

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS PALMEIRA DAS MISSÕES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

Adelita Rabaioli

**VIABILIDADE BIOECONÔMICA DO SISTEMA SEMI-INTENSIVO DE
PRODUÇÃO DE PACU EM TANQUE ESCAVADO**

Palmeira das Missões, RS
2020

Adelita Rabaioli

**VIABILIDADE BIOECONÔMICA DO SISTEMA SEMI-INTENSIVO DE
PRODUÇÃO DE PACU EM TANQUE ESCAVADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (PPGAGR/UFSM), *Campus* Palmeira das Missões/RS, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronegócios**.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Lazzari

Palmeira das Missões, RS
2020

Rabaioli, Adelita

VIABILIDADE BIOECONÔMICA DO SISTEMA SEMI-INTENSIVO DE
PRODUÇÃO DE PACU EM TANQUE ESCAVADO / Adelita Rabaioli.-
2020.

65 p.; 30 cm

Orientador: Rafael Lazzari

Coorientadora: Luciana Fagundes Christofari

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Campus de Palmeira das Missões, Programa de Pós
Graduação em Agronegócios, RS, 2020

1. Espécie nativa 2. *Piaractus mesopotamicus* 3.
Piscicultura 4. Rendimento 5. Viabilidade econômica I.
Lazzari, Rafael II. Fagundes Christofari, Luciana
III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2020

Todos os direitos autorais reservados a Adelita Rabaioli. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Linha Faguense, s/n, Interior, Frederico Westphalen, CEP: 98400-000.

Fone: (55) 996777956. E-mail: ade_rabaioli@hotmail.com

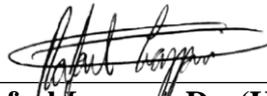
This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Finance Code 001

Adelita Rabaioli

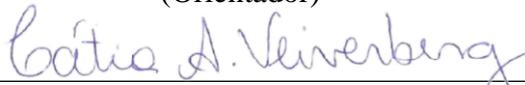
**VIABILIDADE BIOECONÔMICA DO SISTEMA SEMI-INTENSIVO DE
PRODUÇÃO DE PACU EM TANQUE ESCAVADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (PPGAGR/UFSM), *Campus* Palmeira das Missões/RS, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronegócios**.

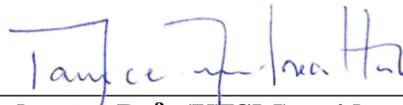
Aprovada em 21 de dezembro de 2020:



Rafael Lazzari, Dr. (UFSM)
(Orientador)



Cátia Aline Veiverberg, Dr^a. (UNIPAMPA) - videoconferência



Tanice Andreatta Dr^a. (UFSM) - videoconferência

Palmeira das Missões, RS
2020

RESUMO

VIABILIDADE BIOECONÔMICA DO SISTEMA SEMI-INTENSIVO DE PRODUÇÃO DE PACU EM TANQUE ESCAVADO

AUTORA: ADELITA RABAIOLI
ORIENTADOR: RAFAEL LAZZARI

A aquicultura é o setor de produção de alimentos de maior crescimento no mundo. Na piscicultura brasileira, as espécies nativas vêm se destacando. O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) apresenta crescimento rápido, carne saborosa, excelente rendimento de filé, facilidade de manejo e aceitabilidade da ração. O objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade bioeconômica de monocultivo do pacu em sistema semi-intensivo em tanque escavado. O cultivo foi realizado durante 15 meses em tanque escavado, onde foram estocados 783 juvenis de pacu, com peso médio de 52 ± 16 g ($0,32$ peixes/m²); a alimentação foi fornecida em duas refeições diárias (manhã/tarde) até a saciedade aparente utilizando ração comercial extrusada. Durante o cultivo, foram realizadas coletas de dados e amostras biológicas. Posteriormente foram realizadas análises bromatológicas, bioquímicas e de qualidade da água. Também foi realizado acompanhamento dos custos variáveis e receitas do cultivo, para a análise da viabilidade econômica. Analisou-se indicadores como Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Índice de lucratividade (IL). No final do cultivo, o ganho de peso individual médio foi 1,350 kg, equivalente a uma biomassa de 4.093 kg/ha. O rendimento de filé com pele dos peixes foi de 55,24%, e de carcaça, de 85,01% e conversão alimentar de 2:1. O empreendimento mostrou-se economicamente viável, com VPL de R\$ 10.904,36, TIR de 18% e IL de R\$ 2,77. Os resultados do estudo indicam que o sistema semi-intensivo de criação de pacu em monocultivo pode ser uma alternativa importante como renda complementar na piscicultura, principalmente para pequenos produtores.

Palavras-chave: Espécie nativa. *Piaractus mesopotamicus*. Piscicultura. Rendimento. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

BIOECONOMIC VIABILITY OF THE SEMI-INTENSIVE SYSTEM FOR PRODUCTION OF PACU IN EARTHEN POND

AUTHOR: ADELITA RABAIOLI

ADVISOR: RAFAEL LAZZARI

Aquaculture is the fastest growing food production sector in the world. In Brazilian fish farming, native species have been standing out. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) has fast growth, tasty meat, excellent fillet yield, ease of handling and acceptability of the feed. The objective of this study was to evaluate the bioeconomic viability of monoculture of pacu in a semi-intensive system in an excavated tank. Cultivation was carried out for 15 months in an excavated tank, where 783 juvenile pacu were stored, with an average weight of $52 \pm 16\text{g}$ (0.32 fish / m²); fish were fed twice a day (morning / afternoon) until apparent satiety using extruded commercial feed. During cultivation, data collections and biological samples were performed. Subsequently, bromatological, biochemical and water quality analyzes were performed. Monitoring of variable costs and crop revenues was also carried out to analyze economic viability. Indicators such as Internal Rate of Return (IRR), Net Present Value (NPV), Profitability Index (IL) were analyzed. At the end of cultivation, the average individual weight gain was 1.350 kg, equivalent to a biomass of 4.093 kg / ha. The yield of fillet with skin of fish was 55.24%, and of carcass, 85.01% and feed conversion of 2: 1. The project proved to be economically viable, with NPV of R \$ 10,904.36, IRR of 18% and IL of R \$ 2.77. The results of the study indicate that the semi-intensive system of breeding pacu in monoculture can be an important alternative as a complementary income in fish farming, especially for small producers.

Keywords- Native species. *Piaractus mesopotamicus*. Pisciculture. Performance. Economic viability..

LISTA DE TABELAS

ARTIGO

Tabela 1- Parâmetros de qualidade da água no decorrer do cultivo	44
Tabela 2- Fator de condição, índice hepato-somático, gordura visceral, índice digestivo-somático e quociente intestinal de pacus cultivados em tanque escavado	45
Tabela 3- Composição centesimal inicial e final dos peixes cultivados em tanque escavado.....	46
Tabela 4- Parâmetros bioquímicos de pacus cultivados em tanque escavado.....	47
Tabela 5- Investimentos de implantação e custos variáveis para produção de pacu em viveiro escavado	48
Tabela 6- Receitas e custos operacionais do período analisado	49
Tabela 7-- Indicadores de viabilidade do monocultivo no pacu.....	50

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1- Exemplar de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)..... 13

ARTIGO

Figura 1- Crescimento dos pacus no período de cultivo 51

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1- NORMAS DA AQUACULTURE	58
---	-----------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivo Geral	9
2.2	Objetivos Específicos	9
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1	PISCICULTURA BRASILEIRA	10
3.2	PISCICULTURA NO RIO GRANDE DO SUL.....	11
3.3	PACU (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	12
3.4	ANÁLISES ECONÔMICAS DE EMPREENDIMENTOS PISCÍCOLAS	14
4	ARTIGO	17
5	CONCLUSÕES GERAIS	52
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	ANEXO 1- NORMAS DA AQUACULTURE	58

1. INTRODUÇÃO

O aumento do consumo impulsiona as cadeias do agronegócio, que buscam suprir a demanda da produção mundial de alimentos e, conseqüentemente, atender às exigências dos mercados consumidores. A cadeia do pescado, de acordo com dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO), é o setor produtor de alimentos que mais cresce mundialmente (JAMANDRE, 2013; FAO, 2018).

Em 2018, a aquicultura contribuiu com mais da metade do pescado para o consumo humano, pois a mesma representa a importância do consumo de proteínas, vitaminas e minerais que são necessários para a boa saúde humana (FAO, 2019). No Brasil, a produção aquícola passou a ser voltada para atender o mercado doméstico, diminuindo suas exportações, e, assim, aumentando a participação das espécies nativas (ASCHE, 2008).

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é uma das espécies nativas que tem potencial para a aquicultura, apresenta características como precocidade, rusticidade, carne saborosa, ótimo crescimento e aceita bem a alimentação artificial (arraçoamento), qualidades que favorecem sua criação em sistemas de cultivos (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2005).

O aumento da demanda pela proteína de pescado contribui para o fortalecimento da produção de peixes cultivados e, por consequência, desenvolve a cadeia produtiva, desde os setores que a compõem até os seus canais de comercialização (SCORVO-FILHO, 2004). É uma atividade rentável, gerando empregos e desenvolvimento de países e regiões com potencial produtivo (BOMBARDELLI et al., 2005).

Contudo, ainda são escassas as informações de planejamento, aspectos econômicos de sistemas produtivos, que são extremamente importantes para o produtor compreender o tempo de retorno, rentabilidade e lucratividade da atividade. Portanto, o estudo tem como objetivo obter indicadores zootécnicos a partir do monocultivo de pacu em sistema semi-intensivo na região do Noroeste do Rio Grande do Sul e analisar a eficiência bioeconômica do modelo produtivo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar bioeconomicamente o sistema semi-intensivo de produção do *Piaractus mesopotamicus*.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a viabilidade econômica da produção em sistema semi-intensivo em tanque escavado;
- Verificar os parâmetros zootécnicos da produção do pacu em monocultivo em tanque escavado;
- Analisar a composição corporal dos filés de pacus criados em sistema semi-intensivo;
- Avaliar os parâmetros bioquímicos dos tecidos (músculo, fígado brânquias) dos pacus cultivados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PISCICULTURA BRASILEIRA

O desenvolvimento da aquicultura brasileira começou no início do século passado e teve crescimento moderado nos seus primeiros anos. Como muitos outros países, o Brasil iniciou a produção cultivando espécies exóticas como a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e o camarão (*Litopenaeus vannamei*) com o objetivo de expandir e atingir mercados de exportação e segurança alimentar (PINCINATO; ASCHE, 2016).

O pescado é a proteína de origem animal mais produzida e consumida mundialmente. Assim, o cultivo de peixes contribui significativamente para o mercado de proteína de origem aquática. Entretanto, no Brasil a quantidade produzida em cativeiro não atende à demanda interna de consumo, sendo que o país apresentou um déficit de US\$ 945 milhões na balança comercial de pescado somente no ano de 2019 e com produção de 758.006 toneladas peixes de cultivo (PEIXE BR, 2020).

Para atender a demanda interna, intensificou-se a participação de espécies promissoras no país para atender estratégias de diferenciação em empresas, custos e aceitação das espécies nativas (ASCHE, 2008; SIDONIO et al., 2012). O único país latino-americano que possui uma parcela significativa de espécies nativas, o Brasil, apresenta uma grande área territorial com uma extensa bacia hidrográfica, condições favoráveis, como clima e reservas de água doce, ideais para o cultivo de peixes, podendo aumentar a produção, que é um forte indicador de lucratividade (ASCHE, 2008; VICENTE; FONSECA-ALVES, 2013).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos com o propósito de gerar indicadores econômicos capazes de motivar o planejamento e gestão na piscicultura (SANCHES et al., 2008; KODAMA et al., 2011; SABBAG et al., 2011; SANCHES et al., 2013; BRABO et al., 2013; PONTES; FAVARIN, 2013). Este setor está em constante desenvolvimento e tem muito a contribuir na produção de alimentos, pois o país possui cerca de 40 espécies de água doce potenciais para o cultivo (GODINHO, 2007).

Na piscicultura brasileira, o pacu é considerado uma espécie promissora, apresenta tolerância ao clima das regiões Sudeste e Sul, possui valor comercial, interesse zootécnico, fácil manejo e carne saborosa (JOMORI et al., 2005). A espécie é uma

alternativa de produção assim como as carpas e tilápias, já produzidas e comercializadas no país.

No caso do pacu, apesar de existir estudos voltados ao manejo desta espécie, ainda é importante definir e conhecer características relacionadas ao rendimento de corte, filé e composição química. Essas informações são essenciais para as indústrias de processamento de pescado e para os piscicultores que assim podem realizar a gestão correta da sua produção (CAMARGO, 2005; BOMBARDELLI et al., 2005; HONORATO et al., 2014).

