

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ÉMERSON JOSÉ ALVES MATOS

UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (*PERESKIA
ACULEATA*) EM DIETAS PARA A TILÁPIA-DO-NILO (*OREOCHROMIS
NILOTICUS*)

CURITIBA

2025

ÉMERSON JOSÉ ALVES MATOS

UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (*PERESKIA
ACULEATA*) EM DIETAS PARA A TILÁPIA-DO-NILO (*OREOCHROMIS
NILOTICUS*)

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Meurer (UFPR)
Coorientador: Prof. Dr. Elisabeth Criscuolo Urbinati (UNESP).

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Matos, Êmerson José Alves

Utilização da farinha de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) em dietas para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) / Êmerson José Alves Matos. – Curitiba, 2025.

1 recurso online: PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Meurer

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Elisabeth Criscuolo Urbinati

1. Peixes - alimentação. 2. Tilápia Nilótica. 3. Alimentos alternativos. 4. Digestibilidade. I. Meurer, Fábio. II. Urbinati, Elisabeth Criscuolo. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ÉMERSON JOSÉ ALVES MATOS**, intitulada: **Utilização da farinha de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**, sob orientação do Prof. Dr. FÁBIO MEURER, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 24 de Abril de 2025.

Assinatura Eletrônica

09/05/2025 14:11:45.0

FÁBIO MEURER

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

19/05/2025 02:47:46.0

MATEUS MATIUZZI DA COSTA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO)

Assinatura Eletrônica

13/05/2025 08:11:32.0

RODRIGO DE ALMEIDA TEIXEIRA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

21/05/2025 13:59:07.0

ROBIE ALLAN BOMBARDELLI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO OESTE DO PARANÁ)

Dedico esta pesquisa a Deus e aos meus pais, pois, nos momentos de fraqueza,
encontrei neles a força para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Sua magnificência e por nunca soltar minha mão, mesmo nos momentos mais difíceis, colocando pessoas em meu caminho que contribuíram significativamente para minha formação.

Aos meus pais José Arnaldo e Gilvânia (*in memoriam*), pelo amor incondicional, exemplo de vida e incentivo para superar as dificuldades.

À minha irmã e minha sobrinha, Aline e Geovanna, por me apoiarem e entenderem minha ausência.

Ao professor e orientador Dr. Fábio Meurer, pelo apoio desde o primeiro momento em que manifestei o interesse em ser seu orientado. Agradeço por acreditar em minhas ideias, mesmo quando elas não pareciam tão promissoras, incentivando-me e mostrando que seriam fundamentais para o meu crescimento profissional. Sou grato também pelos conselhos e pelas palavras amigas ao longo dessa jornada.

À professora e coorientadora Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati, por me acolher em seu laboratório (LAFIPE – UNESP) e acompanhar o desenvolvimento da minha pesquisa com paciência e compreensão. Sua orientação foi crucial para a concretização deste projeto. Agradeço ainda à Thaís Lucato e ao Tom Vilhalba pela amizade e acolhimento, que foram indispensáveis nesse período.

Ao professor Robie Allan Bombardelli, pela valiosa parceria e por abrir as portas do LATRAAC – UNIOESTE, permitindo que eu ampliasse meus conhecimentos e potencializasse a qualidade da minha pesquisa. Sou grato também aos seus orientados, Leonardo Baumgartner e Nicolas Cesar, por compartilharem generosamente seu conhecimento comigo.

À professora Dra. Aline de Marco Viott pela ajuda na análise das lâminas histológicas; sem seu conhecimento, este trabalho não estaria completo.

Ao meu amigo e parceiro de doutorado, Jailson Novodworski, cuja dedicação ao trabalho foi uma fonte constante de motivação para que eu seguisse em frente. Agradeço por não medir esforços para me ajudar, por torcer por mim mesmo quando eu já não acreditava ser possível, e por todas as vezes em que me alertou sobre algo que poderia comprometer minha pesquisa. Apesar dos desafios pessoais que enfrentava, você sempre esteve disponível para me ouvir e oferecer apoio. Acredito, com convicção, que ainda realizaremos muitos trabalhos juntos no futuro.

Às Dr^{as}. Izabel Zadinelo e Patrícia Dias, pela generosidade em compartilhar seus conhecimentos comigo e pelo papel fundamental que desempenharam, especialmente no início

da minha pesquisa. Vocês são exemplos inspiradores de mulheres comprometidas com a ciência e com a excelência em suas áreas de atuação.

À equipe do LATAq, em especial aos doutorandos Diego Pantoja e Rafaela Mocochinski, e aos alunos de iniciação científica — Lucas Amorim, Luiz Ferreira e Matheus Meireles — pelo apoio e pelas contribuições ao longo desta jornada.

À melhor equipe de segurança que poderia existir — Douglas Fulini, Fabiano do Nascimento, Júlio Gonçalves e Júlio Mendonça — por incentivarem diariamente minha pesquisa e por sempre estarem disponíveis para oferecer suporte, mesmo em tarefas simples, mas que, sozinho, seriam bem mais difíceis de realizar.

À Banca Examinadora, pela generosidade em dedicar seu tempo e conhecimento para contribuir com a melhoria deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelo ensino de excelência. Meu agradecimento especial à secretária do PPGZ, Sílvia, pela competência e profissionalismo, sempre disposta a ajudar, mesmo à distância, dentro de suas possibilidades.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal-SP, pela parceria estabelecida e pela contribuição de seus excelentes professores.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão do apoio financeiro, essencial para a realização deste trabalho.

Por fim, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta tese, deixo meu mais sincero agradecimento.

“Porque, afinal, só se vive uma vez. Então temos de aproveitar a vida ao máximo, acreditar no amor, mergulhar de cabeça, correr riscos, rir até doer e nunca se arrepender.”

Jack Kerouac

*“Existe um herói se você olhar dentro do seu coração.
Você não precisa ter medo do que você é.” “Hero”*

Mariah Carey, 1993.

RESUMO

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) é uma planta alimentícia não convencional amplamente distribuída na América Latina. Suas folhas são ricas em proteínas, ferro e carotenoides, favorecendo a agricultura familiar e a segurança alimentar. Trata-se de uma espécie perene e rústica, adaptável a diferentes solos e climas, tolerante à seca e de baixa exigência nutricional. Apresenta produtividade média de 15 t/ha/ano e fácil propagação por estacas. Suas folhas possuem aminoácidos essenciais, como triptofano, fenilalanina e lisina, e estudos indicam que sua farinha pode substituir parcialmente ingredientes convencionais na dieta de peixes sem comprometer seu crescimento e saúde. Este estudo avaliou o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da energia bruta e de nutrientes da farinha de folhas de ora-pro-nóbis (FFO), além de determinar seu melhor nível de inclusão na dieta da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) nas fases adulta e juvenil. No Capítulo 1, realizou-se uma revisão abrangente sobre o uso de farinhas vegetais em alimentos aquáticos, abordando seus valores bromatológicos, digestíveis e níveis de inclusão. No Capítulo 2, a digestibilidade aparente da FFO foi determinada para proteína bruta (PB), aminoácidos (AA), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS). Os coeficientes de digestibilidade aparente da FFO foram: MS (33,01%), EB (40,60%), EE (76,86%) e PB (45,51%). Entre os aminoácidos essenciais, o triptofano (98,00%) e a leucina (80,00%) apresentaram os maiores valores de CDA, enquanto a treonina (25,00%) e a arginina (39,00%) tiveram os menores. No Capítulo 3, avaliou-se a inclusão da FFO na dieta de tilápias adultas, concluindo-se que níveis de até 10% melhoram o crescimento, a eficiência alimentar e a absorção intestinal sem efeitos adversos nos índices sanguíneos hematimétricos e bioquímicos. Como também, o aumento da altura e da área das vilosidades intestinais, que aumentam a absorção de nutrientes, demonstra a capacidade da tilápia de se adaptar às mudanças na dieta. Finalmente, a natureza mais fibrosa das dietas com FFO contribuiu para reduzir a degeneração da gordura hepática, resultando em fígados de tilápia-do-nilo mais saudáveis. No Capítulo 4, analisaram-se os efeitos da FFO no crescimento e na composição química corporal de juvenis de tilápia-do-nilo. A FFO não comprometeu a sobrevivência dos peixes e melhorou os parâmetros produtivos e a composição química da carcaça, recomendando-se níveis de inclusão entre 7% e 14% na dieta.

Palavras-chave: alimentos alternativos, criação de tilápias, degeneração hepática gordurosa, nutrição de peixes, vilosidades intestinais.

ABSTRACT

Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) is a non-conventional food plant widely distributed in Latin America. Its leaves are rich in protein, iron, and carotenoids, supporting family farming and food security. This perennial and resilient species adapts to various soils and climates, tolerates drought, and has low nutrient requirements. It has an average productivity of 15 t/ha/year and propagates easily through cuttings. Its leaves contain essential amino acids, such as tryptophan, phenylalanine, and lysine, and studies suggest that its leaf meal can partially replace conventional ingredients in fish diets without compromising growth and health. This study evaluated the apparent digestibility coefficient (ADC) of gross energy and nutrients in ora-pro-nóbis leaf meal (OLM) and determined its optimal inclusion level in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) at juvenile and adult stages. Chapter 1 provides a comprehensive review of plant-based meals in aquatic feeds, including their bromatological composition, digestibility, and inclusion levels. Chapter 2 assessed the apparent digestibility of OLM for crude protein (CP), amino acids (AA), gross energy (GE), ether extract (EE), and dry matter (DM). The ADC values for OLM were: DM (33.01%), GE (40.60%), EE (76.86%), and CP (45.51%). Among essential amino acids, tryptophan (98.00%) and leucine (80.00%) showed the highest ADC values, while threonine (25.00%) and arginine (39.00%) had the lowest. In Chapter 3, the inclusion of FFO in the diet of adult Nile tilapia was evaluated. It was concluded that inclusion levels of up to 10% improve growth performance, feed efficiency, and intestinal absorption without adverse effects on hematimetric and biochemical blood indices. Additionally, the increased height and area of intestinal villi, which enhance nutrient absorption, demonstrate the tilapia's ability to adapt to dietary changes. Finally, the more fibrous nature of the diets containing FFO contributed to a reduction in hepatic fat degeneration, resulting in healthier livers in Nile tilapia. Chapter 4 evaluated the impact of OLM on the growth performance and body composition of juvenile Nile tilapia. OPNLM did not affect fish survival and improved productive performance and carcass composition, with recommended inclusion levels ranging from 7% to 14% in the diet.

Keywords: alternative feed, tilapia farming, fatty liver degeneration, fish nutrition, intestinal villi.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - Folhas de amoreira.	26
FIGURA 2.2 - Folhas de batata-doce.	27
FIGURA 2.3 - Folhas de leucena	29
FIGURA 2.4 - Folhas de moringa.	30
FIGURA 2.5 - Folhas de mandioca.	31
FIGURA 2.6 - Folhas e fruto da abóbora.	32
FIGURA 2.7 - Folhas de feijão guandu.....	34
FIGURA 2.8 - Aguapé.	35
FIGURA 2.9 - Folhas de Ora-pro-nóbis antes do processo de secagem em estufa de recirculação, folhas presas aos galhos (lado esquerdo) e folhas após o processo de secagem, somente folhas e pecíolos (lado direito).	37
FIGURA 2.10 - Folhas de talimkhana.	48
FIGURA 2.11 - Capim kikuyu.	49
FIGURA 4.1 - Morfologia intestinal de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de ora-pro-nóbis: (A) altura das vilosidades; (B) área de vilosidades; (C) número de células caliciformes; (D) número de infiltrações leucocitárias. Letras diferentes acima da barra de erro indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre si de acordo com o teste de Duncan. Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão.....	91
FIGURA 4.2 - Fotomicrografia do intestino delgado de <i>O. niloticus</i> . Corte transversal do intestino delgado de tilápia mostrando a organização geral, com a camada de muco em forma de vilosidades (setas). As numerosas pequenas células caliciformes (ponta de seta) são vistas no epitélio colunar que reveste o intestino no corte anterior estão manchadas em roxo com coloração PAS/AB. Camada de músculo liso (ML).	92

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - Composição bromatológica da farinha de folhas da amora (<i>Morus alba</i>). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.	26
TABELA 2.2 - Composição bromatológica da farinha de folhas da batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i>). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.	28
TABELA 2.3 - Composição bromatológica da farinha de folhas da Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.	28
TABELA 2.4 - Composição bromatológica da farinha de folhas da Moringa (<i>Moringa oleifera</i>). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.	30
TABELA 2.5 - Composição bromatológica da farinha de folhas da Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.	31
TABELA 2.6 - Composição bromatológica da farinha de folhas da abóbora (<i>Telfairia occidentalis</i>). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.	33
TABELA 2.7 - Composição bromatológica da farinha de folhas do feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i>). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.	33
TABELA 2.8 - Composição bromatológica da farinha de folhas do aguapé (<i>Eichhornia crassipes</i>). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.	34
TABELA 2.9 - Valores digestíveis da energia e dos nutrientes de diversas farinhas de folhas sugeridos para diferentes espécies de peixes.	38
TABELA 2.10 - Níveis de inclusão da farinha de folha de amora na dieta de peixes.	40
TABELA 2.11 - Níveis de inclusão de diversas farinhas de folhas fermentadas sugeridos para diferentes espécies de peixes.	40
TABELA 2.12 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de batata-doce na dieta de peixes. ..	41
TABELA 2.13 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de leucena na dieta de peixes.	42
TABELA 2.14 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de moringa na dieta de peixes.	44
TABELA 2.15 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de mandioca na dieta de peixes.	46
TABELA 2.16 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de abóbora na dieta de peixes.	47
TABELA 2.17 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de feijão guandu na dieta de peixes.	47
TABELA 2.18 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de capim kikuyu na dieta de peixes.	49
TABELA 2.19 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de aguapé na dieta de peixes.	49
TABELA 2.20 - Níveis de inclusão de diferentes farinhas de folhas na dieta de peixes.	50

TABELA 3.1 - Composição percentual das dietas.....	67
TABELA 3.2 - Composição químico-bromatológica da farinha de folhas de ora-pro-nóbis pela tilápia do Nilo (base matéria seca).....	69
TABELA 3.3 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e energia da farinha de folhas de ora-pro-nóbis pela tilápia-do-nilo (base matéria seca).....	69
TABELA 3.4 - Comparação dos valores minerais da farinha folhas de ora-pro-nóbis observados, neste trabalho, com valores de referência da literatura.	70
TABELA 3.5 - Composição química, valores disponíveis e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de aminoácidos da farinha de folhas de ora-pro-nóbis para tilápia-do-nilo (base matéria seca) comparados com a composição química e valores disponíveis de ingredientes vegetais comuns nas dietas de peixes....	71
TABELA 4.1 - Composição química bromatológica da farinha de folhas de ora-pro-nóbis (FFO) (com base na matéria seca).....	80
TABELA 4.2 - Formulação e composição químico-bromatológica das rações experimentais contendo diferentes níveis de farinha de folhas de ora-pro-nóbis, com base na matéria natural.	80
TABELA 4.3 - Desempenho produtivo, utilização de nutrientes e sobrevivência de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de ora-pro-nóbis.	87
TABELA 4.4 - Composição química de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão da farinha de folhas de ora-pro-nóbis.	88
TABELA 4.5 - Valores médios das variáveis hematológicas de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão da farinha de folhas de ora-pro-nóbis.	89
TABELA 4.6 - Valores médios das variáveis metabólicas e enzimáticas de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de ora-pro-nóbis.	90
TABELA 4.7 - Médias do grau de degeneração gordurosa (DG) observado em cortes (HE a 400*) de fígado de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farinha de ora-pro-nóbis.....	92
TABELA 5.1 - Composição química bromatológica da farinha de folhas da ora-pro-nóbis (com base na matéria seca).....	104

TABELA 5.2 - Formulação e composição químico-bromatológica das rações experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis, com base na matéria natural.	105
TABELA 5.3 - Parâmetros de qualidade de água dos tanques experimentais de juvenis de tilápias-do-nilo, alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis.....	107
TABELA 5.4 - Parâmetros de desempenho produtivo e sobrevivência de juvenis de tilápias-do-nilo, alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis.....	108
TABELA 5.5 - Parâmetros de rendimentos e índices corporais de juvenis de tilápias-do-nilo, alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis.....	109
TABELA 5.6 - Composição química do filé, da carcaça e peixe inteiro de juvenis de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis.....	110

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AA	- Aminoácidos
AB	Alcian blue
Alb	- Albumina
ALP	- Fosfatase alcalina
ALT	- Alanina aminotransferase
AOAC	- Association of Official Analytical Chemists
AST	- Aspartato aminotransferase
CA	- Conversão alimentar
CDA	- Coeficiente de digestibilidade aparente
CODs	- Concentrações de oxigênio dissolvido
CRD	- Consumo diário de ração
Creat	- Creatinina
CT	- Colesterol total
DA	- Digestibilidade aparente
DDGs	- Grãos secos de destilaria com solúveis de milho
DG	- Degeneração gordurosa
EA	- Eficiência alimentar
EB	- Energia bruta
EE	- Extrato etéreo
Eos	- Eosinófilos
Ery	- Eritrócitos
FAO	- Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FB	- Fibra bruta
FDA	- Fibra em detergente ácido
FDN	- Fibra em detergente neutro
FFO	- Farinha de folhas de ora-pro-nóbis
Glc	- Glicose
GP	- Ganho de peso
GPD	- Ganho de peso diário

Hb	- Hemoglobina
HCM	- Hemoglobina corpuscular média
IGV	- Índice de gordura visceral
IHS	- Índice hepatossomático
IVS	- Índice viscerossomático
Lyn	- Linfócitos
Mono	- Monócitos
MS	- Matéria seca
Neu	- Neutrófilos
NRC	- National Research Council
OLM	- Ora-pro-nóbis leaf meal
PANC	- Planta alimentícia não convencional
PAS	- Ácido Periódico-Schiff
PB	- Proteína bruta
PF	- Peso final
pH	- Potencial hidrogeniônico
PI	- Peso inicial
RCC	- Rendimento de carcaça com cabeça
RCSC	- Rendimento de caracaça sem cabeça
RF	- Rendimento de filé
RM	- Resíduo mineral
TEP	- Taxa de eficiência proteica
TG	- Triglicerídeos
TS	- Taxa de sobrevivência
UM	- Umidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	18
1.1	OBJETIVOS.....	20
1.1.1	Objetivo geral	20
1.1.2	Objetivos específicos.....	20
	REFERÊNCIAS	21
2	CAPÍTULO I - REVISÃO: FARINHA DE FOLHAS NA NUTRIÇÃO DE PEIXES.....	23
2.1	INTRODUÇÃO.....	24
2.2	COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE FARINHAS DE FOLHAS DE PLANTAS	25
2.3	PRODUTIVIDADE E FABRICAÇÃO DE FARINHA DE FOLHAS DE PLANTAS 35	
2.4	FARINHA DE FOLHAS DE PLANTAS NA ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES	37
2.4.1	Amoreira (<i>Morus alba</i>).....	37
2.4.2	Batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i>).....	41
2.4.3	Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	42
2.4.4	Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)	43
2.4.6	Abóbora (<i>Telfairia occidentalis</i>)	46
2.4.7	Feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i>).....	47
2.4.9	Capim kikuyu (<i>Pennisetum clandestinum</i>).....	48
2.4.10	Aguapé (<i>Eichhornia crassipes martius</i>).....	49
2.4.11	Outras farinhas de folhas	50
2.5	CONCLUSÕES.....	50
	REFERÊNCIAS	51
3	CAPÍTULO II - DIGESTIBILIDADE APARENTE DA FARINHA DE FOLHAS DA ORA-PRO-NÓBIS (<i>PERESKIA ACULEATA</i>) PARA TILÁPIA DO NILO 64	
3.1	INTRODUÇÃO.....	65
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	66
3.2.1	Preparação de dietas	66
3.2.2	Manejo alimentar e amostragem	67
3.2.3	Análise químico-bromatológica	68

3.2.4	Cálculos	68
3.2.5	Qualidade da água	69
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
3.4	CONCLUSÃO.....	73
	REFERENCIAS	74
4	CAPÍTULO III - A INCLUSÃO DE FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (<i>PERESKIA ACULEATA</i>) NA DIETA DE TILÁPIAS-DO-NILO ADULTAS MELHORA O DESEMPENHO DE CRESCIMENTO E A CAPACIDADE DE ABSORÇÃO INTESTINAL SEM COMPROMETER VARIÁVEIS METABÓLICAS E HEMATOLÓGICAS	77
4.1	INTRODUÇÃO.....	78
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS	79
4.2.1	Localização e Desenho Experimental	80
4.2.2	Ingredientes alimentares e dietas experimentais	80
4.2.3	Análise de desempenho de crescimento e rendimentos corporais	82
4.2.4	Análises de composição química	83
4.2.5	Análises hematológicas	84
4.2.6	Análises metabólicas e enzimáticas	84
4.3	RESULTADOS	86
4.4	DISCUSSÃO.....	92
4.5	CONCLUSÕES.....	97
	REFERÊNCIAS	97
5	CAPÍTULO IV - DESEMPENHO PRODUTIVO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA CORPORAL DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO ALIMENTADAS COM DIETA CONTENDO FARINHA DE FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (<i>PERESKIA ACULEATA</i>).....	101
5.1	INTRODUÇÃO.....	101
5.2	MATERIAIS E MÉTODOS	103
5.2.1	Design experimental.....	104
5.2.2	Análise de desempenho e rendimentos corporais.....	106
5.2.3	Análises de composição química	106
5.2.4	Qualidade de água	107
5.2.5	Análise estatística de desempenho e rendimentos corporais.....	107
5.3	RESULTADOS	107

5.4	DISCUSSÃO.....	110
5.5	CONCLUSÃO.....	113
	REFERÊNCIAS	114

1 INTRODUÇÃO GERAL

A demanda por peixes como fonte de proteína animal para consumo humano é muito alta e continuará a aumentar nas próximas décadas como resultado do crescimento populacional e da urbanização (GUILLEN et al., 2019). Conforme projeções da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (2024), a produção mundial de organismos aquáticos deve crescer significativamente até 2032. Estima-se que a aquicultura deva produzir 111 milhões de toneladas, o que representa uma expansão de 17% neste setor. Esse aumento refletirá diretamente na demanda por rações destinadas a organismos aquáticos, que deverá registrar um crescimento de 12% para suprir o consumo médio global projetado de 21,3 kg por pessoa.

O aumento da demanda impacta diretamente os custos de produção, sendo que, na piscicultura intensiva, os gastos com alimentação podem representar até 70% do total (NOSKOSKI et al., 2023). Por isso, torna-se essencial buscar alternativas alimentares que reduzam os custos das dietas.

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) é uma planta pertencente à família *Cactaceae*, distribuída desde o sul dos Estados Unidos até o sul do Brasil (TAKEITI et al., 2009). Algumas comunidades utilizam suas folhas na alimentação, caracterizando-a como uma planta alimentícia não convencional (PANC). Além da finalidade alimentícia, também é comum seu uso para fins medicinais (BARBALHO et al., 2016). Seu potencial nutricional inclui elevado teor de proteínas e minerais, como cálcio, magnésio, manganês, zinco e ferro, além de vitaminas, como vitamina A, vitamina C e ácido fólico (TAKEITI et al., 2009). Em 100 g de folhas secas, a planta contém aproximadamente 20 g de proteína bruta (ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA, 1974). No que diz respeito ao perfil aminoacídico, Botrel et al. (2019) identificaram a leucina como o aminoácido essencial presente em maior proporção, seguida pela fenilalanina, lisina, valina, treonina, isoleucina, histidina e metionina.

Além dos atributos nutricionais, estudos farmacológicos também evidenciam benefícios relevantes. Garcia et al. (2019) avaliaram o extrato hidroetanólico das folhas da ora-pro-nóbis e relataram grande capacidade antioxidante em distintos métodos, sendo o ácido caftárico seu principal constituinte fenólico. Outros autores destacaram um potencial antimicrobiano promissor e a ausência de hepatotoxicidade. Da mesma forma, Pinto et al. (2016) verificaram efeito cicatrizante em modelos experimentais, indicando eficácia no processo de reparação tecidual.

Do ponto de vista agrícola, a ora-pro-nóbis apresenta fácil manejo, com reprodução realizada de forma assexuada por estaquia. As mudas podem ser produzidas em sacos ou plantadas diretamente no solo (RIBEIRO JUNIOR et al., 2021). Além disso, a planta possui alta produtividade, podendo gerar até 25,6 toneladas por hectare ao ano de biomassa seca (SOUZA et al., 2020). Essas características, associadas à baixa incidência de doenças e a reduzida necessidade hídrica, reforça seu potencial como ingrediente alternativo na alimentação animal.

Entre as espécies aquícolas de destaque, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) lidera a produção no Brasil, correspondendo a 65% do total nacional em 2023 (PEIXE BR, 2024). Além disso, é considerada uma das espécies mais indicadas para criação em sistemas intensivos, sendo a segunda mais cultivada no mundo, atrás apenas da carpa (FAO, 2022). Sua produção é promissora devido às características que atendem às preferências do mercado consumidor, como carne branca de textura firme, sabor delicado e ausência de espinhas em “Y”. Também se destaca por suas características produtivas, incluindo alta taxa de crescimento e adaptabilidade a diferentes condições de cultivo (JORY; ALCESTE; CABRERA, 2000).

Além disso, a tilápia é considerada a espécie mais resistente entre as comumente cultivadas, tolerando altas temperaturas, baixas concentrações de oxigênio dissolvido e elevadas concentrações de amônia na água (POPMA; MASSER, 1999). Com hábito alimentar onívoro, ela aceita rações artificiais desde o período pós-larval e utiliza eficientemente alimentos de origem vegetal (MAGBANUA; RAGAZA, 2024). Por apresentar baixo nível trófico, a tilápia tem vantagem sobre espécies carnívoras, que dependem de grandes quantidades de farinha de peixe em suas dietas (FITZSIMMONS, 2000).

Magbanua e Ragaza (2024) destacam que ingredientes alternativos de origem vegetal podem ser utilizados como substitutos parciais ou completos de ingredientes tradicionais, visando à redução dos custos da ração. No entanto, os autores alertam que esses nutrientes podem impactar negativamente o crescimento, a eficiência alimentar, a composição da carcaça e os índices de saúde intestinal e hepática. Assim, a avaliação e utilização de ingredientes convencionais ou alternativos na nutrição animal devem ser realizadas com cautela, uma vez que fatores antinutricionais e altos teores de fibra presentes em alguns alimentos vegetais podem interferir na biodisponibilidade e digestibilidade de nutrientes, prejudicando a saúde e o desempenho dos animais (LARSEN; DALSGAARD; PEDERSEN, 2012).

A utilização de ingredientes alternativos também deve seguir as boas práticas na nutrição de peixes, isto é, serem incluídos em rações levando-se em conta os níveis de nutrientes digestíveis. Desta forma, há a necessidade do conhecimento de valores de digestibilidade destes

alimentos, tanto para a determinação de exigências com base em valores digestíveis, quanto para a fabricação de rações nutricionalmente adequadas para a tilápia-do-nilo.

Até o momento, nenhum estudo avaliou a influência da inclusão da farinha de *Pereskia aculeata* em dietas para tilápias, especialmente no que diz respeito à digestibilidade e aos efeitos no desempenho de crescimento, metabolismo, composição corporal, histologia intestinal e índices hematimétricos. Esses parâmetros são fundamentais para indicar a eficiência na utilização dos nutrientes provenientes desse ingrediente pelos peixes.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a farinha de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) em dietas para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) nas fases adulta e juvenil.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Determinar o CDA da energia bruta, proteína bruta, matéria seca e gordura da farinha de folhas de ora-pro-nóbis para tilápia-do-nilo.
- b) Determinar o nível de inclusão da farinha de *P. aculeata* em rações para a tilápia-do-nilo nas fases adulta e juvenil, avaliando os parâmetros de ganho de peso, rendimento de filé, conversão alimentar e composição química (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral) tanto do corpo quanto do filé.

E apenas nos peixes adultos:

- c) Determinar o perfil hematológico (número eritrócitos e a concentração de hemoglobina, e por meio desses calcular a hemoglobina corpuscular média). Além disso, fazer a diferenciação leucocitária, por meio do percentual de linfócitos, neutrófilos, monócitos e eosinófilos.
- d) Determinar a dinâmica metabólica dos nutrientes circulantes no plasma (proteínas totais, albumina, creatinina, triglicerídeos, glicose, colesterol total, cálcio e fosfatase alcalina), enzimas hepáticas (aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase).
- e) Determinar a morfologia intestinal (características do epitélio e das vilosidades, altura e de vilos, números de células caliciformes e de infiltrações de leucócitos intraepiteliais). E avaliar o percentual de gordura dos hepatócitos por meio do grau de degeneração hepática.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, J.; CAMBRAIA, J. Estudo do valor nutritivo do “ora-pro-nóbis” (*Pereskia aculeata* Miller). **Revista Ceres**, v. 21, n. 114, p. 105–111, 1974.
- BARBALHO, S. M. et al. *Pereskia aculeata* Miller Flour: Metabolic Effects and Composition. **Journal of Medicinal Food**, v. 19, n. 9, p. 890–894, set. 2016.
- BOTREL, N. et al. **Comparative study of protein composition and amino acid profile in five pereskia clones**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation**. Rome: [s.n.].
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in action**. [s.l.] FAO ;, 2024.
- FITZSIMMONS, K. **Tilapia: most important aquaculture species of the 21st century**. Proceedings from the fifth International Symposium on Tilapia Aquaculture. **Anais...**Rio de Janeiro: 2000.
- GARCIA, J. A. A. et al. Phytochemical profile and biological activities of “Ora-pro-nobis” leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. **Food Chemistry**, v. 294, p. 302–308, 1 out. 2019.
- GUILLEN, J. et al. Global seafood consumption footprint. **Ambio**, v. 48, n. 2, p. 111–122, 1 fev. 2019.
- JORY, D. E.; ALCESTE, C.; CABRERA, T. R. Mercado y comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norte América. **Panorama Acuicola**, v. 5, p. 50–53, 2000.
- LARSEN, B. K.; DALSGAARD, J.; PEDERSEN, P. B. Effects of plant proteins on postprandial, free plasma amino acid concentrations in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 326–329, p. 90–98, 25 jan. 2012.
- MAGBANUA, T. O.; RAGAZA, J. A. Selected dietary plant-based proteins for growth and health response of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture and Fisheries**, Special Issue: Friendly nutritional strategies for sustainable aquaculture. v. 9, n. 1, p. 3–19, 1 jan. 2024.
- NOSKOSKI, L. E. C. et al. Analysis of zootechnical and economic indicators in carp and tilapia production. **Concilium**, v. 23, n. 18, p. 507–521, 2023.
- PEIXE BR. **Anuário 2024 PEIXE BR da Piscicultura**. 8. ed. São Paulo: ABP, 2024.
- PINTO, N. DE C. C. et al. *Pereskia aculeata* Miller leaves accelerate excisional wound healing in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 194, p. 131–136, 24 dez. 2016.
- POPMA, T.; MASSER, M. Tilapia: Life History and Biology. **Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)**, n. 283, 1999.

RIBEIRO JUNIOR, W. A. et al. Propagation of ora-pro-nobis (Cactaceae) from cuttings at different concentrations of IBA. **Revista Agro@ambiente**, v. 15, p. 1–15, 2021.

SOUZA, M. R. DE M. et al. Protein yield and mineral contents in *Pereskia aculeata* under high-density planting system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e62365, 24 ago. 2020.

TAKEITI, C. et al. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International journal of food sciences and nutrition**, v. 60, n. 1, p. 148–160, 1 jun. 2009.

2 CAPÍTULO I - REVISÃO: FARINHA DE FOLHAS NA NUTRIÇÃO DE PEIXES

LIVRO: “Farinha de folhas na nutrição de peixes/ Leaf meal in fish nutrition”. Publicado em 16 de janeiro de 2024 pela Editora Atena (DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.603231212>).

