



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

ANA PAULA SOBRINHO DE SOUSA

**COMPARATIVO DA RECRIA DE TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)
EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM TANQUES ESCAVADOS E COM
RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA**

**Palmas – TO
2023**

ANA PAULA SOBRINHO DE SOUSA

**COMPARATIVO DA RECRIA DE TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)
EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM TANQUES ESCAVADOS E COM
RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins *Campus* Palmas, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alysson Soares da Rocha.

Coorientador: Dr. Fabrício Pereira Rezende

**PALMAS-TO
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

D278c de Sousa, Ana Paula Sobrinho
COMPARATIVO DA RECRIA DE TAMBAQUI (COLOSSOMA
MACROPOMUM) EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM TANQUES
ESCAVADOS E COM RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA / Ana Paula
Sobrinho de Sousa. – Palmas, TO, 2023.
35 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2023.

Orientador: Dr. Alysson Soares Rocha
Coorientador: Dr. Fabrício Pereira Rezende

1. Aquicultura. 2. RAS. 3. Viveiro escavado. I. Rocha, Alysson
Soares. II. Rezende, Fabrício Pereira. III. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**


ANA PAULA SOBRINHO DE SOUSA

**COMPARATIVO DA RECRIA DE TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)
EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM TANQUES ESCAVADOS E COM
RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Palmas, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 23/10/2023


BANCA AVALIADORA

Documento assinado digitalmente
 **ALYSSON SOARES DA ROCHA**
Data: 17/11/2023 15:44:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Alysson Soares da Rocha (Orientador)
IFTO- *Campus* Palmas

Documento assinado digitalmente
 **FABRICIO PEREIRA REZENDE**
Data: 24/11/2023 08:26:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Fabrício Pereira Rezende (Coorientador)
Embrapa- pesca e aquicultura

Documento assinado digitalmente
 **CLAUBER ROSANOVA**
Data: 20/11/2023 13:53:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Claubert Rosanova
IFTO- *Campus* Palmas

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO CARLOS SILVEIRA GONCALVES**
Data: 20/11/2023 09:09:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Carlos Silveira Gonçalves
IFTO- *Campus* Palmas

Dedico este trabalho a minha mãe, Odete, ao meu padrasto, José Domingos, minhas irmãs Helen de Cássia, Milena, Érika e ao meu sobrinho, João Miguel.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu coorientador, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura Dr. Fabrício Pereira Rezende, que foi fundamental para o meu trabalho de conclusão de curso, ao meu orientador prof. Dr. Alysson Soares da Rocha que me incentivou. Agradecer toda a equipe Embrapa que me auxiliou na minha pesquisa, a minha querida amiga Gabryelle Guimarães que me deu todo suporte necessário, a toda minha família e ao meu noivo Gleydson Coimbra que me auxiliou em toda minha trajetória acadêmica e tornou possível a conclusão deste trabalho

É justo que muito custe o que muito vale.

Santa Tereza D'vila

RESUMO

Dentre as espécies de peixes de água doce cultivadas no Brasil, temos o tambaqui (*Colossoma macropomum*) que é nativo da bacia Amazônica e é o peixe nativo mais produzido no país. No presente trabalho objetivou-se descrever e comparar a produtividade de tambaqui em dois sistemas de produção: em viveiros escavados e em recirculação de água. Avaliou-se a eficiência dos dois sistemas aquícolas com 30 repetições cada e seu efeito no crescimento de tambaquis na fase de recria. As unidades experimentais tinham suprimento de aeração e os peixes foram alimentados *ad libitum*. O presente trabalho foi desenvolvido pensando em uma alternativa mais sustentável para facilitar e tecnificar a cadeia produtiva aquícola. O presente trabalho obteve resultados favoráveis ao sistema RAS; no período de 12 semanas, a média de ganho de peso foi de 397g, enquanto no tanque escavado resultou em média de 198,5g. observou-se médias consideráveis em comprimento no sistema RAS de 264 mm e em tanques escavados a média é de 210,5mm. Após descrever e comparar os dois sistemas, viveiro escavado e sistema RAS, constatou-se que os níveis de produtividade do tambaqui em sistema de recirculação é superior quando comparado ao sistema de produção em viveiros escavados.

Palavras-chave: Aquicultura. Recria. Recirculação. RAS. Viveiro escavado.