3.2 PISCICULTURA NO RIO GRANDE DO SUL

O Rio grande do Sul tem cerca de 11 milhões de consumidores para atender essa demanda recorre a outros estados que cultivam peixes. O estado dispõe de espaço, mas a escala de produção ainda é pequena, atualmente passou a ser uma atividade de renda extra em propriedades rural sendo a produção realizada em tanques escavados (SIQUEIRA, 2016; PEIXE BR, 2020).

Desta forma é importante aprimorar conhecimentos e técnicas a fim de promover o seu avanço, através de informações para tomada de decisão, viabilidade econômica e rentabilidade dos empreendimentos aquícolas, principalmente no que se refere às espécies de peixes nativos. Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE BR, 2020), a produção de peixes nativos no estado é de 1.868 toneladas e o número de estabelecimentos agropecuários que cultivam o pacu é de 1.835, totalizando 14.562 no Brasil (PEIXE BR, 2019).

As espécies mais cultivadas são as carpas, representando 73% do total. Em segundo lugar, vem à tilápia, com 19% da produção, e, em seguida, o jundiá e outros peixes nativos, com o restante da produção (PEIXE BR, 2018). A comercialização de peixes oriundos de cultivo no estado tem sido praticada principalmente no sistema pesque-pague, feiras e peixarias durante a Semana Santa (LAZZARI et al., 2017).

No estado a piscicultura não está entre as mais importantes atividades agropecuárias. A produção é familiar, realizada em pequenas propriedades e direcionada ao consumo local (JOVANOVIČS, 2018). Os peixes cultivados representaram uma produção anual de 22 toneladas em 2017, sendo distribuída em diferentes sistemas de produção: extensivo, utilizado por cerca de 65% dos produtores, semi-intensivo (33%) e intensivo (apenas 2% da produção total) (PEIXE BR, 2018).

As espécies mais cultivadas são as carpas, representando 73% do total. Em segundo lugar, vem a tilápia, com 19% da produção, e, em seguida, o jundiá e outros peixes nativos, com o restante da produção (PEIXE BR, 2018). A comercialização de peixes oriundos de cultivo no estado tem sido praticada principalmente no sistema pesque-pague, feiras e peixarias durante a Semana Santa (LAZZARI et al., 2017).

Os piscicultores que praticam o sistema semi-intensivo cultivam com densidade que varia entre 0,5 a 2,5 peixes/m², podendo atingir uma produtividade de 2,5 a 12,5 toneladas/ha/ano. Esse sistema tem como características, o fornecimento da ração, controle e qualidade da água, uso de fertilizantes e controle sobre o abastecimento e escoamento da água e baixo uso de tecnologias (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004, FARIAS et al., 2013).

Esta atividade tem sido rentável do ponto de vista econômico, pois os produtores estão operando com uma média de margem líquida de, aproximadamente, 24%, tornando a piscicultura atrativa do ponto de vista financeiro, sendo mais uma alternativa de renda para as pequenas propriedades rurais, fomentando a vontade da grande maioria em expandir seu negócio (JOVANOVICH, 2018).

Existem lacunas referentes aos dados sobre o custo de produção e informações científicas relacionadas aos índices produtivos de espécies nativas, com exceção de pesquisas únicas, o que impede as análises de produtividade tradicional (SILVA et al., 2012; PINCINATO; ASCHE, 2016). Essas informações são fundamentais, pois conhecer o local e os objetivos da produção e sua inserção são indispensáveis, uma vez que estes fatores estão diretamente relacionados às condições climáticas, sociais e o custo de investimento, além do mercado consumidor e suas exigências, garantindo assim a exploração adequada da atividade.

Neste sentido, o sistema semi-intensivo apresenta bom potencial no estado e é responsável pela maior produção. Assim, é importante avaliar índices econômicos para este sistema utilizando espécies nativas como o pacu, que também apresenta potencial e demanda na região Noroeste do Rio Grande do Sul.

3.3 PACU (*Piaractus mesopotamicus*)

O aumento da introdução de espécies nativas na produção é de grande importância, acarretando no desenvolvimento contínuo em muitos países e regiões

(ASCHE, 2008; PINCINATO; ASCHE, 2016). Atualmente, as espécies nativas representam 38% da produção total brasileira, sendo a atividade com maior potencial de crescimento no país no cenário mundial (PEIXE BR, 2020).

Dentre as espécies que compõem essa produção o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), é bastante cultivado nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país. Possui ampla distribuição geográfica na América do Sul, sendo encontrado desde a Bacia dos Rios Paraguai, Uruguai até a Bacia do Rio da Prata (CRESCÊNCIO, 2005; VIEGAS et al., 2008).

O pacu é um peixe onívoro, alimenta-se de frutos, folhas, caules, detritos orgânicos, crustáceos, moluscos e pequenos peixes (URBINATI et al., 2013). Sua criação comercial vem crescendo, apresentando características zootécnicas desejáveis para o cultivo como: adaptação ao cativeiro, facilidade no manejo, crescimento rápido, adaptação fácil à alimentação artificial, boa tolerância à temperaturas mais baixas e à concentrações de 3 mg de oxigênio/L de água (SERAFINI, 2010; HONORATO et al., 2013).

A forma do corpo é arredondada (Figura 1) sua coloração é acinzentada, possui escamas pequenas, presentes na linha lateral, ventre levemente comprido, o comprimento pode alcançar 53 cm (2,7 a 4,2 cm é representado pela cabeça), com peso médio entre 8 a 20 kg, a boca possui uma série de dentes no maxilar devido aos seus hábitos alimentares (LOPERA-BARRERO et al., 2011). Apresentam intestino mais longo, permitindo que o alimento fique mais tempo em contato com as enzimas, aumentando a eficácia da digestão para compensar o baixo valor nutritivo dos alimentos ingeridos, (ROTTA, 2003).

Figura 1: Exemplar de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)



Fonte: Arquivo pessoal

Deste modo, o teor proteico exigido nas fases de crescimento e engorda é relativamente baixo, já que a espécie tem capacidade de aproveitar com eficiência

alguns tipos de carboidratos e lipídeos sem prejudicar seu desempenho e saúde. Isto é de grande relevância, pois resultam em maior sustentabilidade na piscicultura, devido à menor dependência de alimentos de origem animal, como a farinha e o óleo de peixe (LOCHMANN; CHEM, 2009; FERNANDES, 2018).

O peso do abate e rendimento de carcaça e filé são importantes para definir e caracterizar o produto final (FREATO, 2005). No caso do pacu, o mesmo apresenta um rendimento médio de carcaça de 84,6%, sendo mais elevado em relação à outras espécies de peixes cultiváveis, como a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (51,4%) e o surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*) 75,3% (RIBEIRO; MIRANDA, 1997; SANTOS, 2004; BOSCOLO et al., 2006).

A espécie apresenta teor de gordura, entre 8 a 10% na carcaça, o que não é uma característica desejável. Níveis elevados afetam as características organolépticas da carne, o rendimento de filé e o valor comercial, devido às reações de lipólise e auto-oxidação, desta forma é importante o acompanhamento para assegurar e avaliar a qualidade da carne conforme o crescimento dos peixes em produção (VIEGAS et al., 2008; HONORATO et al., 2013).

Durante o período reprodutivo, o pacu percorre longas distâncias e realizam a desova total na época da piracema. Para a reprodução em cativeiro é necessária a indução hormonal, com produtos sintéticos ou extrato seco de hipófise (BOCK; PADOVANI, 2000). No caso das fêmeas, a primeira maturação gonadal ocorre, em média, aos três anos de idade, quando o comprimento total destas é de aproximadamente 34 cm. Nos meses de outubro a dezembro ocorre a reprodução (estação chuvosa), mas é mais intensa no mês de novembro (URBINATI et al., 2005).

A produção em sistema semi-intensivo quando utilizada uma densidade de 1 peixe/m² foi possível obter um peso de 1,500 g em 15 meses com 95% de sobrevivência (REIS NETO, 2007). O seu valor econômico e comercial, somado à sua capacidade de adaptação à ração e seu manejo reprodutivo por indução hormonal, fizeram com que a espécie se destacasse nos últimos anos e despertasse o interesse pelo produtor e consumidor brasileiro (LOPERA-BARRERO et al., 2011; FERNANDES, 2018).

3.4 ANÁLISES ECONÔMICAS DE EMPREENDIMENTOS PISCÍCOLAS

A produção e o crescimento do consumo de peixes requerem o avanço da piscicultura que, por sua vez, demandam informações para a tomada de decisão sobre a

viabilidade econômica e a rentabilidade dos empreendimentos, principalmente no que se refere às espécies de peixes nativos (SILVA et al., 2012).

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), no setor agropecuário a piscicultura foi umas das atividades que mais cresceu, seus elevados índices produtivos atraíram cada vez mais investidores (SEBRAE, 2015). Como para tantas outras atividades, é necessário avaliar e planejar o empreendimento, resultados positivos, pode ocasionar danos irreparáveis e levar ao desestímulo e ao abandono da atividade (SOUSA et al., 2016).

Ao avaliar os fatores que promovem o sucesso de um empreendimento considera-se sua eficiência máxima produtiva e sustentabilidade econômica, juntamente com a informação das condições biológicas como o desempenho zootécnico e crescimento dos animais, levando em conta a avaliação econômica de cada operação, por exemplo, a análise da rentabilidade produtiva em ganhos monetários do sistema (ENGLE, 2010).

Ehrlich e Moraes (2013) relatam que a utilização de indicadores da engenharia econômica permite uma rápida resposta ao investidor e produtor quanto à viabilidade do negócio. Deste modo, o emprego do controle zootécnico, dos indicadores econômicos e a análise de viabilidade econômica são fundamentais para o gerenciamento e acompanhamento da produção, oferecendo ao empreendedor informações efetivas para a tomada de decisão e direcionamento do empreendimento (BARROS et al., 2020). Assim, o planejamento dos custos e receitas é uma ferramenta importante que auxilia os piscicultores a avaliar as tecnologias utilizadas na produção, juntamente com alternativas que mantenham a viabilidade do investimento (VILELA et al., 2013).

Estudos de viabilidade econômica têm sido utilizados para avaliar a produção das espécies de cultivo e sistemas de produção, como a tilápia-do-Nilo em viveiros de terra (TROMBETA et al., 2017), a produção semi-intensiva de pacu em viveiros de terra (FURLANETO et al., 2009) ou em tanques-rede (SILVA et al., 2012) e a produção comercial de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de terra (VILELA et al., 2013).

Estas informações têm demonstrado que a piscicultura carece de apoio na questão de práticas no manejo, custos e despesas econômicas e novos investimentos, tanto para aumentar o nível tecnológico do sistema de produção, quanto para expandir sua infraestrutura física e atender à demanda de mercado (ENGLE, 2010; BRANDE et al., 2019).

Para pequenos produtores existem várias ferramentas que podem auxiliar na identificação e na análise das dificuldades da produção. Por exemplo, o uso de indicadores e modelos bioeconômicos que são utilizados por gestores e tomadores de decisão, identificando os melhores projetos e sistemas de produção por meio da abordagem de gerenciamento das operações (VALENTI et al., 2018).

Neste caso, a análise financeira do projeto foi estimada em 15 anos, sendo que o investimento ocorre no ano zero e demais fluxos de entrada e saída ocorrendo ao longo dos anos, em que é considerada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 5% a.a.

Os métodos de avaliação do projeto de investimento constituíram:

- Valor Presente Líquido (VPL): consiste em transferir para o instante atual todas as movimentações de caixa esperadas do projeto (receitas e despesas). A soma algébrica dos valores líquidos envolvidos nos períodos considerados, reduzidos ao instante inicial, descontados à mesma taxa de juros, considerada como Taxa Mínima de Atratividade (TMA), (Franco e Galli, 2007), resulta no VPL dos projetos de investimento, que deve ser aceito, caso o resultado seja positivo, e rejeitado quando for negativo.

- Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa de desconto que iguala, em determinado momento de tempo, as entradas com as saídas previstas de caixa, isto é, representa o retorno que o investimento terá.

- Índice de Lucratividade (IL): mostra a capacidade do empreendimento em gerar lucros a partir do projeto desenvolvido, quando o $IL > 1$, o projeto é recomendado, pois a cada R\$ 1,00 investido você terá um retorno superior ao seu investimento, já no caso em que o $IL < 1$, acontece o contrário, haverá um retorno inferior ao seu investimento, neste caso não se recomenda um projeto nesta condição.

4. ARTIGO

Viabilidade Bioeconômica de cultivo de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em sistema semi-intensivo²

¹ Este manuscrito será submetido à publicação no periódico científico Aquaculture.