Este capítulo foi redigido conforme diretrizes da Editora *Atena*.

APRESENTAÇÃO

O alto custo de ingredientes convencionais nas rações dos peixes tem incentivado a busca por alternativas viáveis, estudos apontam que as farinhas de folhas estão entre as fontes mais baratas de proteína vegetal e podem ser usadas para mitigar esse problema. Embora elas sejam ricas nutricionalmente, são constituídas de diferentes nutrientes e antinutrientes, que favorecem e limitam o seu uso, respectivamente. Assim, os efeitos positivos e negativos desses novos ingredientes ou aditivos alimentares sobre a saúde, o desempenho e aspectos ambientais devem ser cuidadosamente levados em consideração na avaliação precisa de uma estratégia nutricional. Portanto, este trabalho busca reunir em um só documento os dados a respeito de diferentes farinhas de folhas que atualmente são ou potencialmente podem ser incorporados aos alimentos aquáticos, bem como, dos seus valores bromatológicos, digestíveis e níveis de inclusão. Além disso, trouxemos alguns desses valores provenientes de farinhas de folhas fermentadas, visto que essa é uma das técnicas mais empregadas para diminuir o efeito de alguns antinutrientes. As farinhas de folhas apresentam potencial para uso na alimentação de peixes, podendo substituir parcialmente ingredientes tradicionais ao fornecer nutrientes e energia. No entanto, o desenvolvimento de técnicas mais eficientes de inativação dos antinutrientes poderia torná-las mais eficientes em seu papel, por isso, pesquisas que maximizem a utilização de farinhas de folhas em dietas aquáticas são incentivadas.

PALAVRAS-CHAVE: alimento alternativo, aquicultura, nutrientes vegetais, piscicultura, rações artesanais, subproduto.

2.1 INTRODUÇÃO

A demanda global por pescados foi potencializada pelo aumento exponencial populacional, bem como pelas mudanças nas preferências alimentares das pessoas (NASEEM et al., 2020). No entanto, à medida que o consumo de peixes aumenta, uma grande pressão é imposta à oferta do produto ao mercado, que consequentemente impacta na disponibilidade dos insumos envolvidos nos cultivos.

Um dos problemas que a indústria da aquicultura enfrenta hoje é o alto custo da alimentação dos peixes (ADEWOLU, 2008), pois, convencionalmente, as dietas se baseiam em proteína animal, por essas apresentarem inúmeras qualidades como: alta digestibilidade, presença de aminoácidos essenciais, minerais e ácidos graxos (OLSEN; HASAN, 2012), razão pela qual, as despesas com alimentação podem representar 70% dos custos operacionais (ALI; KAVIRAJ, 2021).

Em substituição à farinha e o óleo de peixe, principais ingredientes de origem animal, os nutricionistas passaram a utilizar os subprodutos da soja e de outras leguminosas nas formulações das dietas (GATLIN III et al., 2007). Ao longo dos anos, com o desenvolvimento de técnicas de processamento avançadas, os valores nutritivos dessas fontes foram aprimorados a tal ponto que, hoje, são considerados ingredientes vegetais convencionais na aquicultura (ADENIJI; FAKOYA; OMAMOHWO, 2007). Ou seja, essas matérias-primas tornaram-se custosas, para as rações aquáticas, em função do seu crescente uso na alimentação humana e de outros animais (GATLIN III et al., 2007; HLOPHE; MOYO, 2014b).

Considerando a escassez dos ingredientes dietéticos convencionais, fontes de proteína e energia das rações, torna-se imprescindível a busca por substitutos viáveis inexplorados disponíveis (ANAND et al., 2020). As farinhas de folhas estão entre as fontes mais baratas de proteína vegetal e podem ser usadas para mitigar o problema do custo, se bem incorporada nas dietas dos peixes (BABALOLA; FAKUNMOJU, 2020). Logo, este tema que teve início na década de oitenta com os trabalhos de Wee e Wang (1987) e Ng e Wee (1989) ganhou força e, hoje, o grande número de pesquisas que estuda o potencial de uso de diferentes plantas, reforça a sua relevância no cenário atual, como: *Moringa oleífera*, (AJITHKUMAR et al., 2021) *Delonix regia*, (ADESINA; AGBATAN, 2021) *Leucaena leucocephala*, (BABALOLA; FAKUNMOJU, 2020) *Telfairia occidentalis*, (IDOWU; DENHAM; ADEDEJI, 2019) *Ipomoea batatas*, (AHMAD et al., 2019) *Morus alba* (DIAS et al., 2022b) e *Echhornia crassipes* (AL-GBURI; AL-SHAWI, 2019).

Apesar das possibilidades de uso das farinhas de folhas na aquicultura comercial, é inegável a sua importância na aquicultura de subsistência. Muitas dessas farinhas de folhas são provenientes de plantas que podem ser cultivadas facilmente e, desta forma, podem ser fabricadas por pessoas em situação de fragilidade alimentar, auxiliando no aumento da produtividade aquícola, pela possibilidade de fabricação artesanal de rações, promovendo um maior acesso ao pescado, uma fonte de proteína de qualidade para a sua subsistência.

Um dos fatores negativos da piscicultura é o impacto ambiental causado por esta atividade nos corpos d'água, seja no rio que recebe o efluente de tanques escavados, bem como nas represas e lagos que possuem tanques-rede. Este impacto é proveniente, dentre outros fatores, das fezes e resíduos metabólicos produzidos pelos peixes e pode ser diminuído pelo fornecimento de rações nutricionalmente adequadas, compostas por ingredientes de alta digestibilidade. Para o desenvolvimento de rações de baixo impacto ambiental são necessários estudos acerca dos ingredientes utilizados na sua formulação (FRACALOSS, 2012).

A digestibilidade é um dos aspectos mais importantes na avaliação do valor biológico dos alimentos, fornecendo a estimativa da disponibilidade dos nutrientes de um determinado alimento (MCGOOGAN; REIGH, 1996). A sua determinação é o primeiro passo na avaliação do potencial de um ingrediente para o uso em rações para uma espécie aquícola (ALLAN et al., 2000). Outros tópicos são: o tamanho/idade do peixe (FREITAS, 2015), valor biológico da proteína e a disponibilidade de fontes de energia não proteicas (HEMRE; MOMMSEN; KROGDAHL, 2002).

Segundo Ayyat et al. (2021), os efeitos positivos e negativos desses novos ingredientes ou aditivos alimentares sobre a saúde, o desempenho e aspectos ambientais devem ser cuidadosamente levados em consideração na avaliação precisa de uma estratégia nutricional. Portanto, este documento discute a respeito de diferentes farinhas de folhas que atualmente são ou potencialmente podem ser incorporados aos alimentos aquáticos, bem como, dos seus valores bromatológicos, digestíveis e níveis de inclusão.

2.2 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE FARINHAS DE FOLHAS DE PLANTAS

A quantidade de farinha de folhas a ser produzida está proporcionalmente relacionada ao teor de matéria seca das folhas utilizadas, e inversamente, ao teor de umidade. Esses valores variam entre diferentes espécies, de acordo com o momento fisiológico da planta e pelos cuidados aplicados, no momento da colheita e no beneficiamento, respectivamente.

Com origem na Ásia, a amoreira (*Morus alba*) foi difundida em vários continentes, inicialmente, em função do seu uso na sericicultura, e, posteriormente, devido às propriedades nutricionais e farmacológicas de suas folhas. Em folhas frescas (Figura 1), os valores de composição centesimal variam de 4,72 a 9,96% para proteína bruta, de 860 kcal kg⁻¹ para energia e 71,13 a 76,68% para umidade (SRIVASTAVA et al., 2006). Devido a vários constituintes fitoquímicos, como compostos de flavonoides e polifenóis, as folhas de amoreira são também utilizadas para fins medicinais, com efeitos antibacterianos, anti-hipertensivos, anti-hipoglicêmicos e anti-ateroscleróticos (MAJUMDAR; MOMIN; KEHAR, 1967; YANG et al., 2014).



FIGURA 2.1 - Folhas de amoreira.

Em relação às vitaminas ácido ascórbico e β -caroteno, Srivastava et al. (2006) encontraram variações de 160 a 280 mg 100 g⁻¹ e de 10.000,00 a 14.688,00 μ g 100 g⁻¹, respectivamente, em folhas frescas de amoreira. Quanto aos minerais, os autores observaram 4,70–10,36 mg 100 g⁻¹ para o ferro, 0,22–1,12 mg 100 g⁻¹ para o zinco e 380786 mg 100 g⁻¹ para o cálcio. A composição bromatológica da farinha de folhas de amora pode ser vista na tabela 1.

TABELA 2.1 - Composição bromatológica da farinha de folhas da amora (*Morus alba*). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.

MS	PB	EB (Kcal kg ⁻¹)	Cinzas	EE	FDN	FB	Referências
75,73	24,45	3985	11,31	2,15	-	-	(DIAS et al., 2022a)

-	17,5	3683	15,92	6,37	-	7,87	(OLIVEIRA, 2017)
93,98	24,93	1710	17,24	2,09	36,66	-	(SRIVASTAVA et al., 2006)
92,9	30,91	1850	16,51	2,56	33,1	-	(SRIVASTAVA et al., 2006)
92,76	20,47	1850	16,2	2,86	33,86	-	(SRIVASTAVA et al., 2006)
93,92	18,37	1130	14,59	4,4	29,9	-	(SRIVASTAVA et al., 2006)
94,89	26,53	1840	16,63	2,41	33,2	-	(SRIVASTAVA et al., 2006)
94,33	15,31	2240	16,87	4,93	27,6	-	(SRIVASTAVA et al., 2006)

Cultivada em mais de 100 nações, a batata-doce (*Ipomoea batatas*) está entre as cultivares alimentares mais importantes nas regiões tropicais e suas folhas (Figura 2) são comumente destinadas a nutrição de animais ruminantes, como fonte de proteína barata. Em particular, elas contêm uma grande quantidade de proteína, cerca de 3,8% na matéria natural (ISHIDA et al., 2000) e entre 16-29,5%, na matéria seca (Tabela 2), com um alto índice de aminoácidos. A leucina, valina, arginina, fenilalanina e lisina estão entre os aminoácidos essenciais encontrados em maior quantidade, 17,2; 11,5; 11,1; 10,6 e 6,7 g kg⁻¹ da matéria seca, respectivamente (DA; LUNDH; LINDBERG, 2013).



FIGURA 2.2 - Folhas de batata-doce.

O conteúdo de minerais, principalmente ferro e vitaminas como A, B2, C e E é elevado nas folhas em comparação com outros vegetais (AHMAD et al., 2019; ISHIDA et al., 2000).

TABELA 2.2 - Composição bromatológica da farinha de folhas da batata-doce (*Ipomoea batatas*).
Valores percentuais (%) com base na matéria seca.

MS	PB	EB (Kcal kg ⁻¹)	Cinzas	EE	FDN	FB	Referências
95,98	23,57	-	11,01	3,07	-	8,28	(ADEWOLU, 2008)
95,57	23,57	-	16,03	3,59	-	15,43	(AHMAD et al., 2019)
-	16,6	3487,15	17	2,4	39,7	-	(DA; LUNDH; LINDBERG, 2013)
82,21	24,85	3513	11,1	4,9	-	7,2	(ANTIA et al., 2006)
-	24,65	-	11,47	3,58	-	9,1	(OLUSOLA; OLAIFA, 2018)
91,49	21,47	3590	10,4	5,1	-	19,43	(JAYANT et al., 2020)
-	23,9	-	10,17	5,55	-	8,3	(MESHRAM et al., 2018)
-	29,5	-	14,57	2,56	-	-	(ISHIDA et al., 2000)
-	24,5	-	10,13	6,82	-	-	(ISHIDA et al., 2000)

Pertencente à família *Mimosaceae*, a leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma espécie originária da América Central, México, e, hoje, encontra-se em regiões tropicais de todo o mundo (SILVA et al., 2007). Devido às suas raízes profundas, é bastante tolerante à seca, (PRATES et al., 2000) e, por isso, esse arbusto perene, é utilizado com frequência na alimentação animal, de ruminantes e aves, em regiões semi-áridas, onde a produção vegetal é limitada. Aliado a isso, suas folhas são conhecidas por conterem mais de 20% de proteína, com base na matéria seca, (BAIRAGI et al., 2004) o que faz delas uma fonte barata desse nutriente (Tabela 3).

TABELA 2.3 - Composição bromatológica da farinha de folhas da Leucena (*Leucaena leucocephala*).
Valores percentuais (%) com base na matéria seca.

MS	PB	EB (Kcal kg ⁻¹)	Cinzas	EE	FDN	FB	Referências
92,5	29,2	-	10,5	2,05	-	19,2	(BABALOLA; FAKUNMOJU, 2020)
90,3	21	-	6,1	3,5	-	12	(PEREIRA JUNIOR et al., 2013)
90,6	21,37	-	9,2	7,34	46,59	15,5	(EUSEBIO; COLOSO; MAMAUAG, 2004)
90,12	25,48	5348,24	6,62	3,86	25,23	9,66	(SOARES, 2016)
91,97	28,26	4856,89	8,43	3,21	-	-	(ARAÚJO et al., 2012)
91	32,6	4000	4	6,8	-	-	(PEZZATO et al., 2004)
92,65	20,35	3998,3	8,45	5,35	-	6,15	(BAIRAGI et al., 2004)

91	25,4	3410	9,9	8,2	-	14,9	(KASIGA et al., 2014)
87,59	29,4	-	6,1	2,3	-	11,5	(LAWAL et al., 2020)



FIGURA 2.3 - Folhas de leucena

Nativa das regiões ocidentais e sub-Himalaias, incluindo Índia, Paquistão, Ásia Menor, África e Arábia (SHAHZAD et al., 2013), a moringa (*Moringa oleifera*) foi amplamente distribuída para outros países nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre (RICHTER; SIDDHURAJU; BECKER, 2003). Com elevados níveis proteicos, suas folhas frescas (Figura 4) possuem aproximadamente 6,7% (LATEEF et al., 2016) desse nutriente, e quando secas tais valores podem representar até 36%, (AYEGBA; AYUBA; ANNUNE, 2016) (Tabela 4). Possui alguns aminoácidos essenciais, incluindo metionina, cisteína, triptofano e lisina, (MAKKAR; BECKER, 1996; OYEYINKA; OYEYINKA, 2018) e, por isso, é por muitas vezes comparada à soja em função da excelente qualidade de sua proteína (FRANCIS; MAKKAR; BECKER, 2001). A farinha feita a partir das folhas da moringa (FFM) é também fonte de carotenoides, ácido graxo linolênico, (SOLIVA et al., 2005) vitaminas C, B (FERREIRA et al., 2008) e minerais como cálcio, cobre, ferro, zinco e magnésio (GOPALAKRISHNAN; DORIYA; KUMAR, 2016).



FIGURA 2.4 - Folhas de moringa.

TABELA 2.4 - Composição bromatológica da farinha de folhas da Moringa (*Moringa oleifera*).
Valores percentuais (%) com base na matéria seca.

MS	PB	EB (Kcal kg ⁻¹)	Cinzas	EE	FDN	FB	Referências
92,84	27,69	2390	12,34	6,54	-	7,89	(ARSALAN et al., 2016)
89,16	27,22	-	7,97	8,65	-	4,89	(AJITHKUMAR et al., 2021)
95,8	34,9	4753,03	8	5,9	-	7,1	(MADALLA; AGBO; JAUNCEY, 2013)
94,35	36,05	-	12,95	3,84	-	8,53	(AYEGBA; AYUBA; ANNUNE, 2016)
91,81	28,03	-	6,81	2,25	-	18,87	(DIENYE; OLUMUJI, 2014)
92,53	27,14	-	4,23	2,33	-	13,45	(EBUKA et al., 2021)
95	23,56	-	8,71	2,21	-	8,1	(NCHA et al., 2015)
92,78	30,57	-	10,13	9,49	-	10,87	(ABO-STATE et al., 2014)
93,21	26,47	3290	11,35	5,45	-	7,55	(TABASSUM et al., 2021)
93,36	29,1	-	11,8	8,5	-	8,1	(GANZONNARET, 2014)
93,8	25	-	8,4	10,6	15,9	7,9	(RICHTER; SIDDHURAJU; BECKER, 2003)
92	32,09	4370,88	7,17	1,99	-	10,1	(HLOPHE; MOYO, 2014c)
88,62	26,62	-	12,01	5,34	-	18,97	(OLUSOLA; OLAIFA, 2018)
90,6	30,2	3410	10	8,4	-	15,2	(KASIGA et al., 2014)

Originária da América Latina, a mandioca (*M. esculenta*) é um arbusto lenhoso perene bastante cultivado, especialmente por suas raízes amiláceas (MADALLA; AGBO; JAUNCEY, 2016). Suas folhas (Figura 5) têm alto teor proteico (14,69-31,1%, Tabela 5), incomum em planta não leguminosa, (OLUSOLA; OLAIFA, 2018; SANTOS et al., 2009) e o perfil aminoácido se assemelha ao do farelo de soja, exceto por ser uma fonte escassa em aminoácidos contendo enxofre (EGGUM, 1970).

Da et al. (2013) quantificaram o teor de nove aminoácidos essenciais na farinha de folhas de mandioca, e observaram que leucina (17,5g kg⁻¹), arginina (13,7g kg⁻¹) e valina (10,8g kg⁻¹) foram os três aminoácidos encontrados em maior quantidade, com base na matéria seca. Quanto aos micronutrientes, Ravindran (1993) destacou que as folhas de mandioca são excelentes fontes de vitaminas (C, A e B2) e minerais (ferro, manganês e zinco).



FIGURA 2.5 - Folhas de mandioca.

TABELA 2.5 - Composição bromatológica da farinha de folhas da Mandioca (*Manihot esculenta*).
Valores percentuais (%) com base na matéria seca.

MS	PB	EB (Kcal kg ⁻¹)	Cinzas	EE	FDN	FB	FDA	Referências
92,03	20,97	5194,84	6,41	5,35	38,07	10,92	21,26	(SOARES, 2016)
95,94	28,79	4915,4	5,64	5,02	-	13,01	-	(MADALLA; AGBO; JAUNCEY, 2016)
92,74	21,87	4641	6,5	-	38,38	24,5	25,29	(BRAGA et al., 2010)
97,02	18,2	4797	6,66	13,05	-	15,06	-	(CARVALHO et al., 2012)

86,76	31,1	5221,4	9,77	6,7	-	16,45	-	(SANTOS et al., 2009)
-	27,6	4944,11	7,6	4,9	43	15	-	(TRAM et al., 2011)
-	14,69	-	16,07	8,9	-	15,63	-	(OLUSOLA; OLAIFA, 2018)
-	22,3	4514,19	9,7	6,5	33,9	-	-	(DA; LUNDH; LINDBERG, 2013)
91,98	18,92	4824,9	7,46	4,97	-	-	-	(ARAÚJO et al., 2012)
-	22,5	4060,38	8,4	4,3	-	-	-	DA; LUNDH; LINDBERG, 2013)
-	22,3	4514,19	9,7	6,5	-	-	-	(DA; LUNDH; LINDBERG, 2012)

De forma semelhante à mandioca, cujas raízes são o produto principal para consumo humano e cujas folhas podem ser utilizadas na alimentação animal, a abóbora (*Telfairia occidentalis*) é um fruto cultivado para consumo humano, e suas folhas (Figura 6) podem ser aproveitadas na produção de farinhas com posterior inclusão nas dietas aquáticas. Segundo Ajibade et al. (2006) suas folhas são ricas em proteína, extrato etéreo, vitaminas (A, B9, C e K), minerais (cálcio, zinco, potássio, cobalto, cobre, ferro) e pobre em fibra bruta (Tabela 6). Elas, ainda, possuem bioflavonoides ativos, substâncias capazes de promover o crescimento de plantas, de aves, (FASUYI; NONYEREM, 2007) e pode ter efeito similar em peixes (DADA, 2016).



FIGURA 2.6 - Folhas e fruto da abóbora.

TABELA 2.6 - Composição bromatológica da farinha de folhas da abóbora (*Telfairia occidentalis*).
Valores percentuais (%) com base na matéria seca.

MS	PB	EB (Kcal kg ⁻¹)	Cinzas	EE	FB	Referências
95,52	25,66	-	2,84	6,84	2,34	(EJERE; CHIGBOGU; NNAMONU, 2018)
-	21,17	-	13,86	12,94	12,79	(OLUSOLA; OLAIFA, 2018)
90,96	35,14	3210	10,87	9,61	12,68	(FASUYI, 2021)
91,5	24,39	-	-	3,2	14,33	(OCHOKWU; TAIWO; BASHIR, 2021)

Com base na acessibilidade, disponibilidade local e bom perfil nutricional (Tabela 7), as folhas (Figura 7) do feijão guandu (*Cajanus cajan*) tem sido reconhecidas como uma fonte potencial de proteína na formulação de rações aquáticas (RANI et al., 2020). Seus principais compostos bioativos são os flavonoides e estilbenos, que apresentam efeitos antioxidante (WU et al., 2009), antimicrobiano (QI et al., 2014), antiinflamatório, antivírus e antitumoral (ZU et al., 2006).

TABELA 2.7 - Composição bromatológica da farinha de folhas do feijão guandu (*Cajanus cajan*).
Valores percentuais (%) com base na matéria seca.

MS	PB	EB (Kcal kg ⁻¹)	Cinzas	EE	FB	Referências
97,73	16,59	1625,2	9,34	1,32	38,4	(ELTAYEB et al., 2015)
93,32	19,78	3340	9,19	8,43	9,06	(BAG et al., 2012a)
95,2	19,97	-	7,65	3,23	16,55	(RANI et al., 2020)
-	24,2	-	7,05	4,34	17,8	(CHEN et al., 2019)



FIGURA 2.7 - Folhas de feijão guandu.

O aguapé (*Eichhornia crassipes*) é uma planta aquática de água doce com capacidade de aumento exponencial de sua biomassa, e por isso é vista como uma erva daninha (CENTER et al., 1999). Segundo Knipling et al. (1970) ela tem a capacidade de incorporar em seus tecidos altas quantidades de nutrientes, resultando em uma interessante composição química que pode ser aproveitada como matéria-prima para a produção de rações artesanais como observado por Wolverton e McDonald (WOLVERTON; MCDONALD, 1979).

Níveis elevados de proteína e cinzas, 24,13 e 13,22%, respectivamente, foram relatados por Medeiros et al. (1999), em folhas de aguapé, (Tabela 8). Os autores ressaltaram também a composição mineral da planta (folhas + pecíolo), com os macrominerais fósforo (17,6 g kg⁻¹), magnésio (4,4 g kg⁻¹), cálcio (1,786 g kg⁻¹) e potássio (0,425 g kg⁻¹), bem como os microminerais, manganês (0,76 mg kg⁻¹), ferro (0,6 g kg⁻¹), Zinco (35 mg kg⁻¹) e cobre (8 mg kg⁻¹) (Figura 8).

TABELA 2.8 - Composição bromatológica da farinha de folhas do aguapé (*Eichhornia crassipes*). Valores percentuais (%) com base na matéria seca.

MS	PB	EB (Kcal kg ⁻¹)	Cinzas	EE	FB	Referências
92,3	13,2	4333	5,32	5,5	27	(BIUDES; PEZZATO; CAMARGO, 2009)
-	13,37	3396,4	17	1	15	(SAHA; RAY, 2011)
89,5	13,57	3092,4	2,71	4,49	21,6	(KONYEME; SOGBESAN; UGWUMBA, 2006)

-	11,85	-	-	1,16	13,73	(MAHMOOD et al., 2018)
93,04	24,13	-	13,22	1,92	17,89	(MEDEIROS; SABAA SRUR; ROQUETTE PINTO, 1999)

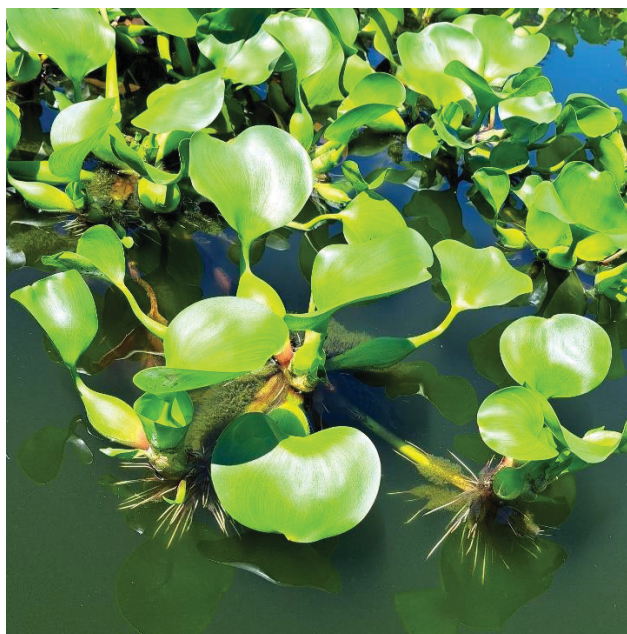


FIGURA 2.8 - Aguapé.

2.3 PRODUTIVIDADE E FABRICAÇÃO DE FARINHA DE FOLHAS DE PLANTAS

O potencial produtivo das plantas varia em função da espécie, variedade, fertilidade do solo, adubação empregada, cuidados culturais e condições climáticas locais (FONSECA; FONSECA, 1988). Miranda et al. (2002) avaliaram a produtividade de folhas de amoreira (*Morus alba L.*) em quatro períodos diferentes (40, 60, 75 e 90 dias após a poda) e observaram que, com 75 dias, a produtividade de massa foliar é maior, especialmente na primavera e no verão. Podendo chegar a 20.000 kg ha⁻¹ de matéria verde (FONSECA; FONSECA, 1988).

A leucena, outra planta forrageira de grande valor nutritivo, possui uma produção anual entre 1.250 a 11.600 kg ha⁻¹ de biomassa seca constituída de folhas e caules finos, podendo variar de local para local (DRUMOND; RIBASKI, 2010). Segundo Garcia et al. (1996) o intervalo de colheita ideal ou idade na colheita deve ser cerca de 8 semanas ou pouco antes do início da floração. Ela requer estações de crescimento longas, quentes e úmidas, com maior crescimento sob pleno sol. É encontrada de forma natural em altitudes abaixo de 500 m e sua

taxa de crescimento é mais lenta, em altitudes mais elevadas (AGANGA; TSHWENYANE, 2003).

É comum o cultivo da mandioca (*Manihot esculenta*) para consumo das raízes ou de ambos os produtos, raízes e folhas, e menos comum o cultivo exclusivo de folhas, para fins forrageiros. Sunitha et al. (2015) estudaram o efeito da poda em diferentes períodos (sem poda, poda aos três meses e poda aos três e seis meses) na produção de massa foliar e tubérculos e constataram que uma única poda no terceiro mês resultou em rendimento máximo de folhagem e raízes, aos 12 meses. Nesse estudo, a produção anual de massa foliar variou de 2.570 a 13.960 kg ha⁻¹ de folhas frescas.

Ravindran (1993) destaca que, para fins forrageiros, é possível elevar a produtividade de massa foliar por área, aumentando a densidade de plantas (até 60.000 plantas ha⁻¹) e diminuindo a frequência de colheita, primeira colheita a partir dos quatro meses de idade em um ciclo de 60-75 dias. Sob tais condições, podem ser obtidos rendimentos anuais acima de 21.000 kg ha⁻¹ de matéria seca foliar de mandioca.

Tique et al. (2009) avaliaram o rendimento médio de folhas frescas de sete variedades de batata doce (*Ipomoea batatas*), após 90 dias de plantio em dois ciclos de cultivo, e os rendimentos variaram de 20.724 a 48.015 kg ha⁻¹. Em média, as folhas frescas apresentam porcentagem de matéria seca variando entre 10 e 20%.

A colheita das folhas utilizadas na confecção das farinhas, sempre que possível, deve seguir os princípios higiênicos e de qualidade, semelhantes aos adotados na colheita de plantas medicinais. É importante evitar colheitas após um longo período de chuvas, onde o teor de umidade pode interferir nos teores nutricionais e princípios ativos, além dificultar a secagem e aumentar a possibilidade de aparecimento de fungos no produto (CORRÊA JUNIOR; SCHEFFER, 2013).

O processo de secagem pode ocorrer de duas formas, com o auxílio de estufa de secagem, (EUZEBIO; MOREIRA; TAKAHASHI, 2020) comum em Universidades e Centros de pesquisa, e de forma natural, ao sol ou à sombra (JARDIM et al., 2021). Para o processo de secagem ao sol, a massa vegetal, composta por pecíolos e folhas, deve ser triturada em forrageira e espalhada sobre lona de plástico e revirada a cada quatro horas até atingir o ponto de fenação com umidade entre 10–15%. Para a secagem à sombra, a forragem triturada será disposta sobre lona em um ambiente coberto e arejado, para desidratação em temperatura ambiente (HISANO et al., 2013). O tempo de secagem depende do fluxo de ar, da temperatura e da umidade relativa do ar. Quanto maior a temperatura e maior o fluxo de ar, tanto mais rápida

é a secagem (CORRÊA JUNIOR; SCHEFFER, 2013). Ao final deste processo, a biomassa desidratada deve ser passada novamente na forrageira com peneira de 0,5 mm, para obtenção da farinha de folhas. Caso a secagem seja feita em estufa de circulação de ar, é dispensada a primeira trituração (Figura 9).



FIGURA 2.9 - Folhas de Ora-pro-nóbis antes do processo de secagem em estufa de recirculação, folhas presas aos galhos (lado esquerdo) e folhas após o processo de secagem, somente folhas e pecíolos (lado direito).

2.4 FARINHA DE FOLHAS DE PLANTAS NA ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES

2.4.1 Amoreira (*Morus alba*)

Além do uso das folhas de amoreira como forragem para animais terrestres, como coelhos (BAMIKOLE et al., 2005) e frangos de corte, (SAENTHAWEEESUK, 2009) alguns trabalhos avaliaram seu uso nas dietas de diferentes espécies de peixes, como carpa rohu (*Labeo rohita*), (ALI; SAHA; KAVIRAJ, 2019) carpa comum (*Cyprinus carpio*), (HOU et al., 2019) tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (DIAS et al., 2022b) e bagre australiano (*Heteropneustes fossilis*) (BAG et al., 2012a). Na literatura foi encontrado apenas dois trabalhos que apresentam os valores de digestibilidade das folhas de amoreira do ingrediente em questão, na alimentação de peixes, com a tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus*) Oliveira (2017) e com a tilápia-do-nilo (Dias et al. 2022a) (Tabela 9), no entanto,

vários trabalhos avaliaram os efeitos dos nutrientes, presentes nas folhas de amora, no crescimento, no sistema imune, antioxidante e no metabolismo dos peixes (SHEIKHLAR et al., 2014; TANG et al., 2021; ZHU et al., 2021).

TABELA 2.9 - Valores digestíveis da energia e dos nutrientes de diversas farinhas de folhas sugeridos para diferentes espécies de peixes.