ABSTRACT

Among the freshwater fish species farmed in Brazil, we have the tambaqui (*Colossoma macropomum*) which is native to the Amazon basin and is the most produced native fish in the country. The objective of this study was to describe and compare tambaqui yield in two production systems: in excavated ponds and in water recirculation. The efficiency of the two aquaculture systems with 30 replicates each and their effect on the growth of tambaqui in the rearing phase were evaluated. The experimental units had an aeration supply and the fish were fed ad libitum. The present work was developed thinking about a more sustainable alternative to facilitate and technicize the aquaculture production chain. The present study obtained favorable results for the RAS system; In the 12-week period, the average weight gain was 397g, while in the excavated tank it resulted in an average of 198.5g. considerable averages in length were observed in the RAS system of 264 mm and in excavated tanks the average is 210.5 mm. After describing and comparing the two systems, excavated nursery and RAS system, it was found that the productivity levels of tambaqui in recirculation system is higher when compared to the system is superior when compared to the production system in excavated ponds.

Keywords: Aquaculture. Recreates. Recirculation. RAS. Excavated nursery.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Parâmetros de qualidades de água ideais para o tambaqui	16
Tabela 2- Características de qualidade de água em ambientes habitat tambaqui	17
Tabela 3- Arraçamento ideal para fases de recria e engorda.....	23
Tabela 4- Composição das rações comerciais utilizadas na fase de recria e frequência de arraçamento	27
Tabela 5- Características biométricas dos tambaquis na fase de recria em RAS e em tanque com fundo de terra	28
Tabela 6- Análise de variância	29
Tabela 7- Características de qualidade de água nas unidades experimentais: média, desvio padrão e amplitude.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1. Panorama da piscicultura brasileira.....	13
2.2. Tambaqui.....	14
2.3. Qualidade de água e densidade de estocagem.....	15
2.4. Cultivo em sistema aquícola de recirculação de água (RAS).....	17
2.5. Cultivo em tanques escavados.....	20
2.6. Manejo de alimentação.....	21
2.7. Custos de produção.....	23
2.8. Vantagens adicionais do sistema RAS.....	24
3. MATERIAL E MÉTODO.....	25
3.1 Permissão do uso de dados.....	25
3.2 Experimento.....	25
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÃO.....	33
REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade que apresentou um crescimento expressivo nos últimos 10 anos. O Brasil está entre os 15 maiores produtores mundiais e em 2022 produziu 860,4 mil toneladas, movimentando cerca de R\$ 9 bilhões/ano, além de movimentar 1 milhão de empregos diretos e 2 milhões indiretos, com uma taxa de 5% de crescimento ao ano segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE-BR, 2023).

Dentre as espécies de peixes de água doce cultivadas no Brasil, temos o tambaqui (*Colossoma macropomum*) que é nativo da bacia Amazônica e é o peixe nativo mais produzido no país, e de forma geral é a segunda espécie mais cultivada ficando atrás somente da tilápia (*Oreochromis niloticus*). O tambaqui tem alta rusticidade, alto desempenho, boa taxa de crescimento, fácil ganho de peso e fácil adaptação às rações artificiais, por estes motivos o seu cultivo em cativeiro tornou se possível (RODRIGUES, 2014).

O hábito alimentar do tambaqui em seu habitat natural é composto de frutas e sementes, quando em cativeiro sua exigência nutricional muda pelo fato de se tornar um animal de produção. As exigências nutricionais e alimentares (em níveis energéticos, proteicos e de aminoácidos) mudam com a idade do animal, sendo geralmente compostas a base de farinha de peixe e de sangue, ingredientes ricos em proteína e energia digestível (RODRIGUES, 2014).

A produtividade do tambaqui em sistema de viveiros escavados pode chegar a 1 kg/m²/ano e em tanques-redes a produtividade pode ser de 50 a 75 kg/m³/ano (BRABO et al., 2016) A aceitação de mercado compreende peixes com 1 a 3 kg, e o tempo para que alcance esse peso varia de 8 a 18 meses em produções semi-intensiva em viveiros escavados com uma conversão alimentar aparente 2:1, usando ração peletizada (BRABO et al., 2016).

O cultivo pode ser realizado em diferentes modelos de sistemas de produção, como por exemplo: viveiros escavados, tanques-redes, que são exemplos de sistemas de produção convencionais implantados em ambiente aberto e com

mais chances de interferência do meio ambiente e intempéries (chuvas, predadores, clima). Existem também os sistemas de recirculação de água (RAS), que são exemplos de sistemas que podem reutilizar mais de 90% da água, o que reduz os riscos da produção e a deixa viável, pelo fácil monitoramento e controle das condições produtivas, que tendem ser ambientalmente corretas (SANTOS, 2022).