1 Viabilidade Bioeconômica de cultivo de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em sistema
2 semi-intensivo

3

4

5

6

Adelita Rabaioli¹, Rafael Lazzari^{2*}

7

8

9

10

11 ¹ Aluna do Programa de Pós-graduação em Agronegócios, Universidade Federal de
12 Santa Maria, *campus* Palmeira das Missões, Brasil.

13 ² Departamento Zootecnia e Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria,
14 *campus* Palmeira das Missões, Brasil.

15

16

17 *Autor correspondente: rlazzari@ufsm.br

18 **RESUMO:** O Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é um peixe de água doce, com hábito
19 alimentar onívoro, com preferência por frutos e sementes, tem ocorrência natural em
20 cinco países da América do Sul. É considerada uma espécie com potencial de produção
21 para a piscicultura brasileira, apresentando crescimento rápido e carne saborosa. O
22 objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade bioeconômica de monocultivo do pacu em
23 sistema semi-intensivo em tanque escavado. O cultivo foi realizado durante 15 meses
24 em tanque escavado, onde foram estocados 783 juvenis de pacu, com peso médio de
25 52 ± 16 g ($0,32$ peixes/m²); a alimentação foi fornecida em duas refeições diárias
26 (manhã/tarde) até a saciedade aparente utilizando ração comercial extrusada. Durante o
27 cultivo, foram realizadas coletas de dados e amostras biológicas. Posteriormente foram
28 realizadas análises bromatológicas, bioquímicas e de qualidade da água. Também foi
29 realizado acompanhamento dos custos variáveis e receitas do cultivo, para a análise da
30 viabilidade econômica. Analisou-se indicadores como Taxa Interna de Retorno (TIR),
31 Valor Presente Líquido (VPL), Índice de lucratividade (IL). No final do cultivo, o
32 ganho de peso individual médio foi 1,350 kg, equivalente a uma biomassa de 4.093
33 kg/ha. O rendimento de filé com pele dos peixes foi de 55,24%, e de carcaça, de 85,01%
34 e conversão alimentar de 2:1. O empreendimento mostrou-se economicamente viável,
35 com VPL de R\$ 10.904,36, TIR de 18% e IL de R\$ 2,77. Os resultados do estudo
36 indicam que o sistema semi-intensivo de criação de pacu em monocultivo pode ser uma
37 alternativa importante como renda complementar na piscicultura, principalmente para
38 pequenos produtores.

39

40 **Palavras chave:** Espécie nativa, lucratividade, monocultivo, piscicultura, taxa interna
41 de retorno.

42

43 1. Introdução

44 A aquicultura é um setor com grande potencial de expansão na produção de
45 alimentos, fornecendo aproximadamente metade do pescado destinado ao consumo
46 humano (Fao, 2018; Garlock et al., 2020). No Brasil, as espécies nativas representam
47 38% da produção brasileira, atingindo 287.930 toneladas, sendo considerada uma
48 alternativa com grande capacidade de crescimento no país (Peixe Br, 2020).

49 Uma das espécies nativas mais promissoras para intensificação da aquicultura é
50 o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos (Valladão et al., 2016; Cian et al.,
51 2018). É uma espécie com potencial para a aquicultura devido às suas elevadas taxas de
52 crescimento, boa qualidade da carne e hábito alimentar onívoro. Esta última
53 característica permite oferecer dietas com uma grande diversidade de ingredientes de
54 origem animal e vegetal (Jomori et al., 2005; Cian et al., 2018).

55 A produção de pacu apresenta uma ampla distribuição geográfica, que
56 compreende toda a Bacia da Prata, abrangendo quatro países: Brasil, Paraguai,
57 Argentina e Uruguai (Saint - Paul, 1989; Agostinho et al., 2003; Valladão et al., 2016).
58 Estas regiões têm clima tropical e subtropical, o que propicia uma amplitude térmica
59 maior (Peel et al., 2007). É uma espécie com potencial econômico, sua produção pode
60 ser realizada tanto em sistemas extensivos, semi-intensivos e/ou intensivos (Uchoi et al.,
61 2015).

62 Na região Sul e Sudeste do Brasil, o sistema semi-intensivo (viveiros escavados)
63 tem sido o mais utilizado pelos produtores para produção do pacu (Liranço et al., 2011).
64 O manejo em sistema semi-intensivo caracteriza-se por utilizar adubação orgânica ou
65 química que maximiza a produção de alimentos naturais, além da utilização de ração
66 que contribui para o crescimento dos peixes (Nascimento e Oliveira, 2010).

67 A piscicultura é uma atividade exigente no que concerne o planejamento,
68 aspectos econômicos, gestão técnica e mercadológica, por isso ao iniciar a atividade é
69 importante avaliar a disponibilidade de recursos financeiros, capacidade tecnológica,
70 disponibilidade de água, condições climáticas adequadas, insumos e características do
71 mercado consumidor (Kubitza, 2006). Nos últimos anos, o conceito de bioeconomia
72 tem sido foco para desenvolvimento de unidades familiares produtoras de organismos
73 aquáticos em sistemas comerciais. Para avaliar a eficiência desses sistemas são
74 utilizadas metodologias como modelos de análise de viabilidade econômica e
75 zootécnica (Eagle, 2010; Brande et al., 2019). Nesse sentido, o estudo tem como
76 objetivo avaliar a bioeconomia da produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em
77 sistema semi-intensivo de produção.

78 **2. Materiais e métodos**

79 *2.1 Local e manejo experimental*

80 A análise e avaliação das amostras biológicas e dados econômicos foram
81 realizadas no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria
82 campus Palmeira das Missões. As amostras foram coletadas em piscicultura familiar no
83 município de Horizontina na região Noroeste (27°37'28" de latitude sul e 54°18'32" de
84 longitude oeste) do estado do Rio Grande do Sul, local onde o cultivo foi realizado em
85 período de 15 meses (Dezembro de 2018/Março 2020). O sistema produtivo de criação
86 foi o semi-intensivo em tanque escavado de aproximadamente 2.500 m² onde foram
87 estocados 783 juvenis de pacu, com peso médio de 52±16g (0,32 peixes/m²). A
88 alimentação foi distribuída em duas refeições diárias (manhã/tarde) até a saciedade
89 aparente utilizando ração comercial extrusada, onde foi ajustado o teor de PB de acordo
90 com o crescimento/fase de cultivo dos peixes. Nos primeiros 50 dias os peixes

91 receberam ração 45% PB (3 sacos); do 50° dia ao 180° dia, os peixes receberam ração
92 32% PB (27 sacos); do 180° dia ao 240° dia os peixes receberam ração 36% PB (8
93 sacos) em razão do período do inverno; do 240 ao 450° dia, final do cultivo, os peixes
94 receberam ração 32% PB (43 sacos), totalizando 81 sacos de ração, ou 2025 kg de
95 ração.

96 *2.2 Coleta e análise de amostras*

97 Trimestralmente foi realizadas aferição e coleta de água para acompanhamento
98 dos parâmetros de qualidade de água no tanque de cultivo. Temperatura, oxigênio e
99 transparência eram aferidos no local, os demais parâmetros como alcalinidade e dureza
100 eram analisados posteriormente em laboratório.

101 Ao iniciar e finalizar o cultivo, após jejum de 24 horas foi realizada a coleta de
102 amostras de 15 peixes (inicial) e 10 peixes (final) os mesmos foram pesados e medidos,
103 juntamente com a pesagem trimestral de 10 peixes. Na coleta final foram pesados mais
104 200 peixes (30% da amostra). Os exemplares amostrados foram insensibilizados através
105 da secção da medula conforme metodologia de Pedrazzani et al. (2009), acondicionados
106 em gelo e levados ao laboratório para retirada de tecido. Os mesmos foram utilizados
107 para análises bioquímicas e aferição de demais medidas para análise de índices
108 corporais.

109 Durante as visitas trimestrais, foi realizado acompanhamento das planilhas de
110 custos variáveis de ração, alevinos, mão de obra eventual, medicamentos/sanidade,
111 cálcario e receitas do produtor, referente ao tanque de cultivo. Essas informações foram
112 utilizadas para análises econômicas.

113 *2.2.1. Análise de parâmetros de qualidade de água*

114 A qualidade da água foi monitorada pela medição da temperatura (°C) e do
115 oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) com Tecnologia ODO® do medidor YSI ProODO (YSI
116 Inc. Ohio, EUA). A amônia total foi verificada com um kit colorimétrico (Alfakit®). O
117 pH foi medido com o equipamento MPA modelo - 210 P. A alcalinidade total (mg
118 $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$) foi avaliada pelo método de titulação de neutralização de acordo com o
119 manual APHA (APHA, 2005). Foram realizadas triplicatas das amostras e coletadas em
120 diferentes pontos do tanque.

121121

122 2.2.2. *Parâmetros zootécnicos*

123 Na biometria, os peixes foram medidos (comprimento total e padrão em cm) e
124 pesados (g). A partir desses dados, foi calculado o ganho em peso diário (g), ganho de
125 peso total (g), taxa de crescimento específico, expressa em % dia [$\text{TCE} = 100 \times (\ln \text{ peso}$
126 $\text{médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) / \text{tempo (dia)}$], fator de condição (peso
127 $\text{médio} / \text{comprimento padrão}^3$) e biomassa total (g). Os parâmetros de índices somáticos
128 analisados foram: Rendimento de carcaça (%): $\{\text{RC} = [(\text{peso eviscerado com cabeça e}$
129 $\text{brânquias}) / (\text{peso peixe inteiro})] \times 100\}$; Índice digestivosomático (%): $\{\text{IDS} = [(\text{peso}$
130 $\text{trato} / \text{peso peixe inteiro})] \times 100\}$; Índice hepatossomático (%): $\{\text{IHS} = [(\text{peso fígado} / \text{peso}$
131 $\text{peixe inteiro})] \times 100\}$.

132 2.2.3. *Parâmetros de composição centesimal*

133 As amostras foram analisadas de acordo com as metodologias recomendadas
134 pela AOAC (1995) para a composição do peixe inteiro e do filé. A umidade dos filés foi
135 determinada pela perda de peso após 4 h a 60°C em uma estufa de circulação de ar
136 forçado, seguida por 8 h a 105°C. O teor de matéria mineral foi determinado a 550°C
137 (método 923.03). A proteína bruta ($\text{N} \times 6,25$) foi determinada pelo procedimento de

138 microKjeldahl (método 960.52). Os lipídios foram extraídos com metanol/clorofórmio e
139 quantificado pelo procedimento de Bligh e Dyer (1959).

140140

141 2.2.4. *Análises bioquímicas*

142 Para as análises bioquímicas, os tecidos foram homogeneizados conforme
143 descrito por Azambuja et al. (2011). No músculo, fígado e brânquias foram avaliados:
144 proteínas totais (Bradford, 1976), glicogênio (Dubois et al., 1956), amônia total
145 (Verdouw et al., 1978), lactato e AA livres (Spies, 1957).

146 Para os parâmetros de estresse oxidativo, os tecidos utilizados foram de fígado e
147 músculo. A peroxidação lipídica (LPO) foi estimada pelas substâncias reativas ao ácido
148 tiobarbitúrico (TBARS) (Buege e Aust, 1978). Os resultados são apresentados em nmol
149 de malondialdeído MDA/g.

150 2.2.4 *Análises econômicas*

151 O estudo de análise financeira baseou-se em dados coletados durante o cultivo e
152 venda dos peixes, considerando a projeção de receitas, os custos e os investimentos,
153 com o objetivo de avaliar o sistema produtivo tendo em vista o orçamento para a
154 implantação, a vida útil e o tempo de retorno. A avaliação financeira do monocultivo do
155 pacu em sistema semi-intensivo é composta de investimentos, vendas, preços, custos e
156 despesas de maneira aproximada da realidade do produtor. As análises de investimento
157 inicial, custos variáveis, depreciação, receita líquida e fluxo de caixa também foram
158 realizados.

159 O fluxo de caixa são valores expressos monetariamente que refletem os recursos
160 e produtos durante um determinado horizonte de vida útil do projeto, constituído de
161 fluxos de saída e de entrada, formado por despesas de investimento, despesas
162 operacionais e pela venda dos produtos diretos obtidos com o projeto, respectivamente

163 (Noronha, 1981). Neste caso, a análise financeira do projeto foi estimada em 15 anos,
164 sendo que o investimento ocorre no ano zero e demais fluxos de entrada e saída
165 ocorrendo ao longo dos anos, em que é considerada uma Taxa Mínima de Atratividade
166 (TMA) de 5% a.a. Os métodos mais tradicionais para determinar a análise de
167 investimento são: o Valor Presente Líquido VPL, a Taxa Interna de Retorno TIR, e o
168 Índice de Lucratividade (IL) (Baldin, 2014).