Farinha de folhas	Proteína Digestível (%)	Energia Digestível (kcal kg ⁻¹)	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)			Espécie	Referências
			Proteína Bruta	Energia Bruta	Peso médio (g)		
Eichhornia crassipes	9,5	2687	13,14	-	125,5 ± 10,5	<i>O. niloticus</i>	(BIUDES; PEZZATO; CAMARGO, 2009)
Ipomoea batatas	11,92	2753,2	71,8	78,9	8.5 ± 0.3	<i>P. hypophthalmus</i>	(DA; LUNDH; LINDBERG, 2013)
	16,83	-	78,8	-	3,7	<i>E. coioides</i>	(EUSEBIO; COLOSO; MAMAUAG, 2004)
Leucaena leucocephala	19,05	1599,65	74,77	29,91	165	<i>C. macropomum</i>	(SOARES, 2016)
	20,34	971,38	71,72	30,3	37,86±1,26	<i>O. niloticus</i>	(ARAÚJO et al., 2012)
	3,97	1109,72	21,07	23,04	37,86±1,26	<i>O. niloticus</i>	(ARAÚJO et al., 2012)
Manihot esculenta	7,67	1660,79	36,59	31,97	165	<i>C. macropomum</i>	(SOARES, 2016)
	10,9	1359	49,83	29,29	40	<i>O. niloticus</i>	(BRAGA et al., 2010)
	13,35	3104	73,37	64,7	100	<i>O. niloticus</i>	(BRAGA et al., 2010)
	14,18	3464,7	63,6	76,7	8.5 ± 0.3	<i>P. hypophthalmus</i>	(DA; LUNDH; LINDBERG, 2013)

	16,48	2886,39	53	55,28	20	<i>O. niloticus</i> (SANTOS et al., 2009)
	19,92	-	72,2	-	1,5	<i>O. niloticus</i> (TRAM et al., 2011)
	21,66	-	78,5	-	3,9	(<i>C. macrocephalus</i> s X <i>C. gariepinus</i>) (TRAM et al., 2011)
Manihot pseudoglaziovii	10,49	794,54	44,88	17,08	37,86±1,26	<i>O. niloticus</i> (ARAÚJO et al., 2012)
	20,48	-	75,26	75,72	3,2	<i>P. brachypomus</i> (AJITHKUMAR et al., 2021)
Moringa oleifera	22	-	80,82	72,9	3,2	<i>L. rohita</i> (AJITHKUMAR et al., 2021)
	25,7	3680,68	89	76,8	4.68 ± 0.34 g	<i>O. niloticus</i> (MADALLA; AGBO; JAUNCEY, 2013)
	11,77	2085,3	67,24	56,62	185,4	(<i>C. macropomum</i> X <i>P. brachypomum</i>) (OLIVEIRA, 2017)
Morus alba	22,94	1569	94	39	2,74±0,58	<i>O. niloticus</i> (DIAS et al., 2022a)

Mondal et al. (2012) testaram o efeito da substituição parcial da farinha de peixe na dieta por farinha de folhas de amoreira no desempenho de crescimento e atividades de enzimas digestivas em bata (*Labeo bata*) e a consideraram uma opção viável desde que o teor de fibra da dieta não ultrapasse 5,63% do peso seco da dieta. Além dos carboidratos complexos, a limitação de seu uso se deve a deficiência de aminoácidos essenciais (KAVIRAJ et al., 2013; MONDAL; KAVIRAJ; MUKHOPADHYAY, 2012) e a presença de fatores antinutricionais (ASTUTI; BECKER; RICHTER, 2008). Para solucionar tais limitações do seu uso, Miao et al. (2020) testaram a inclusão da farinha de folhas de amoreira associado ao

carvão de bambu (aditivo adsorvente não nutritivo) e observaram que 30% de inclusão de farinha de folhas de amoreira com 0,4% de carvão de bambu pode melhorar o desempenho de crescimento, capacidade antioxidante hepática e à doença em de juvenis tilápias do Nilo linhagem/GIFT (Tabela 10).

TABELA 2.10 - Níveis de inclusão da farinha de folha de amora na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
18	<i>O. niloticus</i>	50	(DIAS, 2019)
20	<i>O. niloticus</i>	120±35,84	(DIAS et al., 2022b)
30	<i>O. niloticus</i>	9,65±0.40	(MIAO et al., 2020)

A fermentação das farinhas de folhas é outro método que propõe a desintoxicação biológica de ingredientes agroindustriais e vegetais e tem por consequência aumento da digestibilidade dos nutrientes, bem como da sua biodisponibilidade (KIM; YANG; SONG, 1999). Adewumi e Ola-Oladimeji (2016) não observaram efeitos adversos com o uso de farinha de folhas de amora fermentada em até 20% de substituição (4,5% de inclusão) da farinha de peixe no crescimento de juvenis de bagre africano (*Clarias gariepinus*) (Tabela 11).

TABELA 2.11 - Níveis de inclusão de diversas farinhas de folhas fermentadas sugeridos para diferentes espécies de peixes.

Farinha de folhas fermentada	Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
<i>Ipomoea aquatica</i>	40	<i>L. rohita</i> Ham.	6,41±0,32	(BARUAH et al., 2018)
	30	<i>L. rohita</i> Ham.	8±0,02	(JAYANT et al., 2020)
<i>Ipomoea batatas</i>	30	<i>L. rohita</i> Ham.	7,2±0,05	(MESHRAM et al., 2018)
<i>Lemna polyrhiza</i>	30	<i>L. rohita</i> Ham.	6,4±0,31	(BAIRAGI et al., 2002)
<i>Leucaena leucocephala</i>	30	<i>L. rohita</i> Ham.	7,15±0,35	(BAIRAGI et al., 2004)
<i>Moringa oleifera</i>	10	<i>C. auratus gibelio</i>	19.36 ± 0.03	(ZHANG et al., 2020)
<i>Morus alba</i>	4,5	<i>C. gariepinus</i>	30,2	(ADEWUMI; OLAOLADIMEJI, 2016)
	5	<i>C. carassius</i>	27.35 ± 0.30	(ZHU et al., 2021)
<i>Sesbania aculeata</i>	15	<i>C. carpio</i>	15.9 ± 0.05	(ANAND et al., 2020)

Outra solução investigada por muitos pesquisadores é o uso de uma mistura fermentada (ALI; SAHA; KAVIRAJ, 2019; BAG et al., 2012b; MONDAL; KAVIRAJ; MUKHOPADHYAY, 2011, 2015) feita a partir de farinha de folhas de amoreira e vísceras de peixes. Com essa mistura, Kaviraj et al. (2013) substituíram, com sucesso, até 80% de farinha de peixe na formulação da dieta de *L. rohita*, reduzindo substancialmente o custo da dieta.

2.4.2 Batata-doce (*Ipomoea batatas*)

Semelhante a outras farinhas de origem vegetal, as folhas de batata-doce apresentam alto teor de fibra e fatores antinutricionais como fitato, inibidor de tripsina, alcaloide, oxalato, tanino e cianeto (ANTIA et al., 2006). Logo, o uso dessa farinha deve se basear na capacidade de cada espécie em aproveitar seus nutrientes digestíveis. Da et al. (2013) avaliaram a digestibilidade da farinha de folhas de batata-doce, na dieta de alevinos do bagre listrado (*Pangasianodon hypophthalmus*) e consideraram desprezíveis os efeitos antinutricionais deste ingrediente.

Segundo Lochmann et al. (2012), lipídios são a fonte de energia preferida dos peixes, e as folhas de batata-doce possuem mais lipídeos que o farelo de trigo, grãos secos de destilaria com solúveis de milho (DDGs), farelo de gérmen de milho, farelo de cevada, topos ou coroas de beterraba e farelo de arroz. Esses autores incluíram a farinha de folhas de batata-doce como fonte energética na dieta do bagre americano (*Ictalurus punctatus*) ao nível de 23% e não observaram efeitos antinutricionais aparentes da alimentação no crescimento, saúde ou sobrevivência. Já Ahmad et al. (2019) substituíram 100% do farelo de arroz (30% de inclusão) na ração de alevinos de carpa rohu (*Labeo rohita*) e não observaram redução na taxa de crescimento e consumo de ração, sugerindo que as folhas de batata-doce servem como fonte de proteína e energia, sendo adequados para a formulação de dietas para peixes (Tabela 12).

TABELA 2.12 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de batata-doce na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
23	<i>I. punctatus</i>	16,1±0,1	(LOCHMANN et al., 2012)
27,3	<i>C. zillii</i>	2,13±0,85	(ADEWOLU, 2008)
30	<i>L. rohita</i> Ham.	4,3±0,2	(NASEEM et al., 2020)

Por meio da fermentação em estado sólido com o fungo (*Chaetomium globosum*) Jayant et al. (2020) observaram aumento na proteína bruta da farinha de folhas de batata-doce de

21,47% para 31,20%, concomitante com a diminuição dos teores de fibra bruta, de 19,43% para 7,22%, e fatores antinutricionais como tanino, ácido fítico, inibidor de tripsina, oxalatos, alcaloide e cianeto de hidrogênio (HCN) em até 64,95%, 57,51%, 15,31%, 37,32%, 50,00% e 61,70%, respectivamente. Desse modo, os autores substituíram o farelo de arroz em 100% na dieta de alevinos de carpa rohu sem nenhum efeito adverso no desempenho de crescimento, conversão alimentar e composição corporal total. O mesmo resultado foi observado por Meshram et al. (2018), que além do desempenho, verificaram a expressão do gene IGF-1, relacionado ao crescimento (Tabela 11).

2.4.3 Leucena (*Leucaena leucocephala*)

Apesar dos diferentes hábitos alimentares a garoupa, *Epinephelus coioides*, (carnívoro), do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e da tilápia-do-nilo, os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína da farinha de folhas de leucena variaram pouco entre as espécies, de 71,72 a 78,8%, e consequentemente os valores de proteína digestíveis, de 16,83 a 20,34% (Tabela 9).

Embora o consumo das rações não seja afetado, De et al. (2012) sugerem que os não ruminantes geralmente não toleram dietas que contenham mais que 10% de leucena, com base na matéria seca, pois as folhas possuem um aminoácido não proteico tóxico, a mimosina (BAIRAGI et al., 2004). No entanto, França Segundo et al. (2006) incluíram 20,56% de farinha de folhas de leucena em rações para alevinos de tilápia-do-nilo e não observaram redução do desempenho num período de 55 dias. Kasiga et al. (2014) incluíram 28,8% e também não verificaram redução no crescimento na mesma espécie de peixe. Considerando que esses foram os maiores níveis incluídos em ambos os trabalhos, o nível máximo de inclusão da farinha de folhas de leucena na dieta de tilápias não é conhecido. Níveis de inclusão superiores ao limite sugerido por De et al. (2012) também foram vistos em outras espécies, como com o bagre africano (AMISAH; OTENG; OFORI, 2009; TIAMIYU; OKOMODA; AGBO, 2015) e com o tambaqui (PEREIRA JUNIOR et al., 2013) (Tabela 13).

TABELA 2.13 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de leucena na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
7,5	<i>C. zillii</i>	9,5±0,5	(BABALOLA; FAKUNMOJU, 2020)
10	<i>Liza parsia</i>	1,65 ±0,14	(DE et al., 2012)
20	<i>C. gariepinus</i>	40,18±0,51	(AMISAH; OTENG; OFORI, 2009)

20		24,98	(TIAMIYU; OKOMODA; AGBO, 2015)
24	<u>C. macropomum</u>	41,1±4,83	(PEREIRA JUNIOR et al., 2013)
20,26		10,57±2,55	(SEGUNDO; ARARIPE; LOPES, 2006)
28,8	<i>O. niloticus</i>	5,2	KASIGA et al., 2014)

Bairagi et al. (2004) adicionaram duas cepas de bactérias, *Bacillus subtilis* (isolado de carpa comum), e *Bacillus circulans* (isolado da tilápia mossâmbica *Oreochromis mossambicus*), na farinha de folhas de leucaena em rações peletizadas para alevinos de carpa rohu. Logo, observaram que 30% de inclusão proporcionou os melhores desempenhos de crescimento e eficiência de utilização de ração (Tabela 11) e o desempenho do grupo de peixes criados em níveis semelhantes de farinha de folhas de leucena crua foi inferior ao dos criados em dietas incorporadas com farinha de folhas de leucena inoculada. Os autores, atribuíram o resultado, à diminuição dos fatores antinutricionais (mimosina, tanino e fibra bruta), resultante das bactérias, sendo que, conseqüentemente, houve aumento nos teores de proteína bruta, aminoácidos livres totais e ácidos graxos.

2.4.4 Moringa (*Moringa oleifera*)

Devido aos seus excelentes valores nutritivos, já citados, a moringa é vista como uma alternativa promissora, e por isso, inúmeras pesquisas foram desenvolvidas utilizando-a na nutrição de diversos peixes, como robalo (*Lates calcarifer*), (GANZON-NARET, 2014) bagre africano (*Clarias gariepinus*), (EBUKA et al., 2021) tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), (CHEN et al., 2020) peixe-panga (*Pangasius bocourti*), (PUYCHA et al., 2017) carpa mrigal (*Cirrhinus mrigala*), (TABASSUM et al., 2021) carpa comum (*Cyprinus carpio*), (ADESHINA et al., 2018) carpa rohu (*Labeo rohita*), (MASOOD et al., 2020) carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) (FAHEEM et al., 2020) e a pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (AJITHKUMAR et al., 2021).

Madalla et al. (2013) avaliaram a digestibilidade da farinha de folhas de moringa em juvenis de tilápia-do-nilo e embora tenham obtido níveis elevados de proteína (25,7 g/kg⁻¹) e energia digestível (3680,68 Kcal kg⁻¹), um teste de desempenho, mostrou diminuição na ingestão da ração com aumento dos níveis de inclusão. Os autores apontam a presença de fatores antinutricionais, saponinas e taninos, como os possíveis responsáveis pela diminuição da palatabilidade por conferirem sabor adstringente/amargo às dietas (Tabela 9).

Abo-State et al. (2014) adicionaram 8,7%, valor inferior ao menor nível de inclusão praticado por Madalla et al. (2013) e não observaram rejeição da ração nos 75 dias de experimento. Além disso, Abo-State et al. (2014), Chen et al. (2020), Richter et al. (2003), Kasiga et al. (2014) e Karina et al. (2015) indicam o uso da farinha de folha de moringa em até 8,7, 10, 12, 24,4 e 16-32% de inclusão, respectivamente, sem comprometer o desempenho de alevinos de tilápia-do-nilo (Tabela 14).

Cabe ressaltar, que os ótimos resultados observados por Kasiga et al. (2014) e Karina et al. (2015) podem não está relacionados diretamente a farinha de folhas, uma vez que, Kasiga et al. (2014) conduziram o ensaio em tanques ao ar livre que continham plâncton e, que tilápias consomem esse alimento, ele pode mascarar os resultados das dietas experimentais. Em relação às dietas utilizadas por Karina et al. (2015), embora isoproteicas, à medida que aumentou a farinha de folhas, elevou-se também a farinha de peixe e, assim, não ficou claro qual ingrediente foi responsável pelo melhor desempenho.

TABELA 2.14 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de moringa na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
2,3		11,54 ± 2,1	(GBADAMOSI; OSUNGBEMIRO, 2016)
2,64		4,35±0,06	(AYEGBA; AYUBA; ANNUNE, 2016)
3	<i>C. gariepinus</i>	9,17 ±0,33	(DIENYE; OLUMUJI, 2014)
3		29,69 ± 0,91	(OZOVEHE, 2013)
7,6		9,14	(EBUKA et al., 2021)
13		1,89±16,1	(NCHA et al., 2015)
8	<i>O. niloticus</i>	3,25	(ABO-STATE et al., 2014)
8,8	<i>C. carpio</i>	18,08±0,26	(YUANGSOI; MASUMOTO, 2012)
10	<i>C. mrigala</i>	6,35 ± 0,04	(TABASSUM et al., 2021)
10	<i>L. rohita</i> Ham.	6,61	(HUSSAIN et al., 2018)
10		5,7	(MEHDI et al., 2016)
10	<i>L. calcarifer</i>	2	(GANZON-NARET, 2014)
10	<i>O. niloticus</i>	4,05±0,05	(CHEN et al., 2020)
10	<i>P. bocourti</i>	3,72 ± 0,06	(PUYCHA et al., 2017)
12	<i>O. niloticus</i>	10,5±2,5	(RICHTER; SIDDHURAJU; BECKER, 2003)
15	<i>C. idella</i>	22,03±1,16	(FAHEEM et al., 2020)
17	<i>C. carpio</i>	8,12±0,21	(ADESHINA et al., 2018)
24,4	<i>O. niloticus</i>	5,2	(KASIGA et al., 2014)

30	<i>L. rohita</i> Ham.	190,25	(MASOOD et al., 2020)
16-32	<i>O. niloticus</i>	1,31±0,26	(KARINA et al., 2015)

A proteína bruta da farinha de folha de moringa também foi bem digerida pela carpa rohu (81%) e pelo pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (75%) (AJITHKUMAR et al., 2021), estando, os coeficientes de digestibilidade, dentro do intervalo considerado alto por Cho e Kaushik (1990). Esses resultados são sustentados por Masood et al. (2020), que indicam elevados níveis de inclusão dessa farinha (20-30%), para promover o crescimento de alevinos carpa rohu. Diferentemente dos autores acima, Mehdi et al. (2016) e Hussain et al. (2018) não recomendam inclusões maiores que 10%, tendo por consequência diminuição do consumo e crescimento em função do aumento de antinutrientes.

Os níveis de inclusão dessa farinha, na dieta do bagre africano, variaram de 2,3 a 13%. Dienye e Olumuji (2014) e Ozovehe (2013) observaram, nessa espécie, que níveis de 10% de substituição em relação a farinha de peixe diminuíram os parâmetros hematológicos (volume corpuscular médio, hemácias e hemoglobina) tendo como possíveis causas o aumento da fibra e dos antinutrientes. Tais limitações podem estar relacionadas à espécie, uma vez que, Adeshina et al. (2018) observaram, em juvenis de carpa comum, efeito inverso, ou seja, melhora nos parâmetros hematológicos (glóbulos vermelhos, glóbulos brancos e hemoglobina) dos peixes suplementados com farinha de folhas de moringa em comparação aos que se alimentaram da dieta controle.

Em alevinos de tilápia-do-nilo suplementados com 1,5% farinha de folhas de moringa, além de promover o crescimento, Elabd et al. (2019) registraram melhorias nos índices hematológicos (volume médio corpuscular, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média), em relação ao grupo controle (sem inclusão). Além disso, os autores destacaram o efeito anti-estresse deste ingrediente, por promover melhorias no sistema de defesa antioxidante enzimático (superóxido dismutase, glutational peroxidase, catalase e lipoperoxidase). Isso porque, segundo Sherif et al. (2014), as folhas de moringa possuem fenólicos e flavonoides, que possuem diversas atividades biológicas, incluindo propriedades antioxidantes, anticancerígenas, imunomoduladoras e hepatoprotetoras.

Considerando que, o número de trabalhos que testam os seus níveis de inclusão, seja como farinha crua ou fermentada é muito superior ao de trabalhos que determinam a digestibilidade deste ingrediente nas diferentes espécies (Tabela 9; 11 e 14), é possível supor que ou os valores digestíveis não estão sendo publicados ou a inclusão do ingrediente está sendo feito sem base nos valores digestíveis de seus nutrientes.

2.4.5 Mandioca (*Manihot esculenta*)

Apesar de seu mérito nutricional, o uso potencial de folhas de mandioca é limitado pela presença de glicosídeos cianogênicos que liberam ácido cianídrico tóxico na hidrólise. Ng e Wee (1989) indicam a remoção de quantidades substanciais desse antinutriente pela simples secagem das folhas ao sol. Os autores ainda afirmam que os níveis residuais são tolerados pela tilápia-do-nilo. Outros compostos indesejados são os taninos e os carboidratos complexos (RAVINDRAN; KORNEGAY; RAJAGURU, 1987).

A inclusão de baixas concentrações de proteína (3,97%) e energia digestível (1109,72 kcal kg⁻¹) nas folhas de mandioca em dietas de juvenis de *O. niloticus*, foi relatada por Araújo et al. (2012), que atribuíram os baixos índices ao alto nível de fibra, uma vez que, segundo Meurer et al. (2003), a fibra não é aproveitada por grande parte dos peixes e seu aumento pode ocasionar modificações na taxa de passagem do bolo alimentar.

Diferentemente dos valores digestíveis observados por Araújo et al. (2012), para a tilápia-do-nilo, foram encontrados valores digestíveis que podem chegar a 19,92% de PD (TRAM et al., 2011) e 3104 kcal kg⁻¹ de ED (CARVALHO et al., 2012) (Tabela 9). Tais resultados são fortalecidos por Jesus et al. (2011) e Sena et al. (2012) que recomendam a inclusão de farinha de folhas de mandioca em até 20%, nas rações de tilápias-do-nilo, sem comprometer o desempenho zootécnico e alterar a composição corporal (Tabela 15).

TABELA 2.15 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de mandioca na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
5	<i>O. niloticus</i>	20±5,0	(SANTOS et al., 2015)
10	<i>P. argenteus</i>	10.77±1.29	(SOARES et al., 2019)
20	<i>O. niloticus</i>	2,89±0,43	(JESUS et al., 2011)
20	<i>O. niloticus</i>	85,22±3,13	(SENA et al., 2012)

2.4.6 Abóbora (*Telfairia occidentalis*)

O efeito no crescimento, perfil hematológico e composição corporal da farinha de folhas de abóbora canelada na dieta do bagre africano foi investigado por Dada et al. (2016), que apontaram melhora no crescimento, na utilização da ração e na sobrevivência, sem efeito nos parâmetros hematológicos dos alevinos (Tabela 16). Embora aparente ser um alimento

promissor, não há evidências que apontem valores digestíveis dos nutrientes desse alimento na nutrição de peixes.

TABELA 2.16 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de abóbora na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
1	<i>C. gariepinus</i>	3,75±0,52	(IDOWU; DENHAM; ADEDEJI, 2019)
7	<i>Heterobranchus bidorsalis</i>	1,19	(EJERE; CHIGBOGU; NNAMONU, 2018)

2.4.7 Feijão guandu (*Cajanus cajan*)

Bag et al. (2012a) incluíram 40% de farinha de folhas de feijão guandu na dieta de tilápias-do-nilo e obtiveram melhoras não apenas no crescimento, mas também melhoras na qualidade da carne, com aumento do teor de proteína bruta e lipídios dos peixes, o que é benéfico para a saúde humana. Níveis de inclusão semelhantes foram recomendados por Rani et al. (2020), para alevinos de carpa rohu (Tabela 17).

TABELA 2.17 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de feijão guandu na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
1	<i>C. gariepinus</i>	3,75±0,52	(RANI et al., 2020)
7	<i>H. bidorsalis</i>	1,19	(BAG et al., 2012a)

2.4.8 Talimkhana (*Hygrophila spinosa*)

Além dos resíduos das culturas agrícolas, direcionados à alimentação humana, plantas forrageiras também podem ser utilizadas na alimentação de organismos aquáticos. A talimkhana é uma planta herbácea, cujas folhas contêm cerca de 20,6% de proteína bruta, 36,4% de extrato livre de nitrogênio, 21,3% de fibra bruta e com elevada porcentagem mineral, 18,3%. (BANERJEE; MATAI, 1990) Maiti et al. (2019) estudaram o melhor nível de inclusão da farinha de folhas de talimkhana como substituto do farelo de arroz sem óleo na dieta de alevinos de carpa rohu e concluíram que a substituição completa é possível, com 30% de inclusão na dieta, sem comprometer o desempenho de crescimento (Figura 10).



FIGURA 2.10 - Folhas de talimkhana.

2.4.9 Capim kikuyu (*Pennisetum clandestinum*)

O capim kikuyu é uma gramínea com elevado teor proteico, cerca de 26%, com perfil aminoacídico equilibrado e baixas concentrações de antinutrientes. Seu potencial como substituto parcial da farinha de peixe foi observado na dieta de tilápia rendalli (HLOPHE; MOYO, 2014c), tilápia mossâmbica (HLOPHE; MOYO, 2014a) e bagre africano (HLOPHE; MOYO, 2014b), com inclusão de 7,5%. Hlophe-Ginindza e Moyo (2018) relataram redução da atividade enzimática ao aumento dos níveis de capim kikuyu na dieta, comprometendo o desempenho de crescimento dos peixes, efeito mais evidente no bagre africano do que nas tilápias (Figura 11).



FIGURA 2.11 - Capim kikuyu.

TABELA 2.18 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de capim kikuyu na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
7,5	<i>C. rendalli</i>	11,5 ±1	(HLOPHE; MOYO, 2014c)
7,5	<i>O. mossambicus</i>	12,5	(HLOPHE; MOYO, 2014a)

2.4.10 Aguapé (*Eichhornia crassipes martius*)

Sotolu et al. (2010) observaram efeito positivo no crescimento do bagre africano, quando alimentados com rações contendo farinha de folhas de aguapé. Igualmente, 15% de farinha de aguapé na ração formulada não exerceu nenhum efeito adverso no desempenho de crescimento em carpa rohu (SARKER et al., 2020). Desta forma, além de ajudar os piscicultores a garantir a produção sustentável de peixes através da produção de dietas de menor custo, a produção de ração aquática é uma forma bem-sucedida de gerenciamento da erva daninha em cursos de água.

TABELA 2.19 - Níveis de inclusão da farinha de folhas de aguapé na dieta de peixes.

Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
15	<i>C. carpio</i>	27,2±1	(AL-GBURI; AL-SHAWI, 2019)

2.4.11 Outras farinhas de folhas

Os valores nutritivos das folhas de plantas, disponíveis localmente, e consequentemente das farinhas derivadas delas, tendem a justificar a contínua investigação e utilização de seus potenciais na alimentação de peixes. Os estudos apontam não apenas melhoras no desempenho como também na saúde dos peixes. Embora nem sempre os níveis de inclusão sejam elevados, em função de diferentes fatores antinutricionais que variam entre as plantas, já existem indícios de bons resultados. Abaixo, foram listados os níveis de inclusão de outras farinhas de folhas menos comuns em trabalhos com peixes (Tabela 20).

TABELA 2.20 - Níveis de inclusão de diferentes farinhas de folhas na dieta de peixes.

Farinha de folhas	Nível de inclusão	Espécie	Peso médio (g)	Referências
<i>Amaranthus spinosus</i>	5	<i>C. gariepinus</i>	5,00±0,37	(ADEWOLU; ADAMSON, 2011)
<i>Delonix regia</i>	16		5,11±0,01	(ADESINA; AGBATAN, 2021)
<i>Gliricidia Maculata</i>	40	<i>C. mrigala</i>	2,24±0,04	(VHANALAKAR; MULEY, 2014)
<i>Houttuynia cordata</i>	1	<i>L. rohita</i> Ham.	3.37±0.23	(GARG et al., 2019)
<i>Lemna polyrhiza</i>	10		6,4±0,31	(BAIRAGI et al., 2002)
<i>Stellaria media</i>	10	<i>O. niloticus</i>	20	(YILMAZ; ERGÜN, 2013)
<i>Vigna mungo</i>	20	<i>L. rohita</i> Ham.	3,52±0,04	(SAHOO et al., 2020)

2.5 CONCLUSÕES

As farinhas de folhas apresentam potencial para uso na alimentação de peixes, podendo substituir parcialmente ingredientes tradicionais ao fornecer nutrientes e energia. No entanto, a inativação dos antinutrientes poderia torná-las mais eficientes em seu papel. Embora muitas metodologias tenham surgido para reduzir a quantidade ou o efeito destes elas funcionam bem em antinutrientes específicos, enquanto isso, as farinhas de folhas geralmente apresentam mais de um fator antinutricional.

REFERÊNCIAS

- ABO-STATE, H. et al. Evaluation of feeding raw moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves meal in Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) diets. **Global Veterinaria**, v. 13, n. 1, p. 105–111, 1 jan. 2014.
- ADENIJI, C. A.; FAKOYA, K. A.; OMAMOHWO, V. R. Partial replacement of soybean cake with amaranth us spinosus leaf meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Biological Sciences - PJSIR**, v. 50, n. 5, p. 335–338, 9 out. 2007.
- ADESHINA, I. et al. Effects of dietary *Moringa oleifera* leaf meal as a replacement for soybean meal on growth, body composition and health status in *Cyprinus carpio* juveniles. **Croatian Journal of Fisheries**, v. 76, p. 174–182, 2018.
- ADESINA, S. A.; AGBATAN, O. D. Growth response and feed utilization in *Clarias gariepinus* fingerlings fed diets supplemented with processed flamboyant (*Delonix regia*) leaf meal. **Agro-Science**, v. 20, n. 1, p. 38–45, 24 mar. 2021.
- ADEWOLU, M. Potentials of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaf meal as dietary ingredient for Tilapia zilli fingerlings. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 7, 1 mar. 2008.
- ADEWOLU, M.; ADAMSON, A. A. Amaranthus spinosus leaf meal as potential dietary protein source in the practical diets for *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. **International Journal of Zoological Research**, v. 7, p. 128–137, 1 fev. 2011.
- ADEWUMI, A. A.; OLA-OLADIMEJI, F. A. Performance characteristics and feed utilization of african cat fish (*Clarias gariepinus*) fed varying inclusion levels of fermented mulberry leaf. **Direct Research Journal of Agriculture and Food Science**, v. 4, p. 87–93, 2 may 2016.
- AGANGA, A. A.; TSHWENYANE, S. O. Lucerne, lablab and *Leucaena leucocephala* forages: production and utilization for livestock production. **Pakistan Journal of Nutrition**, n. 2, p. 46–53, 2003.
- AGBO, A. N. Effects of processing on amino acids composition of *Leucaena leucocephala* (Lam De Wit) leaf meal. **Nigerian Journal of Biotechnology**, v. 37, n. 2, p. 157–164, 2020.
- AHMAD, Z. et al. Effect of replacement of de-oiled rice bran with sweet potato leaf meal on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). **Indian Journal of Fisheries**, 2019.
- AJIBADE, S. et al. Sex differences in biochemical contents of *Telfairia occidentalis* Hook F. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 4, n. 1, p. 155–156, 1 jan. 2006.
- AJITHKUMAR, M. et al. Effect of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf meal supplementation on growth and nutrient digestibility of rohu and PACU under different culture practices. **The Pharma Innovation Journal**, v. 10, n. 6, p. 328–332, 2021.

AL-GBURI, E. J. M.; AL-SHAWI, S. A. Effect of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) leaves meal substitution with maize on digestibility of common carp (*Cyprinus carpio*). **Plant Archives**, v. 19, p. 19–21, 2019.

ALI, S.; KAVIRAJ, A. Rearing catfish *Heteropneustes fossilis* on feed supplemented by fermented leaf meal of *Ipomoea aquatica*. **International Journal of Aquatic Biology**, v. 9, n. 2, p. 79–87, 24 mar. 2021.

ALI, S.; SAHA, S.; KAVIRAJ, A. Fermented mulberry leaf meal as fishmeal replacer in the formulation of feed for carp *Labeo rohita* and catfish *Heteropneustes fossilis*—optimization by mathematical programming. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 2, p. 839–849, 2019.

ALLAN, G. L. et al. Replacement of fish meal in diets for australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, v. 186, n. 3, p. 293–310, 15 jun. 2000.

AMISAH, S.; OTENG, M. A.; OFORI, J. K. Growth performance of the african catfish, *Clarias gariepinus*, fed varying inclusion levels of *Leucaena leucocephala* leaf meal. **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**, v. 13, n. 1, 2009.

ANAND, G. et al. Sesbania aculeata leaf meal as replacer of de-oiled rice bran in aquaculture feed: Growth, IGF-1 expression, metabolic and biochemical responses in *Cyprinus carpio* (Linnaeus 1758). **Aquaculture Research**, v. 51, n. 6, p. 2483–2494, 2020.

ANTIA, B. S. et al. Nutritive and anti-nutritive evaluation of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) leaves. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 5, 2006.

ARAÚJO, J. R. DE et al. Apparent digestibility of ingredients of the Northeast Semi-Arid for Nile tilapia. **Ciência Rural**, v. 42, p. 900–903, may 2012.

ARSALAN, M. Z.-U.-H. et al. Effects of *Moringa oleifera* leaf meal (MOLM) based diets on carcass composition and hematology of *Labeo rohita* fingerlings. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, p. 10, 2016.

ASTUTI, D. A.; BECKER, K.; RICHTER, N. Utilization of methanol extracted of mermga and mulberry leaves to evaluate energy and protein balance of Nile tilapia. p. 70–82, 2008.

AYEGBA, E. O.; AYUBA, V. O.; ANNUNE, P. A. Growth performance of *Clarias gariepinus* fed soaked Moringa Oleifera leaf meal. **Octa Journal of Biosciences**, v. 4, n. 1, p. 23–27, 2016.