A produtividade do tambaqui em sistema de viveiros escavados pode chegar a 1 kg/m²/ano e em tanques-redes a produtividade pode ser de 50 a 75 kg/m³/ano (BRABO et al., 2016) A aceitação de mercado compreende peixes com 1 a 3 kg, e o tempo para que alcance esse peso varia de 8 a 18 meses em produções semi-intensiva em viveiros escavados com uma conversão alimentar aparente 2:1, usando ração peletizada (BRABO et al., 2016).

Ainda hoje, são poucos os trabalhos que comparam a produtividade aquícola de uma espécie em diferentes sistemas, tendo em vista que essa informação é essencial tanto para comunidade científica quanto para a cadeia produtiva, a fim de embasar tomadas de decisões. No presente trabalho objetivou-se descrever e comparar a produtividade de tambaqui em dois sistemas de produção: em viveiros escavados e em recirculação de água.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Panorama da piscicultura brasileira

A piscicultura foi a atividade de produção animal que mais cresceu nos últimos anos, isso decorre do aumento do consumo *per capita* de pescado de 5 kg/ano por habitante. Esse aumento no consumo é decorrente também das características do pescado de cultivo como, qualidade superior e aspectos sanitários, decorrente de uma atividade com alto profissionalismo e que utiliza tecnologias em genética, sanidade e produção (PEIXE-BR, 2023).

A produção de peixes nativos é liderada pelo tambaqui, que apresentando 31,2% da produção Nacional, 267.060 toneladas em 2022, apresentando um avanço de 1,8% em comparação ao ano de 2021. Essa produção está concentrada nas Regiões Norte com 143.500 toneladas que é responsável por 53,7% de toda a produção Nacional, enquanto a região nordeste com 56,580 toneladas, apresentando crescimento de 5,4 em relação ao ano de 2021 (PEIXE-BR, 2023).

O Brasil é atualmente o 13º país no ranking mundial de produção de pescado (FAO, 2020). Possui grande potencial para crescimento da produção e elevação do ranking, visto possuir grande disponibilidade de recursos hídricos, tecnologias, segurança na produção, protocolos de sanidade, elevado nível de melhoramento genético e espécies nativas com potenciais de produção e adaptação ao manejo em cativeiros, devido a suas características como rusticidade e alta adaptação ao clima tropical (SILVA, 2020).

2.2. Tambaqui

O tambaqui foi descrito em 1816 por George Cuvier, sendo a espécie nativa da bacia amazônica, pertencente à classe *Actinopterygii*, ordem dos *Characiformes* e a família *Serrasalminae*. De corpo alto e redondo, é considerado um peixe de grande porte podendo atingir 100 cm e pesar mais de 30 kg; a sua coloração muda conforme a tonalidade da água onde habita, água mais escura o peixe tem a coloração escura e água barrenta conferem cores claras (MORAIS et al., 2017).

O tambaqui é a espécie de peixe nativo mais cultivado no Brasil, devido a sua rusticidade, alta produtividade e fácil adaptação; seu cultivo pode ser feito em viveiros escavados e recirculação de água (SILVA et al., 2020). As regiões Norte e Nordeste do Brasil são mais expressivas na sua produção (SILVA et al., 2020).

Na natureza sua alimentação no período larval é baseada em plâncton, ao atingirem 9 mm de comprimento já consomem invertebrados (cladóceros, rotíferos, copépodes), em ambiente natural é onívoro, com tendência a zooplânctófago quando juvenil, e frugívoro na fase adulta. Sua dieta se adapta de acordo com a disponibilidade de alimento na natureza. Em cativeiro adapta-se a rações artificiais ricas em valores biológicos de proteínas (MORAIS et al., 2017).

A reprodução do tambaqui ocorre no período da Piracema (palavra derivada da língua *Tupi* que significa subida dos peixes), realizando a migração para a reprodução, as desovas ocorrem em água corrente e próximo à margem dos rios. Os ovos e larvas são levados com a correnteza para várzeas onde se desenvolvem até a fase juvenil. Em cativeiro, a reprodução é feita por indução hormonal, tendo em vista serem migradores e precisarem de estímulos para a ovulação (MORAIS et al., 2017).