169 2.5 Análises estatísticas

170 Os dados zootécnicos foram submetidos à análise unidirecional de variância
171 (ANOVA) e ao teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*. As observações influentes
172 (*outliers*) foram excluídas. A significância estatística foi considerada quando $p < 0,05$ e
173 apresentados como média \pm DP. Os procedimentos estatísticos foram realizados com a
174 utilização do pacote estatístico *Statistical Analysis System*[®] 2013. Os dados de
175 viabilidade econômica foram calculados e amostrados em planilhas no programa
176 Microsoft Excel 2010.

177177

178 3. Resultados

179 3.1 Parâmetros de qualidade da água

180 Na tabela 1 estão representados os parâmetros de qualidade da água coletados
181 durante o período de cultivo dos pacus. As variações ocorrem de acordo com a estação
182 do ano. Segundo Sipaúba-Tavares (1994) e Ostrensky e Boeger (1998), se manteve os
183 níveis ideais para o cultivo da espécie.

184 3.2 Parâmetros de crescimento, índices zootécnicos e composição corporal do pacu

185 Resultados médios do rendimento de filé com pele foi de 55,24%, e de carcaça,
186 de 85,01% e conversão alimentar dos peixes foi de 2:1 O ganho de peso total foi em
187 média de 1,350kg, sendo que no início do cultivo os peixes tinham 52g, durante o
188 cultivo os mesmos tiveram um ganho de 1,298 kg (Figura 2). O peso diário dos foi de
189 2,88 g/dia, o valores da TCE 3,13%/dia.

190 Na Tabela 2 estão apresentados os indicadores dos parâmetros corporais dos
191 pacus produzidos em tanque escavado. Para os cálculos de taxa de sobrevivência
192 utilizamos valores encontrados por Rocha (2012) que em seu estudo com cultivo de
193 pacu em tanque escavados obteve taxa sobrevivência foi de 96% a 98%. Assumindo que
194 obtivemos taxas de sobrevivência semelhante, a biomassa estimada foi de 1.023,30 kg.

195 A composição corporal foi diferente para a maioria dos parâmetros quando
196 comparadas as coletas realizadas com amostras de peixes ao início e ao final do período
197 experimental tanto para peixe inteiro quanto para filé (Tabela 3).

198198

199 *3.3 Parâmetros bioquímicos do pacu*

200 Os valores apresentados na Tabela 4 são referentes às análises realizadas dos
201 parâmetros bioquímicos do músculo, fígado e brânquias coletados do pacu, no início e
202 final do cultivo. Apresentando diferença significativa dos parâmetros entre as amostras
203 coletas.

204204

205 *3.1. Viabilidade do cultivo*

206 Os resultados abaixo (Tabela 5) são referentes aos custos e investimento inicial
207 do projeto do monocultivo do pacu em tanque escavado e os custos variáveis. Os
208 investimentos realizados foram para a manutenção e reparos do tanque de terra já
209 existentes na propriedade, como equipamentos e outros complementos, somado a um
210 total de R\$ 14.550,00.

211 Em função da propriedade em análise já realizar a atividade piscícola, não foram
212 contabilizados os custos iniciais de implementação, porém foi contabilizado o custo de
213 reparo e manutenção no tanque, assim como a aquisição de equipamentos para despesa
214 e controle da qualidade da água, como oxímetro e pHmetro. Os custos variáveis durante
215 o cultivo foram de R\$ 5.230,50 referentes à aquisição dos alevinos, compra de ração,
216 medicamentos e reparos necessários (Tabela 5). A ração representa em média 70% dos
217 custos, sendo 2.025 kg de ração consumida.

218 Para o insumo ração, considerou-se a alimentação duas vezes ao dia, de acordo
219 com as exigências nutricionais da fase do peixe, ao valor médio de R\$ 45,63 kg por saca
220 de ração, o preço dos peixes foi o valor de R\$ 1,50/ alevino. Neste caso o produtor teria
221 que desembolsar mensalmente R\$ 348,70 e R\$ 4.184,40 anualmente. A mão de obra,
222 neste caso, foi estimada como um custo eventual, pois ela somente é utilizada quando é
223 realizada a despesa dos peixes, em vista de que a produção é realizada somente por
224 membros da família.

225 Os valores dos custos foram computados da seguinte maneira: o valor dos custos
226 variáveis, acrescidos de 4% a.a de juros e adicionada à depreciação dos equipamentos
227 adquiridos no investimento inicial. Desta forma, os valores diferem no decorrer dos
228 anos de cultivo.

229 Para os cálculos de taxa de sobrevivência utilizamos valores encontrados por
230 Rocha (2012) que em seu estudo com cultivo de pacu em tanque escavados obteve taxa
231 sobrevivência foi de 96% a 98%. Assumindo que obtivemos taxas de sobrevivência
232 semelhante, o número total de peixes variou entre 760 a 784, ocasionando um peso
233 médio de 1,350 kg no período analisado. Neste caso, a produção por ciclo foi em média
234 1.023,30 kg de peixe (97% sobrevivência) produzido em 0,25 hectares de lâmina
235 d'água, gerando a quantidade de 4.093,3 kg/ha.

236 O preço do pacu para as vendas foi repassado pelo produtor, neste caso os
237 valores podem variar conforme a região, a demanda e a oferta do produto, além do canal
238 de vendas. Isto posto, simularam-se as estimativas dos preços sob três variáveis: peixe
239 inteiro R\$ 12,50, R\$ 15,50 peixe eviscerado e R\$ 25,00 filé.

240 Resultados do preço médio da comercialização constam na Tabela 6, juntamente
241 com os resultados de receita e custo operacional estimado durante o período de análise.
242 Os resultados referentes à comercialização dos peixes foram calculados da seguinte
243 forma: o montante da receita (conforme a venda dos peixes), que foi distribuído em 50
244 % da produção foi vendido como peixes eviscerados e o restante dividido em peixes
245 inteiros e filés.

246 Se o produtor vendesse a totalidade do que ele produz em forma de peixe inteiro
247 ele teria uma receita bruta de R\$ 156.060,00 e R\$ 165.056,40 para peixes eviscerados e
248 R\$ 172.111,50 para filés. Contudo, este trabalho trouxe à proporção que ocorre na
249 prática, em que os produtores costumam utilizar este tipo de relação, condizente à
250 demanda e procura dos consumidores. Porém, existem alternativas que podem aumentar
251 a receita, variando apenas as formas de apresentação e vendas. Baseado nestas
252 circunstâncias, a Tabela 7 demonstra os indicadores auferidos no período de cultivo.

253253

254 **4. Discussão**

255 Existem diversos fatores que podem influenciar o crescimento dos peixes:
256 temperatura, disponibilidade de alimento, genética e densidade (Mourad 2012). No
257 presente estudo, os peixes apresentaram crescimento linear durante o cultivo, ocorrendo
258 uma estagnação do crescimento no período do inverno. A temperatura pode influenciar
259 no consumo de ração, crescimento, taxa metabólica e no desempenho durante o período
260 de cultivo. Os processos vitais geralmente são mais intensos em temperaturas quentes e

261 diminui em temperaturas mais baixas, ou seja, o melhor desempenho de crescimento
262 dos peixes está associado à época do ano, principalmente na região sul.

263 Foram encontradas conversão alimentar de 1,54 a 2,1 para diferentes faixas de
264 peso de pacu, no presente estudo a conversão alimentar foi de 2:1 estando assim dentro
265 dos padrões da espécie (Carneiro et al., 1992). De acordo com Contreras-Gusmán
266 (1994), os valores de rendimento de filé com pele variam de 32,8% e 59,8%, com uma
267 média de 50,5%. No presente estudo o rendimento de filé foi superior ao estudo citado
268 acima e ambos são superiores aos valores de rendimento de filé e carcaça foram
269 superiores aos obtidos para tilápias-do-Nilo (39,21% para filé com pele) (Sant'Ana
270 Faria et al., 2003) mostrando o potencial da espécie. Para rendimento de carcaça o
271 presente estudo foi semelhante ao de Benke et al. (2005) que registraram valores de
272 rendimento de carcaça (81,30 a 84,40%) quando avaliaram os cortes da carne de pacus.

273 Os resultados apresentaram diferença significativa para o fator de condição, que
274 segundo Araújo (2011) situa-se dentro dos limites indicados, que variam de 2,5 a 4,0
275 para a maioria das espécies. Neste caso, o parâmetro indicou que pacu obteve
276 crescimento alométrico positivo, na fase inicial do cultivo. A relação peso-comprimento
277 pode descrever o desenvolvimento relacionado às fases de vida da espécie, além das
278 modificações nas condições naturais, como a mudança de temperatura. Competição por
279 alimento e consumo de energia podem influenciar e alterar o tipo de crescimento (Araya
280 et al., 2005).

281 O menor valor de índice de gordura visceral (IVG) foi observado nos peixes
282 jovens, logo, animais adultos apresentaram maior reserva de IVG. A maior deposição de
283 lipídios pode ser em função das mudanças no perfil metabólico em decorrência da idade
284 do animal, quanto mais velho o animal, maior a deposição de gordura visceral. O pacu
285 possui capacidade em depositar gordura visceral, o que acarreta o aumento deste índice,

286 além do mais, animais com maiores pesos ao abate possuem tendência de aumentar as
287 concentrações de gordura visceral e na cavidade abdominal (Kubitza, 2004).

288 O valor de QI foi menor na fase inicial. Neste período ocorrem adaptações do
289 trato gastrointestinal, pois o peixe passa a receber alimentação artificial, conforme o
290 desenvolvimento ocorre o aumento das taxas de proliferação celular, hiperplasia,
291 ampliando a área de contato com o alimento e a absorção dos nutrientes, refletindo no
292 aumento do valor de QI e IDS (Leenhouders et al., 2006).

293 A composição de um pescado é bastante variável e dependem de fatores
294 relacionados à espécie, fase de crescimento, sexo, ambiente, época do ano, quantidade e
295 qualidade do alimento consumido e parte do corpo analisada (Lima et al., 2012).
296 Segundo Ogawa e Maia (1999), o músculo de pescado pode conter de 60 a 85% de
297 umidade, aproximadamente 20% de proteínas, e 0,6 a 36% de lipídios (este fator
298 apresenta uma maior variação). Contreras-Guzmán (1994) cita que a fração de matéria
299 mineral em peixes de água doce apresenta teores entre 0,90 e 3,39%, sendo valores
300 concordantes com o teor encontrado. Mujica e Lima (2011), estudando a composição
301 centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*), encontraram teores de 77,75% de
302 umidade, 1,60% de lipídios, 19,75% de proteínas e 0,70% de cinzas. Os valores
303 encontrados neste trabalho também são próximos aos referidos encontrados nos demais
304 estudos.

305 Os valores de composição centesimal de filés dos peixes analisados no presente
306 estudo estão dentro do esperado para a espécie quando comparados aos estudos de
307 Ramos Filho et al. (2008). No pescado, a umidade é o fator que mais varia, segundo
308 Ordóñez et al. 2005 apresenta uma correlação inversa com o conteúdo de lipídeos.
309 Assim, quando se constata um teor elevado de lipídios, a umidade mostra-se baixa e
310 vice-versa. Segundo Netto et al. (2010), a carne de pescado é qualificada de acordo com

311 o seu teor de gordura, onde valores menores que 2% de lipídeos definem um pescado
312 magro, valores que variam de 2 a 5%, determinam um pescado moderado e acima de
313 5%, é designado pescado gordo, como é o caso do jundiá e pacu (10,85 e 5,51%,
314 respectivamente). Souza e Maranhão (2001) relatam que peixes jovens possuem carne
315 com mais umidade e menos gordura que os adultos, visto que estão em fase de
316 crescimento, com menos gordura disponível como reserva.

317 Os lipídios, quando em níveis elevados em produtos cárneos e similares são o
318 principal determinante que provoca a degradação oxidativa (Jiang e Xiong, 2016;
319 Smaoui et al., 2016; Lahmar et al., 2018; Pogorzelska et al., 2018), sendo denominada
320 rancificação, gerando alteração de sabor, coloração, aroma e, portanto, dificultando a
321 aceitabilidade e diminuindo o tempo hábil para o consumo (Smaoui et al., 2016;
322 Pogorzelska et al., 2018). A rancificação é causada por compostos químicos ou espécies
323 reativas de oxigênio que causam a quebra das ligações duplas nas frações fosfolipídicas
324 das membranas biológicas, mais suscetíveis em peixes por possuírem maior grau de
325 insaturação (Ruff et al., 2004; Fogaça e Sant'ana 2009). Quando isto ocorre é possível
326 que haja formação de hidroperóxidos, aldeídos e outros produtos tóxicos secundários
327 (Sasaki et al., 2001; Wagner e Elmadfa, 2001).