AYYAT, M. S. et al. Evaluation of leaf protein concentrate from *Beta vulgaris* and *Daucus carota* as a substitute for soybean meal in *Oreochromis niloticus* fingerlings diets. **Aquaculture Research**, p. 1–14, 2021.

BABALOLA, O. A.; FAKUNMOJU, F. A. Effect of partial replacement of fishmeal with *Leucaena leucocephala* leaf meal on the growth performance of *Tilapia zilli* fingerlings. **Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research**, v. 9, n. 2, p. 9–14, 18 set. 2020.

BAG, M. P. et al. Growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed with two leguminous plant leaf meals. **International Journal of Pharmacy e Life Sciences**, v. 3, n. 10, 2012a.

BAG, M. P. et al. Evaluation of mulberry (*Morus alba*, Linn.) leaf meal as a complete diet for sting fish (*Heteropneustes fossilis*, Bloch.). **International Journal of Pharmaceutical and Life Sciences**, v. 3, n. 9, 2012b.

BAIRAGI, A. et al. Duckweed (*Lemna polyrrhiza*) leaf meal as a source of feedstuff in formulated diets for rohu (*Labeo rohita* Ham.) fingerlings after fermentation with a fish intestinal bacterium. **Bioresource Technology**, v. 85, n. 1, p. 17–24, 2002.

BAIRAGI, A. et al. Evaluation of the nutritive value of *Leucaena leucocephala* leaf meal, inoculated with fish intestinal bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus circulans* in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 35, n. 5, p. 436–446, 2004.

BAMIKOLE, M. A. et al. Nutritive value of mulberry (*Morus Spp.*) leaves in the growing rabbits in nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 4, n. 4, p. 231–236, 2005.

BANERJEE, A.; MATAI, S. Composition of Indian aquatic plants in relation to utilization as animal forage. **Journal of Aquatic Plant Management**, v. 28, p. 69–73, 1 jan. 1990.

BARUAH, D. et al. Growth performance of *Labeo rohita* (Hamilton) yearlings through use of fermented Ipomoea aquatica leaf meal as fish feed. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, p. 5, 2018.

BIUDES, J. F. V.; PEZZATO, L. E.; CAMARGO, A. F. M. Digestibilidade aparente da farinha de aguapé em tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2079–2085, nov. 2009.

BRAGA, L. G. T. et al. Apparent digestibility of the energy and nutrients of agro-industrial by-products for Nile tilapia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, p. 1127–1136, 2010.

CARVALHO, P. L. P. F. DE et al. Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n. 1, p. 61–69, 2012.

CENTER, NULL et al. Biological control of water hyacinth under conditions of maintenance management: can herbicides and insects be integrated? **Environmental Management**, v. 23, n. 2, p. 241–256, fev. 1999.

CHEN, S. et al. Effect of *Moringa oleifera* leaf meal supplementation on growth performance, morphological indexes, antioxidant status and resistance to *Streptococcus agalactiae* of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 21, n. 1, p. 29–39, 24 nov. 2020.

CHEN, Y. et al. Evaluation of pigeon pea leaves (*Cajanus cajan*) replacing alfalfa meal on growth performance, carcass trait, nutrient digestibility, antioxidant capacity and biochemical parameters of rabbits. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 103, n. 5, p. 1265–1273, 2019.

CHO, C. Y.; KAUSHIK, S. J. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **World Review Nutrition Dietetics**, v. 61, p. 132–172, 1990.

CORRÊA JUNIOR, C.; SCHEFFER, M. C. **Boas Práticas Agrícolas (BPA) de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares**. 1. ed. Curitiba: Instituto Emater, 2013.

DA, C. T.; LUNDH, T.; LINDBERG, J. E. Evaluation of local feed resources as alternatives to fish meal in terms of growth performance, feed utilisation and biological indices of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. **Aquaculture**, v. 364–365, p. 150–156, 2012.

DA, C. T.; LUNDH, T.; LINDBERG, J. E. Digestibility of dietary components and amino acids in plant protein feed ingredients in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, n. 4, p. 619–628, 2013.

DADA, A. Use of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) leaf powder as feed additive in African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. **Journal of Applied Animal Research**, v. 45, p. 1–4, 17 set. 2016.

DE, D. et al. Effect of *Leucaena leucocephala* leaf meal in diet of *Liza parsia*. **Indian Journal Animal Nutrition**, v. 29, n. 3, p. 279–283, 2012.

DIAS, P. DA S. et al. Energy and nutrient digestibility from mulberry (*Morus alba*) leaf meal for Nile tilapia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 44, p. 1–6, 8 mar. 2022a.

DIAS, P. DA S. et al. Mulberry leaf meal (*Morus alba*) on the performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in growth. **Concilium**, v. 22, n. 3, p. 507–519, 7 maio 2022b.

DIAS, P. S. **Digestibilidade a inclusão da farinha da folha de amoreira (*Morus alba*) em rações para alevinos de tilápia do Nilo**. Palotina: Universidade Federal do Paraná, 2019.

DIENYE, H. E.; OLUMUJI, O. K. Growth performance and haematological responses of African mud catfish *Clarias gariepinus* fed dietary levels of *Moringa oleifera* leaf meal. **Net Journal of Agricultural Science**, v. 2, n. 2, p. 79–88, 11 jun. 2014.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. *Leucaena leucocephala*: leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. p. 8, 2010.

EBUKA, I. A. et al. *Moringa oleifera* leaf meal as partial replacement of soybean meal in diets of *Clarias gariepinus* juveniles. **Livestock Research for Rural Development**, 2021.

EGGUM, B. O. The protein quality of cassava leaves. **British Journal of Nutrition**, v. 24, n. 3, p. 761–768, set. 1970.

EJERE, V. C.; CHIGBOGU, N. R.; NNAMONU, E. I. Evaluation of *Telfairia occidentalis* leaf meal potentials as a possible substitute to fishmeal. 13 dez. 2018.

ELABD, H. et al. Dietary supplementation of Moringa leaf meal for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: Effect on growth and stress indices. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 45, n. 3, p. 265–271, 1 set. 2019.

ELTAYEB, E. E. et al. Effect of graded substitution levels of pigeon pea (*Cajanus Cajan*) leaf meal for berseem leaf meal on broiler performance. **Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian**, v. 40, n. 2, p. 69–74, 2015.

EUSEBIO, P. S.; COLOSO, R. M.; MAMAUAG, R. E. P. Apparent digestibility of selected ingredients in diets for juvenile grouper, *Epinephelus coioides* (Hamilton). **Aquaculture Research**, v. 35, n. 13, p. 1261–1269, 2004.

EUZEBIO, U.; MOREIRA, A. L. C.; TAKAHASHI, R. Relevância da amoreira (*Morus alba* L) para aves, suínos, peixes e equinos: caracterização e composição macromineral das folhas da variedade Miura. **PesquisAgro**, v. 3, n. 1, p. 75–93, 4 ago. 2020.

FAHEEM, M. et al. Dietary *Moringa oleifera* leaf meal induce growth, innate immunity and cytokine expression in grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. **Aquaculture Nutrition**, v. 26, n. 4, p. 1164–1172, 2020.

FASUYI, A. Improving the utilization of *Telfairia occidentalis* leaf meal with cellulase-glucanase-xylanase combination and selected probiotic in broiler diets. **International Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 15, n. 1, p. 10–15, 2021.

FASUYI, A. O.; NONYEREM, A. D. Biochemical, nutritional and haematological implications of *Telfairia occidentalis* leaf meal as protein supplement in broiler starter diets. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 8, 2007.

FERREIRA, P. M. P. et al. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. **Revista de Nutrição**, v. 21, p. 431–437, ago. 2008.

FONSECA, A. S.; FONSECA, T. C. **Cultura da amoreira e criação do bicho-da-seda**. São Paulo: Nobel, 1988.

FRACALOSSI, D. M. Técnicas experimentais em nutrição de peixes. Em: **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1. ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática: Fracalossi, D.M; CYRINO, J. E. P., 2012. v. 1p. 37–63.

FRANÇA SEGUNDO, L. F. DE F.; ARARIPE, M. DE N. B. DE A.; LOPES, J. B. Substituição do farelo de soja pelo feno de leucena na alimentação de alevinos de tilápia. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 8, n. 2, 2006.

FRANCIS, G.; MAKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v. 199, n. 3, p. 197–227, 1 ago. 2001.

FREITAS, L. E. L. DE. **Relação energia/proteína em dietas práticas para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*): digestibilidade e desempenho**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

- GANZON-NARET, E. S. Utilization of *Moringa oleifera* leaf meals as plant protein sources at different inclusion levels in fish meal based diets fed to *Lates calcarifer*. v. 6, n. 2, p. 10, 2014.
- GARCIA, G. W. et al. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 60, n. 1, p. 29–41, 1 jul. 1996.
- GARG, C. K. et al. Effect of dietary *Houttuynia cordata* leaf meal and leaf extract on the growth performance, nutrient utilization and expression of IGF-I gene in *Labeo rohita*. **Aquaculture Nutrition**, v. 25, n. 3, p. 702–711, 2019.
- GATLIN III, D. M. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v. 38, n. 6, p. 551–579, 2007.
- GBADAMOSI, O. K.; OSUNGBEMIRO, N. R. **Growth and nutritional performance of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fed varying inclusion levels of dietary *Moringa oleifera* leaf meal.**
- GOPALAKRISHNAN, L.; DORIYA, K.; KUMAR, D. S. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. **Food Science and Human Wellness**, v. 5, n. 2, p. 49–56, 1 jun. 2016.
- HEMRE, G.-I.; MOMMSEN, T. P.; KROGDAHL, Å. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, n. 3, p. 175–194, 2002.
- HISANO, H. et al. Composição bromatológica e digestibilidade aparente da parte aérea seca da mandioca na alimentação de tilápias-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1119–1123, ago. 2013.
- HLOPHE, S.; MOYO, N. Evaluation of kikuyu grass and moringa leaves as protein sources in *Oreochromis mossambicus* diets. **African Journal of Aquatic Science**, v. 39, n. 3, p. 305–312, 3 jul. 2014a.
- HLOPHE, S.; MOYO, N. A. G. Replacing fishmeal with Kikuyu grass and moringa leaves: effects on growth, protein digestibility, histological and haematological parameters in *Clarias gariepinus*. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 14, p. 795–806, 1 set. 2014b.
- HLOPHE, S. N.; MOYO, N. A. G. A comparative study on the use of *Pennisetum clandestinum* and *Moringa oleifera* as protein sources in the diet of the herbivorous *Tilapia rendalli*. **Aquaculture International**, v. 22, n. 4, p. 1245–1262, 1 ago. 2014c.
- HLOPHE-GININDZA, S. N.; MOYO, N. A. G. The effect of replacing fishmeal with kikuyu leaf meal on the activity of digestive enzymes and growth in *Tilapia rendalli*, *Oreochromis mossambicus* and *Clarias gariepinus*. **Indian Journal of Animal Research**, n. of, 15 dez. 2018.

HOU, Q. et al. Lipid metabolism responses of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to mulberry leaf meal in diet. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 2, p. 719–727, 2019.

HUSSAIN, S. M. et al. Replacement of Fish Meal with *Moringa oleifera* Leaf Meal (MOLM) and its Effect on Growth Performance and Nutrient Digestibility in *Labeo rohita* Fingerlings. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 50, n. 5, ago. 2018.

IDOWU, T. A.; DENHAM, S. A.; ADEDEJI, H. A. Growth performance and hematological indices of *Clarias gariepinus* (Burchel, 1822) fingerlings fed varying levels of *Telfairia occidentalis* leaf meal additives. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, p. 442–445, 2019.

ISHIDA, H. et al. Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* poir). **Food Chemistry**, v. 68, n. 3, p. 359–367, 15 fev. 2000.

JARDIM, F. C. et al. Avaliação antioxidante de *Pereskia aculeata* mill in natura, seca à sombra e ao sol / Antioxidant evaluation of *Pereskia aculeata* mill in natura, dried in the shade and in the sun. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 89906–89925, 15 set. 2021.

JAYANT, M. et al. Nutritional evaluation of fermented sweet potato leaf meal as a replacer of deoiled rice bran in the diet of *labeo rohita* fingerlings. 11 fev. 2020.

JESUS, L. S. F. et al. Farelos da vagem da algaroba e da folha da mandioca em rações para juvenis de tilápia do Nilo mantidos em água salobra. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, 2011.

KARINA, S. et al. Replacement of soybean meal with *Moringa oleifera* leaf meal in the formulated diets of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Aquaculture, Aquarium, Conservation e Legislation International Journal of the Bioflux**, v. 8, p. 790–795, 1 out. 2015.

KASIGA, T. et al. Effects of reduced soybean-meal diets containing *Moringa oleifera* or *Leucaena leucocephala* leaf meals on growth performance, plasma lysozyme, and total intestinal proteolytic enzyme activity of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in outdoor tanks. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, 2014.

KAVIRAJ, A. et al. Impact of fermented mulberry leaf and fish offal in diet formulation of indian major carp (*Labeo rohita*). **Proceedings of the Zoological Society**, v. 66, n. 1, p. 64–73, 2013.

KIM, B. N.; YANG, J. L.; SONG, Y. S. Funções fisiológicas de chongkukjang. **Food and Nutrtrion**. v. 4, p. 40–46, 1999.

KNIPLING, E. B.; WEST, S. H.; HALLER, W. T. Growth characteristics, yield potential, and nutritive content of water hyacinths. **Proceedings, Soil and Crop Science Society of Florida**, v. 30, p. 51–63, 1970.

KONYEME, J. E.; SOGBESAN, O.; UGWUMBA, A. Nutritive value and utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) meal as plant protein supplement in the diet of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Pisces: Clariidae) fingerlings. **Afr. Sci.**, v. 7, p. 127–133, 1 jan. 2006.

LATEEF, T. et al. Effect of moringa leaf meal supplementation on haematological and serum biochemical profile of broiler chicken. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v. 33, p. 75, 1 jan. 2016.

LAWAL, M. O. et al. The nutritive values of the leaf meal and leaf protein concentrate of some tropical weeds. **West African Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 1, n. 1, p. 10–16, 24 set. 2020.

LOCHMANN, R. et al. Effects of dietary sweet potato leaf meal on the growth, non-specific immune responses, total phenols and antioxidant capacity in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 6, p. 1365–1369, 2012.

MADALLA, N.; AGBO, N. W.; JAUNCEY, K. Evaluation of aqueous extracted moringa leaf meal as a protein source for Nile tilapia juveniles. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 1, 2013.

MADALLA, N.; AGBO, N. W.; JAUNCEY, K. Evaluation of ground - Sundried cassava leaf meal as protein source for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L) juvenile's diet. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences**, v. 15, n. 1, 2016.

MAHMOOD, S. et al. Evaluation of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) supplemented diets on the growth, digestibility and histology of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fingerlings. **Journal of Applied Animal Research**, v. 46, p. 24–28, 19 nov. 2018.

MAITI, M. K. et al. Optimum utilization of *Hygrophila spinosa* leaf meal in the diet of *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) fingerlings. **Aquaculture Reports**, v. 15, p. 100213, 1 nov. 2019.

MAJUMDAR, B. N.; MOMIN, S. A.; KEHAR, N. D. Studies on tree leaves as cattle fodder. 1. Chemical composition as affected by the stage of growth. **Indian Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry**, v. 37, p. 217–223, 1967.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. **Animal Feed Science and Technology**, v. 63, n. 1, p. 211–228, 1 dez. 1996.

MASOOD, D. et al. Effect of substituting soybean meal with *Moringa oleifera* meal on the growth and body composition of *Labeo rohita* fingerlings. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 52, n. 5, 2020.

MCGOOGAN, B. B.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v. 141, n. 3, p. 233–244, 31 may 1996.

MEDEIROS, R. M. L.; SABAA SRUR, A. U. O.; ROQUETTE PINTO, C. L. Estudo da biomassa de aguapé, para a produção do seu concentrado protéico. **Food Science and Technology**, v. 19, p. 226–230, maio 1999.

MEHDI, H. et al. Effect of Moringa oleifera meal on the growth, body composition and nutrient digestibility of *Labeo rohita*. **International Journal of Biosciences**, v. 8, p. 11–17, 1 abr. 2016.

MESHRAM, S. et al. Replacement of de-oiled rice bran by soaked and fermented sweet potato leaf meal: Effect on growth performance, body composition and expression of insulin-like growth factor 1 in *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 8, p. 2741–2750, 2018.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Crude Fiber for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) Fingerlings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 256–261, abr. 2003.

MIAO, L. et al. Interactive effects of mulberry leaf meal and bamboo charcoal additive on growth performance, anti-oxidant capacity, and disease resistance of genetically improved farmed tilapia (GIFT) juvenile (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Reports**, v. 18, p. 100483, 1 nov. 2020.

MIRANDA, J. E.; BONACIN, G. A.; TAKAHASHI, R. Produção e qualidade de folhas de amoreira em função da época do ano e de colheita. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 499–504, set. 2002.

MONDAL, K.; KAVIRAJ, A.; MUKHOPADHYAY, P. K. Introducing mulberry leaf meal along with fish offal meal in the diet of freshwater catfish, *Heteropneustes fossilis*. **Electronic Journal of Biology**, 2011.

MONDAL, K.; KAVIRAJ, A.; MUKHOPADHYAY, P. K. Effects of partial replacement of fishmeal in the diet by mulberry leaf meal on growth performance and digestive enzyme activities of Indian minor carp *Labeo bata*. **Int. J. of Aquatic Science**, v. 3, n. 1, p. 72–83, 1 jan. 2012.

MONDAL, K.; KAVIRAJ, A.; MUKHOPADHYAY, P. K. Growth performance of indian minor carp *Labeo bata* fed varying inclusions of fermented fish-offal and mulberry leaf meal based-diets. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 14, n. 3, p. 567–582, 2015.

NASEEM, S. et al. Perspectives on utilization of macrophytes as feed ingredient for fish in future aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, v. 13, n. 1, p. 282–300, 2020.

NCHA, O. S. et al. Effect of diets with moringa leaf meal on growth, carcass composition and haematology of *Clarias gariepinus*. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 3, n. 2, p. 397–401, 2015.

NG, W. K.; WEE, K. L. The nutritive value of cassava leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 83, n. 1–2, p. 45–58, dez. 1989.

OCHOKWU, I. J.; TAIWO, M. A.; BASHIR, S. Y. Haematological indices and carcass composition of african aatfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings fed with fluted

pumpkin leaf (*Telfairia Occidentalis*) as feed additives. **Nigerian Journal of Biotechnology**, v. 38, n. 1, p. 83–90, 27 jul. 2021.

OLIVEIRA, V. T. N. DE. **Digestibilidade aparente da proteína e energia de alimentos alternativos para a tambatinga**. Janaúba: Universidade Estadual de Montes Claros, 2017.

OLSEN, R. L.; HASAN, M. R. A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. **Trends in Food Science e Technology**, v. 27, n. 2, p. 120–128, 1 out. 2012.

OLUSOLA, S.; OLAIFA, F. Evaluation of some edible leaves as potential feed ingredients in aquatic animal nutrition and health. **Journal of Fisheries**, v. 6, p. 569, 8 mar. 2018.

OYEYINKA, A. T.; OYEYINKA, S. A. Moringa oleifera as a food fortificant: Recent trends and prospects. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, n. 2, p. 127–136, 1 abr. 2018.

OZOVEHE, B. N. Growth performance, haematological indices and some biochemical enzymes of juveniles *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fed varying levels of Moringa oleifera leaf meal diet. **Journal of Aquaculture Research e Development**, v. 04, n. 02, 2013.

PEREIRA JUNIOR, G. et al. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 227–234, jun. 2013.

PEZZATO, L. E. et al. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 329–337, 2004.

PRATES, H. T. et al. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 909–914, may 2000.

PUYCHA, K. et al. Effect of moringa (*Moringa oleifera*) leaf supplementation on growth performance and feed utilization of Bocourti's catfish (*Pangasius bocourti*). **Agriculture and Natural Resources**, v. 51, n. 4, p. 286–291, 1 ago. 2017.

QI, X.-L. et al. Solvent-free microwave extraction of essential oil from pigeon pea leaves [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] and evaluation of its antimicrobial activity. **Industrial Crops and Products**, v. 58, p. 322–328, 1 jul. 2014.

RANI, S. et al. Influence of inclusion of pigeon pea (*Cajanus cajan*) leafmeal on growth, physio-metabolic and immune parameters, and expression of IGF-1, IGF-1R and IGFBP-1 genes in *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 52, n. 5, p. 1977–1994, 2020.

RAVINDRAN, V. Cassava leaves as animal feed: potential and limitations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 61, p. 141–150, 1 jan. 1993.

- RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E. T.; RAJAGURU, A. S. B. Influence of processing methods and storage time on the cyanide potential of cassava leaf meal. **Animal Feed Science and Technology**, v. 17, n. 4, p. 227–234, 1 jul. 1987.
- RICHTER, N.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v. 217, n. 1, p. 599–611, 17 mar. 2003.
- SAENTHAWEESUK, S. Effect of dietary supplementation of mulberry (*Morus alba* L.) leaf powder in place of antibiotic in feed ration to improve growth performance, meat quality and production of broiler chicken. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**, v. 28, n. 3, p. 285–290, 2009.
- SAHA, S.; RAY, A. K. Evaluation of nutritive value of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) leaf meal in compound diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) fingerlings after fermentation with two bacterial strains isolated from fish gut. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 11, n. 2, 1 abr. 2011.
- SAHOO, S. et al. Dietary optimisation of black gram (*Vigna mungo*) leaf meal as substitute for deoiled rice bran in the diet of *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) fingerlings. **Indian Journal of Fisheries**, v. 67, 31 dez. 2020.
- SANTOS, E. et al. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a Tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, 4 mar. 2009.
- SANTOS, E. L. et al. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a tilápia do Nilo - DOI:10.5039/ agraria.v4i3a20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (Agrária), v. 4, n. 3, p. 358–362, 30 jun. 2015.
- SARKER, M. A.-A. et al. Incorporation of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* meal in aqua-feed and its efficacy on growth performance of roho labeo, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) reared in cagev. **International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences**, v. 6, n. 2, p. 043–049, 28 maio 2020.
- SENA, M. F. et al. Mesquite bean and cassava leaf in diets for Nile tilapia in growth. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 3, p. 231–237, 11 may 2012.
- SHAHZAD, U. et al. Genetic diversity and population structure of *Moringa oleifera*. **Conservation Genetics**, v. 14, n. 6, p. 1161–1172, 1 dez. 2013.
- SHEIKHLAR, A. et al. White mulberry (*Morus alba*) foliage methanolic extract can alleviate *Aeromonas hydrophila* infection in african catfish (*Clarias gariepinus*). **The Scientific World Journal**, v. 14, 1 jan. 2014.
- SHERIF, A.; EL-GAMAL, A.; ELGAMAL, A. Incorporation of *Moringa oleifera* leaf in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* diet and its effect on growth performance and immune status. 2014.
- SILVA, L. X. DA et al. Fungos micorrízicos arbusculares em áreas de plantio de leucena e sábia no estado de Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 31, p. 427–435, 2007.

- SOARES, E. et al. Polyculture of curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*) and canela shrimp (*Macrobrachium acanthurus*) feed with dehydrated cassava leaf meal. **Latin american journal of aquatic research**, v. 47, n. 1, p. 27–33, mar. 2019.
- SOARES, K. J. A. **Valor nutricional de alimentos alternativos para tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Chapadinha: Federal do Maranhão, 2016.
- SOLIVA, C. R. et al. Feeding value of whole and extracted *Moringa oleifera* leaves for ruminants and their effects on ruminal fermentation in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 118, n. 1, p. 47–62, 3 jan. 2005.
- SOTOLU, A. O.; SULE, S. O. Digestibility and performance of water hyacinth meal in the diets of African Catfish (*Clarias gariepinus*; Burchell, 1822). **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 14, 11 nov. 2010.
- SRIVASTAVA, S. et al. Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba*). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 57, n. 5–6, p. 305–313, 1 jan. 2006.
- SUNITHA, S. et al. Effect of pruning on cassava stem, foliage and tuber yield. **Journal of Root Crops**, v. 41, n. 2, p. 36–41, 2015.
- TABASSUM, S. et al. Partial replacement of fish meal with *Moringa oleifera* leaf meal in practical diets of *Cirrhinus mrigala* fingerlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, 27 ago. 2021.
- TANG, X. et al. Effects of mulberry (L.) leaf extracts on growth, immune response, and antioxidant functions in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Annals of Animal Science**, v. 22, n. 1, p. 349–369, 31 dez. 2021.
- TIAMIYU, L. O.; OKOMODA, V. T.; AGBO, A. O. Nutritional suitability of leucaena leaf meal in the diet of *Clarias Gariepinus*. **Journal of FisheriesSciences.com**, p. 6, 2015.
- TIQUE, J.; CHAVES, B.; ZURITA, J. H. Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de *Ipomoea batatas* L. **Agronomía Colombiana**, v. 27, n. 2, p. 151–158, ago. 2009.
- TRAM, N. D. Q. et al. A comparative study on the apparent digestibility of selected feedstuffs in hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 17, n. 2, p. e636–e643, 2011.
- VHANALAKAR, DR. S.; MULEY, D. Effect of dietary incorporation of *Gliricidia maculata* leaf meal on growth and feed utilization of *Cirrhinus mrigala* fingerlings. **Global Journal of Science Research**, v. 14, n. 1, 1 jan. 2014.
- WEE, K. L.; WANG, S.-S. Nutritive value of *Leucaena* leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 62, n. 2, p. 97–108, 1 maio 1987.

WOLVERTON, B. C.; MCDONALD, R. C. The water hyacinth: from prolific pest to potential provider. **Ambio**, v. 8, n. 1, p. 2–9, 1979.

WU, N. et al. Antioxidant activities of extracts and main components of pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] leaves. **Molecules**, v. 14, n. 3, p. 1032–1043, mar. 2009.

YANG, Y. et al. The latest review on the polyphenols and their bioactivities of Chinese Morus plants. **Journal of Asian Natural Products Research**, v. 16, n. 6, p. 690–702, 3 jun. 2014.

YILMAZ, S.; ERGÜN, S. Chickweed (*Stellaria media*) leaf meal as a feed ingredient for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). **Journal of Applied Aquaculture**, v. 25, p. 329–336, 9 dez. 2013.

YUANGSOI, B.; MASUMOTO, T. Replacing moringa leaf (*Moringa oleifera*) partially by protein replacement in soybean meal of fancy carp (*Cyprinus carpio*). **Songklanakarin J. Sci. Technol.**, v. 34, p. 479–485, 1 set. 2012.

ZAPATA-CAMPOS, C. C. et al. Chemical composition and nutritional value of leaves and pods of *Leucaena leucocephala*, *Prosopis laevigata* and *Acacia farnesiana* in a xerophilous shrubland. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, p. 723–730, 8 nov. 2020.

ZHANG, X. et al. Effects of dietary fish meal replacement by fermented moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves on growth performance, nonspecific immunity and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* in juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III). **Fish e Shellfish Immunology**, v. 102, p. 430–439, 1 jul. 2020.

ZHU, W. et al. Effects of fermented mulberry leaves on growth, serum antioxidant capacity, digestive enzyme activities and microbial compositions of the intestine in crucian (*Carassius carassius*). **Aquaculture Research**, v. 52, n. 12, p. 6356–6366, dez. 2021.

ZU, Y. et al. Simultaneous determination of four flavonoids in pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] leaves using RP-LC-DAD. **Chromatographia**, v. 63, n. 9, p. 499–505, 1 maio 2006.

3 CAPÍTULO II - DIGESTIBILIDADE APARENTE DA FARINHA DE FOLHAS DA ORA-PRO-NÓBIS (*PERESKIA ACULEATA*) PARA TILÁPIA DO NILO

Article: " Apparent digestibility of ora-pro-nobis (Pereskia aculeata) leaf meal by Nile tilapia"

(Manuscrito aceito em 18 de fevereiro de 2025 para publicação na revista *Pesquisa Agropecuária Gaúcha* - PAG)

Este capítulo foi redigido de acordo com as diretrizes para autores do periódico *Pesquisa Agropecuária Gaúcha* (ISSN: 2595-7686).

Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar a digestibilidade aparente da farinha de folhas de ora-pro-nóbis (FFO) por meio da avaliação de proteína bruta (PB), aminoácidos (AA), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS) oferecidos à tilápia-do-nilo por método indireto empregando óxido crômico como indicador e coleta de fezes por sedimentação. Foram preparados dois alimentos, um aplicado a uma dieta referência e outro a uma dieta teste, sendo esta última composta por 30,0% de FFO e 70,0% da dieta referência. Os coeficientes de digestibilidade aparente da FFO (CDA) para MS, EB, EE e PB foram de 33,01%, 40,60%, 76,86% e 45,51%, respectivamente. Entre os AA essenciais, o triptofano (98,00%) e a leucina (80,00%) apresentaram os maiores valores de CDA, enquanto a treonina (25,00%) e a arginina (39,00%) apresentaram os menores. Assim, a FFO apresenta baixos valores de digestibilidade aparente de energia e proteína para tilápia-do-nilo. O extrato etéreo foi uma exceção. No entanto, embora a tilápia-do-nilo utilize menos da metade do teor proteico presente na farinha foliar de ora-pro-nóbis, esse ingrediente forneceu uma quantidade significativa de aminoácidos essenciais que foram absorvidos pelos peixes.

Palavras-chave: alimentação alternativa, alimentação não convencional, alimentação vegetal, criação de tilápia, nutrição de peixes.

3.1 INTRODUÇÃO

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) é uma planta alimentícia não convencional amplamente distribuída na América Central e do Sul, incluindo o Brasil (PINTO et al., 2020). Suas folhas contêm alto teor de proteínas, ferro e carotenoides, servindo, portanto, como incentivo à agricultura familiar local e à inclusão alimentar (SIMONETTI et al., 2021).

É uma planta perene, ou seja, com ciclo longo, com registros de até 10 anos. Considerada rústica, adapta-se a diferentes tipos de solo e clima, não requer alta fertilidade, além de ser tolerante à seca e possui baixa incidência de pragas e doenças (PANAIN et al., 2021). Madeira et al. (2022) observaram uma média de 2,43 toneladas de folhas por ha⁻¹corte⁻¹ a cada 60 dias, resultando em aproximadamente 15 toneladas anuais. Além disso, sua propagação é fácil e de baixo custo, uma vez que pode ser feita assexuadamente por meio de estacas, mesmo empregando mão de obra familiar (RIBEIRO JUNIOR et al., 2021).

As folhas são largas, suculentas e possuem mucilagem, um aditivo alimentar amplamente utilizado na indústria alimentícia como agente espessante, estabilizador e formador de gel (PANAIN et al., 2021). Considerando que a alimentação dos peixes ocorre em ambiente aquático, essa substância contribui para a formação de pellets, pois auxilia na agregação dos ingredientes e, conseqüentemente, reduz a lixiviação de nutrientes da dieta. O perfil de aminoácidos também é um destaque: as folhas são ótimas fontes de aminoácidos essenciais como triptofano, fenilalanina, isoleucina, leucina, treonina e lisina (BOTREL et al., 2019).

Além do consumo humano direto, um número crescente de estudos tem verificado o potencial de uso da farinha de folhas obtida de várias plantas, como guandu (*Cajanus cajan*), amoreira (*Morus alba*) e tamarindo do rio (*Leucaena leucocephala*), entre outras, como ingrediente alimentar para não ruminantes, incluindo coelhos, frangos de corte e peixes (BABALOLA e FAKUNMOJU, 2020; CHEN et al., 2019; DIAS et al., 2022b; MATOS et al., 2023; SAENTHAWEESEK, 2009). A redução de custos é a principal razão para o uso de farinha de folhas na alimentação de peixes, pois fontes tradicionais como farinha e óleo de peixe, principais ingredientes de origem animal, e farelo de soja, principal ingrediente de proteína vegetal, tornaram-se cada vez mais caras (ALFIKO et al., 2022; HLOPHE e MOYO, 2014).

