., Kavata, L. C. B. (2005) Farelo de mandioca (*Manihot esculenta*) em substituição ao milho (*Zea mays*) em rações para alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). *Acta Scientiarum*, 241-245.

Leonardo, A. F. G., Tachibana, L., Corrêa, C. F., Gonçalves, T. G., Baccarin, A. E. (2009) Qualidade da água e desempenho produtivo de juvenis de tilápia do nilo em viveiros, utilizando-se três sistemas de alimentação. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais*, 7(4): 383-393.

Lima, A. F., Silva, A. P. da, Rodrigues, A. P. O., Bergamin, G. T., Torati, L. S., Pedroza Filho, M. X., Maciel, P. O. (2013) Qualidade da água: Piscicultura Familiar. Brasília, Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pesca-e-aquicultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/972064/qualidade-da-agua-piscicultura-familiar>>. Acesso em Janeiro de 2018.

Lisbôa, Y. S. (2016) *Avaliação técnica e econômica de resíduos agroindustriais na alimentação de alevinos de tilápias (Oreochromis niloticus) na região norte fluminense*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 86p.

Lopes, P. R. S., Neto, J. R., Lazzari, R., Pedron, F. A., Veiverberg, C. A., Mallmann, C. A. (2005) Crescimento e alterações no fígado e na carcaça de alevinos de jundiá alimentados com dietas com aflatoxinas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 40(10): 1029-1034.

Lourenço, J. N. P., Malta, J. C. O., Souza, F. N. (1999) A importância de monitorar a qualidade da água na piscicultura. *Instruções Técnicas Embrapa*, n.5, 15p.

Martins, E. (2000) *Contabilidade de custos*. 7 ed. São Paulo: Atlas, 52p.

Mercante, C. T. J., Martins, Y. K., Carmo, C. F., Osti, J. S., Pinto, C. S. R., Tucci, A. (2007) Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas. *Revista Bioikos*, 21 (2): 79-88.

Miake, M., Dossa, D. (2001) Piscicultura – viabilidade técnica e econômica na pequena propriedade rural. *Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*.

Moreau, Y., Desseaux, V., Koukiekolo, R., Marchis-Mouren, G., Santimone, M. (2001) Starch digestion in tropical fishes: isolation, structural studies and inhibition kinetics of α -amylases from two tilápias *Oreochromis niloticus* and *Sarotherodon melanotheron*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 128: 543-552.

Moro, G. V., Torati, L. S., Luiz, D. B., Matos, F. T. (2013) Monitoramento e qualidade da água em pisciculturas. *Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimentos*, Embrapa, Pesca e Aquicultura, 21p.

Moss, C. B. (2010) *Risk, Uncertainty and the Agricultural Firm*. World Scientific, 292 p.

Moura, G. S., Oliveira, M. G. A., Lanna, E. T. A., Maciel Júnior, A., Maciel, C. M. R. R. (2007) Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-Nilo submetidas a diferentes temperaturas. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (11): 1609-1615.

Noronha, J. F. (1987) *Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 269 p.

Nunes Souto, C. (2015) *Farinha de camarão em dietas para tambaqui (Colossoma macropomum)*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás Escola de Veterinária e Zootecnia - EVZ, 72p.

Oeda, A. P., Lima, A. F., Alves, A. L., Rosa, D. K. V., Torati, L. S., Santos, V. R. V. (2013) Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. *Embrapa Pesca e Aquicultura*, Brasília, 440p.

Pelizer, L. H., Pontieri, M. H., Moraes, I. O. (2007) Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. *Journal Technology Management Innovation*, 2: 118-127.

Pereira, A. C., Silva, R. F. (2012) *Produção de tilápias*. Niterói: Manual Técnico, 31p.

Pereira da Silva, E. M., Pezzato, L. E. (2000) Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29: 1273-1280.

Pereira Junior, G. P., Pereira, E. M. O., Filho, M. P., Barbosa, P. S., Shimoda, E., Brandão, L. V. (2013) Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca

(*Manihot esculenta*) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta Amazonica*, 43(2): 217–226.

Pezzato, L. E., Miranda, E. C. de, Barros, M. M., Pinto, G. Q., Pezzato, A. C., Furuya, W. M. (2000) Valor nutritivo do farelo de coco para tilápia-donilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci.*, 22: 695-699.

Pezzato, L. E., Miranda, E. C., Barros, M. M., Pinto, L. G. Q., Furuya, W. M., Pezzato, A. C. (2002). Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31: 1595-1604.

Ponciano, N. J. et al. (2004) Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na Região Norte Fluminense. *Revista Economia e Sociologia Rural*, 42 (4): 615-635.

Rotta, M. A. (2003) *Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo de teleósteos relacionados à piscicultura*. Corumbá: Embrapa pantanal, 48p..

Santos, E. L., Ludke, M. C. M., Barbosa, J. M., Rabello, C. B., Ludke, J. V. (2009) Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). *Caatinga*, Mossoró, 22: 175-180.

Santos, J. A., Azevedo, F. V. S. T. M., Alves, I. T. F., Silva, G. P. (2013) Influência das densidades de estocagem na qualidade da água e no desempenho produtivo de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) cultivados em tanques-rede. *Enciclopédia Biosfera*, São Paulo, 9(16): 170-177.

Santos, M. M., Calumby, J. A., Coelho Filho, P. A., Soares, E. C., Gentelini, P. A. (2015) Nível de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho de alevinos de tilápia-do-nilo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(2): 387-395.

Seixas, J.T.E., Rostagno, H.S., Euclides, R.F. (1997a) Efeito de aglutinantes na hidrosolubilidade de dietas balanceadas para o camarão de água doce

(*Macrobachium roserbergii* de Man) no estágio pós-larva. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 26(4): 629-637.

Seixas, J.T.E.; Rostagno, H.S.; Queiroz, A.C. (1997b) Avaliação do desempenho de pós-larvas de camarão de água doce (*Macrobachium roserbergii* de Man) alimentados com dietas balanceadas contendo diferentes aglutinantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 26(4): 638-644.

Silva, H. A., Murrieta, R. S. S. (2014) Mandioca, a rainha do Brasil? Ascensão e queda da *Manihot esculenta* no estado de São Paulo. *Ciências Humanas*, Belém, 9(1): 37-60.

Sonoda, D. Análise econômica de sistemas alternativos de produção de tilápias em tanques rede para diferentes mercados (2002) Tese (Doutorado em Ciências Econômicas), Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo – USP, 77 p.

Teixeira, A. (2008) *Adequação e apresentação de parâmetros de validação intralaboratorial de um ensaio para a quantificação de Aflatoxina em Castanha-do-brasil (Bertholletia excelsa Bonpl.) através da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência*. Dissertação (Mestrado), Seropédica – RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 57 p.

Teixeira, M. Y. P., Rodrigues, B. C., Joventino, A. J. P., Silva, E. B., Ressurreição, L. S., Pantoja, L. D. M. (2014) Análise micológica e das condições de preparo de tapiocas comercializadas no centro de Fortaleza, Ceará. *Nutrivisa – Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde*, 1(2): 6-10.

Torelli, J. E. R., Oliveira, E. G., Hipólito, M. L. F., Ribeiro, L. L. (2010) Uso de resíduos agro-industriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 5(3): 1-15.

Watanabe, W. O., Losordo, T. M., Fitzsimmons, K. (2002) Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trend, and challenges. *Reviews in Fisheries Science*, 10: 465-498.