328 No caso do pacu, a qualidade de sua carne é influenciada pela fase de engorda e
329 tempo de cultivo. A presença de características desagradáveis como o excesso de
330 gordura na carcaça pode comprometer as características organolépticas, rendimento de
331 filé e, conseqüentemente, seu valor comercial (Meurer et al., 2002).

332 Os resultados dos parâmetros bioquímicos mostram que há uma maior
333 quantidade de glicose, estimulando a secreção do hormônio insulina pelo pâncreas que,
334 conseqüentemente, estimula a lipogênese (Granner e Pilkis 1990). As enzimas que
335 participam dos processos de lipogênese e armazenamento lipídico nos peixes são

336 afetadas pelos ingredientes da dieta fornecida para o animal (Bastos, 2012). As
337 atividades das enzimas envolvidas na lipogênese também dependem da frequência
338 alimentar, de fatores hormonais e fisiológicos (Sanden et al., 2003).

339 Os valores de AA livres e proteína apresentados na Tabela (4) apresentaram
340 valores maiores todos os tecidos. Os AA livres têm várias procedências, dentre elas, a
341 absorção intestinal de proteínas hidrolisadas ingeridas na dieta (Cowey e Walton, 1989).
342 Os principais destinos desses aminoácidos são: a síntese proteica, de glicose através de
343 gliconeogênese e o uso como fonte de energia no caso do fígado (Mommsen e Walsh,
344 1992; Mommsen et al., 1986 Mommsen e Plisetskaya, 1991).

345 Neste caso é importante que sejam estabelecidos os níveis adequados de cada
346 aminoácido essencial, bem como das relações energia/proteína, para cada espécie, pois
347 as mesmas diferem e apresentam habilidades intrínsecas quanto à utilização dos
348 nutrientes da ração, correlacionadas especialmente ao hábito alimentar e às
349 características do sistema digestório (Boscolo et al., 2011).

350 O aumento de lactato muscular mostra a possibilidade da conversão do lactato
351 pelo fígado (ciclo de Cori). No músculo e no fígado ocorreu o aumento de lactato, isso
352 ocorre, pois, a glicólise anaeróbica aumenta em peixes adultos. A atividade realizada
353 por fibras musculares brancas é abastecida pela via oxidativa não dependente de
354 oxigênio, glicólise anaeróbica (Moyes et al., 1989).

355 Como o lactato é um dos substratos gliconeogênicos, sua reciclagem mantém
356 seu balanço entre a produção e o consumo (Moon e Foster, 1995; Moyes e West, 1995;
357 Weber e Haman, 1996; Richards et al., 2002; Jobling, 2006).

358 O Ciclo de Cori transfere energia potencial na forma de glicose do fígado para
359 tecidos periféricos, assim, em animais mais velhos, esse processo disponibiliza a
360 energia demandada pelo organismo (Silveira et al., 2009). A glicose sanguínea é mantida

361 pelos processos hepáticos de gliconeogênese e glicogenólise (Navarro e Gutiérrez,
362 1995). Os estoques de glicogênio do músculo são direcionados para a obtenção de
363 energia repentina, como a atividade natatória (Van Den Thillart e Van Raaij, 1995).

364 Os níveis de TBARS, que aumentaram, sugere que o pico da degradação
365 lipídica, cujo subproduto é o MDA, ocorre na fase onde o peixe está na fase adulta,
366 apresentando maior taxa de peroxidação por ação dos radicais livres.

367 O pacu é uma espécie que com tendência ao acúmulo de gordura corporal, esse
368 aumento da deposição lipídica favorece a oxidação dos mesmos, alterando a
369 palatabilidade da carne (Drumond, 2012). Desta forma é importante o conhecimento do
370 metabolismo lipídico desta espécie para a elaboração de dietas equilibradas que
371 proporcionem uma ótima qualidade de carne e desempenho (Ribeiro et al., 2013). Isto
372 posto, são necessárias pesquisas sobre dietas que diminuam a deposição lipídica do
373 pacu, assim como conhecer seu metabolismo, favorecendo a produção de um filé de
374 qualidade com maior valor agregado.

375 A qualidade do pescado e/ou do produto é importante para o sucesso da
376 piscicultura, assim como a capacidade de administrar a atividade e o preço de venda
377 (Engle, 2010), a administração da atividade engloba conhecimento técnico para toma de
378 decisão quanto ao manejo, assim como conhecer ferramentas e conceitos econômicos.

379 Para avaliação e simulação econômica é importante conhecer a capacidade de
380 produção das instalações e a resposta zootécnica já abordada acima, assim como a
381 sobrevivência dos animais em cultivo. A capacidade de suporte de um tanque sem
382 aeração é de 5.800 kg/ha (Xu et al., 2011) quando se pretende alcançar um peso de
383 abate de aproximadamente, 1.500 a 2.000 kg. Considerando que o tanque tem 2.500 m²,
384 a capacidade de suporte desse tanque seria de 1.450 kg, no presente estudo a biomassa
385 final estimada foi de 1.023,300 kg, ou seja não atingiu a capacidade suporte, nos

386 encorajando a assumir altas taxas de sobrevivência como estimativa (97-99% - a
387 depender do período). Corroborando com esses resultados Gomes et al, (2000)
388 salientam que peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam boa taxa
389 de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência (Gomes et al., 2000).

390 Assim como o estudo de Ribeiro et al. (2020), que mostra que produzir tilápias
391 em sistema semi-intensivo no noroeste do Rio Grande do Sul é uma atividade viável
392 gerando valores econômicos positivos para a propriedade rural. O presente estudo
393 também se mostrou viável e possui características semelhantes com o estudo citado
394 acima, com a diferença da espécie escolhida, no caso, o pacu. Para iniciar o cultivo em
395 questão, o investimento inicial foi de R\$ 14.550,00, que é relativamente baixo em
396 função da durabilidade e retorno econômico da atividade. Todo valor empregado na
397 atividade é restaurado, gera excedente e se mantém ao longo do tempo (Freitas et al.,
398 2015), além de ser uma alternativa de renda em propriedades familiares.

399 Nos indicadores (Tabela 7) observa-se que a TMA estipulada é de 5% a cada
400 real investido. Baseado nisto, TIR foi de 18%, ou seja, o projeto com estas
401 especificidades é capaz de saldar o investimento inicial (R\$ 14.550,00) e remunerar o
402 capital investido, isto porque a TIR deve ser superior à TMA (Santos et al., 2011). Caso
403 a TIR resultasse em valor menor que a TMA, o projeto seria inexecutável (Gitman,
404 2002).

405 O VPL do empreendimento foi de R\$ 10.904,36 tornando atraente do ponto de
406 vista econômico, visto que qualquer valor positivo já representa o mínimo de
407 recuperação do capital investido (Barcellos e Fagundes, 2012). O IL indica que para
408 cada R\$ 1,00 investido será possível gerar R\$ 2,77 valor presente por meio dos fluxos
409 de caixa. Nessas condições, pode-se dizer que o investimento é capaz de remunerar o
410 capital investido e gerar lucro.

411 Trabalhos como o de Ritter et al. (2013), apresentam a produção do policultivo
412 de carpas, jundiás e tilápias-do-Nilo, com valor de TIR entre 15,61%, mostrando ser
413 uma atividade apropriada para pequenas propriedades. Vilela et al. (2012) realizaram
414 um estudo com tambaqui em tanque escavado, e a mesma mostrou-se uma atividade não
415 rentável com TIR de 6,48% . Neste caso, é importante avaliar a região, a demanda e as
416 formas de comercialização para a realização do projeto.

417 A atividade de piscicultura apresenta vantagens para produtores que optam por
418 realizar investimentos com retornos de curto prazo. Neste sentido, observa-se que a
419 piscicultura além de ter retornos econômicos ao produtor, corrobora com aspectos
420 socioculturais da consolidação da pluriatividade em famílias que se integram em outras
421 atividades ocupacionais, combinando-as com atividades agrícolas já existentes na
422 propriedade, podendo ser uma alternativa extra de renda (Schneider, 2003; Paris, 2012).

423 Vale ressaltar, além destes fatores, a baixa utilização de mão de obra e
424 diversificação das espécies que podem ser cultivados, juntamente com a mudança dos
425 preços de venda, gerando maiores retornos econômicos.

426 O presente estudo apresenta que há retorno econômico no monocultivo de pacu,
427 mesmo com a utilização de um sistema com baixo uso de tecnologias e baixa densidade.
428 Apresentando-se uma atividade rentável para pequenos produtores que buscam
429 diversificar suas atividades e aumentar sua renda na propriedade, contribuindo para a
430 cadeia aquícola, com produção de carne de peixe de qualidade, gerando
431 desenvolvimento e atraindo novos consumidores para o setor do pescado.

432432

433 Agradecimentos

434 O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de
435 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de
436 Financiamento 001. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Palmeira
437 das Missões.

438

439 Referências

440 Agostinho, A.A., Gomes, H.I.; Suzuki, H.F., Júlio-Jr., 2003. Migratory fish from the
441 upper Paraná river basin, Brazil, p.19-99. In: J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross, A.
442 Baer and C. Ross (ed.). *Migratory Fishes of South America: Biology, social*
443 *Importance and Conservation Status*. World Fisheries Trust, The World Bank and the
444 International Development Research Centre, Victoria, Canadá.

445 Aoac. Association of Official Analytical Chemists. 1995. *Official Methods of Analysis*.
446 16 ed., 1137 p.

447 Apha. American Public Health Association, 2005. *Standard Methods for the*
448 *Examination of Water and Wastewater*. 21st ed. APHA, Washington.

449 Araújo C.C., Flynn M.N., Pereira W.R.L., 2011. Fator de condição e relação peso-
450 comprimento de Mugil curema valenciennes, 1836 (pisces, mugilidae) como
451 indicadores de estresse ambiental. *Revista Intertox Toxicologia*. Risco Ambiental
452 Sociedade 4(3): 51-64.

453 Barcellos, G. J. L.; Fagundes, M., 2012. *Policultivo de jundiás, tilápias e carpas: uma*
454 *alternativa de produção para a piscicultura rio-grandense*. 2 edição. Passo Fundo:
455 Universidade de Passo Fundo.

456 Araya, P. R., Agostinho, A. A., Bechara, J. A., 2005. The influence of dam construction
457 on a population of *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) (Pisces, Anostomidae)
458 in the Yacyreta Reservoir (Argentina). *Fisheries Research*, v. 74, p. 198–209.

459 Baldin, E. 2014. *Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira de um Empreendimento*
460 *Comercial e de Prestação de Serviços Técnicos* Universidade do Extremo Sul
461 Catarinense - Unesc Setor De Pós-Graduação Lato Sensu. Criciúma.

- 462 Bastos, V. A.A., 2012. Comparação do perfil lipídico e da lipogênese hepática entre os
463 peixes troglóbios *Ancistrus Cryptophthalmus* e epígeos *Ancistrus* sp. Lavras: UFLA,
464 95p.
- 465 Beamish, F. W., Thomas, E., 1984. Effect of dietary protein and lipid on nitrogen loss in
466 rainbow trout. *Aquaculture*, 41:359-371. [https://doi.org/10.1016/0044-](https://doi.org/10.1016/0044-8486(84)90203-5)
467 8486(84)90203-5.
- 468 Benke, B., Bombardelli, R.A., Sanches, E.A, et al. 2005. Características morfológicas
469 e rendimento de cortes da carne do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em
470 tanques-rede no reservatório de Itaipu. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de
471 Pesca Conbep, 14. Anais, Fortaleza.
- 472 Bittencourt, F., Feiden, A., Signor, A. A., Boscolo, W. R., Lorenz, E. K., Maluf, M. L.
473 F., 2010. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em
474 tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(11), 2323-2329.
475 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001100002>.
- 476 Borghetti, J.R., Canzi, C., 1993. The effect of water temperature and feeding rate on the
477 growth rate of pacu (*Piaractus brachypomus*) raised in cages. *Aquaculture* 114 (1–2),
478 93–101 <https://doi.org/10.1016/0044-8486%2893%2990253-U>.
- 479 Boscolo, W. R., Signor, A., Freitas A. J. M.; Bittencourt, F., Feiden, A., 2011. Nutrição
480 de peixes nativos. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.40, p.145-154.
- 481 Bradford, M. M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram
482 quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical*
483 *Biochemistry*, 72, 248–254. <https://doi.org/10.1016/j.sbi.2014.10.005>.
- 484 Brande, M. R., Leonardo, A.F.G., Ganoa, C.A.P., Reis Neto, R.V., Bueno, G.W., 2019.
485 Viabilidade bioeconômica de pisciculturas familiares produtoras de pacu (*Piaractus*
486 *mesopotamicus*) em área de Mata Atlântica em São Paulo, Brasil. *Revista Custos e*
487 *Agronegócio On Line*, v. 15, p. 2-18.
- 488 Buege, J. A., & Aust, S. D., 1975. Microsomal lipid peroxidation. *Journal of Physics:*
489 *Conference Series*, 71, 302–310. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/71/1/012004>.
- 490 Carneiro, D.J., Wagner, P.M., Dias, T.C.R., Carvalho, D.D.G., 1992. Efeito da
491 densidade de estocagem e do nível de proteína bruta no desempenho de produção do
492 pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Resultados preliminares. Simpósio Brasileiro de
493 Aqüicultura, 7. Anais SIMBRAQ. Peruíbe, SP. pp. 14.
- 494 Catacutan, M.R.; Pagador, G.E.; Teshima, S., 2001. Effect of dietary protein and lipid
495 levels and protein to energy rations on growth, survival and body composition of the