A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie de peixe mais cultivada no Brasil e está entre as mais cultivadas globalmente, destacando-se por sua robustez e rápido crescimento. Segundo dados da Associação Brasileira de Peixes, essa espécie representava cerca de 65,3% de toda a produção brasileira de peixes cultivados em 2023 (PEIXE BR, 2024). Embora seja produzida em propriedades comerciais, é resistente o suficiente para se adaptar a culturas de subsistência e é comum principalmente em países em desenvolvimento, onde a espécie é geralmente alimentada com ração artesanal (CAMPOS-RAMOS et al., 2003).

Estudos relataram que a farinha de folhas pode substituir parcialmente os ingredientes dietéticos convencionais da tilápia-do-nilo sem prejudicar o crescimento dos peixes (ABO-STATE et al., 2014; CHEN et al., 2020; DIAS et al., 2022b). No entanto, devido às diferentes composições químicas dos diferentes itens alimentares, torna-se necessário determinar especificamente os valores de digestibilidade da farinha de folhas especificamente para cada espécie cultivada, visando a formulação de alimentos a serem utilizados de acordo com as necessidades nutricionais específicas (MEURER et al., 2003b).

Até onde sabemos, não há estudos avaliando a digestibilidade da FFO em relação ao consumo dietético da tilápia-do-nilo. Portanto, o objetivo do presente estudo foi determinar a digestibilidade aparente da proteína bruta (PB), aminoácidos (AA), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) e matéria seca (MS) da farinha foliar de ora-pro-nóbis (FFO) oferecida à tilápia-do-nilo por um método indireto empregando óxido crômico como indicador e coleta de fezes por sedimentação.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia em Aquicultura (LATAq) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Avançado de Jandaia do Sul, Paraná, Brasil, entre março e abril de 2022. De acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFPR), sob protocolo nº. 18/2021-CEUA.

3.2.1 Preparação de dietas

A FFO foi preparada a partir de folhas retiradas de plantas de ora-pro-nóbis colhidas na cidade de Palotina (PR), durante o verão/outono de 2020. As folhas foram secas em estufa de

ventilação forçada por 48 h a 55 °C, trituradas em peneira de 0,5 mm e armazenadas em sacos plásticos sob refrigeração. As rações listadas na Tabela 1 foram preparadas moendo cada ingrediente usando uma peneira de 0,5 mm logo após a mistura e adicionando cerca de 20% de água a 60 °C, seguido de subsequente peletização (MEURER et al., 2003b).

TABELA 3.1 - Composição percentual das dietas.

Ingrediente	Dieta referência (%)	Dieta teste (%)
Amido de milho	44,18	30,93
Albumina	32,00	22,40
Gelatina	7,70	5,39
Farinha de folhas de ora-pro-nóbis	0,0	29,67
Óleo de soja	6,00	4,20
Celulose	6,00	4,20
Fosfato bicálcico	3,00	2,10
NaCl	0,50	0,50
Suplemento (min + vit) ¹	0,50	0,50
Oxido crômico	0,10	0,10
Antioxidante (BHT) ²	0,02	0,01

¹Níveis de garantia por quilograma do produto (TECTRON): Vitamina A(min) 1.000.000UI; vitamina D3 (min) 500.000UI; vitamina E (min) 20.000UI; vitamina K3 (min) 500mg; vitamina B1 (min) 1900mg; vitamina B2 (min) 2000mg; vitamina B6 (min) 2400mg; vitamina B12 (min) 3500mg; vitamina C (min) 25g; niacina (min) 5000mg; ácido pantotênico (min) 4000mg; ácido fólico (min) 200mg; biotina (min) 40mg; manganês (min) 7500mg; zinco (min) 25g; ferro (min) 12,5g; cobre (min) 2000mg; iodo (min) 200mg; selênio (min) 70mg; BHT (min) 300mg.

²Butil-hidroxi-tolueno.

3.2.2 Manejo alimentar e amostragem

Sessenta juvenis de tilápia-do-nilo, com peso médio inicial de $125,80 \pm 8,50$ g, foram mantidos em três gaiolas de malha plástica de 100 L (3 cm) (20 peixes/gaiola). Os peixes foram distribuídos em tanques-rede colocados dentro de uma caixa de 2000 L, denominada tanque de alimentação, permanecendo ali durante todo o período de adaptação, de cinco dias, e período de alimentação de 15 dias. Assim, os peixes foram alimentados com cada ração, referência e teste, por um período de 20 dias para cada um. Ao final do último dia de coleta com a dieta referência, iniciou-se o período de adaptação com a dieta teste.

Durante o período de adaptação, os peixes permaneceram na caixa de alimentação e foram alimentados *ad libitum*, quatro vezes ao dia, às 8:00, 11:00, 14:30 e 17:30 horas. As amostragens foram realizadas distribuindo as gaiolas em três cubas cilíndricas de fibra de vidro

de 200 L com fundo cônico (sistema Guelph modificado) sob constante oxigenação artificial através de um soprador de ar. As cubas foram utilizadas apenas durante o período de coleta de fezes, com as gaiolas inseridas às 18:00 horas e retiradas às 7:00 horas do dia seguinte. O óxido crômico (Cr_2O_3) foi utilizado como marcador inerte na proporção de 0,1%, conforme recomendado pelo National Research Council - NRC (2011). As fezes dos peixes foram coletadas diariamente, armazenadas a 0 °C e posteriormente desidratadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 24 horas, peneiradas para remoção de escamas e depois moídas.

3.2.3 Análise químico-bromatológica

As análises químico-bromatológicas de fezes, rações e ingredientes alimentícios quanto à matéria seca (método nº 930.15), proteína bruta (método nº 984.13), extrato etéreo (método nº 920.39), matéria mineral (MM) (nº 924.05), fibra bruta (FB) (Método nº 978.10), fibra em detergente ácido (FDA) (método nº 973.18), foram determinadas de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2019). A fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991) e os aminoácidos foram analisados quimicamente, de acordo com o Compêndio de Nutrição Animal de Sindirações (ANFAR-ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES, 2017); (método nº45). O cromo e outros minerais foram determinados no Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá por espectrofotometria de absorção atômica (KIMURA e MILLER, 1957). Um calorímetro de bomba adiabática foi usado para determinar a energia bruta (EB) das fezes, rações e ingredientes alimentares.

3.2.4 Cálculos

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para os nutrientes e energia das dietas teste e de referência foram calculados da seguinte forma (CHO et al., 1982).

$$\text{CDA} = 1 - (\text{F} / \text{D} \times \text{Di} / \text{Fi})$$

onde: F=% nutriente (kJ/g de energia bruta) das fezes; D=% nutriente (kJ /g energia bruta) da dieta; Di = % Concentração do indicador (Cr_2O_3) na dieta; Fi=% Concentração do indicador (Cr_2O_3) nas fezes.

Além disso, foram aplicadas as sugestões propostas por Bureau (1999), onde a digestibilidade da dieta referência e da dieta teste são levadas em consideração.

$DA_{\text{ingrediente teste}} (\%) = DA_{\text{dieta teste}} + [(DA_{\text{dieta teste}} - DA_{\text{dieta referência}}) \times (0,7 \times D_{\text{dieta referência}}) / (0,3 \times D_{\text{ingrediente}})]$,
onde 0,3 = Proporção do ingrediente teste na dieta teste confeccionada; 0,7 = Proporção da dieta referência na dieta teste confeccionada.

3.2.5 Qualidade da água

As variáveis físico-químicas da água das caixas e cubas, oxigênio dissolvido e temperatura, foram monitoradas às 8h30 e às 16h30, enquanto o pH, amônia, nitrito, alcalinidade e dureza foram monitorados semanalmente. As variáveis de qualidade da água medidas durante o período experimental de adaptação e o período de coleta de fezes indicaram condições adequadas para a criação de tilápia-do-nilo, a saber: temperatura média da água pela manhã de $24,9 \pm 1,0$ °C e à tarde de $30,4 \pm 1,1$ °C; oxigênio dissolvido médio pela manhã de $5,2 \pm 0,3$ mg L⁻¹ e à tarde de $7,0 \pm 0,3$ mg L⁻¹; pH médio de $7,69 \pm 0,13$; valores médios de amônia de $0,29 \pm 0,07$ mg L⁻¹, nitrito $0,85 \pm 0,16$ mg L⁻¹, alcalinidade $95,75 \pm 2,26$ mg L⁻¹ CaCO₃ e dureza $47,75 \pm 1,55$ mg L⁻¹ CaCO₃.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição químico-bromatológica, bem como os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da farinha foliar de ora-pro-nóbis para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e energia bruta, são apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

TABELA 3.2 - Composição químico-bromatológica da farinha de folhas de ora-pro-nóbis pela tilápia do Nilo (base matéria seca).

Composição químico-bromatológica								
	MS%	PB%	EE%	MM%	FB%	FDN%	FDA%	EB% (Kcal kg ⁻¹)
FFO	95,56	24,36	4,54	20,6	18,96	42,28	8,91	3.712

MS – Matéria Seca, PB – Proteína Bruta, EE – Extrato etéreo, MM – Matéria Mineral, FB – Fibra bruta, FDN – Fibra em detergente neutro, FDA – Fibra em detergente ácido, EB – Energia bruta.

TABELA 3.3 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e energia da farinha de folhas de ora-pro-nóbis pela tilápia-do-nilo (base matéria seca).

	Matéria seca	Proteína bruta	Extrato etéreo	Energia bruta (Kcal kg ⁻¹)
CDA (%)	33,01	45,51	76,86	40,60

Valores digestíveis (%)	31,55	11,09	3,49	1507,25
-------------------------	-------	-------	------	---------

Em relação à composição da FFO, os valores de MS foram semelhantes aos relatados por Sommer et al. (2022), e não muito distantes dos relatados por Takeiti et al. (2009) e Almeida et al. (2014), de 95,28%, 89,5% e 87,54%, respectivamente. A PB também ficou dentro dos valores médios descritos na literatura, com o menor teor proteico de 16,14%, relatado por Sommer et al. (2022) e o maior, 28,99%, por Almeida et al. (2014). Os níveis aqui observados também foram próximos aos indicados por Almeida Filho e Cambraia (1974) e Mercê et al. (2001), de 25,4% e 25,5%, respectivamente.

Os valores de EE foram semelhantes aos de outros relatos da literatura, de 4,1% (TAKEITI et al., 2009), 5,07% (ALMEIDA et al., 2014) e 6,8% (ALMEIDA FILHO e CAMBRAIA, 1974). Os teores de MM ficaram acima dos relatados por Sommer et al. (2022), Almeida et al. (2014) e Takeiti et al. (2009), de 14,59%, 14,81% e 16,1%, respectivamente, e semelhantes ao valor relatado por Almeida Filho e Cambraia (1974) de 20,1%.

Os únicos dados de FB da FFO disponíveis na literatura são os relatados por Almeida et al. (2014) e Takeiti et al. (2009), de 9,1% e 9,8%, ambos consistentes e representando aproximadamente metade dos observados aqui, enquanto os valores de FDN e FDA ainda não foram relatados na literatura. Os teores de EB da FFO também não foram bem estudados até o momento, com apenas uma avaliação encontrada, relatando um valor de 1217,2 kcal kg⁻¹ (SOMMER et al. 2022), inferior ao determinado no presente estudo.

A porcentagem dos minerais da FFO determinados, ou seja, cálcio (Ca), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg), fósforo (P) e zinco (Zn), são apresentados na Tabela 4, bem como comparações de dados da literatura. Os valores de CDA do FFO para AA estão representados na Tabela 5.

TABELA 3.4 - Comparação dos valores minerais da farinha folhas de ora-pro-nóbis observados, neste trabalho, com valores de referência da literatura.

	Minerais (%)						
	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
Dados do autor	3,57	0,0545	0,39	1,29	0,0336	0,02	0,0072
Takeiti et al. (2009)	3,42	0,0142	1,63	1,90	-	0,16	0,0267
Oliveira et al. (2013)	2,16	0,0094	0,45	0,68	0,0028	0,45	0,0059
Almeida et al. (2014)	1,34	0,0205	3,91	0,58	-	0,32	0,0073
Souza et al. (2016)	4,65	0,0174	3,64	0,71	-	0,47	0,0037

Valores médios da literatura	2,89	0,0153	2,41	0,97	0,0028	0,35	0,0109
------------------------------	------	--------	------	------	--------	------	--------

Ca – Calcio, Fe – Ferro, K – Potássio, Mg – Magnésio, P – Fósforo e Zn – Zinco.

TABELA 3.5 - Composição química, valores disponíveis e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de aminoácidos da farinha de folhas de ora-pro-nóbis para tilápia-do-nilo (base matéria seca) comparados com a composição química e valores disponíveis de ingredientes vegetais comuns nas dietas de peixes.

Amino- ácidos	Composição química (%)				Valores disponíveis (%)				CDA (%)
	Ora-pro- nobis	Trigo*	Milho moído *	Farelo de soja*	Ora-pro- nóbis	Trigo*	Milho moído *	Farelo de soja*	Ora-pro- nóbis
Leu	1,74	0,54	0,88	3,42	1,38	0,44	0,81	3,11	80,00
Arg	1,31	0,92	0,38	3,75	0,51	0,77	0,35	3,61	39,00
Fhe	1,14	0,35	0,33	1,86	0,90	0,24	0,29	1,74	79,00
Lys	1,11	0,58	0,23	2,64	0,84	0,46	0,21	2,4	76,00
Ile	1,02	0,55	0,27	1,9	0,80	0,45	0,22	1,66	79,00
Thr	0,89	0,38	0,32	1,53	0,22	0,28	0,28	1,38	25,00
Trp	0,56	0,21	0,08	0,56	0,55	0,18	0,07	0,52	98,00
His	0,50	0,38	0,29	1,09	0,38	0,26	0,25	1,01	76,00
Met	0,21	0,27	0,16	0,55	0,14	0,20	0,14	0,31	64,00
Val	1,21	0,44	0,39	1,95	0,95	0,31	0,35	1,74	79,00
Glu	2,32	2,34	1,45	7,86	1,91	1,88	1,3	7,54	82,00
Asp	1,72	1,04	0,39	4,64	1,35	0,84	0,35	4,36	78,00
Ala	1,21	0,71	0,61	1,76	0,97	0,59	0,53	1,53	80,00
Gly	1,18	0,79	0,21	1,7	0,87	0,65	0,18	1,48	74,00
Pro	1,00	0,96	0,72	2,43	0,85	0,63	0,64	2,12	85,00
Tyr	0,87	0,36	0,43	1,08	0,61	0,28	0,36	0,96	70,00
Ser	0,80	0,74	0,30	1,86	0,64	0,63	0,26	1,8	79,00
Cys	0,17	0,18	0,17	0,55	0,13	0,13	0,15	0,52	74,00

Leu – Leucina; Arg-Arginina; Fhe-fenilalanina; lis-lisina; Ile-Isoleucina; Thr-Treonina; Trp-Triptofano; His-histidina; Metionina; Val-Valina; Ácido glutâmico; Ácido aspártico; Ala-

Alanina; Gly-Glicina; Pró-Prolina; Tirosina; Ser-Serina; Cys-Cisteína.

* Valores descritos por Furuya et al. (2001).

Os minerais Ca, Mg e Zn no FFO foram determinados dentro da faixa descrita na literatura, enquanto K e P foram menores, mas ainda próximos das concentrações descritas por Oliveira (2013) e Takeiti et al. (2009), respectivamente. As concentrações de Fe e Mn determinadas, por outro lado, ficaram acima dos valores médios descritos na literatura, embora o valor médio de Mn corresponda a um único estudo.

Os valores de MS da literatura são mais consistentes em comparação com PB, FB, MM e EB, que têm sido relatados como mais variáveis. Vários fatores podem interferir nos níveis desses nutrientes. Mazia e Sartor (2012) argumentam que diferentes concentrações de nutrientes no solo influenciam diretamente no teor de proteína metabolizada pela ora-pro-nóbis e que solos argilosos ricos em matéria orgânica são mais adequados para culturas em comparação com solos arenosos. A variabilidade genética também deve ser considerada, pois Botrel et al. (2019) cultivaram plantas de diferentes clones nas mesmas condições, seguidas de amostragem foliar semelhante no mesmo estágio de desenvolvimento, e relataram diferentes teores de PB. Outros fatores compreendem a idade fisiológica da planta, o manejo agrônômico e a origem botânica (SOUSA et al., 2014).

O valor de proteína digestível da FFO obtido para a tilápia-do-nilo no presente estudo foi próximo ao valor relatado de 9,50% observado por Biudes et al. (2009) para a farinha de folhas de jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*), 10,90%, farinha de folhas de mandioca (*Manihot esculenta*), por Braga et al. (2010) e 10,49%, para a farinha de folhas de maniçoba (*M. pseudoglaziovii*), por Araújo et al. (2012) e inferior aos 20,34% indicados para a farinha de folhas de leucena (*Leucaena leucocephala*) por Araújo et al. (2012) e 22,94% por Dias et al. (2022a) para a farinha de folhas de amoreira (*Morus alba*). Embora a FFO apresente altos valores energéticos (Tabela 2), a tilápia-do-nilo utilizou menos da metade dessa energia (Tabela 3). Isso também foi relatado por Braga et al. (2010) e Dias et al. (2022a), que relataram 1.359 kcal kg⁻¹ e 1.569 kcal kg⁻¹ de energia digestível, com CDAs abaixo de 30% e 40%, respectivamente. Diferentemente do EB, o EE CDA foi superior a 70%, com valores digestíveis relatados para de tilápia-do-nilo superiores a 1,15% (ARAÚJO et al., 2012), 1,25% (DIAS et al., 2022a), 1,54% (ARAÚJO et al., 2012), 2,9% (MADALLA et al., 2013) obtidos para as farinhas de folhas de maniçoba, amoreira, tamarindo de rio e moringa (*Moringa oleifera*), respectivamente.

O baixo CDA da MS aqui observado sugere que a fração fibrosa (FB, FDN e FDA) da FFO investigado contribuiu para o menor aproveitamento dos nutrientes e energia. De acordo

com Meurer et al. (2003a), a fibra bruta diminui a retenção do bolo alimentar da tilápia-do-nilo e, conseqüentemente, os tempos de trânsito gastrointestinal dos alimentos, afetando o tempo que o alimento é exposto aos processos digestivos e de absorção, interferindo negativamente na eficiência de absorção (BIUDES et al., 2009). A fibra bruta também pode interagir com a superfície da parede intestinal, atuando como um obstáculo entre nutrientes e enzimas digestivas (JHA e BERROCOSO, 2015; PENICO, 1996).

A metionina foi o aminoácido essencial que apresentou a menor disponibilidade na FFO, para a tilápia-do-nilo. Os valores disponíveis deste aminoácido essencial estão diretamente associados às quantidades presentes nos alimentos. No presente estudo, a metionina esteve presente nos níveis mais baixos entre todos os aminoácidos essenciais, semelhante ao relatado por Almeida Filho e Cambraia (1974), Takeiti et al. (2009) e Botrel et al. (2019), este último relatando um valor médio determinado a partir da análise de cinco clones. Esses autores também relataram que a leucina estava presente em maiores quantidades, exceto Takeiti et al. (2009), que indicaram que os níveis de triptofano excederam a leucina, que foi, por sua vez, o segundo aminoácido mais representativo.

A FFO estudada apresentou maiores valores disponíveis para 15 dos 18 aminoácidos analisados quando comparado ao farelo de trigo e ao milho moído, ambos ingredientes tradicionais de rações comerciais para peixes (Tabela 5). Tais valores, no entanto, estão abaixo dos disponíveis no farelo de soja, como esperado, devido aos diferentes níveis de proteína desses ingredientes.

Em relação aos aminoácidos essenciais e não essenciais, apenas três, a saber, arginina, treonina e metionina, apresentaram coeficientes de disponibilidade inferiores a 70%, demonstrando um bom aproveitamento dos AA da FFO pela tilápia-do-nilo. Considerando que os percentuais de AA desse ingrediente ficaram abaixo dos níveis relatados por Almeida Filho e Cambraia (1974), Takeiti et al. (2009) e Botrel et al. (2019), provavelmente devido aos diversos fatores citados que podem interferir nos teores desses nutrientes, os valores disponíveis para a tilápia-do-nilo podem ser ainda maiores. Portanto, recomenda-se a realização de novas avaliações sobre a digestibilidade da tilápia-do-nilo em diferentes épocas do ano cultivadas em diferentes solos, estágio fenológico e adubação, bem como estudos que incluam esse ingrediente em dietas para tilápia-do-nilo, a fim de determinar níveis ótimos de inclusão.

3.4 CONCLUSÃO

A farinha foliar de ora-pro-nóbis apresenta baixos valores de digestibilidade aparente para energia e proteína, sendo 40,60% e 45,51%, respectivamente, para a tilápia-do-nilo. O extrato etéreo foi uma exceção, com coeficiente de digestibilidade de 76,86%. No entanto, embora a tilápia-do-nilo use menos da metade do teor de proteína presente na FFO, esse ingrediente forneceu uma quantidade significativa de aminoácidos essenciais que foram absorvidos pelos peixes.

REFERENCIAS

- ABO-STATE, H. et al. Evaluation of feeding raw moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves meal in Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) diets. **Global Veterinaria**, v. 13, p. 105–111, 1 jan. 2014.
- ALFIKO, Y. et al. Insects as a feed ingredient for fish culture: Status and trends. **Aquaculture and Fisheries**, SI : Emerging and disruptive technologies for aquaculture. v. 7, n. 2, p. 166–178, 1 mar. 2022.
- ALMEIDA, M. E. F. DE et al. Chemical characterization of the non-conventional vegetable known as ora-pro-nobis. **Bioscience Journal**, p. 431–439, 2014.
- ALMEIDA FILHO, J.; CAMBRAIA, J. Estudo do valor nutritivo do “ora-pro-nóbis” (*Pereskia aculeata* Miller). **Revista Ceres**, v. 21, n. 114, p. 105–111, 1974.
- ANFAR-ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal – Métodos Analíticos**. São Paulo: Sindirações, 2017.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis**. 21. ed. [s.l.] George W. Latimer Jr., 2019. v. I
- ARAÚJO, J. R. DE et al. Apparent digestibility of ingredients of the Northeast Semi-Arid for Nile tilapia. **Ciência Rural**, v. 42, p. 900–903, maio 2012.
- BABALOLA, O. A.; FAKUNMOJU, F. A. Effect of partial replacement of fishmeal with *Leucaena leucocephala* leaf meal on the growth performance of *Tilapia zilli* fingerlings. **Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research**, v. 9, n. 2, p. 9–14, 18 set. 2020.
- BIUDES, J. F. V.; PEZZATO, L. E.; CAMARGO, A. F. M. Digestibilidade aparente da farinha de aguapé em tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2079–2085, nov. 2009.
- BOTREL, N. et al. **Comparative study of protein composition and amino acid profile in five pereskia clones**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019.
- BRAGA, L. G. T. et al. Apparent digestibility of the energy and nutrients of agro-industrial by-products for Nile tilapia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, p. 1127–1136, 2010.

BUREAU, D. P.; HARRIS, A. M.; CHO, C. Y. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 180, n. 3–4, p. 345–358, 1999.

CAMPOS-RAMOS, R. et al. An investigation of sex determination in the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus*, using synaptonemal complex analysis, FISH, sex reversal and gynogenesis. **Aquaculture**, v. 221, n. 1, p. 125–140, 1 maio 2003.

CHEN, S. et al. Effect of Moringa oleifera leaf meal supplementation on growth performance, morphological indexes, antioxidant status and resistance to *Streptococcus agalactiae* of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 21, n. 1, p. 29–39, 24 nov. 2020.

CHEN, Y. et al. Evaluation of pigeon pea leaves (*Cajanus cajan*) replacing alfalfa meal on growth performance, carcass trait, nutrient digestibility, antioxidant capacity and biochemical parameters of rabbits. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 103, n. 5, p. 1265–1273, 2019.

CHO, C. Y.; SLINGER, S. J.; BAYLEY, H. S. Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 73B, n. 1, p. 25–41, 1 jan. 1982.

DIAS, P. DA S. et al. Energy and nutrient digestibility from mulberry (*Morus alba*) leaf meal for Nile tilapia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 44, p. 1–6, 8 mar. 2022a.

DIAS, P. DA S. et al. Mulberry leaf meal (*Morus alba*) on the performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in growth. **Concilium**, v. 22, n. 3, p. 507–519, 7 maio 2022b.

HLOPHE, S.; MOYO, N. Evaluation of kikuyu grass and moringa leaves as protein sources in *Oreochromis mossambicus* diets. **African Journal of Aquatic Science**, v. 39, n. 3, p. 305–312, 3 jul. 2014.

JHA, R.; BERROCOSO, J. D. Review: Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1441–1452, set. 2015.

KIMURA, F. T.; MILLER, V. L. Improved determination of chromic oxide in cal feed and feces. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 5, n. 2, p. 216, 1957.

MADALLA, N.; AGBO, N. W.; JAUNCEY, K. Evaluation of aqueous extracted moringa leaf meal as a protein source for Nile tilapia juveniles. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 1, 2013.

MADEIRA, N. R. et al. **Produtividade de clones elite de ora-pro-nóbis em plantio adensado com podas sucessivas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2022.

MAZIA, R. S.; SARTOR, C. F. P. Influence of soil type used in the culture of *Pereskia aculeata* on protein rates. **Saúde e Pesquisa**, v. 5, n. 1, p. 59–65, 29 mar. 2012.

MERCÊ, A. L. R. et al. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , and Ni^{2+} . **Bioresource Technology**, v. 76, n. 1, p. 29–37, 1 jan. 2001.

- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Crude Fiber for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) Fingerlings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 256–261, abr. 2003a.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Apparent Digestibility of Some Protein Sources for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1801–1809, dez. 2003b.
- OLIVEIRA, D. DE C. DA S. et al. Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 472–475, set. 2013.
- PANAIN, A. L. et al. **Aspectos da produção e da pós-colheita de ora-pro-nóbis**. Rio de Janeiro: NEAPRO-RIO, 2021.
- PEIXE BR. **Anuário 2024 PEIXE BR da Piscicultura**. 8. ed. São Paulo: ABP, 2024.
- PINTO, N. DE C. C. et al. Preclinical studies indicate that INFLATIV, an herbal medicine cream containing *Pereskia aculeata*, presents potential to be marketed as a topical anti-inflammatory agent and as adjuvant in psoriasis therapy. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 72, n. 12, p. 1933–1945, 2020.
- POTTY, V. H. Physic-chemical aspects, physiological functions, nutritional importance and technological significance of dietary fibers - a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 1–18, 1996.
- RIBEIRO JUNIOR, W. A. et al. Propagation of ora-pro-nobis (Cactaceae) from cuttings at different concentrations of IBA. **Revista Agro@ambiente**, v. 15, p. 1–15, 2021.
- SAENTHAWEESUK, S. Effect of dietary supplementation of mulberry (*Morus alba* L.) leaf powder in place of antibiotic in feed ration to improve growth performance, meat quality and production of broiler chicken. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**, v. 28, n. 3, p. 285–290, 2009.
- SIMONETTI, M. G.; FARIÑA, L. O. DE; SIMONETTI, K. T. G. The potential of the ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) in the National School Feeding Program. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1–11, 8 nov. 2021.
- SOMMER, M. C.; RIBEIRO, P. F. DE A.; KAMINSKI, T. A. Obtention and physicochemical characterization of ora-pro-nóbis flour. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 2, p. 6878–6892, 18 abr. 2022.
- SOUSA, R. M. F. et al. Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos in vitro. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 448–457, 10 jun. 2014.
- TAKEITI, C. et al. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International journal of food sciences and nutrition**, v. 60, n. 1, p. 148–160, 1 jun. 2009.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583–3597, 1991.

4 CAPÍTULO III- A INCLUSÃO DE FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (*PERESKIA ACULEATA*) NA DIETA DE TILÁPIAS-DO-NILO ADULTAS MELHORA O DESEMPENHO DE CRESCIMENTO E A CAPACIDADE DE ABSORÇÃO INTESTINAL SEM COMPROMETER VARIÁVEIS METABÓLICAS E HEMATOLÓGICAS

Article: “Inclusion of Ora-Pro-Nóbis (*Pereskia aculeata*) Leaf Meal in the Diet of Adult Nile Tilapia Improves Growth Performance and Intestinal Absorption Capacity Without Compromising Metabolic and Hematological Variables” Publicado em 01 de janeiro de 2025 na revista *Veterinary sciences* (DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci12010015>)

Este capítulo foi redigido conforme diretrizes do periódico *Veterinary sciences* (ISSN: 2306-7381). Possui CiteScore 2,9 e está no percentil 74% em General Veterinary (SCOPUS).

RESUMO

O milho e a soja são commodities e ingredientes de interesse global, cujos preços flutuam com base nas demandas globais. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a farinha foliar (FFO) de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) como uma alternativa a ser incluída nas dietas de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). O nível ótimo de inclusão da FFO em dietas de tilápia é investigado aqui, com o objetivo de melhorar seu desempenho de crescimento e saúde. Cinco variações de dieta contendo FFO (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) foram testadas. As taxas de conversão alimentar e eficiência proteica nos grupos 5% e 10% FFO foram estatisticamente semelhantes ao grupo controle ($p \leq 0,05$) e menores nos grupos 15% e 20% FFO. Os peixes alimentados com dietas com 5% e 10% da FFO apresentaram melhor eficiência alimentar, enquanto maiores níveis de FFO (15% e 20%) levaram a níveis reduzidos de proteína de carcaça e extrato etéreo. O aumento dos níveis da FFO melhorou a altura e a área das vilosidades intestinais, associado à melhor absorção de nutrientes e diminuição da degeneração da gordura hepática, sugerindo adaptação dietética e condições hepáticas mais saudáveis. Assim, a FFO pode ser incluído em até 10% em dietas de tilápia, melhorando seu desempenho de crescimento, eficiência alimentar e capacidade de absorção intestinal sem afetar adversamente outros parâmetros.

Palavras-chave: alimentação alternativa; cultivo de tilápia; degeneração gordurosa hepática; taxa de conversão alimentar; vilosidades intestinais.

4.1 INTRODUÇÃO

A segurança alimentar tornou-se um desafio global [1], tornando o uso e a preservação dos recursos naturais primordiais. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) [2], a produção de alimentos aquáticos aumentará 15% até 2030 e deve considerar a saúde dos ecossistemas aquáticos, a prevenção da poluição, a proteção da biodiversidade e a igualdade social, um movimento chamado de "Transformação Azul".

Nesse sentido, a aquicultura deve evitar o uso de farinhas de origem animal, como farinha de peixe, devido aos altos custos dos ingredientes e à diminuição da disponibilidade no mercado [3]. Segundo Farhad et al. [4], o uso de farinha de peixe afeta negativamente as populações de peixes selvagens, pois esse produto é produzido a partir de peixes capturados na natureza. Além disso, os ingredientes de origem animal contêm maiores quantidades de nitrogênio e fósforo em comparação com as fontes vegetais, o que pode aumentar a eutrofização do corpo d'água [5].

Em substituição à farinha e do óleo de peixe, ingredientes vegetais como subprodutos de soja, milho e trigo tornaram-se ingredientes convencionais nas atividades de aquicultura [6]. No entanto, a concorrência entre as indústrias da aquicultura e da alimentação animal aumentou para estes ingredientes alimentares [7]. Além disso, tanto o setor da aquicultura como a demanda de alimentos para aquicultura estão a crescer de forma constante. Portanto, a seleção de ingredientes para rações que podem ser produzidos de forma sustentável e podem crescer com esses setores da indústria tornou-se fundamental.

Devido à sua disponibilidade, as farinhas folhosas, abundantes durante todo o ano nos trópicos, estão ganhando atenção significativa dos pesquisadores como fonte de nutrientes, energia, minerais, vitaminas e compostos bioativos úteis para melhorar o crescimento, a eficiência alimentar e a saúde dos peixes [8,9]. A pesquisa nesta área tem contribuído para a produção de rações para peixes mais economicamente sustentáveis, ecologicamente corretas e viáveis.