Na fase de larva, o tambaqui que ingere somente ração, terá um menor custo de produção, porém é um animal que pode ter baixa sobrevivência e crescimento reduzido. Outro ponto que é válido ressaltar é que o tamanho da boca do peixe nessa fase é pequeno para se alimentar somente de ração, além disso o seu trato digestório não está formado por completo (COSTA, 2013) e o pleno desenvolvimento só é alcançado com o fornecimento de zooplâncton (silvestre ou cultivado) como alimento complementar.

2.3. Qualidade de água e densidade de estocagem

A qualidade da água é um fator de suma importância para o sucesso da produção na piscicultura, pois é determinante para o bem-estar animal, é a principal matéria prima da produção. Os fatores que compõem a qualidade de água estão intrinsecamente ligados à produtividade, desempenho e sanidade dos animais, pois estes fatores (pH, dureza, amônia, nitrito, nitrato) devem estar em níveis aceitáveis para cada espécie de peixe e atendendo suas necessidades biológicas (LEIRA et al., 2017).

O tambaqui possui níveis de parâmetros de qualidade de água que são aceitáveis e dentro do limite para que o mesmo consiga se manter bem, livre de estresse e assim expressar seu máximo potencial e desempenho, o pH deve estar entre 6,5 e 8,5, a amônia deve ser entre 0,6 mg/L a 2,0 mg/L, já o nitrito é entre 0,0 e 0,5 mg/L, nitrato 0,0 e 5,0 mg/L e para a alcalinidade o ideal é 20,0 a 40 mg/L. A temperatura deve estar em uma faixa entre 25 °C e 32 °C (SANTOS et al., 2017).

O aumento de amônia e outros compostos nitrogenados em sistemas de produção é um fator prejudicial, podendo causar mortalidade dos animais, principalmente em sistemas com recirculação de água, em que o sistema é fechado e a troca de água é nula ou quase nula, por este motivo é importante conhecer os níveis de tolerância a estes organismos (BARBIERI et al., 2019).

O fitoplâncton desempenha um papel importante em relação à qualidade da água, matéria prima essencial para a criação de organismos aquáticos. Ao realizar a fotossíntese, produz oxigênio e metaboliza parte dos nutrientes dissolvidos, o que auxilia na manutenção da qualidade da água. Em RAS, o

suprimento de OD para a produção ocorre exclusivamente pelo uso de sopradores e injetores de ar na água (FIGEUIREDO, 2013).

Em viveiros escavados a qualidade de água é definida de acordo com a biomassa de organismos por unidade de área ou volume (kg/m²). Este fator está relacionado com a qualidade da água, bem-estar, incidências de doenças e índices econômicos, tendo em vista que a superlotação de um viveiro vai acarretar a competição de alimento entre os indivíduos fazendo com que haja um lote desproporcional e heterogêneo (COSTA, 2013).

Para que se tenha sucesso neste tipo de sistema o ideal é que tenhamos equilíbrio entre taxa de renovação de água e velocidade da mesma, onde a velocidade da água não afete a qualidade de vida dos peixes, porém deve ser eficiente no quesito de retirada de resíduos sólidos da água e a taxa de renovação permita a troca do volume total a cada duas horas quando o sistema tiver uma densidade de estocagem acima de 10 kg/m³ (FERRI et al., 2018).

Tabela 1- Parâmetros de qualidade de água ideais para o tambaqui

Oxigênio dissolvido (mg/L)		Temperatura (°C)		pH		Amônia Tóxica (mg/L)
Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	
8	4	30	28	7	5	< 0,46 mg/L
		<18°C causam mortalidades				

Fonte: Melo et al-(2001), Araújo-Lima e Goulding (2005), Aride et al(2007).

A densidade de estocagem é um fator que pode interferir no desempenho, sanidade e desenvolvimento dos peixes. Quando a densidade de estocagem é superior à capacidade de suporte, o desenvolvimento do lote de peixes será comprometido, tendo em vista que haverá competição por alimento e espaço e o lote terá crescimento heterogêneo (SANTOS, 2022).

A estocagem está intrinsecamente ligada ao bem-estar dos animais, sendo considerada um fator de estresse comum em pisciculturas. Quando o animal está em um ambiente estressor, o mesmo tem alteração no nível de cortisol, hormônio responsável por desempenhar o papel no crescimento, balanço energético

e regulação de imunidade, e quando o peixe está com a imunidade baixa é uma porta de entrada para possíveis doenças (SANTOS, 2022).