- 496 mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal 1775). *Aquaculture*
497 *Research* 32 (10), 811–818. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00618.x>.
- 498 Cian, R. E.; Bacchetta, C.; Cazenave, J.; Drago, S. R., 2018. Extruded fish feed with
499 high residual phytase activity and low mineral leaching increased *P. mesopotamicus*
500 mineral retention. *Animal Feed Science and Technology*, v. 240, p. 78-87.
501 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.03.016>.
- 502 Drumond, M.M. 2012. Ractopamina para pacus (*Piaractus mesopotamicus*) em fase de
503 terminação. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de
504 Lavras, UFLA. Lavras-MG.
- 505 Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A.; Smith, F., 1956. Colorimetric
506 method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*,
507 28(3), 350–356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>.
- 508 Engle, C.R., 2010. Aquaculture Economics and Financing: Management and Analysis.
509 Editora: Wiley-Blackwell, 1.Ed., p.115-183.
- 510 Contreras-Gusmán, E.S. 1994. Bioquímica de pescados e derivados. Jaboticabal: Funep.
- 511 Cowey C.B.; Walton M.J., 1989. Intermediary metabolism. In Fish nutrition. J.Halver,
512 editor. Academic Press, New York. 259-329.
- 513 Fogaça, F., Sant'ana, L. S., 2009. Oxidação lipídica em peixes: mecanismo de ação e
514 prevenção. *Archives of Veterinary Science*, p.117-127.
- 515 Fao- Food and Agriculture Organization – FAO 2018. The State of World Fisheries and
516 Aquaculture (2018). Meeting the sustainable development goals. Retrieved from:
517 <http://www.fao.org/3/i9540en/i9540en.pdf>.
- 518 Franco, A. L., Galli, O. C., 2007. Método para análise de investimentos: alternativa para
519 classificação de projetos com prazo e volume de recursos diferentes. In: XXVII
520 Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- 521 Gitman, Lawrence J., 2002. Princípios de Administração Financeira. São Paulo: 7ª
522 edição. Editora: harbra 841 p.
- 523 Granner, D.; Pilkis, S., 1990. The genes of hepatic glucose metabolism. *The Journal of*
524 *Biological Chemistry*, Bethesda, v.265,n.18,p.10173-10176.
- 525 Jiang, J.; Xiong, Y. L., 2016. Natural antioxidants as food and feed additives to promote
526 health benefits and quality of meat products: a review. *Meat Science*, v.120, p.107-
527 117. DOI:10.1016/j.meatsci.2016.04.005.

- 528 Jobling, M., 2006. Some effects of temperature, feeding and body weight on
529 nitrogenous excretion in young plaice (*Pleuronectes platessa* L.) *Journal of*
530 *Experimental Biology*. 18: 87-96. DOI:10.1111 / j.1095-8649.1981.tb03763.x.
- 531 Jomori, R.K., Carneiro, D.J., Martins, M.I.E.G., Portella, M.C., 2005. Economic
532 evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing
533 systems. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 243, n. 1, p. 175- 183.
534 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.034>.
- 535 Kubitza, F., 2006. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. *Panorama da*
536 *Aquicultura*, v. 16, p. 13–24.
- 537 Lahmar, A., Morcuende, D., Andrade M. J. et al., 2018. Prolonging shelf life of lamb
538 cutlets packed under high-oxygen modified atmosphere by spraying essential oils
539 from North-African plants. *Meat Science*, v.39, p.56-64. [https://doi.org/10.1016 /](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.015)
540 [j.meatsci.2018.01.015](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.015).
- 541 Leenhouders, J.I., Adjeiboateng, D., Verreth, J.A.J., Schrama, J.W., 2006. Digesta
542 viscosity, nutrient digestibility and organ weights in african catfish (*Clarias*
543 *gariiepinus*) fed diets suplemente with diffente levels of a soluble non-starch
544 polysaccharide. *Aquaculture Nutrition*, v. 12, p. 111-116.
545 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00389.x>.
- 546 Lima, M. M., Mujica, C. P. I., Lima A. M., 2012. Caracterização química e avaliação do
547 rendimento em filés de caranha (*Piaractus mesopotamicus*) *Brazilian Journal of*
548 *Food Technology IV SSA*, p. 41-46. [https://doi.org/10.1590/S1981-](https://doi.org/10.1590/S1981-67232012005000031)
549 [67232012005000031](https://doi.org/10.1590/S1981-67232012005000031).
- 550 Liranco, A. D. S., Romagosa, E., Scorvo-Filho, J. D., 2011. Desempenho produtivo de
551 *Pseudoplatystoma corruscans* estocados em sistemas de criação: semi-intensivo
552 (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede). *Ciência Rural*, Santa Maria , v. 41, n.
553 3, p. 524-530.
- 554 Machado, M.G.S., Sgarbieri, V.C., 1991. Partial characterization of proteins from Pacu
555 (*Colossoma mitrei*, berg 1895). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.39 (10),
556 1715–1718. <https://doi.org/10.1021/jf00010a003>.
- 557 Mourad, N, M. N., 2012. Crescimento ponderal e morfométrico do pacu *Piaractus*
558 *mesopotamicus*, tambaqui *Colossoma macropomum* e seus híbridos da primavera ao
559 inverno. Dissertação de mestrado- Universidade Federal de Lavras, UFLA. Lavras-
560 MG.

- 561 Mommsen T.P., 1986. Comparative gluconeogenesis in hepatocytes from salmonid
562 fishes. *Canadian Journal of Zoology*. 64: 1110-1115.
- 563 Mommsen T.P., Plisetskaya E.M., 1991. Insulin in fishes and agnathans: history,
564 structure, and metabolic regulation. *Reviews in Aquatic Sciences*. 4: 225-259.
- 565 Mommsen T.P., Walsh P.J., 1992. Biochemical and environmental perspectives on
566 nitrogen metabolism in fishes. *Experientia*. 48: 583-593.
- 567 Mujica, P. I. C., Lima, M. M., 2011. Caracterização físicoquímica e avaliação do
568 rendimento em filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Congresso
569 Sergipano de Ciências, 2011, Aracaju. Anais... Aracaju: Associação Sergipana de
570 Ciência.
- 571 Nascimento, F. L., Oliveira, M. D., 2010. Noções básicas sobre piscicultura e cultivo
572 em tanques-rede no Pantanal. Embrapa Pantanal. Corumbá, 28 p.
- 573 Navarro, I., Gutierrez, J., 1995. Fasting and starvation. In: Hochachka, P. W.,
574 Mommsen, T.P. (Ed.) *Metabolic Biochemistry, Biochemistry and Molecular Biology*
575 *of Fishes*. Amsterdam: *Elsevier Science*, v. 4, p. 393-432.
- 576 Netto, J. P. C., Boscolo, W. R., Feiden, A., Maluf, M. L. F, Freitas, A. J. M., Simões,
577 M. R., 2010. Formulação, análises microbiológicas, composição centesimal e
578 aceitabilidade de empanados de jundiá (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus*
579 *mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Revista do Instituto Adolfo Lutz*
580 (Impresso), 69(2),181-187.
- 581 Noronha J.F., 1981. Projetos agropecuários, administração financeira, orçamentação e
582 avaliação econômica. São Paulo: FEALQ, 274p. Embrapa Pecuária Sudeste;
583 Embrapa Semiárido.
- 584 Ogawa, M., Maia, E. L., 1999. Química do pescado. In: Ogawa, M.; Maia, E. L. *Manual*
585 *de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado*. São Paulo: Varela, v. 1, cap. 4, p. 27-71.
- 586 Ordóñez Pereda J.A., Rodríguez M.I.C., Álvarez L.F., Sanz, M.L., Minguillón,
587 G.D.G.F., Perales, L.H., Cortecero, M.D.S., 2005. *Tecnología de alimentos*. v.2.
588 *Alimentos de origem animal*. São Paulo: Artmed: 279p.
- 589 Ostrensky, A., Boeger, W., 1998. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*.
590 Guaíba: Agropecuária, 211p.
- 591 Paris, V. M. W., 2012. *Piscicultura, alternativa de renda para pequena propriedade*.
592 2012. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade
593 Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

- 594 Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Mapa-múndi atualizado da
595 classificação climática Köppen - Geiger Hidrologia e ciências da terra sistema
596 Discussões, 4(2):439-473.Hal Id: 00298818.
- 597 Pereira, C., Vijayan, M. M., Moon, T.W., 1995. In vitro hepatocyte metabolism PF
598 alanine and glucose and the response to insulin infed and fasted rain bow trout
599 *Journal of Experimental Zoology.*, 271, 425. <https://doi.org/10.1002/jez.1402710603>.
- 600 Pogorzelska, E., Godziszewska J., Brodowska, M. et al., 2018.Antioxidant potential of
601 Haematococcus pluvialis extract rich in astaxanthin on colour and oxidative stability
602 of raw ground pork meat during refrigerated storage. *Meat Science*, v.135, p.54-61.
603 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.09.002>.
- 604 Pullela, S.V.S., 1997. Aquaculture of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and a
605 comparison of its quality: microbiological, sensory and proximate composition.
606 Master's thesis. Department of Food Science and Technology, Faculty of the
607 Virginia Polytechnic Institute and State University.
- 608 Ramos Filho, M. M.; Ramos, M. I. L.; Hiane, P. A.; Souza, E. M. T., 2008. Perfil
609 lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul.
610 *Ciência Tecnologia e Alimentos*. Campinas, v. 28, n. 2, p. 361-365. DOI:
611 <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000200014>.
- 612 Ruff, N., Cross, T., Fitzgerald, R. D., 2004. Distribution of α -tocopherol in fillets of
613 turbot (*Scophthalmus maximus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*),
614 following dietary α -tocopheryl acetate supplementation. *Aquaculture Nutrition*, v.10,
615 p.75-81. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00280.x>.
- 616 Saint-Paul, U., 1989. As espécies indígenas prometem maiores rendimentos. NAGA,
617 World Fish Center Quarterly,12,3-6.
- 618 Sanden, M., Froyland, L., Henre, G.I., 2003. Modulation of glucose-6-phosphate
619 dehydrogenase, 6-phosphogluconate dehydrogenase and malic enzyme activity by
620 glucose and alamina in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. hepatocytes. *Aquaculture*,
621 Amsterdam, v. 221, n.3,p.469-480.
- 622 Sant'Ana, R. H. F., Souza, R. M. L., Petra, M. W., Povh, J. A., Ribeiro, R.P., 2003.
623 Rendimento do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus,
624 1757) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) *Acta Scientiarum*.
625 Animal Sciences Maringá, v. 25, no. 1, p. 21-24.