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) é uma planta alimentícia não convencional (PANC) contendo alto teor de proteínas, minerais e carotenóides, com suas folhas representando excelentes fontes desses nutrientes [10]. Alguns estudos indicam que a farinha foliar de ora-pro-nóbis (FFO) contém de 16,94% a 28,99% de proteína bruta e entre 5,07% e 5,81% de extrato etéreo [11,12]. Além de seu valor nutricional, as folhas de ora-pro-nóbis podem ser colhidas várias vezes ao longo do ano, aumentando a disponibilidade de farinha de folhas.

A ora-pro-nóbis é facilmente propagada, pois sua reprodução pode ser realizada assexuadamente por meio de estaquia, com mudas que podem ser produzidas em sacos ou plantadas diretamente no solo [13]. Sua produtividade média em plantio denso com podas sucessivas foi estudada por Souza et al. [14], que relataram oito safras consecutivas ao longo de 12 meses, com densidade de plantio de 10 plantas por m² considerada ótima, produzindo matéria foliar fresca e seca de 144 t ha⁻¹ ano⁻¹ e 25,6 t ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. A farinha foliar de ora-pro-nóbis, por sua vez, é produzida pela moagem da biomassa seca dessa planta, composta por folhas e pecíolos. Nas mesmas condições de cultivo (~10 plantas por m²), a ora-pro-nóbis pode render 5759 kg de proteína foliar por hectare anualmente. Em comparação, a produção anual de proteína por hectare de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) e milho (*Zea mays* L.), considerando apenas os grãos, tem valores médios muito mais baixos de 1154 kg e 514,7 kg, respectivamente [14].

O uso da FFO na nutrição animal, no entanto, ainda é relativamente recente. Souza et al. [15] avaliaram a substituição do farelo de trigo por FFO em dietas para frangos de corte e relataram que um nível de inclusão de 10% resultou em melhores ganhos de peso em comparação com os tratamentos controle (0%) e 5% de substituição.

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é a espécie de peixe mais cultivada no Brasil e está entre as mais cultivadas globalmente. Dados recentes indicam que ela foi responsável por 65% da produção brasileira de pescado em 2023 [16]. Esta espécie se destaca por sua robustez, adaptabilidade a condições ambientais adversas e rápido crescimento, e pesquisas demonstraram que a incorporação de farinha de folhas pode substituir parcialmente os ingredientes convencionais nas dietas para tilápia-do-nilo sem afetar negativamente o crescimento dos peixes [17,18].

Até o momento, não há estudos avaliando os níveis de inclusão da FFO como ingrediente dietético na formulação de rações para peixes, incluindo níveis apropriados para a saúde dos peixes. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação da FFO na dieta de tilápias-do-nilo sobre o desempenho de crescimento, composição química corporal, variáveis metabólicas/enzimáticas, hematológicas e histologia intestinal.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Localização e Desenho Experimental

Este estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia em Aquicultura (LATAq) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Avançado de Jandaia do Sul, Paraná, Brasil. Foram utilizados 150 adultos de tilápia-do-nilo ($287,85 \pm 11,26$ g) distribuídos em 15 tanques-rede ($0,3 \text{ m}^3$) em delineamento inteiramente casualizado, composto por 10 peixes por unidade experimental (tanque-rede), por um período experimental de 98 dias. As unidades experimentais foram distribuídas em um sistema de recirculação composto por dois tanques de geomembrana (30.000 m^3), sendo que um deles continha as unidades experimentais e o outro mídias biológicas e plantas aquáticas funcionando como biofiltro do sistema.

4.2.2 Ingredientes alimentares e dietas experimentais

A FFO foi preparada a partir de folhas de ora-pro-nóbis cultivadas localmente durante o verão/outono de 2021. As folhas foram secas em estufa de ventilação forçada por 72 h a 55°C , trituradas em peneira de 0,5 mm, armazenadas em sacos plásticos e resfriadas em geladeira. Com base na composição da matéria seca da FFO (Tabela 1) e nos valores de digestibilidade [19], a FFO foi incorporado para formar quatro das cinco dietas experimentais para tilápias (Tabela 2).

TABELA 4.1 - Composição química bromatológica da farinha de folhas de ora-pro-nóbis (FFO) (com base na matéria seca).

Composição química bromatológica								
	MS%	PB%	EE%	CZ%	FB%	NDF%	FDA%	EB (Kcal kg^{-1})
FFO	95.56	24.36	4.54	20.6	18.96	42.28	8.91	3,712

MS – Matéria seca, PB – Proteína bruta, EE – Extrato etéreo, CZ – Cinzas, FB – Fibra bruta, NDF – Fibra em detergente neutro, ADF – Fibra em detergente ácido, EB – Energia bruta.

TABELA 4.2 - Formulação e composição químico-bromatológica das rações experimentais contendo diferentes níveis de farinha de folhas de ora-pro-nóbis, com base na matéria natural.

Alimento	Níveis de Farinha de Ora-pro-nóbis				
	0	5	10	15	20
Farelo de soja	55,25	55,14	55,03	54,92	54,8

Farinha de folhas ora-pro-nóbis	0	5	10	15	20
Milho	39,3	33,02	26,74	20,46	14,18
CaHPO ₄	2,25	2,31	2,37	2,43	2,5
Óleo de soja	2,3	3,67	5,04	6,41	7,78
Mistura vitamínica-mineral ¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sal	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
BHT ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CaCO ₃	0,29	0,25	0,21	0,17	0,13

Composição analisada (Nutriente)

Umidade	3,53	3,07	2,98	3,11	3,28
Proteína bruta	30,25	30,51	30,56	30,59	31,03
Proteína digestível ³	24	24	24	24	24
Energia Bruta (kcal ⁻¹)	4535,67	4493,61	4668,46	4635,63	4564,97
Energia Digestível (kcal ⁻¹) ³	3000	3000	3000	3000	3000
Lipídeos	5,22	6,18	7,55	9,4	10,95
Matéria mineral	6,41	7,02	7,82	8,64	9,49
Amido ⁴	31,46	27,51	23,57	19,62	15,67
Fibra bruta	4,12	4,64	5,55	6,30	6,79
FDN ²	17,56	20,25	20,22	20,13	23,19
FDA ²	4,22	4,98	5,06	4,85	6,67
Lignina	0,65	1,07	1,33	1,02	1,58

¹ Os níveis garantidos de suplementos vitamínicos e minerais por quilograma de produto foram os seguintes: vit. A = 1,200,000 IU; vit. D3 = 200,000 IU; vit. E = 12,000 mg; vit. K3 = 2400 mg; vit. B1 = 4800 mg; vit. B2 = 4800 mg; vit. B6 = 4000 mg; vit. B12 = 4800 mg; ácido fólico = 1200 mg; pantotenato de cálcio = 12,000 mg; vit. C = 48,000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65,000 mg; niacina = 24,000 mg; Fe = 10,000 mg; Cu = 6000 mg; Mn = 4000 mg; Zn = 6000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg; e Se = 20 mg. ² BHT— butil hidroxi tolueno, FDN— fibra em detergente neutro, FDA— fibra em detergente ácido. ³ Valores baseados na formulação; ⁴ Valores estimados com base nas porcentagens de ingredientes usados.

As dietas isoproteicas e isoenergéticas, quanto à proteína digestível e energia, respectivamente, foram preparadas com adição de 5%, 10%, 15% e 20% da FFO, enquanto a dieta controle não continha FFO (0%). Além dos valores da FFO digestíveis indicados por

Matos et al. [19], a seleção do nível de inclusão da FFO considerou o cumprimento das exigências nutricionais de tilápia-do-nilo descritas por Carneiro et al. [20]. Consequentemente, 20% foi estabelecido como o nível de inclusão mais alto possível com base nesses requisitos. A partir daí, os níveis de inclusão foram definidos em incrementos decrescentes, variando de 20% a 5%. Os ingredientes moídos foram extrudados para granulados de 3,0 mm usando uma extrusora (Exteec® Máquinas, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e secos em um forno de recirculação forçada por 48 h a 55 °C. As dietas foram armazenadas a 8 °C até o uso. O manejo alimentar incluiu três arraçoamentos diários até a saciedade aparente (às 8h30, 13h30 e 17h30), com a quantidade de ração limitada a 1,5% da biomassa média dos peixes.

4.2.3 Análise de desempenho de crescimento e rendimentos corporais

Ao final do período experimental, todos os peixes foram anestesiados por imersão em solução anestésica (Eugenol) e, em seguida, contados, medidos e pesados para avaliar o ganho de peso médio (GP), ganho de peso diário (GPD), peso final (PF), consumo diário de ração (CRD), taxa de conversão alimentar (CA), taxa de eficiência proteica (TEP), eficiência alimentar (EA) e taxa de sobrevivência (TS), de acordo com Carneiro et al. [20].

Onde:

$$GP = (\text{peso final médio} - \text{peso inicial médio});$$

$$CRD(g) = \frac{\text{consumo de ração}}{\text{dias de experimento}};$$

$$CA = \frac{\text{consumo de ração}_{(g)}}{\text{ganho de peso}_{(g)}};$$

$$TEP = \frac{\text{ganho de peso}_{(g)}}{\text{proteína ingerida}_{(g)}};$$

$$EA = \frac{\text{ganho de peso}}{\text{alimentação ingerida}};$$

$$TS_{(\%)} = \left(\frac{\text{número final de peixes coletados}}{\text{número inicial de peixes estocados}} \right) * 100.$$

Dez peixes de cada unidade experimental foram eutanasiados usando uma solução contendo excesso de anestésico para avaliar os parâmetros de rendimento corporal e a composição química subsequente. Destes, três foram congelados inteiros para análises da composição química corporal. Outros quatro foram usados para avaliar os rendimentos

corporais com e sem as cabeças, e apenas as amostras com as cabeças foram congeladas para análises subsequentes de composição química. Os três peixes restantes foram utilizados para determinar a produtividade dos filés e os índices de gordura hepatossomática, viscerossomática e visceral. Os filés foram congelados para as análises de composição química, enquanto o fígado e o intestino foram preservados para avaliações histológicas. Os peixes foram selecionados aleatoriamente para cada análise.

Outros índices também foram calculados, como segue:

$$RCC_{(\%) } = \left(\frac{\text{peso da carcaça com cabeça}}{\text{peso do peixe inteiro}} \right) * 100;$$

$$RCSC_{(\%) } = \left(\frac{\text{peso da carcaça sem cabeça}}{\text{peso do peixe inteiro}} \right) * 100;$$

$$RF_{(\%) } = \left(\frac{\text{peso do filé}}{\text{peso da carcaça}} \right) * 100;$$

$$IHS_{(\%) } = \left(\frac{\text{peso do hepatopancreas}}{\text{peso corporal}} \right) * 100;$$

$$IVS_{(\%) } = \left(\frac{\text{peso da viscera}}{\text{peso do peixe}} \right) * 100;$$

$$IGV_{(\%) } = \left(\frac{\text{peso da gordura visceral}}{\text{peso corporal}} \right) * 100.$$

4.2.4 Análises de composição química

Filés, carcaças e peixes inteiros foram identificados e armazenados a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. No dia anterior ao processamento, as amostras foram colocadas em um refrigerador para descongelamento lento. No dia seguinte, ainda ligeiramente congelados com tecidos firmes, foram picados com um fatiador de serra de fita (1/3 CV) e processados com um cutter de 6 L (modelo SPL-201). O gel cárneo resultante foi mantido em estufa de recirculação de ar por 72 h a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após o processo de secagem, as amostras foram trituradas mais duas vezes, a primeira utilizando um misturador industrial e a segunda, um moedor, para atingir o tamanho de partícula desejado para análise (pó).

A análise da proteína bruta foi realizada utilizando o método de destilação micro-Kjeldahl, seguindo as metodologias AOAC [21]. O teor de nitrogênio de cada amostra foi multiplicado por um fator de conversão (6,25) para estimar os valores de proteína bruta (PB; método nº 984.13). A matéria seca e a matéria mineral também foram analisadas de acordo com as metodologias da AOAC [21], onde a matéria seca foi determinada por pré-pesagem e

posterior secagem em estufa de ar quente (MS; método nº 930.15), e a matéria mineral foi obtida por incineração das amostras em mufla (MM; método nº 924.05). O extrato etéreo das amostras foi obtido usando um aparelho Goldfish (Tecnal Ltda, Piracicaba, SP, Brasil) com extração por solvente quente (éter de petróleo, 30–70 °C). A dieta bruta e as energias dos peixes foram determinadas usando um calorímetro de bomba adiabática.

Foram analisadas a PB, MS, MM, EE e EB de cada dieta, empregando-se as metodologias descritas anteriormente. As análises de fibra foram conduzidas de acordo com os métodos oficiais descritos pela AOAC [21]. A fibra bruta foi determinada pelo método nº 962.09, enquanto a fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas pelos métodos nº 2002.04 e nº 973.18, respectivamente. A quantificação da lignina foi realizada através do procedimento específico detalhado no método nº 973.18.

4.2.5 Análises hematológicas

Cinco peixes de cada unidade experimental foram selecionados aleatoriamente e submetidos à coleta de sangue por punção da veia caudal. Amostras de sangue foram utilizadas para determinar o número de eritrócitos empregando uma câmara de Neubauer e as concentrações de hemoglobina, por um método colorimétrico (kit Labtest®, Lagoa Santa, MG, Brasil, Ref. 43). Em seguida, os valores médios de hemoglobina corpuscular foram calculados como $HCM = (taxa \text{ de hemoglobina} \times 10) / \text{número de eritrócitos}$ [22]. Com o sangue amostrado, foram realizadas extensões de hemograma (duas por animal), compreendendo contagens diferenciais de leucócitos (número de linfócitos, neutrófilos, monócitos e eosinófilos). As amostras de sangue foram coradas em corante panóptico rápido para uso hematológico.

4.2.6 Análises metabólicas e enzimáticas

Uma alíquota de sangue de cada peixe foi centrifugada a 3000 rpm por 10 min, e alíquotas séricas foram separadas para determinar proteínas totais (Ref. 418), albumina (Ref. 419), creatinina (Ref. 435), triglicerídeos (Ref. 459E), glicose (Ref. 112E), colesterol (Ref. 460), cálcio (Ref. 448M) e fosfatase alcalina (Ref. 440). Fragmentos de tecido hepático foram congelados a -80 °C para quantificar a atividade da aspartato aminotransferase (Ref. 421) e alanina aminotransferase (Ref. 422) usando kits comerciais Gold Analisa Diagnóstica® (Belo Horizonte, MG, Brasil). Todas as análises foram realizadas em um espectrofotômetro

(Multiskan GO Microplate Reader – Thermo Fisher Scientific, Porto Salvo, Lisboa, Oeiras, Portugal).

4.2.7 Análises histológicas

4.2.7.1 Morfologia intestinal

Fragmentos das porções proximais do intestino foram removidos, abertos longitudinalmente, fixados em papel cartão, lavados com soro fisiológico a 0,6% e fixados em formol tamponado a 10% por 24 h, para posterior inclusão em parafina. Os cortes seriados (3 μ m de espessura) foram corados com Hematoxilina e Floxina e Ácido Periódico-Schiff (PAS) e Alcian blue (AB) para registro fotográfico, seguido de análise de imagem usando o software ImageJ (versão 1,54m) [23], para determinar a altura e largura das vilosidades (μ m). Além disso, as células caliciformes e a infiltração de leucócitos intraepiteliais (ILI) foram quantificadas (em un-unidades) por meio da contagem das células caliciformes e leucócitos presentes em cada um dos campos fotografados, com o auxílio do software supracitado. Os resultados são apresentados como gráficos.

4.2.7.2 Morfologia do fígado

Os fragmentos hepáticos foram fixados em formalina tamponada a 10% por 24 h e preparados para inclusão em parafina e posterior coloração com hematoxilina-eosina. Os cortes foram analisados em microscópio de luz branca para observação e descrição da presença ou ausência de melanomacrófagos e inflamação tecidual. Além disso, os percentuais de degeneração gordurosa foram avaliados de acordo com o grau de glóbulos de gordura nos hepatócitos. Para tanto, foi aplicado o seguinte escore de acordo com a ocorrência/distribuição de cada alteração por lâmina: 0 - sem degeneração; 1 - leve (<30%); 2 - moderada (>30% e <70%) e 3 - intensa (>70%). Um grau médio de degeneração foi calculado usando esses valores de pontuação para cada unidade experimental, classificados em leve (0,1 a 1,0), moderado (1,1 a 2,0) e intenso (2,1 a 3,0). Essa análise seguiu uma adaptação dos métodos empregados por Albinati et al. [24] e Albinati et al. [25].

4.2.8 Qualidade da água

Os parâmetros de qualidade da água, ou seja, temperatura da água, concentrações de oxigênio dissolvido (CODs) e pH, foram determinados por meio de um medidor digital multiparamétrico (Modelo AK-88, Akso Ltda, São Leopoldo, RS, Brasil), os dois primeiros medidos três vezes ao dia a cada arraçoamento e o último uma vez por semana. A temperatura da água, CODs e faixas de pH foram 22–28 °C, 5,2–8,1 mg/L e 7,3–8,4, respectivamente, durante todo o período experimental, todos apropriados para o cultivo de tilápia [26].

4.2.9 Análise estatística

Os dados sobre o desempenho do crescimento produtivo, composição química corporal, variáveis metabólicas/enzimáticas, hematológicas e histológicas intestinais foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA one-way). Quando foram detectadas diferenças significativas entre as médias ($p \leq 0,05$), foi aplicado o teste de Duncan, e os resultados são apresentados em gráficos empregando médias e desvios-padrão.

4.3 RESULTADOS

Os parâmetros de desempenho de crescimento, representados pelo peso final, ganho de peso médio, ganho de peso diário, consumo diário de ração, rendimento de carcaça com cabeça, rendimento de carcaça sem cabeça e rendimento de filé, não foram afetados pela inclusão da FFO. No entanto, as melhores taxas de conversão alimentar aparente foram observadas nas dietas contendo 5% e 10% de inclusão da FFO, em comparação com 15% e 20%, enquanto o tratamento controle apresentou resultados semelhantes a ambos. Os tratamentos com os maiores níveis de inclusão de FFO (15% e 20%) exibiram uma menor taxa de eficiência proteica (TEP) em comparação com os outros tratamentos. Em relação à eficiência alimentar (EA), as maiores médias foram observadas nos níveis de inclusão da FFO a 5% e 10%, que foram semelhantes entre si e superiores aos demais tratamentos da FFO. Os índices de gordura hepatossomática, viscerasomática e visceral, bem como os percentuais de sobrevivência, não foram significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3).

TABELA 4.3 - Desempenho produtivo, utilização de nutrientes e sobrevivência de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de ora-pro-nóbis.

Variáveis	Níveis de Inclusão (%)						p-Value
	0	5	10	15	20		
PI	297,00 ± 15,00	288,50 ± 13,05	289,17 ± 10,16	297,67 ± 12,95	278,50 ± 11,44		0,22
PF	596,2 ± 49,03	640,5 ± 51,57	627,3 ± 57,82	567,6 ± 17,79	543,1 ± 32,15		0,11
GP	299,2 ± 48,71	352,0 ± 51,72	338,1 ± 47,76	270,0 ± 21,84	264,6 ± 43,23		0,12
GPD	3,05 ± 0,50	3,59 ± 0,53	3,45 ± 0,49	2,75 ± 0,22	2,70 ± 0,44		0,12
CRD	6,07 ± 0,81	6,28 ± 0,66	6,39 ± 0,80	6,19 ± 0,43	6,43 ± 0,18		0,95
CA	2,22 ± 0,11 ^{ab}	1,86 ± 0,16 ^b	1,96 ± 0,11 ^b	2,39 ± 0,04 ^a	2,53 ± 0,40 ^a		0,01
TEP	1,72 ± 0,07 ^a	1,93 ± 0,12 ^a	1,82 ± 0,04 ^a	1,50 ± 0,02 ^b	1,39 ± 0,21 ^b		0,00
EA	0,50 ± 0,02 ^{bc}	0,57 ± 0,03 ^a	0,54 ± 0,01 ^{ab}	0,44 ± 0,01 ^{cd}	0,42 ± 0,06 ^d		0,00
RCC	86,26 ± 0,28	85,42 ± 0,98	86,64 ± 1,58	88,09 ± 1,08	86,69 ± 0,43		0,08
RCSC	56,65 ± 1,06	56,35 ± 0,57	55,69 ± 0,69	55,47 ± 1,56	55,35 ± 2,68		0,79
RF	35,89 ± 1,95	36,61 ± 1,09	35,33 ± 0,67	34,72 ± 2,38	33,79 ± 1,79		0,36
IHS	2,15 ± 0,10	2,12 ± 0,18	2,08 ± 0,20	1,68 ± 0,28	1,93 ± 0,16		0,07
IVS	10,07 ± 0,35	11,17 ± 0,48	10,31 ± 1,74	8,71 ± 1,24	9,64 ± 0,38		0,12
IGV	3,34 ± 1,17	3,76 ± 0,49	2,91 ± 1,38	2,66 ± 0,53	2,09 ± 0,93		0,33
TS (%)	90 ± 1,00	100 ± 0,00	100 ± 0,00	100 ± 0,00	90 ± 0,43		0,37

PI - peso inicial (g); PF - peso final (g); GP - ganho de peso (g); GPD - ganho de peso diário (g); CRD - consumo diário de ração (g); CA - taxa de conversão alimentar; TEP - taxa de eficiência proteica; EA - eficiência alimentar; RCC - rendimento de carcaça com cabeça (%); RCSC - rendimento de carcaça sem cabeça (%); RF - rendimento de filés; IHS - índice hepatossomático (%); IVS - índice viscerossomático (%); IGV - índice de gordura visceral (%); TS - taxa de sobrevivência (%). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

A composição química corporal aproximada é representada na Tabela 4. Os teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral dos filés e dos peixes inteiros não foram afetados pela composição da dieta ($p > 0,05$). Observou-se aumento do teor de umidade ($p \leq 0,05$), com diminuição dos valores de proteína e carcaça lipídica corporal em maiores níveis de inclusão de FFO. O teor de matéria mineral não foi alterado em filés, carcaças ou peixes inteiros (Tabela 4).

TABELA 4.4 - Composição química de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão da farinha de folhas de ora-pro-nóbis.

	Nutrientes ¹	Níveis de Inclusão (%)					p-Value
		0	5	10	15	20	
Filé	UM	75,33 ± 1,19	75,75 ± 0,87	75,70 ± 0,60	76,58 ± 0,94	76,58 ± 0,59	0,34
	PB	20,36 ± 0,48	20,52 ± 0,69	20,76 ± 0,38	20,73 ± 0,34	20,74 ± 0,39	0,80
	EE	5,00 ± 0,73	4,31 ± 0,69	4,53 ± 0,31	3,64 ± 0,69	3,95 ± 0,44	0,13
	MM	1,08 ± 0,05	1,10 ± 0,04	1,17 ± 0,06	1,12 ± 0,03	1,11 ± 0,05	0,27
Carcaça	UM	68,73 ± 0,88 ^{bc}	68,26 ± 0,51 ^c	68,70 ± 1,32 ^{bc}	70,76 ± 0,30 ^a	70,08 ± 0,48 ^{ab}	0,01
	PB	19,23 ± 0,91 ^a	19,24 ± 0,49 ^a	18,58 ± 0,40 ^a	18,38 ± 0,37 ^{ab}	17,21 ± 0,88 ^b	0,02
	EE	10,41 ± 1,10 ^a	10,24 ± 0,68 ^{ab}	10,61 ± 0,89 ^a	8,70 ± 0,88 ^{bc}	8,34 ± 0,59 ^c	0,02
	MM	4,07 ± 0,45	4,54 ± 0,83	3,99 ± 0,29	4,50 ± 0,04	4,92 ± 0,27	0,16
Peixe	UM	66,62 ± 1,06	65,38 ± 0,92	66,31 ± 0,80	67,22 ± 2,50	67,12 ± 0,75	0,51
	PB	16,42 ± 0,73	17,42 ± 2,57	16,19 ± 0,94	16,80 ± 0,79	17,28 ± 0,52	0,75
	EE	11,80 ± 2,14	13,28 ± 1,90	12,43 ± 2,90	10,24 ± 1,46	11,27 ± 0,42	0,43
	MM	4,29 ± 0,18	4,40 ± 0,03	4,18 ± 0,29	4,52 ± 0,60	4,35 ± 0,23	0,76

1: UM - umidade; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; MM - matéria mineral. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Os maiores valores médios de eritrócitos e hemoglobina foram observados no tratamento controle (T0%), ambos significativamente maiores do que aqueles nas inclusões T10% e T20% FFO. O índice de hemoglobina corpuscular médio e os percentuais de linfócitos, neutrófilos, monócitos e eosinófilos não foram significativamente diferentes entre as dietas experimentais (Tabela 5) ($p > 0,05$). Não foram observadas alterações significativas ($p \leq 0,05$) nas variáveis plasmáticas ou nas enzimas hepáticas (ALT e AST) nos peixes dos tratamentos com até 20% de inclusão de FFO na dieta (Tabela 6).

TABELA 4.5 - Valores médios das variáveis hematológicas de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão da farinha de folhas de ora-pro-nóbis.

Variáveis ¹	Níveis de Inclusão (%)						p-Value
	0	5	10	15	20		
Ery ($10^6 \mu L^{-1}$)	1,41 $\pm$ 0,03	1,20 $\pm$ 0,13	1,17 $\pm$ 0,15	1,29 $\pm$ 0,05	1,20 $\pm$ 0,03		0,15
Hb (g dL ⁻¹)	7,90 $\pm$ 0,18 ^a	7,24 $\pm$ 0,26 ^b	7,24 $\pm$ 0,08 ^b	7,76 $\pm$ 0,22 ^a	7,01 $\pm$ 0,08 ^b		0,00
HCM (pg)	56,25 $\pm$ 2,28	61,05 $\pm$ 4,32	62,84 $\pm$ 7,56	60,12 $\pm$ 3,53	58,36 $\pm$ 0,69		0,62
Lyn (%)	86,65 $\pm$ 2,49	90,81 $\pm$ 1,13	85,21 $\pm$ 4,73	85,30 $\pm$ 7,25	85,33 $\pm$ 4,01		0,68
Neu (%)	12,75 $\pm$ 2,76	8,61 $\pm$ 0,83	14,46 $\pm$ 4,84	14,00 $\pm$ 3,18	13,92 $\pm$ 3,85		0,68
Mono (%)	0,45 $\pm$ 0,36	0,54 $\pm$ 0,28	0,30 $\pm$ 0,15	0,52 $\pm$ 0,33	0,71 $\pm$ 0,23		0,69
Eos (%)	0,03 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,03	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,03 $\pm$ 0,02		0,17

¹: Ery – eritrócitos; Hb – hemoglobina; HCM – hemoglobina corpuscular média; Lyn – linfócitos; Neu – neutrófilos; Mono – Monócitos; Eos – eosinófilos. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

A altura e a área das vilosidades intestinais em tilápias-do-nilo aumentaram significativamente ($p \leq 0,05$) com o aumento da FFO (Figura 1A, B). Ambas as variáveis aumentaram nos peixes alimentados com 10% da FFO e acima em comparação com o grupo controle, enquanto o

número de células caliciformes e os valores de infiltração intraepitelial de leucócitos não diferiram entre os diferentes tratamentos (Figura 1C, D e Figura 2).

Tabela 6. Valores médios das variáveis metabólicas e enzimáticas de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de ora-pro-nóbis.

TABELA 4.6 - Valores médios das variáveis metabólicas e enzimáticas de tilápias alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de ora-pro-nóbis.

Variáveis ¹	Níveis de Inclusão (%)					p-Value
	0	5	10	15	20	
Plasma						
PT	4,06 ± 0,56	4,32 ± 0,28	3,92 ± 0,36	4,21 ± 0,46	3,74 ± 0,16	0,43
Alb	1,08 ± 0,10	1,19 ± 0,12	1,11 ± 0,04	1,05 ± 0,03	1,10 ± 0,03	0,28
Creat	0,42 ± 0,08	0,37 ± 0,22	0,27 ± 0,07	0,29 ± 0,13	0,38 ± 0,04	0,59
TG	303,7 ± 29,36	320,6 ± 29,47	308,3 ± 18,80	270,5 ± 21,00	255,9 ± 55,62	0,72
Glc	74,47 ± 20,75	61,75 ± 5,66	63,92 ± 15,03	72,28 ± 17,73	58,10 ± 13,32	0,40
CT	193,1 ± 13,85	186,3 ± 6,16	181,0 ± 15,03	184,9 ± 17,73	191,0 ± 13,32	0,94
Ca	12,86 ± 0,54	12,12 ± 0,30	12,20 ± 0,41	12,42 ± 0,44	12,43 ± 0,92	0,56
ALP	19,92 ± 2,85	16,22 ± 3,03	15,67 ± 2,06	14,39 ± 1,56	15,95 ± 2,62	0,16
Fígado						
AST	15,98 ± 4,43	12,68 ± 2,86	19,07 ± 3,22	13,37 ± 1,94	14,15 ± 2,12	0,15
ALT	6,51 ± 2,73	12,72 ± 4,92	7,28 ± 3,87	8,80 ± 4,6	7,40 ± 3,55	0,39

1: PT: proteínas totais (g dL⁻¹); Alb: albumina (g dL⁻¹); Creat: creatinina (mg dL⁻¹); TG: triglicérides (mg dL⁻¹); Glc: glicose (mg dL⁻¹); CT: colesterol total (mg dL⁻¹); Ca: cálcio (mg dL⁻¹); ALP: fosfatase alcalina (UL⁻¹); AST: aspartato aminotransferase (UL⁻¹); ALT: alanina aminotransferase (UL⁻¹). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Duncan (p ≤ 0,05).

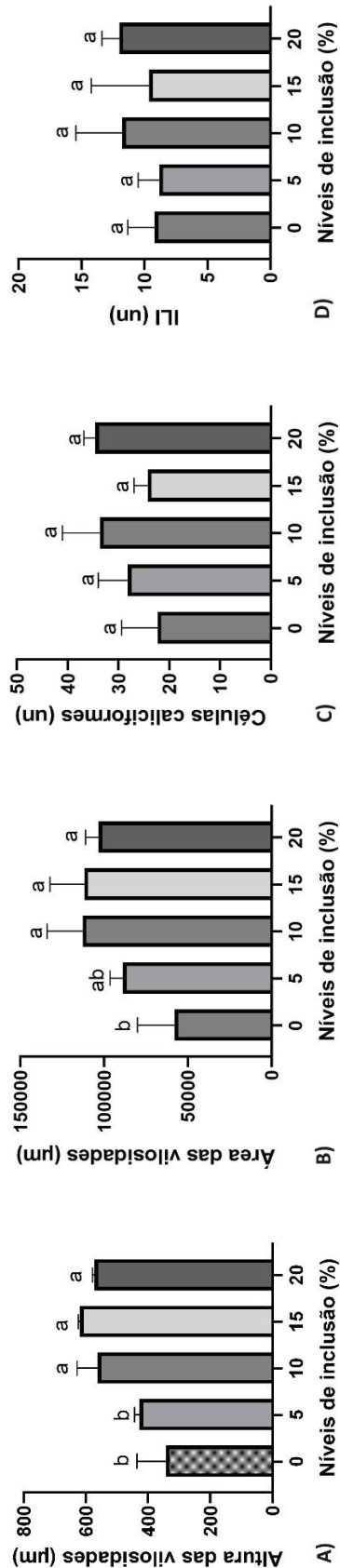


FIGURA 4.1 - Morfologia intestinal de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão da farinha de ora-pro-nóbis: (A) altura das vilosidades; (B) área de vilosidades; (C) número de células caliciformes; (D) número de infiltrações leucocitárias. Letras diferentes acima da barra de erro indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre si de acordo com o teste de Duncan. Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão.

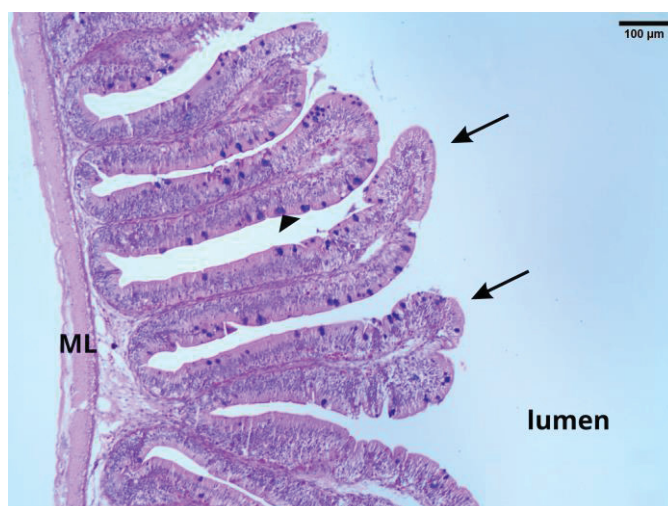


FIGURA 4.2 - Fotomicrografia do intestino delgado de *O. niloticus*. Corte transversal do intestino delgado de tilápia mostrando a organização geral, com a camada de muco em forma de vilosidades (setas). As numerosas pequenas células caliciformes (ponta de seta) são vistas no epitélio colunar que reveste o intestino no corte anterior estão manchadas em roxo com coloração PAS/AB. Camada de músculo liso (ML).

Não foram observados melanomacrófagos ou inflamação do tecido hepático em nenhum dos tratamentos com FFO. No entanto, diferentes níveis de FFO influenciaram diferencialmente ($p \leq 0,05$) o grau de degeneração da gordura (Tabela 7), e a gordura hepática reduzida foi observada acima de 10% de inclusão de FFO.

TABELA 4.7 - Médias do grau de degeneração gordurosa (DG) observado em cortes (HE a 400*) de fígado de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farinha de ora-pro-nóbis.

Variável	Níveis de Inclusão (%)					p-Value
	0	5	10	15	20	
DG	2 ± 0.00^a	1.5 ± 0.41^{ab}	1.17 ± 0.24^b	1.17 ± 0.24^b	1 ± 0.00^b	0.01

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

4.4 DISCUSSÃO

Este estudo investiga pela primeira vez o uso da farinha foliar de ora-pro-nóbis para a produção de ração para peixes. Esta planta apresenta alto potencial a esse respeito, pois é uma fonte significativa de nutrientes [19] com uma composição de aminoácidos nutricionalmente relevante, especialmente leucina, fenilalanina e lisina [27], que podem contribuir para a produção de rações mais sustentáveis economicamente e ecologicamente corretas. O cultivo de

plantas alimentícias não convencionais tem aumentado, principalmente devido à busca por alimentos nutricionalmente ricos a partir de práticas agrícolas sustentáveis.

4.4.1 Avaliação das variáveis de desempenho de crescimento

Considerando apenas PFM, GP, GPD, CRD, RCC, RCSC, RF, IHS, IVS, IGV e TS, o uso da FFO como ingrediente em dietas para tilápias-do-nilo adultas foi eficaz até um nível de inclusão de 20%. No entanto, reduções na CA, TEP e EA a partir de 15% destacam limitações na utilização eficiente dos nutrientes da FFO pela tilápia-do-nilo. Isso pode estar associado ao aumento do teor de fibra bruta e fatores antinutricionais, alterações nos perfis de aminoácidos da dieta devido à inclusão da FFO e possíveis correlações entre fontes de energia. Segundo Almeida et al. [11], a ora-pro-nóbis contém fatores antinutricionais como ácido oxálico, nitrato, saponinas, compostos fenólicos e inibidores de tripsina nas seguintes concentrações: 41,79 mg 100 g⁻¹ MS, 16,20 mg 100 g⁻¹ MS, 0,29 mg 100 g⁻¹ DM, 19,34 mg 100 g⁻¹ MS e 1,82 UTI mg⁻¹ MS, respectivamente. Os autores relataram que essas concentrações não causaram efeitos colaterais em humanos, não havendo contraindicações para o consumo humano. No entanto, não há estudos sobre os níveis máximos aceitáveis desses elementos em dietas de tilápia-do-nilo até o momento.

A fibra, comumente encontrada em dietas vegetais, pode afetar negativamente os animais onívoros, pois os animais não ruminantes têm uma capacidade limitada de digerir fibras dietéticas devido ao seu trato gastrointestinal simples [28]. Ao contrário dos ruminantes, que possuem um compartimento especializado para a fermentação de fibras microbianas, ou dos monogástricos herbívoros, que apresentam intestinos grossos longos e volumosos e, às vezes, um ceco, outros animais não ruminantes não apresentam tais adaptações. Em um estudo com alevinos de tilápia-do-nilo, Hayashi et al. [29] demonstraram que o tipo de fibra ingerida pode influenciar no ganho de peso nessa espécie. Da mesma forma, Meurer et al. [30] relataram que o aumento dos níveis de fibra alimentar bruta pela adição de celulose reduz o tempo de retenção do bolo alimentar em alevinos de tilápia-do-nilo. Consequentemente, a fibra alimentar pode interferir na digestão e absorção de nutrientes, ou seja, proteínas, lipídios e minerais, reduzindo potencialmente a eficiência da utilização de nutrientes.

Além disso, a FFO é caracterizada por alto teor de proteína, mas baixos valores de energia digestível [19]. A inclusão dietética da FFO resultou em uma diminuição linear na inclusão de milho e farelo de soja, acompanhada por um aumento linear na inclusão de óleo de soja, mantendo níveis consistentes de energia digestível em todas as dietas experimentais. Essa

combinação de fatores provavelmente contribuiu para uma melhor utilização da dieta e maior eficiência proteica.

4.4.2 Análise das variáveis da composição química do corpo

Maiores teores de umidade nas carcaças seguem uma relação inversamente proporcional entre extrato etéreo e umidade [31], que é, por sua vez, associada à composição da dieta (Tabela 2), onde o milho foi o principal ingrediente substituído por FFO. Com essa substituição, observou-se um aumento gradual na quantidade de fibra alimentar bruta e, considerando que a fibra bruta influencia a taxa de passagem do bolo alimentar [30], a absorção de gordura pode ter sido reduzida. Além disso, melhores taxas de eficiência proteica podem explicar as diferenças na deposição de proteína da carcaça observadas aqui.

O mesmo, no entanto, não foi observado em peixes inteiros e filés, provavelmente devido à presença de vísceras no peixe inteiro e apenas músculo no filé. Os depósitos de gordura que afetam a qualidade da carcaça podem ser divididos em depósitos de gordura descartados e consumidos. Os depósitos de gordura descartados incluem gordura visceral, localizada na cavidade abdominal ao redor do trato digestivo e representando até 25% do peso corporal total, dependendo da espécie e status do peixe, e gordura subcutânea, distribuída por todo o corpo do peixe, mais proeminente nas zonas dorsal ou ventral. A gordura subcutânea ventral é um dos componentes da aba da barriga localizada no abdômen dos peixes, representando a porção de carne abaixo das costelas [32].

4.4.3 Análise de Variáveis Hematológicas

Os parâmetros hematológicos são essenciais para a compreensão dos impactos ambientais e nutricionais na saúde animal e são amplamente empregados na aquicultura. Os peixes dos tratamentos T5%, T10% e T20% apresentaram níveis de hemoglobina mais baixos do que o tratamento controle (T0). Isso pode estar associado ao ácido oxálico, um antinutriente encontrado em concentrações relativamente altas na FFO [11].

O ácido oxálico tem a capacidade de formar complexos com o ferro durante a digestão, um elemento crucial na composição da hemoglobina, resultando em oxalato ferroso. Embora esse processo não impeça a absorção de ferro, ele torna o ferro indisponível para o organismo exposto, levando à sua excreção na urina [33]. Concentrações reduzidas de hemoglobina podem, portanto, indicar uma diminuição da capacidade de transporte de oxigênio para os

tecidos [34]. No entanto, deve-se notar que os valores médios de hemoglobina aqui determinados estão dentro da faixa normal para tilápia-do-nilo, de 19,9 a 2,6 g dL⁻¹ com média de 7,98 [34]. Embora os níveis de hemoglobina possam fornecer informações sobre a saúde dos peixes, eles não podem ser empregados como um biomarcador autônomo. No presente estudo, não foram observadas reduções significativas de eritrócitos ($p > 0,05$), embora as médias tenham diminuído numericamente, o que é compreensível dada a relação entre hemácias e hemoglobina.

Os leucócitos, células sanguíneas envolvidas nas respostas imunes inata e adquirida, não foram significativamente diferentes entre os tratamentos, indicando que a FFO não comprometeu o sistema imunológico da tilápia-do-nilo. Da mesma forma, não foram observadas alterações nos metabólitos e enzimas avaliados, seja no plasma ou nos tecidos hepáticos.

4.4.4 Análise de Variáveis Histológicas Intestinais

As vilosidades significativamente mais altas observadas em tilápias alimentadas com níveis mais altos da FFO indicam uma capacidade de adaptação a modificações na dieta, pois vilosidades mais longas resultam em maiores eficiências do processo de absorção [35]. Consequentemente, o aumento da altura das vilosidades levou ao aumento da área das vilosidades, uma importante superfície de absorção de nutrientes. No entanto, a FFO é um alimento rico em fibras que causa baixa retenção de bolo alimentar. De acordo com Meurer et al. [30], isso pode resultar na redução da utilização de nutrientes, pois a ração não passa tempo suficiente no trato digestivo para passar por processos adequados de digestão e absorção. Portanto, a plasticidade no aumento da altura e da área das vilosidades pode constituir uma forma de melhorar a absorção de nutrientes.

Os valores de células caliciformes e infiltração de leucócitos não aumentaram após a inclusão da FFO na dieta. De acordo com Hlophe e Moyo [36], as células caliciformes produzem um muco que reveste os enterócitos, servindo como lubrificante e fornecendo proteção contra danos químicos e mecânicos. Um aumento no número dessas células pode indicar maior irritação intestinal, o que pode sugerir a ativação da resposta imune aos antinutrientes dietéticos [37]. Portanto, a falta de aumento do número de células caliciformes e a ausência de alterações na infiltração intraepitelial de leucócitos, ambas comuns em áreas de inflamação, apoiam ainda mais a ausência de efeitos negativos da resposta imune da FFO na tilápia-do-nilo.

A farinha de folhas da ora-pro-nóbis é altamente nutritiva e rica em fibras, proteínas, vitaminas, minerais e compostos bioativos [38], todos os quais desempenham papéis essenciais no crescimento e na saúde dos enterócitos. Suas fibras alimentares têm efeito prebiótico, estimulando a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs) pela microbiota intestinal, como o butirato, que promove a proliferação celular e fortalece a barreira intestinal [39]. Além disso, sua alta concentração de proteínas inclui aminoácidos como a glutamina, que é crucial para o crescimento e reparo dos enterócitos [40]. Os carotenóides (vitamina A) presentes na ora-pro-nóbis são indispensáveis para a diferenciação e manutenção do epitélio intestinal, enquanto o zinco contribui para a integridade estrutural e funcional da mucosa [41,42]. Finalmente, os polifenóis antioxidantes ajudam a proteger os enterócitos contra o estresse oxidativo e a inflamação, otimizando o ambiente intestinal [43]. Portanto, é provável que a combinação de todos esses fatores tenha contribuído para o crescimento dos enterócitos.

Os resultados aqui relatados contrastam com os relatados por Anand et al. [44], que observaram vilosidades mais curtas, aumento do número de células caliciformes e degeneração das microvilosidades após a inclusão de 15% de farinha foliar de *Sesbania aculeata* nas dietas de *Cyprinus carpio*. No entanto, eles são semelhantes aos achados de Amin et al. [45], que usaram níveis mais baixos (0,005, 0,010 e 0,020%) de farinha de folhas de *Ziziphus mauritiana* em dietas de tilápia-do-nilo e demonstraram por meio de microscopia eletrônica de varredura que a inclusão da farinha foliar aumentou a altura, largura, área e perímetro das vilosidades e que a farinha foliar melhorou o crescimento e a saúde intestinal dos peixes.

A ausência de melanomacrófagos, bem como a inflamação dos tecidos, indica a saúde do tecido hepático. No presente estudo, mesmo o maior nível de inclusão da FFO (20%) não causou danos hepáticos. De fato, o efeito foi positivo, pois a inclusão da FFO promoveu diminuição da degeneração gordurosa. Esses resultados são semelhantes aos observados por Yu et al. [46], que relataram que o extrato de *Sedum sarmentosum* desempenhou um papel hepatoprotetor na tilápia-do-nilo apresentando doença hepática gordurosa induzida por dieta rica em gordura. As alterações observadas sugerem que o extrato de *S. sarmentosum* exerce seus efeitos protetores regulando o metabolismo lipídico, a biossíntese de esteroides e a apoptose.

Também é importante ressaltar que, como as dietas com FFO aqui investigadas foram formuladas para atender às exigências nutricionais da tilápia-do-nilo, não foi observada degeneração gordurosa intensa (>70%) nos peixes de nenhum dos tratamentos, apenas leve a moderada.

Para minimizar o efeito dos prováveis antinutrientes presentes na FFO, particularmente nos níveis de inclusão de 15% e superiores, e otimizar seu uso na aquicultura, recomenda-se a realização de novos estudos para avaliar o uso da ora-pro-nóbis como aditivo alimentar. Esta planta é rica em fibras solúveis e insolúveis, bem como antioxidantes, e bactérias benéficas na microbiota intestinal podem fermentar essas fibras solúveis e usá-las para o crescimento, promovendo um ambiente intestinal saudável [47]. Embora nenhum estudo tenha investigado o uso da FFO em peixes até o momento, vale ressaltar que já existem evidências preliminares desses efeitos em humanos. Vieira et al. [39], por exemplo, investigaram a influência da FFO na adesão de probióticos às células epiteliais intestinais em homens com sobrepeso e verificaram que seu consumo melhorou a saúde intestinal e manteve alta adesão de *Lactobacillus casei* às células intestinais.

4.5 CONCLUSÕES

A inclusão de até 10% da FFO na dieta de tilápia-do-nilo pode ser recomendada sem comprometer os parâmetros-chave. Isso é apoiado por melhorias na conversão alimentar e nas taxas de eficiência proteica, juntamente com parâmetros de desempenho de crescimento comparáveis à condição de controle. Além disso, a ausência de efeitos adversos nos índices sanguíneos hematimétricos e bioquímicos destaca a segurança dessa dieta. Como também, o aumento da altura e da área das vilosidades intestinais, que aumentam a absorção de nutrientes, demonstra a capacidade da tilápia de se adaptar às mudanças na dieta. Finalmente, a natureza mais fibrosa das dietas com FFO contribuiu para reduzir a degeneração da gordura hepática, resultando em fígados de tilápia-do-nilo mais saudáveis. Esses achados destacam coletivamente o potencial da FFO como um componente dietético viável e sustentável para a tilápia-do-nilo em atividades de aquicultura.

REFERÊNCIAS

1. FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024*; FAO: Rome, Italy; IFAD: Rome, Italy; UNICEF: New York, NY, USA; WFP: Rome, Italy; WHO: Geneva, Switzerland, 2024.
2. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*; FAO: Rome, Italy, 2022.
3. Omitoyin, S.A.; Orisasona, O.; Ajani, K.E.; Omitoyin, B.O. Effect of graded levels of moringa oleifera leaf meal on growth, haematology and serum biochemistry of african

- catfish *Clarias gariepinus* juveniles. *Aceh J. Anim. Sci.* **2023**, *8*, 143–149. <https://doi.org/10.13170/ajas.8.3.32200>.
4. Farhad, F.B.; Hashem, S.; Rana, K.M.S.; Salam, M.A. Growth performance and hematological responses of silver barb (*Barbonymus gonionotus* Bleeker, 1850) fingerlings to dietary blanched moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf meal as a substitute of soybean meal. *Heliyon* **2023**, *9*, e13552. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13552>.
 5. Banik, A.; Kumar, A. Perspective on utilization of leaf meal as fish feed ingredient for fish in future aquaculture. In *International Traditional Foods and Sustainable Food Systems Symposium*; Toros University Publisher: Mersin, Turquia, 2022; pp. 120–150.
 6. Gatlin, D.M., III; Barrows, F.T.; Brown, P.; Dabrowski, K.; Gaylord, T.G.; Hardy, R.W.; Herman, E.; Hu, G.; Krogdahl, Å.; Nelson, R.; et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: A review. *Aquac. Res.* **2007**, *38*, 551–579. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x>.
 7. Troell, M.; Naylor, R.L.; Metian, M.; Beveridge, M.; Tyedmers, P.H.; Folke, C.; Arrow, K.J.; Barrett, S.; Crépin, A.S.; Ehrlich, P.R.; et al. Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proc. Natl. Acad. Sci.* **2014**, *111*, 13257–13263. <https://doi.org/10.1073/pnas.1404067111>.
 8. Adeniyi, O.V.; Olaifa, F.E.; Emikpe, B.O. Growth performance and nutrient digestibility of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fed diets fortified with *Tamarindus indica* pulp and leaf meal. *Asian Fish. Sci.* **2018**, *31*, 17–31. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2018.31.1.002>.
 9. Matos, É.J.A.; Urbinati, E.C.; Meurer, F. *Leaf Meal in Fish Nutrition*; Atena: Ponta Grossa, Brazil, 2023.
 10. Simonetti, M.G.; de Fariña, L.O.; Simonetti, K.T.G. The potential of the ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) in the National School Feeding Program. *Res. Soc. Dev.* **2021**, *10*, e424101420381. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.20381>.
 11. de Almeida, M.E.F.; Junqueira, A.M.B.; Simão, A.A.; Corrêa, A.D. Chemical characterization of the non-conventional vegetable known as ora-pro-nóbis. *Biosci. J.* **2014**, *30*, 431–439.
 12. Sommer, M.C.; de Araújo Ribeiro, P.F.; Kaminski, T.A. Obtention and physicochemical characterization of ora-pro-nóbis flour. *Braz. J. Health Rev.* **2022**, *5*, 6878–6892. <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n2-256>.
 13. Ribeiro Junior, W.A.; De Paula, J.C.B.; Soares, V.R.; Stulzer, G.C.G.; Rosalem, I.B.; De Faria, R.T. Propagation of ora-pro-nobis (*Cactaceae*) from cuttings at different concentrations of IBA. *AGRO@MBIENTE ON-LINE* **2021**, *15*, 1–15. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v15i0.6826>.
 14. de Miranda Souza, M.R.; Pereira, P.R.G.; Pereira, R.G.F.; de Paiva Barbosa, I.; Baracat-Pereira, M.C. Protein yield and mineral contents in *Pereskia aculeata* under high-density planting system. *Pesqui. Agropecu. Trop.* **2020**, *50*, e62365. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5062365>.
 15. Souza, R.I.; Radis, A.C.; Barbosa, J.F. Replacement of wheat bran by ora-pro-nobis bran (*Pereskia aculeata*) in broiler diets. *Cad. Agroecol.* **2020**, *15*, 1–5.
 16. Peixe, B.R. Anuário 2024 PEIXE BR da Piscicultura, 8th ed.; ABP: São Paulo, Brazil, 2024.
 17. Abo-State, H.; Hammouda, Y.; El-Nadi, A.; Ahmed, H. Evaluation of Feeding Raw Moringa (*Moringa Oleifera* Lam.) Leaves meal in Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) Diets. *Glob. Vet.* **2014**, *13*, 105–111. <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2014.13.01.84228>.
 18. Chen, S.; Jia, Y.; Xu, W.; Peng, J.; He, Y.; Sun, J.; Pan, Q.; Peng, C.; Yang, J.; Chen, X.; et al. Effect of *Moringa oleifera* leaf meal supplementation on growth performance, morphological indexes, antioxidant status and resistance to *Streptococcus agalactiae* of

- Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **2020**, *21*, 29–39. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v21_1_04.
19. Matos, É.J.A.; Zadinelo, I.V.; Dias, P.S.; Urbinati, E.C.; Meurer, F. Apparent digestibility of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) leaf meal by Nile tilapia. *Pesqui. Agropecu. Gaúch.* **2025**, *submitted*.
 20. Carneiro, W.F.; Colpini, L.M.S.; de Souza, R.C.T.; Bombardelli, R.A.; Balen, R.E.; Meurer, F. Effect of the digestible protein-energy relationship on the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed fishmeal-free diets. *Anim. Feed. Sci. Technol.* **2020**, *262*, 114379. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114379>.
 21. AOAC International. *Official Methods of Analysis*, 21st ed.; Latimer, G.W., Jr., Ed.; AOAC International: San Diego, CA, USA, 2019; Volume I.
 22. Winthrope, M.M. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Hematol.* **1934**, *51*, 32–49.
 23. Rasband, W.S. ImageJ. 2018. Available online: <https://imagej.net/ij/> (accessed on 3 September 2024).
 24. Albinati, A.C.L.; Moreira, E.L.T.; Albinati, R.C.B.; Carvalho, J.V.; de Lira, A.D.; Santos, G.B.; Vidal, L.V.O. Histological biomarkers—Chronic toxicity for roundup in piauçu (*Lophisilurus alexandri*). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* **2009**, *61*, 621–627. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000300015>.
 25. Albinati, A.C.L.; Soares, P.C.; Albinati, R.C.B.; Moreira, E.L.T.; Lira, A.D.; Carvalho, J.V. Toxicidade do inseticida Tiametoxam para o pacamã (*Lophisilurus alexandri*). *Pesqui. Vet. Bras.* **2017**, *37*, 307–312. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017000400002>.
 26. Leonard, J.N.; Skov, P.V. Capacity for thermal adaptation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Effects on oxygen uptake and ventilation. *J. Therm. Biol.* **2022**, *105*, 103206. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103206>.
 27. Botrel, N.; Godoy, R.L.O.; Madeira, N.R.; Amaro, G.B.; Melo, R.A.C. *Comparative Study of Protein Composition and Amino Acid Profile in Five Pereskia clones*; Embrapa Hortaliças: Brasília, Brazil, 2019.
 28. Silva, E.G.B.; Marinho, A.L.; Moreira, J.A.; Novaes, L.P.; da Silva, A.D.L.; Mota, L.C. Bran palm giant with exogenous enzymes addition in pig nutrition on growth. *Acta Vet. Bras.* **2016**, *10*, 314–321.
 29. Hayashi, C.; Meurer, F.; Boscolo, W.R.; Soares, C.M. Fiber sources in diet performance of Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci.* **2000**, *22*, 689–694.
 30. Meurer, F.; Hayashi, C.; Boscolo, W.R. Crude fiber for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fingerlings. *Rev. Bras. Zootec.* **2003**, *32*, 256–261. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000200002>.
 31. Hassan, A.; Aftabuddin; Meena, D.K.; Puthiyottil, M.; Das, B.K.; Sharma, A.P. Clean valorization of distillery industry co-product for fish cage aquaculture: A waste-to-wealth approach. *Blue Biotechnol.* **2024**, *1*, 18. <https://doi.org/10.1186/s44315-024-00015-5>.
 32. Weil, C.; Lefèvre, F.; Bugeon, J. Characteristics and metabolism of different adipose tissues in fish. *Rev. Fish. Biol. Fish.* **2013**, *23*, 157–173. <https://doi.org/10.1007/s11160-012-9288-0>.
 33. Oliveira, L.C.S.; Kamonseki, D.H.; Rostelato-Ferreira, S. Determination of oxalic acid levels in different samples of tomato. *Nutr. Rev. Nutr. Vigilância Saúde* **2017**, *4*, 61–65.
 34. Esmaeili, N. Blood Performance: A new formula for fish growth and health. *Biology* **2021**, *10*, 1236. <https://doi.org/10.3390/biology10121236>.
 35. Caballero, M.J.; Izquierdo, M.S.; Kjørsvik, E.; Montero, D.; Socorro, J.; Fernández, A.J.; Rosenlund, G. Morphological aspects of intestinal cells from gilthead seabream (*Sparus*

- Aurata*) fed diets containing different lipid sources. *Aquaculture* **2003**, *225*, 325–340. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00299-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00299-0).
36. Hlophe, S.; Moyo, N.A.G. Replacing fishmeal with kikuyu grass and moringa leaves: Effects on growth, protein digestibility, histological and haematological parameters in *Clarias Gariepinus*. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **2014**, *14*, 795–806. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v14_3_22.
 37. Kousoulaki, K.; Østbye, T.-K.K.; Krasnov, A.; Torgersen, J.S.; Mørkøre, T.; Sweetman, J. Metabolism, health and fillet nutritional quality in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing n-3-rich microalgae. *J. Nutr. Sci.* **2015**, *4*, e24. <https://doi.org/10.1017/jns.2015.14>.
 38. Silva, N.F.N.; Silva, S.H.; Baron, D.; Neves, I.C.O.; Casanova, F. *Pereskia Aculeata* Miller as a novel food source: A review. *Foods* **2023**, *12*, 2092. <https://doi.org/10.3390/foods12112092>.
 39. Vieira, C.R.; da Silva, B.P.; do Carmo, M.A.V.; Azevedo, L.; Nogueira, D.A.; Martino, H.S.D.; Silva, R.R. Effect of *Pereskia Aculeata* Mill. in vitro and in overweight humans: A randomized controlled trial. *J. Food Biochem.* **2019**, *43*, e12903. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12903>.
 40. Kim, M.-H.; Kim, H. The roles of glutamine in the intestine and its implication in intestinal diseases. *Int. J. Mol. Sci.* **2017**, *18*, 1051. <https://doi.org/10.3390/ijms18051051>.
 41. Takeiti, C.; Antonio, G.; Motta, E.; Collares-Queiroz, F.; Park, K. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (*Pereskia Aculeata* Miller). *Int. J. Food Sci. Nutr.* **2009**, *60*, 148–160. <https://doi.org/10.1080/09637480802534509>.
 42. Torres, T.M.S.; Mendiola, J.A.; Álvarez-Rivera, G.; Mazzutti, S.; Ibáñez, E.; Cifuentes, A.; Ferreira, S.R.S. Protein valorization from ora-pro-nobis leaves by compressed fluids biorefinery extractions. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **2022**, *76*, 102926. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102926>.
 43. Macedo, M.C.C.; Silva, V.D.M.; Serafim, M.S.M.; Correia, V.T.V.; Pereira, D.T.V.; Amante, P.R.; da Silva, A.S.J.; Mendonça, H.O.P.; Augusti, R.; de Paula, A.C.C.F.F.; et al. Elaboration and characterization of *Pereskia aculeata* Miller extracts obtained from multiple ultrasound-assisted extraction conditions. *Metabolites* **2023**, *13*, 691. <https://doi.org/10.3390/metabo13060691>.
 44. Anand, G.; Srivastava, P.P.; Varghese, T.; Sahu, N.P.; Xavier, M.; Harikrishna, V.; Prabhakaran, A.; Kumari, P. Haematological and histoarchitectural alterations in *Cyprinus carpio* (Linnaeus 1758) fed with sesbania leaf meal. *J. Environ. Biol.* **2020**, *41*, 1082–1088. <https://doi.org/10.22438/jeb/41/5/MRN-1349>.
 45. Amin, A.; El-Asely, A.; El-Naby, A.S.A.; Samir, F.; El-Ashram, A.; Sudhakaran, R.; Dawood, M.A.O. Growth performance, intestinal histomorphology and growth-related gene expression in response to dietary *Ziziphus mauritiana* in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* **2019**, *512*, 734301. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734301>.
 46. Yu, K.; Huang, K.; Jiang, S.; Tang, X.; Huang, X.; Sun, L.; Pang, L.; Mo, C. Protective function on liver and proteomic analysis of the improvement mechanism of *Sedum sarmentosum* bunge extract on nonalcoholic fatty liver disease in Nile tilapia. *Aquaculture* **2021**, *531*, 735977. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735977>.
 47. Dawood, M.A.O.; Koshio, S. Application of fermentation strategy in aquafeed for sustainable aquaculture. *Rev. Aquac.* **2019**, *12*, 987–1002. <https://doi.org/10.1111/raq.12368>.

5 CAPÍTULO IV - DESEMPENHO PRODUTIVO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA CORPORAL DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO ALIMENTADAS COM DIETA CONTENDO FARINHA DE FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata*)

Article: "Productive performance and body chemical composition of Nile tilapia juveniles fed a diet containing ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) leaf meal" (Manuscrito submetido aos Anais da Academia Brasileira de Ciências).

Este capítulo foi redigido de acordo com as diretrizes para autores do periódico *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (ISSN: 1678-2690).

RESUMO

Estudos recentes indicam que a farinha de folhas de ora-pro-nóbis (FFO) apresenta valores digestíveis de aminoácidos superiores aos de ingredientes convencionais, como o milho e farelo de trigo. Assim, este estudo objetivou avaliar os efeitos da farinha de folha de ora-pro-nóbis no desempenho de crescimento e na composição química corporal de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo níveis crescentes desse ingrediente. Durante 58 dias foram utilizados 400 juvenis de tilápia-do-nilo ($14,16 \pm 0,43$ g), distribuídos em 20 tanques (1 m^3), em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (uma dieta controle, sem inclusão da FFO (0%), e quatro com adição de 3,5%, 7%, 10,5% e 14% desse ingrediente) e quatro repetições, com 20 peixes por tanque. A farinha de folhas de ora-pro-nóbis é adequada para a alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo pois não afeta a sobrevivência dos peixes e melhora os seus parâmetros de desempenho produtivo e composição química da carcaça, onde se recomenda níveis de inclusão de 7 a 14% nas dietas.

Palavras-chave: alimentação alternativa, ganho de peso médio, índice de gordura visceral, tilapicultura.

5.1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (2024) prevê um aumento na produção mundial de organismos aquáticos até 2032. A produção global de animais aquáticos está projetada para alcançar 205 milhões de toneladas, sendo 111 milhões de toneladas provenientes da aquicultura, representando um aumento de 17%. Esse crescimento impactará diretamente a demanda por alimentos para organismos aquáticos, que deverá aumentar 12% para atender a um consumo médio estimado de 21,3 kg per capita.

Diante desse cenário, a utilização de ingredientes alternativos na aquicultura tem emergido como uma estratégia promissora, especialmente no Brasil, que possui uma vasta diversidade de produtos e subprodutos com potencial para inclusão ou substituição em dietas aquáticas (Dantas et al. 2024). Apesar disso, ainda há uma carência de pesquisas sobre o uso de alimentos alternativos, embora esses estudos sejam essenciais para impulsionar o crescimento e a viabilização econômica da produção de espécies amplamente exploradas (Bandara 2018).

Frente aos desafios impostos pelos altos custos produtivos, é imprescindível desenvolver estratégias nutricionais que assegurem a sustentabilidade econômica e a competitividade do setor aquícola (Aragão et al. 2020). As farinhas de folhas estão entre as fontes mais baratas de proteína vegetal e podem ser usadas para mitigar o problema do custo, se bem incorporada nas dietas dos peixes (Babalola & Fakunmoju 2020).

Um dos pontos importantes a ser levado em consideração em relação aos ingredientes alternativos é o impacto que estes podem ter na economia circular regional, o que muitas vezes traz sustentabilidade econômica para a cadeia produtiva. Além da possibilidade de uso das farinhas de folhas em rações comerciais aquícolas, é inegável a sua importância na aquicultura de subsistência, muitas dessas farinhas de folhas são provenientes de plantas que podem ser cultivadas facilmente e, desta forma, podem ser fabricadas por pessoas em situação de fragilidade alimentar, auxiliando no aumento da produtividade aquícola, pela possibilidade de fabricação artesanal de rações, promovendo um maior acesso ao pescado, uma fonte de proteína de qualidade para a sua subsistência (Matos et al. 2023)

A diversificação de ingredientes permite aos profissionais, como zootecnistas e veterinários, maior flexibilidade na formulação de dietas, possibilitando a substituição estratégica de insumos tradicionais, como farinha e óleo de peixe, milho e farelo de soja, de acordo com as variações de preço e disponibilidade (Sanches et al. 2023).