- 626 Santos, A B., Santana, D., Almeida, E.G., 2011. Viabilidade econômica-financeira da
627 piscicultura na região noroeste do estado de Mato Grosso. *Revista Científica da Ajes*,
628 Mato Grosso,4 (1),1–9.
- 629 Sasaki, K., Mitsumoto, M., Kawabata, K., 2001. Relationship between lipid
630 peroxidation and fat content in Japanese Black beef Longissimus muscle during
631 storage. *Meat Science*, v.59, n.4, p.07-310.
- 632 Schneider, S., 2003. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. *Revista*
633 *Brasileira de Ciências Sociais*. São Paulo, v. 18, n. 51, fev.
- 634 Silva, J.R., Rabenschlag, D.R., Feiden, A., Boscolo, W.R., Signor, A.A., Bueno, G.W.,
635 2012. Produção de pacu em tanques-rede no Reservatório de Itaipu, Brasil: Retorno
636 Econômico. *Archivos de Zootecnia* vol. 61, 234, p. 246.
- 637 Silveira, U, S., Logato, P. V. R., Pontes, E. C., 2009. Utilização e metabolismo dos
638 carboidratos em peixes. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.6, nº1, p. 817-336.
- 639 Sipaúba-Tavares, L.H., 1994. Limnologia aplicada à aquicultura. Jaboticabal: FUNEP.,
640 70p.
- 641 Smaoui, S., Hsouna A. B., Lahmar A. et al. 2016. Bio-preservative effect of the
642 essential oil of the endemic *Mentha piperita* used alone and in combination with Bac
643 in stored minced beef meat. *Meat Science*, v.117, p.196-204, DOI:
644 <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.006>.
- 645 Souza, M.L.R., Maranhão, T.C.F., 2001. Rendimento de carcaça, file e subprodutos da
646 filetagem da tilápia do nilo, *Oreochomis niloticus* (L), em função do peso corporal.
647 *Acta Scientiarum*. Maringá, v.23, n. 4, p. 897-901. DOI:
648 <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v23i0.2643>.
- 649 Spies, J.R., 1957. Colorimetric procedures for amino acids. *Methods Enzymol.* 3, 467–
650 477. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(57\)03417-5](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(57)03417-5).
- 651 Uchoi, R., Shyama, S., Gollandaj, A., Sreenath, V.R., Yadav, R.P., 2015. Growth
652 potential of Pacu, *Piaractus Brachypomus* in different culture approach. *Research*
653 *Journal of Animal, Veterinary and Fishery Science* 3 (6), 8–13. ISSN 2320 – 6535.
- 654 Valladão, G.M.R., Gallani, S.U., Pilarski, F., 2016. Peixes da América do Sul para
655 aquicultura continental Avaliações em aquicultura, 10 (2),351-369.
- 656 Van Den Thillart, G. V. D., Van Raajl, M., 1995. Endogenous fuels, nom invasive versus
657 invasive approaches. In: Hochachka, P. W., Mommsen, T.P. (Ed.) *Biochemistry and*
658 *Molecular Biology of Fisches*. *Elsevier Science*, Amsterdam, pp. 33-64.

- 659 Verdouw, H., Van Echteld, C. J. A., Dekkers, E. M. J., 1978. Ammonia determination
660 based on indophenol formation with sodium salicylate. *Water Research*, 12(6), 399–
661 402. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(78\)90107-0](https://doi.org/10.1016/0043-1354(78)90107-0)
- 662 Vila Nova, C. M. V. M., Godoy, H. T., Aldrigue, M. L., 2005. Composição química,
663 teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis*
664 *niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*,
665 Campinas, v. 25, n. 3, p. 430-436. DOI: [https://doi.org/10.1590/S0101-](https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000300007)
666 [20612005000300007](https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000300007).
- 667 Vilela, M.C., Araújo, K.D., de; Machado, L. S., Machado, M.R.R., 2013. Análise da
668 viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados.
669 *Custos e agronegócio on line* - v. 9, n. 3 – Jul/Set - 2013. ISSN 1808-2882.
- 670 Wagner, K.H., Elmadfa, I., 2001. Effects of tocopherols and their mixtures on the
671 oxidative stability of olive oil and linseed oil under heating. *Journal of Lipid Science*
672 *and Technology*. v.103, p.624-629.
- 673 Wood, T., Hopkins, C., Hogstrand, P.W., 1995. Pulsatile urea excretion in the toadfish
674 *Opsanus beta*: an analysis of the rates and routes. *Journal of Experimental Biology*.
675 198:1729-1741.
- 676 Xu, S., Chen, Z., Li, C., Huang, X., Li, Shiyu., 2011. Assessing the carrying capacity of
677 tilapia in an intertidal mangrove-based polyculture system of Pearl River Delta,
678 China. *Ecological Modelling* 222, 846–856. DOI: [https://doi.org/10.1016 /](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.11.014)
679 [j.ecolmodel.2010.11.014](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.11.014).
- 680

681 Tabela 1- Parâmetros de qualidade da água no decorrer do cultivo

Parâmetros	Inicial	1º	2º	Trimestre			Médias
				3º	4º	5º - Final	
Temperatura (°C)	27,95±4,3	26,1±5,09	18±5,2	20,5±4,72	24±4,24	21±6,5	23,91±2,42
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	6,14±1,56	5,85±1,35	9±2,3	8,2±1,46	7±1,22	5±2,1	6,44±0,93
pH	7,29±0,3	7,15±0,49	7±0,87	7±0,4	6±0,7	6,5±0,43	6,78±0,42
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	40,5±17,7	44±8,96	35±7,2	40±7,79	35±5,7	39±7,3	39,7±2,16
Dureza (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	41,5±13,6	31,5±8,5	42±4,1	45±5,57	40±6,8	50±9,2	41,6±4,72
Amônia (mg L ⁻¹)	0,25±0,18	0,2±0,15	0,1±0,05	0,2±0,16	0,1±0,05	0,2±0,15	0,19±0,03
Transparência (cm)	67±32,91	39±12	36±7	35±9	27±13,5	30±8,6	39,6±10,96

682 Valores médios ± desvio padrão.

683

684 Tabela 2- Fator de condição, índice hepato-somático, gordura visceral, índice digestivo-
 685 somático e quociente intestinal de pacus cultivados em tanque escavado

Parâmetro	Inicial	Final	p
FC	2,89 ± 0,44 ^a	1,97 ± 0,14 ^b	<0,01
IHS	2,76 ± 0,65 ^a	1,52 ± 0,21 ^b	<0,01
IGV	1,01 ± 0,79 ^a	2,90 ± 0,80 ^b	<0,01
IDS	5,73 ± 2,10	5,00 ± 0,60	NS
QI	149,60 ± 23,05 ^a	204,20 ± 24,55 ^b	<0,01

686 Valores expressos como média ± desvio padrão. NS: não significativo. Parâmetros: FC: fator de condição; IHS:
 687 índice hepato-somático; IGV: índice de gordura visceral; IDS: índice digestivo-somático; QI: quociente
 688 intestinal.

689

690

691 Tabela 3- Composição centesimal inicial e final dos peixes cultivados em tanque escavado

Parâmetros	Inicial	Final	P
	Peixe inteiro		
Proteína bruta(%)	11,33 ± 0,87 ^a	16,28 ± 2,47 ^b	<0,01
Umidade(%)	78,09 ± 0,79 ^a	61,82 ± 1,55 ^b	<0,01
Matéria mineral(%)	2,31 ± 0,32	4,09 ± 0,58	NS
Lipídios (%)	7,62 ± 0,61 ^b	18,52 ± 2,91 ^a	<0,01
	Filé		
Proteína bruta(%)	15,89 ± 1,63 ^b	18,06 ± 0,80 ^a	<0,01
Umidade(%)	81,45 ± 0,33	74,75 ± 2,97	NS
Matéria mineral(%)	3,02 ± 0,23 ^a	1,56 ± 0,18 ^b	<0,01
Lipídios(%)	0,92 ± 0,15 ^b	3,60 ± 1,38 ^a	<0,01

692 NS: Não significativo (p>0,05). Valores expressos como média ± desvio padrão.

693

694

695 Tabela 4- Parâmetros bioquímicos de pacus cultivados em tanque escavado

696

Parâmetro	Inicial	Final	P
Fígado			
AA livre (µmol/g)	6,37±0,18 ^b	19,96±9,09 ^a	0,0001
Proteína (mg/g)	5,55±5,80 ^b	25,57±9,08 ^a	0,0001
Amônia (µmol/g)	3,63±8,77	1,52±8,79	NS
Glicose (µmol/g)	6,52±0,58 ^b	14,26±5,9 ^a	0,0002
Glicogênio (µmol/g)	16,91±5,76	22,43±5,82	0,10
Lactato (mg/dL)	7,11±9,85 ^b	16,11±9,02 ^a	0,0001
TBARS (nmol MDA/g)	15,73±1,86 ^b	19,29±2,64 ^a	0,00012
Músculo			
AA livre (µmol/g)	9,30±2,96 ^b	15,25±1,45 ^a	0,01
Proteína (mg/g)	4,07±8,01 ^b	18,68±2,53 ^a	0,009
Amônia (µmol/g)	1,44±6,12	1,72±4,62	NS
Glicose (µmol/g)	6,31±9,03 ^a	2,81±5,07 ^b	0,001
Glicogênio (µmol/g)	1,17±4,56	1,64±5,81	0,05
Lactato (mg/dL)	2,73±8,78 ^b	4,73±5,71 ^a	0,01
TBARS (nmol MDA/g)	3,14±6,10 ^b	8,43±3,34 ^a	0,003
Brânquias			
TBARS (nmol MDA/g)	12,13±1,55 ^b	21,98±9,91 ^a	0,0001

697 AA: Aminoácidos; TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico mesma. Médias com letras diferentes na
698 linha indicam diferença significativa (p<0,05).

699

700

701 Tabela 5- Investimentos de implantação e custos variáveis para produção de pacu em viveiro
 702 escavado

703

	Produtos/serviços	Unidade	Valor (R\$)	Quantidade	Total (R\$)	
Implantação	Escavação do tanque	h/máq	250,00	8	2.000,00	
	Monge/encanamento	Unidade	1.000,00	1	1.000,00	
	Equipamentos para despesca	Unidade	2.550,000	2	5.100,00	
	Oxímetro	Unidade	5.000,000	1	5.000,00	
	PHmetro	Unidade	500,000	1	500,00	
	Kit qualidade da água	Unidade	200,000	2	400,00	
	Balança	Unidade	50,00	1	50,00	
	Adubação/calagem	kg	1,00	500	500,00	
	Subtotal				R\$ 14.550,00	
	Custos Variáveis	Ração extrusada 45% PB	sacas	94,00	3	282,00
Ração extrusada 36% PB		sacas	68,00	8	544,00	
Ração extrusada 32% PB		sacas	41,00	70	2.870,00	
Calcário		sacas	20,00	3	60,00	
Medicamentos/ sanidade		unidade	200,00	1	200,00	
Mão de obra eventual		dias	100,00	1	100,00	
Alevinos		unidade	1,50	783	1.174,50	
Subtotal				R\$ 5.230,50		
Custos Totais				R\$ 19.780,50		

704 h/máq: hora máquina trabalhada. PB: proteína bruta. Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

705

706

707

708 Tabela 6- Receitas e custos operacionais do período analisado

Período ano	Receita/ano (R\$)	Custo/ano (R\$)
0		
1		5.230,50
2	14.026,23	5.439,72
3	13.955,36	5.657,31
4	13.850,46	5.883,60
5	13.708,44	14.168,95
6		6.363,70
7	13.633,92	6.618,25
8	13.491,90	6.882,98
9	13.698,32	7.158,30
10	13.992,48	15.494,63
11		7.742,42
12	13.813,34	8.052,11
13	13.278,20	8.374,20
14	13.590,86	8.709,17
15	13.806,59	9.057,53
Total	R\$164.846,07	R\$ 120.833,38

709 Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

710

711

712

713 Tabela 7-- Indicadores de viabilidade do monocultivo no pacu

Variáveis	
Investimento (R\$)	14.550,00
Receita Bruta (R\$)	164.846,07
TMA (%)	5
Período (anos)	15
VPL (R\$)	10.904,36
TIR (%)	18
IL (R\$)	2,77
VPL unitário (R\$)	1,77

714 TMA: taxa mínima de atratividade; VPL: valor presente líquido; IL: índice de lucratividade; Fonte: Elaborada
 715 pelos autores (2020).

716

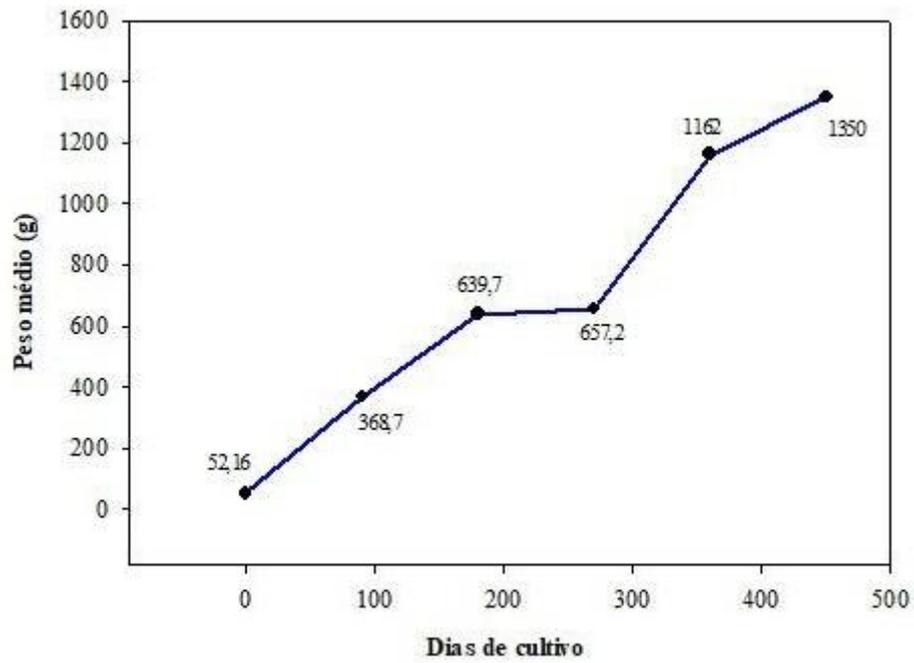


Figura 1- Crescimento dos pacus no período de cultivo. Equação linear: $y=2.8211x+70,203$. $R^2 = 0,9637$

5. CONCLUSÕES GERAIS

- A produção do monocultivo do pacu em sistema semi-intensivo no noroeste do Rio Grande do Sul é um investimento economicamente viável, apresentando um VPL de R\$ 10.904,36, TIR de 18% e IL de R\$ 2,77.
- O sistema em questão apresenta indicadores de rentabilidade atrativos para pequenos produtores que buscam diversificar suas atividades e ter uma renda extra.
- O pacu é uma espécie com potencial de produção, apresentando excelentes valores de rendimento de carcaça e filé, podendo ser comercializado de diferentes formas de apresentação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCHE, F. Cultivando o mar. *Marine Resource Economics*, 23 (4), 527-547. 2008. DOI: 10.2307 /42629678

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA PEIXE BR. **Anuário da Piscicultura, 2018**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>. Acesso em: setembro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA PEIXE BR. **Anuário da Piscicultura, 2020**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: outubro de 2020.

BARROS, A. F. et al. Investimento e custo de produção de peixes nativos em sistema de policultivo e monocultivo-estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n3-489

BOCK, C. L.; PADOVANI, C. R. Considerações sobre a reprodução artificial e alevinagem de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) em viveiros. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 495-501, 2000.

BOMBARDELLI; R.A.; SYPERRECK, M.A.; SANCHES, E.A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Arquivo Ciências Veterinárias e Zoologia**. UNIPAR, 8(2): p. 181-195, 2005.

BOSCOLO, W. R. et al. Rendimento corporal do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivados em tanque-rede no reservatório de Itaipu, alimentados com diferentes níveis de proteína bruta. **III Simpesc**. 2006.

BRABO, M.F. et al. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. **Informações Econômicas**, 43(3): 56-64. 2013.

BRABO; M F.; FERREIRA, L.A, VERAS G. C. Aspectos históricos do desenvolvimento da piscicultura no nordeste paraense: trajetória do protagonismo à estagnação **Revista Agroambiental**. V.9, N.3, P. 595-615, Jul./Set. 2016.

BRANDE, M. R. et al. Viabilidade bioeconômica de pisciculturas familiares produtoras de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em área de Mata Atlântica em São Paulo, Brasil. **Revista Custos e Agronegócio On Line**, v. 15, p. 2-18, 2019.

CAMARGO, S. G. O.; POUHEY, S., JUVÊNIO L. O. F. Aquicultura - um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência Pelotas**, v. 11, n. 4, p. 393-396, out-dez, 2005.

CRESCÊNCIO, R. **Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação**. In: Espécies nativas para piscicultura no Brasil. UFSM, ed. Santa Maria. p.23-26 2005.

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Tempo de trânsito gastrintestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, p.413-417, 2005.

EHRlich, P. J. DE MORAES, E. A. Engenharia econômica: avaliação e seleção de projetos de investimento. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

ENGLE, C.R. Aquaculture Economics and Financing: **Management and Analysis**. Editora: *Wiley-Blackwell*, 1.Ed., p.115-183, 2010.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations **Globefish Highlights. A quarterly update on world seafood markets**. 2019. Roma.2019.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations **The future of food and agriculture: Trends and challenges**. Roma. 2017.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges**. Roma. 2018.

FARIAS, R. H. S´A. et. al., Manual de criação de peixes em viveiros. Brasília CODEVASF. 2013.

FERNANDES, É. M. **Aspectos produtivos do pacu *Piaractus mesopotamicus* e do seu híbrido tambacu cultivados em sistema de viveiros escavados**. 62p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura UNESP. Jaboticabal. 2018.

FREATO, T.A. Efeito do peso ao abate nos rendimentos do processamento da Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), Valenciennes, 1849. **Ciência Agrotecnologia** [online]. vol.29, n.3, pp.676-682. 2005.

FURLANETO, F.P.B. et al., Eficiência Econômica do Biocultivo de Peixes em Viveiros GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicada à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, 31: 351-360, 2009.

GOMES, L.C. et al. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

HONORATO, C. et al. Caracterização física de filés de Surubim (*Pseudoplatystoma* sp.), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Pirarucu (*Arapaimas gigas*). **Arquivos Ciências Veterinárias e Zoologia**. UNIPAR, Umuarama, v. 17, n. 4, p. 237-242, out/dez. 2014.

HONORATO, C. et al. Efeito do processamento de dietas com diferentes níveis de carboidratos e lipídeos sobre a composição corporal e perfil de ácidos graxos do filé do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Ciência Animal Brasileira**, 14(1), 49-50. 2013.

JAMANDRE, W. Agribusiness: A Perspective. Department of Agribusiness Management. **Central Luzon State. University** [online], 2013.

JOLLY, C. M.; CLONTS, H. A. **Economics of aquaculture**. New York: Food Products Press, 319 p. 1993.

JOMORI, R. K. et al. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, n. 1, p. 175-183, 2005.

JOVANOVIČS M. R.C. **Caracterização da criação semi-intensiva de tilápia do Nilo em municípios do noroeste do Rio Grande do Sul**. Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Palmeira das Missões- RS. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15044/DIS_PPGAGRONEGOCIOS_2018_JOVANOVIČS_MARCOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 2018.

KODAMA, G. et al. Viabilidade econômica do cultivo de peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*, em sistema de recirculação. **Boletim do Instituto de Pesca**, 37(1): 61-72. 2011.

KREMMYDA, L.S. et al. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease – a review. Part 2: fatty acid physiological roles and applications in human health and disease. **Biomedical Papers** 2011

LAZZARI R. et al. Cadeia produtiva do Peixe. In: NÚNCIO, R. et al. **Estudo sobre a cadeia Agroindustrial de Proteína Animal**, p.16,2017.

LOCHMANN, R.; CHEN, R. Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology and nonspecific immune response of black pacu, *Colossoma macropomum*, and red pacu, *Piaractus brachypomus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.40, n.1, p.33-44, 2009.

LOPERA BARRERO. N.M. et al. As principais espécies produzidas no Brasil. In: RIBEIRO, R.P. et al. **Produção de organismos aquáticos: uma visão no Brasil e no mundo**. Guaíba, RS: Agrolivros, 320p. 2011.

MEURER, F. et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 566-573, 2002.

PEDRAZZANI, A. S. Impacto negativo de secção de medula e termonarrose no bem-estar e na qualidade da carne da tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 10:188-197,. 2009.

PEREIRA, T. M. et al. O desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental. p.78-84. In: **Anais Encontro Mineiro de Engenharia de Produção**, Viçosa. 2009.

PINCINATO, R.; ASCHE, F. The development of Brazilian aquaculture: Introduced and native species. **Aquaculture Economics & Management**, 20(3): 312-323. 2016.

PONTES, F. A.; FAVARIN, S. Estudo de viabilidade econômica do empreendimento rural, denominado “piscicultura água doce” localizado no município de Presidente Prudente, extremo oeste do estado de São Paulo. **Revista NEAGRO**, v. 1, n. 1, p. 28-37, 2013.

REIS NETO, R. V. **Avaliações morfométricas de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos**. 2007.63p. Dissertação (Mestrado) Programa de pós-graduação Stricto Sensu em zootecnia Universidade Federal de Lavras. UFLA, Minas Gerais –MG, Brasil. 2007.

RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O. Rendimento de processamento do surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Belo Horizonte, MG: IBAMA, p.29-35, 1997.

ROTTA, M. A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. **Documento 53**. Embrapa Pantanal, Corumbá. . 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/811108/1/DOC53.pdf>. Acesso: Set.2019.

SABBAG, O.J. et al. Custos e viabilidade econômica da produção de lambari-do-rabo amarelo em Monte Castelo/SP: um estudo de caso. **Boletim do Instituto de Pesca**, 37(3): 307- 315. 2011.

SANCHES, E.G. et al. Viabilidade econômica do cultivo de bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema offshore. **Informações Econômicas**, 38(12): 42-51. 2008.

SANCHES, E.G.; TOSTA G.A.M.; SOUZA-FILHO, J.J. Viabilidade econômica da produção de formas jovens de bijupirá (*Rachycentron canadum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, 39(1): 15-26. 2013.

SANTOS, V.B. **Crescimento morfométrico e alométrico de linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, UFLA. Lavras, Minas Gerais-MG. 2004.

SCORVO FILHO, J. D. **O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências**. In: Zootecnia E O Agronegócio- Zootec, Brasília. 2004.

SEBRAE SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. Aquicultura no Brasil: série de estudos mercadológicos. Brasília, 2015.

SERAFINI, M. A. 2010. **Cruzamento dialélico interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***. Tese (D.Sc.). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SIDONIO, L.. et al. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades**. BNDES Setorial, v. 35, p. 421 – 463, 2012.

SILVA, J.R. et al . Produção de Pacu em tanques-rede no reservatório de itaipu, Brasil: retorno econômico. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba , v. 61, n. 234, p. 245-254.2012. Disponível em:<http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922012000200009&lng=es&nrm=iso>. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000200009>.

SOUSA, A. S. C. et al. Piscicultura e o custo de produção de peixe redondo em tanque escavado. *Qualia: a ciência em movimento*. v. 2, n.1, jan.-jun. p.01-25.2016.

TROMBETA, T.D.; BUENO, G.W.; MATTOS, B.O. Análise econômica da produção de tilápia em viveiros escavados no Distrito Federal. *Informações Econômicas*, v. 47, n. 2, 2017.

URBINATI E. C. et al. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) In: GONÇALVES, F.D.; TAKAHASHI, L. S.; **Espécies nativas para piscicultura no Brasil** 2º Edição revista e ampliada. Editora da UFSM, 205 p. 2013.

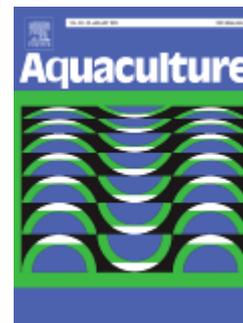
VALENTI, W. C. et al. Indicators of sustainability to assess aquaculture systems. **Ecological Indicators**, Amsterdã, v.88, p. 402-413, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.068>

VICENTE, I.S.T.; FONSECA-ALVES, C.E. Impact of Introduced Nile tilapia (*Oerochromis niloticus*) on Non-native Aquatic Ecosystems. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 16, n. 3, p. 121-126, 2013.

VIEGAS, E. M. M. et al. Farelo de canola em dietas para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1987): efeitos sobre o crescimento e a composição corporal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p. 1502-1510, 2008.

VILELA, M.C. et al. Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. **Revista Custos e Agronegocio On Line** v.9, n.3, 2013.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. **Capítulo 9 - Tilapicultura Intensiva**. In: Cyrino, J. E. P. et al. *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*, São Paulo: TecArt, p. 239-266, 2004.



ANEXO 1- NORMAS DA AQUACULTURE

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- Relevant declarations of interest have been made
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our Support Center.

In order to facilitate the review process, please make sure your submission is prepared with:

- Double line spacing
- Continuously numbered lines throughout the manuscript
- Numbered pages

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation

marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- **Numbering.** Manuscripts that are sequentially numbered (e.g., I, II, etc.) are no longer accepted.

- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address.

Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that phone numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and that contact details are kept up to date by the corresponding author.

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are optional yet highly encouraged for this journal, as they increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that

were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: example Highlights.

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should be not longer than 400 words.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 4-6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Highlights of the manuscript

As part of the submission process, authors are required to provide 3 or 4 highlights, each one sentence long. Beyond stating key discoveries, these highlights must explicitly establish why the work is novel and why it has an application to aquaculture. It is not sufficient to state that the species is one that is farmed.

Cover letter

A cover letter stating why you would like to submit to Aquaculture should be uploaded. Please complete and upload the Cover letter. You could download the template here.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements: Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Text graphics

Text graphics may be embedded in the text at the appropriate position. See further under Electronic artwork.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>.

Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/ book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors: both authors' names and the year of publication;
3. Three or more authors: first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999).... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*.19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003). Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oakwilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.