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) é uma planta da família *Cactaceae* encontrada em áreas tropicais, desde o sul dos Estados Unidos até o sul do Brasil, abrangendo as Américas do Norte, Central e do Sul (Takeiti et al. 2009). Sua adaptabilidade a diferentes tipos de solo, mesmo de baixa fertilidade, e preferência por climas tropicais e subtropicais, tornam seu cultivo

viável em diversas regiões (Silva et al. 2018). Do ponto de vista produtivo, Souza et al. (2020) demonstraram que sistemas superadensados podem gerar até 25,6 t ha⁻¹ ano⁻¹ de biomassa seca, composta por folhas e pecíolos, equivalente a 5.759 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de proteína vegetal, com colheitas sucessivas.

O estudo de ingredientes alternativos deve trazer a luz do conhecimento ao final do processo, o quanto deste pode ser incluído em uma dieta, em substituição a um ou mais ingredientes tradicionais, geralmente em função de parâmetros zootécnicos de crescimento, rendimentos corporais e sobrevivência nas fases específicas decrescimento do peixe. Estes parâmetros são importantes visto que estão diretamente relacionados aos resultados econômicos da produção.

Estudos recentes indicam que a farinha de folhas de ora-pro-nóbis (FFO) apresenta valores digestíveis de aminoácidos superiores aos de ingredientes convencionais, como o milho e farelo de trigo, tornando-a uma alternativa viável para dietas de organismos aquáticos (Matos, Zadinelo, et al. 2025). Dados da Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR 2024) reforçam a relevância dessa inovação, de modo que nos últimos dez anos, a produção de tilápia no Brasil cresceu 103%, alcançando 579 mil toneladas em 2023 e representando 65,3% da produção nacional de peixes de cultivo.

Considerando a importância da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) para a piscicultura nacional e mundial, sendo a segunda espécie mais cultivada globalmente (Mugimba et al. 2019), e a constante busca por novas fontes de ingredientes que promovam o crescimento sustentável dessa atividade, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da farinha de folha de ora-pro-nóbis no desempenho de crescimento e na composição química corporal de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo níveis crescentes desse ingrediente.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia em Aquicultura (LATAq) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Avançado de Jandaia do Sul, Paraná, Brasil, de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFPR), sob protocolo nº. 18/2021-CEUA.

5.2.1 Design experimental

Foram utilizados 400 juvenis de tilápia-do-nilo ($14,16 \pm 0,43$ g), distribuídos em 20 tanques (1 m^3), em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, com 20 peixes por unidade experimental (tanque), durante um período experimental de 58 dias. As unidades experimentais estavam conectadas a um tanque de geomembrana (30.000 m^3) que continha mídia biológica e plantas aquáticas, funcionando como biofiltro do sistema de recirculação.

A FFO foi obtida de folhas de ora-pro-nóbis cultivadas localmente durante o verão/outono de 2022. As folhas foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas, posteriormente trituradas em peneira de 0,5 mm e armazenadas sob refrigeração em sacos plásticos. Considerando a composição da matéria seca da FFO (Tabela I) e os valores de digestibilidade (Matos et al., 2025), a FFO foi utilizada na formulação de quatro das cinco dietas experimentais (Tabela II).

TABELA 5.1 - Composição química bromatológica da farinha de folhas da ora-pro-nóbis (com base na matéria seca).

Composição química bromatológica								
	MS%	PB%	EE%	MM%	FB%	NDF%	FDA%	EB (Kcal kg^{-1})
FFO	95.56	24.36	4.54	20.6	18.96	42.28	8.91	3,712

MS – Matéria seca, PB – Proteína bruta, EE – Extrato etéreo, MM – Matéria Mineral, FB – Fibra bruta, NDF – Fibra em detergente neutro, ADF – Fibra em detergente ácido, EB – Energia bruta.

As dietas isoproteicas e isoenergéticas, para respectivamente a proteína e energia digestíveis, (Meurer et al. 2024), foram elaboradas com adição de 3,5%, 7%, 10,5% e 14% da FFO, enquanto na dieta controle não houve adição da farinha (Tabela II). Os ingredientes moídos foram extrusados até um tamanho de pellet de 2,0 mm, em extrusora (Exteec® Máquinas, SP, Brasil), e secos em estufa de recirculação forçada por 48h a 55°C . As dietas foram armazenadas a 8°C até o momento do uso. O manejo alimentar incluiu três arraçoamentos diários até a saciedade aparente (às 8:30h, 13:30 e 17:30h), com a quantidade de ração limitada a 1,5% da biomassa média dos peixes.

Tabela II. Formulação e composição químico-bromatológica das rações experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis, com base na matéria natural.

TABELA 5.2 - Formulação e composição químico-bromatológica das rações experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis, com base na matéria natural.

Alimento	Níveis de inclusão (%)				
	0	3,5	7	10,5	14
Farelo de soja	61,67	61,90	61,90	62,01	62,13
Farinha de folhas ora-pro-nóbis	0,00	3,50	7,00	10,50	14,00
Milho	32,51	27,38	23,08	18,65	13,4
CaHPO ₄	2,50	2,90	2,90	2,80	3,00
Óleo de soja	2,50	3,70	4,50	5,42	6,75
Mistura vitamínica-mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CaCO ₃	0,20	0,00	0,00	0,00	0,10
Adsorvente	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição analisada (Nutriente)					
Umidade	3,11	4,26	4,24	4,98	4,88
Proteína bruta	31,23	31,62	31,99	32,40	32,73
Proteína digestível ³	28,00	28,01	28,00	28,02	27,97
Energia Bruta (kcal ⁻¹)	4047,83	4100,45	4138,19	4186,73	4242,41
Energia Digestível (kcal ⁻¹) ³	3002,00	3009,00	3001,00	3002,00	3014,00
Estrato etéreo	4,07	4,81	5,41	7,06	7,94
Cinzas	9,09	7,77	8,38	8,66	9,37
Amido ⁴	28,01	24,81	22,13	19,36	16,09
Fibra bruta	5,99	5,98	5,34	5,97	6,63

¹ Os níveis garantidos de suplementos vitamínicos e minerais por quilograma de produto foram os seguintes: vit. A = 1,200,000 IU; vit. D3 = 200,000 IU; vit. E = 12,000 mg; vit. K3 = 2400 mg; vit. B1 = 4800 mg; vit. B2 = 4800 mg; vit. B6 = 4000 mg; vit. B12 = 4800 mg; ácido fólico = 1200 mg; pantotenato de cálcio = 12,000 mg; vit. C = 48,000 mg; biotina = 48 mg; colina =

65,000 mg; niacina = 24,000 mg; Fe = 10,000 mg; Cu = 6000 mg; Mn = 4000 mg; Zn = 6000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg; e Se = 20 mg. ² BHT— butil hidroxi tolueno, NDF— fibra em detergente neutro, ADF— fibra em detergente ácido. ³ Valores calculados utilizando os coeficientes de digestibilidade determinados por (Boscolo et al. 2002, Matos, Zadinelo, et al. 2025); ⁴ Valores calculados usando dados tabulados (Rostagno et al. 2017).

5.2.2 Análise de desempenho e rendimentos corporais

Ao final do período experimental, todos os peixes foram anestesiados por imersão em solução de anestésico, Eugenol diluído em álcool (5:95) na proporção de 1mL dessa solução para cada L⁻¹ de água (Ranzani-Paiva et al. 2013), e em seguida, foram contados, medidos e pesados, para quantificar o peso final (PF) e a partir dele avaliar os parâmetros de ganho de peso médio (GPM); ganho de peso diário (GPD); consumo de ração diário (CRD); conversão alimentar (CA); taxa de eficiência proteica (TEP) e eficiência alimentar (EA), além disso, observou-se a taxa de sobrevivência (TS).

Os 20 peixes de cada unidade experimental foram abatidos em solução com excesso de Eugenol (2mL para cada L⁻¹), para a avaliação dos parâmetros de rendimentos corporais e posteriormente da composição química destes. Desses 20 peixes, sete peixes foram congelados inteiros para análises da composição química corporal. Outros sete foram utilizados para a avaliação do rendimento corporal com cabeça (RCC) e depois congelados para posterior análise química. Os seis peixes restantes foram utilizados para a análise do rendimento de filé (RFL), índice hepatossomático (IHS), índice víscerosomático (IVS) e índice de gordura visceral (IGV), os filés foram congelados para análises de composição química. A escolha dos peixes para as diferentes análises foi aleatória.

5.2.3 Análises de composição química

Os filés, carcaças e peixes inteiros foram identificados e armazenados a -20° C. No dia anterior ao processamento, as amostras foram colocadas em um refrigerador para descongelamento lento. No dia seguinte, ainda levemente congeladas com tecidos firmes, foram processados segundo metodologia descrita por Matos et al. (2025) até que alcançassem o tamanho de partícula desejado para análises (pó).

A análise da proteína bruta (PB) foi realizada utilizando o método de destilação micro-Kjeldahl e a umidade (UM), matéria mineral (MM) conforme as diretrizes do AOAC (2019). O extrato etéreo (EE) das amostras foi obtido em um aparelho Goldfish (Tecnal Ltda) por meio

da extração com solvente a quente (éter de petróleo, 30 – 70°C). Para a determinação da energia bruta das dietas utilizou-se de uma bomba calorimétrica adiabática.

5.2.4 Qualidade de água

Os parâmetros hídricos, temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido (OD) e o pH foram medidos usando um medidor digital multiparâmetro (Modelo AK-88, Akso Ltda). A temperatura da água e o oxigênio dissolvido foram aferidos três vezes ao dia e o pH uma vez por semana (Tabela III). Os valores dos parâmetros da água mensurados nos tanques experimentais são apropriadas para a criação de tilápias (Leonard & Skov 2022).

TABELA 5.3 - Parâmetros de qualidade de água dos tanques experimentais de juvenis de tilápias-donilo, alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis.

Horário	Variável	Níveis de inclusão (%)					CV%	p-value
		0	3,5	7	10,5	14		
Manhã	Temperatura	25,65	26,45	24,20	24,86	26,25	7,15	0,40
	Oxigênio (mg/L)	7,12	7,45	6,86	7,39	6,90	12,93	0,84
	pH	7,34	7,81	7,25	8,00	7,75	6,81	0,25
Tarde	Temperatura	28,47	26,14	27,06	27,6	26,90	5,16	0,24
	Oxigênio (mg/L)	6,64	6,87	7,05	7,10	7,26	6,05	0,33
	pH	7,76	8,87	8,13	7,78	7,09	10,67	0,10

Letras diferentes na mesma linha as médias diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

5.2.5 Análise estatística de desempenho e rendimentos corporais

A análise estatística dos dados do presente experimento foi performedo utilizando o software R (R Core Team 2024). Os dados de desempenho de crescimento e composição química corporal foram analisados por meio de análise de variância (one-way ANOVA). Quando identificadas diferenças significativas entre as médias ($p \leq 0,05$), utilizou-se o teste de Duncan para comparação das médias.

5.3 RESULTADOS

Na tabela IV encontram-se os valores do peso inicial médio (PIM), os parâmetros de desempenho produtivo, e sobrevivência de juvenis de tilápias-do-nilo, alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis. Os parâmetros de desempenho PFM, GPM e GPD dos tratamentos com inclusão de 7%, 10,5% e 14 apresentaram valores médios superiores aos demais tratamentos ($p \leq 0,05$). A inclusão da FFO influenciou significativamente o peso de filé dos juvenis de tilápia-do-nilo ($p \leq 0,05$), apresentando o melhor valor no nível máximo de inclusão da FFO e os piores valores nas dietas com a menor inclusão e sem FFO, as demais dietas apresentaram valores intermediários. A FFO influenciou positivamente ($p \leq 0,05$) no consumo diário de ração, maior em todos os tratamentos com inclusão de FFO. Em termos de CA e TEP, as dietas contendo FFO proporcionaram resultados inferiores ($p \leq 0,05$), já em relação à sobrevivência, não houve efeito dos tratamentos sobre este parâmetro ($p > 0,05$).

TABELA 5.4 - Parâmetros de desempenho produtivo e sobrevivência de juvenis de tilápias-do-nilo, alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis.

Variável	Níveis de inclusão (%)					CV%	p-value
	0	3,5	7	10,5	14		
PIM	14,06	14,23	14,07	14,25	13,83	3,34	0,73
PFM	77,88 ^b	78,78 ^b	84,39 ^a	85,61 ^a	86,18 ^a	3,27	0,00
PFL	23,68 ^b	24,11 ^b	25,84 ^{ab}	25,97 ^{ab}	27,97 ^a	6,35	0,01
GPM	63,83 ^b	64,54 ^b	70,32 ^a	71,37 ^a	72,35 ^a	4,02	0,00
GPD	1,10 ^b	1,11 ^b	1,21 ^a	1,23 ^a	1,24 ^a	4,02	0,00
CRD	1,47 ^b	1,76 ^a	1,79 ^a	1,82 ^a	1,83 ^a	2,99	0,00
CA	1,40 ^b	1,69 ^a	1,55 ^a	1,58 ^a	1,60 ^a	5,37	0,00
TEP	2,40 ^b	1,97 ^a	2,12 ^a	2,07 ^a	2,08 ^a	5,28	0,00
SOB (%)	100	96,25	98,75	98,75	100	1,96%	0,09

PIM – peso inicial médio (g); PFM – peso final médio (g); PFL – peso médio de filé (g); GPM – ganho de peso médio (g); GPD – ganho de peso diário (g); CRD – consumo de ração diário (g); CA – conversão alimentar; TEP – taxa de eficiência proteica; SOB – sobrevivência (%). Letras diferentes na mesma linha as médias diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Na tabela V estão apresentados os valores dos rendimentos e índices corporais de juvenis de tilápias-do-nilo, alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis. Os RCC, o RFL, o IHS e IVS dos juvenis de tilápia-do-nilo não foram influenciados pelos níveis de inclusão de FFO nas dietas ($p>0,05$). Entretanto, o IGV foi influenciado pela inclusão da FFO nas dietas ($p\leq 0,05$), apresentando os melhores valores nos tratamentos com inclusão de 7% ou mais do ingrediente alternativo.

TABELA 5.5 - Parâmetros de rendimentos e índices corporais de juvenis de tilápias-do-nilo, alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis.

Variável	Níveis de inclusão (%)					CV%	p-value
	0	3,5	7	10,5	14		
RCC	84,90	87,23	86,41	86,53	85,04	2,12	0,34
RFL	31,46	30,85	30,62	31,65	32,51	4,39	0,37
IHS	2,16	1,54	1,76	1,52	1,64	21,33	0,15
IVS	15,10	12,77	13,59	13,47	15,22	12,77	0,27
IGV	2,65 ^a	1,98 ^a	1,19 ^b	1,18 ^b	0,97 ^b	30,26	0,00

RCC – rendimento de carcaça com cabeça; RFL – rendimento de filé; IHS – índice hepatossomático; IVS – índice viscerossomático (%); IGV – índice de gordura visceral (%). Letras diferentes na mesma linha as médias diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($p\leq 0,05$).

A composição química corporal aproximada do filé, da carcaça e corporal de juvenis de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis está apresentada na Tabela VI. Os teores de UM, PB, EE e MM dos filés não foram afetados pelos tratamentos ($p>0,05$). Já para a carcaça dos juvenis de tilápia-do-nilo, os valores de UM, PB e MM, não tiveram influência da inclusão da FFO nas dietas ($p>0,05$), entretanto, quando avaliado o EE, houve uma influência significativa dos tratamentos neste parâmetro ($p\leq 0,05$) foram observados menores médias para os tratamentos com maiores níveis de inclusão da FFO (10,5% e 14%). Quando avaliado o peixe inteiro, a inclusão da FFO nas dietas dos juvenis de tilápia-do-nilo influenciou ($p\leq 0,05$) na concentração de PB, apresentando as maiores médias nos tratamentos a partir de 7% de inclusão do ingrediente testado. Os parâmetros de UM, EE e MM do peixe inteiro não tenham sido influenciadas pelos níveis de inclusão de FFO.

TABELA 5.6 - Composição química do filé, da carcaça e peixe inteiro de juvenis de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de folhas de ora-pro-nóbis.

		Níveis de inclusão (%)					CV%	p-value
Nutrientes ¹		0	3,5	7	10,5	14		
Filé	UM	75,45	75,58	75,40	75,56	76,36	1,27	0,62
	PB	20,30	20,22	20,35	20,15	19,54	3,89	0,60
	EE	2,20	1,99	2,30	1,99	1,96	19,36	0,69
	MM	5,16	5,04	5,00	5,17	5,20	3,66	0,49
Carcaça	UM	71,00	71,10	70,89	71,67	71,43	0,75	0,27
	PB	29,00	28,90	29,11	28,33	28,57	1,87	0,27
	EE	7,74 ^a	7,61 ^{ab}	7,61 ^{ab}	7,08 ^c	7,04 ^c	4,68	0,03
	MM	11,78	11,89	11,81	12,45	12,27	4,42	0,32
Peixe inteiro	UM	69,18	69,43	69,08	70,23	70,71	1,52	0,18
	PB	16,48 ^b	15,94 ^b	16,76 ^a	16,91 ^a	17,24 ^a	2,9	0,02
	EE	9,28	9,16	8,61	8,54	8,16	9,48	0,34
	MM	11,13	11,22	10,92	10,67	10,66	6,61	0,72

¹: UM– umidade; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; MM – matéria mineral. ²: CV - coeficiente de variação. Letras diferentes na mesma linha as médias diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan (P < 0,05).

5.4 DISCUSSÃO

A inclusão da FFO em dietas para juvenis de tilápia-do-nilo, especificamente nos 03 níveis mais altos de inclusão (7,0%; 10,5% e 14,0%) influenciaram positivamente ($p \leq 0,05$) vários parâmetros importantes para a criação desta espécie, podendo ser destacado o PFM, PFL, GPM, GPD, CRD, IGV, EE da carcaça e PB do peixe inteiro. Entretanto, a CA e a TEP tiveram resultados contrários, onde a inclusão da FFO nas dietas produziram efeitos negativos ($p \leq 0,05$) nestes parâmetros.

Em relação aos resultados PFM, GPM e GPD, estes diferem dos dados de Matos et al., (2025b) e de Dias et al., (2022), os quais não verificaram influência da FFO e da farinha de folhas de folha da amoreira (FFA) para a tilápia-do-nilo em crescimento. Outro parâmetro

destacado é a PFL, significativamente superior ($p \leq 0,05$) no nível de 14% de inclusão na dieta quando comparados à dieta basal e com 3,5% de inclusão de FFO, porém foram semelhantes aos níveis de inclusão de 7 e 10,5% de FFO. Esses resultados distintos podem ser explicados pelo maior CRD dos peixes desta pesquisa, o que não foi verificado nos outros experimentos, onde o aumento da CRD proporciona um aumento da disponibilidade de nutrientes e energia para o crescimento dos peixes.

Um ponto importante a ser destacado é o aumento do CRD dos peixes que consumiram FFO, os dados apontam que nesta fase, a inclusão da FFO, de 3,5 a 14 % promoveu um aumento significativo em relação à dieta basal ($p \leq 0,05$), isenta de FFO e fabricada a partir de farelo de soja e milho. Este resultado pode ser interessante visto a discussão que a palatabilidade/attractabilidade tem tido na alimentação da tilápia-do-nylo, com a substituição das farinhas de origem animal, seja a de peixe ou as demais, nas rações comerciais e em alguns experimentos, relatos de baixo consumo foram apontados (Mendes et al. 2024). Dessa forma, apesar de não ter sido o objetivo principal deste trabalho, futuros trabalhos avaliando a atractabilidade/palatabilidade de rações com FFO podem ser interessantes.

O maior consumo de ração, entretanto não seguiu um aumento linear em relação aos parâmetros de ganho de peso, o que acabou por influenciar negativamente o índice de CA ($p \leq 0,05$). Apesar dos tratamentos com inclusão de FFO que foram significativamente maiores em termos GPM serem em média 11% superiores aos demais, o CRD foi cerca de 22% maior, o que explica estes resultados. Matos et al. (2025) avaliaram o uso de FFO em tilápias-do-nylo na fase adulta e observaram um efeito inverso, com melhoria na CA em até 10% de inclusão de FFO. No mesmo estudo, os autores relataram um aumento na altura e na área das vilosidades intestinais, favorecendo a absorção de nutrientes e evidenciando a capacidade das tilápias adultas de se adaptar a mudanças na dieta. Embora o presente estudo não tenha avaliado a histologia intestinal de juvenis, é provável que as microvilosidades não estejam tão desenvolvidas nesta fase, o que pode explicar a menor eficiência na utilização da dieta.

A taxa de eficiência proteica, que reflete a eficiência na conversão da proteína consumida em ganho de peso corporal, foi significativamente prejudicada ($p \leq 0,05$) com a inclusão de FFO. O tratamento controle apresentou a maior média, sem diferenças significativas entre os diferentes níveis de inclusão. Esses resultados sugerem uma redução na absorção de proteína que é compensada com o aumento de ingestão da dieta.

O IGV apresentou um efeito significativamente positivo ($p \leq 0,05$) a inclusão de FFO neste parâmetro, onde os peixes que receberam os três maiores níveis de inclusão de FFO na dieta (7,0; 10,5 e 14%) apresentaram um menor nível de gordura visceral. A gordura visceral

na criação comercial da tilápia-do-nylo é um problema atual e a diminuição neste parâmetro é um fato que deve ser estudado. Pois isto pode indicar uma diminuição na absorção ou uma melhor utilização da energia e nutrientes que acaba por afetar este parâmetro. Os maiores teores do IGV refletem diretamente na composição química do peixe inteiro, uma vez que existe uma relação inversamente proporcional entre gordura e proteína. Nesse contexto, a redução do IGV promovida pela inclusão de FFO resultou em um aumento percentual médio ($p \leq 0,05$) de proteína na composição do peixe inteiro. No entanto, esse efeito não foi observado no filé e na carcaça, já que a gordura visceral não compõe essas partes.

Em termos de composição química a inclusão de FFO apresentou resultados significativamente ($p \leq 0,05$) interessantes na concentração percentual do EE da carcaça e da PB no peixe inteiro. Onde apresentou melhores valores de EE na carcaça dos peixes que receberam as dietas com 10,5 e 14% de inclusão de FFO, os peixes da ração basal apresentaram os piores valores e dos tratamentos com 3,5 e 7,0% de FFO apresentaram valores intermediários. Em termos de PB no peixe inteiro os melhores valores foram nos tratamentos com inclusão de 7,0; 10,5 e 14,0% de inclusão de FFO quando comparado aos demais. Estes resultados reforçam uma possível melhor utilização dos nutrientes e energia nos tratamentos com os níveis mais altos de inclusão de FFO.

Shiau et al. (1988) avaliaram a inclusão de fibra (carboximetilcelulose) em dietas para híbridos de tilápia (*O. niloticus* × *O. aureus*) e também relataram uma redução no conteúdo lipídico dos peixes em níveis de inclusão superiores a 6%. De maneira semelhante, Meurer et al. (2003), ao avaliar a influência de fibra (celulose) em dietas para alevinos de tilápia-do-nylo, sugeriram que a interferência na absorção de nutrientes pode estar relacionada à redução no tempo de trânsito do bolo alimentar, provocado pelo aumento do teor de fibra nas dietas.

As diferenças entre os resultados deste estudo e os observados por Matos et al. (2025b) podem estar relacionadas à idade fisiológica dos peixes. O comprimento do intestino, que é proporcional ao tamanho corporal, tende a ser menor em juvenis e aumenta conforme os peixes crescem (Ribble & Smith 1983). Consequentemente, o tempo de exposição do bolo alimentar às enzimas digestivas e aos enterócitos é maior em peixes adultos. Em juvenis, a atividade de enzimas digestivas, como amilases, proteases e lipases, apresenta diferenças em relação aos adultos. Juvenis dependem mais de proteínas na dieta e apresentam menor eficiência na digestão de fibras e carboidratos complexos (Albanesi et al. 2023, Kolkovski 2001). Já as tilápias adultas possuem uma microbiota mais estável e adaptada a dietas com maior diversidade de ingredientes vegetais, enquanto juvenis possuem uma microbiota ainda em formação (Wang et

al. 2022). Esses fatores, somados, impactam diretamente na capacidade de digestão e absorção de nutrientes em diferentes fases de desenvolvimento.

A FFO apresentou mais pontos positivos do que negativos quando incluída em dietas de juvenis de tilápia-do-nilo, porém a discussão dos resultados deste trabalho acaba por ficar pouco limitado em relação ao pequeno número de trabalhos com este ingrediente para a tilápia-do-nilo (Matos, Zadinelo, et al. 2025, Matos, Novodworski, et al. 2025). Visto que não apenas a fibra ou a composição em macronutrientes da FFO podem estar influenciando os resultados dos parâmetros aqui apresentados. A ora-pro-nóbis é um ingrediente que apresenta uma série de outros componentes bioativos com potencial antioxidante como o ácido caftárico, principal composto fenólico encontrado, e oito flavonoides derivados da quercetina, kaempferol e glicosídeo isorhamnetina. Além disso, o extrato da folha exibe atividade antimicrobiana contra bacterianas Gram-positivas e Gram-negativas, indicando um amplo espectro de propriedades antibióticas (Garcia et al. 2019). Desta forma, apesar da importância de estudos pioneiros como este, a FFO deve ser mais estudada como ingrediente para a alimentação da tilápia-do-nilo.

5.5 CONCLUSÃO

A farinha de folhas de ora-pro-nóbis é adequada para a alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo pois não afeta a sobrevivência dos peixes e melhora os seus parâmetros de desempenho produtivo e composição química da carcaça, onde se recomenda níveis de inclusão de 7 a 14% nas dietas.

REFERÊNCIAS

- ALBANESI C, GONZÁLEZ-CASTRO M & LÓPEZ-MAÑANES A. 2023. Differential digestive and metabolic profile of juveniles and adults of the estuarine-dependent marine fish *Mugil liza* (Mugilidae) cohabiting inside a southwestern Atlantic coastal lagoon. *Can J Zool* 101: 1079–1092.
- AOAC INTERNATIONAL. 2019. Official Methods of Analysis, 21 ed., George W. Latimer Jr., 3390 p.
- ARAGÃO C, CABANO M, COLEN R, FUENTES J & DIAS J. 2020. Alternative formulations for gilthead seabream diets: towards a more sustainable production. *Aquacult Nutr* 26: 444–455.
- BABALOLA OA & FAKUNMOJU FA. 2020. Effect of partial replacement of fishmeal with *Leucaena leucocephala* leaf meal on the growth performance of *Tilapia zilli* fingerlings. *Fish Aquat Res* 9: 9–14.
- BANDARA T. 2018. Alternative feed ingredients in aquaculture: Opportunities and challenges. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6: 3087–3094.
- BOSCOLO WR, HAYASHI C & MEURER F. 2002. Apparent digestibility of the energy and nutrients of conventional and alternatives foods for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *R Bras Zootec* 31: 539–545.
- DANTAS F de M, DE SOUZA YM, SANTANA TM, DOS SANTOS DKM, DA FONSECA FAL & GONÇALVES LU. 2024. A Sustainable Diet for Tambaqui Farming in the Amazon: Growth Performance, Hematological Parameters, Whole-Body Composition and Fillet Color. *Animals* 14: 1165.
- DIAS P da S, BALEN RE, NOVODWORSKI J, COLPINI LMS & MEURER F. 2022. Mulberry leaf meal (*Morus alba*) on the performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in growth. *Concilium* 22: 507–519.
- FAO. 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in action, FAO ;
- GARCIA JAA, CORRÊA RCG, BARROS L, PEREIRA C, ABREU RMV, ALVES MJ, CALHELHA RC, BRACHT A, PERALTA RM & FERREIRA ICFR. 2019. Phytochemical profile and biological activities of “Ora-pro-nobis” leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. *Food Chemistry* 294: 302–308.
- KOLKOVSKI S. 2001. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles—implications and applications to formulated diets. *Aquaculture* 200: 181–201.
- LEONARD JN & SKOV PV. 2022. Capacity for thermal adaptation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Effects on oxygen uptake and ventilation. *Journal of Thermal Biology* 105: 103206.

- MATOS ÉJA, NOVODWORSKI J, GONÇALVES RM, URBINATI EC, BOMBARDELLI RA & MEURER F. 2025. Inclusion of Ora-Pro-Nóbis (*Pereskia aculeata*) Leaf Meal in the Diet of Adult Nile Tilapia Improves Growth Performance and Intestinal Absorption Capacity Without Compromising Metabolic and Hematological Variables. *Veterinary Sciences* 12: 15.
- MATOS EJA, URBINATI EC & MEURER F. 2023. Leaf meal in fish nutrition, Ponta Grossa - PR: Atena, 92 p.
- MATOS ÉJA, ZADINELO IV, DIAS SD, URBINATI EC & MEURER F. 2025. Apparent digestibility of Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) leaf meal by Nile tilapia.
- MENDES R, REMA P, DIAS J, GONÇALVES AT, TEODÓSIO R, ENGROLA S, SÁNCHEZ-VÁZQUEZ FJ & CONCEIÇÃO LEC. 2024. Socially Acceptable Feed Formulations May Impact the Voluntary Feed Intake and Growth, but Not Robustness of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fishes* 9: 361.
- MEURER F, HAYASHI C & BOSCOLO WR. 2003. Crude Fiber for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) Fingerlings. *R Bras Zootec* 32: 256–261.
- MEURER F, NOVODWORSKI J & BOMBARDELLI RA. 2024. Protein requirements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during production and reproduction phases. *Aquaculture and Fisheries*.
- MUGIMBA KK, TAL S, DUBEY S, MUTOLOKI S, DISHON A, EVENSEN Ø & MUNANG'ANDU HM. 2019. Gray (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) and Red (*Oreochromis* spp.) Tilapia Show Equal Susceptibility and Proinflammatory Cytokine Responses to Experimental Tilapia Lake Virus Infection. *Viruses* 11: 893.
- PEIXE BR. 2024. Anuário 2024 PEIXE BR da Piscicultura, 8 ed., São Paulo: ABP.
- R CORE TEAM. 2024. R: A language and environment for statistical computing.
- RANZANI-PAIVA MJT, PÁDUA SB, TAVARES-DIAS M & EGAMI MI. 2013. Métodos para análise hematológica em peixes, 1 ed., Maringá: Eduem.
- RIBBLE DO & SMITH MH. 1983. Relative intestine length and feeding ecology of freshwater fishes. *Growth* 47: 292–300.
- ROSTAGNO HS, ALBINO LFT, DONZELE JL, GOMES PC, DE OLIVEIRA RF, LOPES DC, FERREIRA AS, BARRETO SLT & EUCLIDES R. 2017. Brazilian Tables for Poultry and Swine: Composition of Feedstuffs and Nutritional Requirements, 4th ed., Viçosa, MG: UFV.
- SANCHES D de S, KIEFER C & GARCIA ER de M. 2023. Dietas alternativas para aves e suínos: uma breve revisão. *Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica* 2.
- SHIAU S-Y, YU H-L, HWA S, CHEN S-Y & HSU S-I. 1988. The influence of carboxymethylcellulose on growth, digestion, gastric emptying time and body composition of tilapia. *Aquaculture* 70: 345–354.

SILVA DO da, SEIFERT M, SCHIEDECK G, DODE JS & NORA L. 2018. Phenological and physicochemical properties of *pereskia aculeata* during cultivation in south Brazil. *Horticultura Brasileira* 36.

SOUZA MR de M, PEREIRA PRG, PEREIRA RGF, BARBOSA I de P & BARACAT-PEREIRA MC. 2020. Protein yield and mineral contents in *Pereskia aculeata* under high-density planting system. *Pesqui Agropecu Trop* 50: e62365.

TAKEITI C, ANTONIO G, MOTTA E, COLLARES-QUEIROZ F & PARK K. 2009. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *Int J Food Sci Nutr* 60: 148–160.

WANG M, FAN Z, ZHANG Z, YI M, LIU Z, KE X, GAO F, CAO J & LU M. 2022. Effects of Diet on the Gut Microbial Communities of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Across Their Different Life Stages. *Front Mar Sci* 9.