Tabela 2- Características de qualidade de água em ambientes habitat do tambaqui

Habitat	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	pH
Rio Amazônas (canal)	0,1 - 12,4	25 - 34	5,4 - 6,9
Rio Amazônas (lago)	0,0 - 13,2	26 - 40	3,5 - 8,0
Rio Negro	>3 - >3	28 - 31	3,6 - 5,8
Rio Orinoco (lago)	5,5 - 9,0	27,2 - 34	6,6 - 7,1

Fonte: Araújo lima, Gouling-(1997)

O tambaqui é resistente a hipoxia quando o OD está inferior a 1mg/L (SANTI- PAUL, 1984, 1988). Quando os níveis de oxigênio estão insuficientes para suprir a necessidade desses indivíduos, através de uma adaptação morfológica, ele fica na superfície e projeta seu lábio inferior na tentativa de captar mais oxigênio. A melhor condição de oxigênio para a criação é superior a 3mg/L (ARAÚJO-LIMA & GOMES., 2005).

Estima-se que a partir de temperaturas é 18 °C causam mortalidade, o pH ideal para o crescimento é entre 4 e 6 (ARIDE et al., 2004). A melhor dureza e alcalinidade é entre 1 e 10 mg/L, em ambiente nativo e em viveiro a calagem deve ser entre 40 mg/L, o tambaqui resiste a amônia não ionizada (tóxica) com níveis de 0,46 mg/L.

2.4. Cultivo em sistema aquícola de recirculação de água (RAS)

Embora o cultivo em RAS pareça recente, a tecnologia já existe a cerca de 73 anos e foi conduzida pela primeira vez no Japão em 1950 sendo a junção do sistema de recirculação com a aquaponia desenvolvido há 48 anos, na época um programa alemão mostrou a viabilidade da ideia com carpas e posteriormente o instituto dinamarquês de aquicultura desenvolveu e trouxe novos aspectos sobre o sistema (AHMED &TURCHINI, 2021).

Com a intensificação da aquicultura houve um aumento significativo no incremento de nutrientes na água de produção pelo acúmulo de resíduos de matéria orgânica e nutrientes dissolvidos, culminando no processo chamado hipernitrificação, podendo ocorrer a introdução de agentes nocivos e substâncias que geram problemas ambientais (MATSUMOTO et al., 2016).

O sistema de recirculação de água (RAS) é indicado para a criação de peixes redondos, tilápias e camarões de água doce. E consiste na reutilização de água tratada oriunda de um sistema de filtragem mecânica e biológico, nesse filtro ficam resíduos sólidos, como fezes e restos de ração, evitando que esses materiais acumulem e atinjam níveis tóxicos de amônia que afetam a qualidade de vida e bem-estar dos peixes (LIMA et al., 2015).

Para que seja possível tornar a produção de pescado sustentável, se fazem necessários sistemas eficientes, rentáveis e de baixo impacto ambiental e dentre estes sistemas está o RAS (APARICIO, 2013).

O sistema de recirculação de água possui vários benefícios como, possibilitar maior controle de características do sistema, além de minimizar custos de produção, otimizar o esforço de mão de obra e o consumo de energia, além de otimizar a produção e aumentar consideravelmente os níveis de densidade de estocagem (AIRES, 2019).

O RAS é uma alternativa assertiva, viável e que minimiza impactos ambientais, pois é um sistema que possibilita ter uma boa produção segura e livre de possíveis patógenos. Um sistema fechado que demanda espaço reduzido e pouca água em comparação com sistemas convencionais, além de contornar a escassez hídrica, reduzir o risco de fugas e facilitar o monitoramento dos animais (FERRI et al., 2018).

Este tipo de sistema pode ser uma alternativa viável para produção em locais que são pequenos e que possuem baixa disponibilidade de grandes recursos hídricos, principalmente para pequenos produtores e para agricultura familiar (CANDIDO et al., 2022).

Esse sistema pode ser consorciado com outro tipo de produção de alimento, como a aquaponia e hidroponia, que são sistemas produtivos com ênfase principalmente em hortaliças. Além de serem produtos que agregam valor por otimizarem o aproveitamento de espaço e de resíduos da aquicultura na produção vegetal (FERRI et al., 2018).

De modo geral, o RAS é formado por tanque de criação, decantadores, filtros mecânicos, biofiltros, sistema de oxigenação, bombas e tubulações (SOUSA, 2021). É definido como tanque de criação o recipiente com água geralmente de

formato circular e cônico, este tipo de formato ajuda na hora da manutenção e manejo, geralmente feito de alvenaria, chapa metálica, PVC, vinil e fibra de vidro (SOUSA, 2021).

A biomassa de peixes, microrganismos do biofiltro e matéria orgânica são os principais consumidores de oxigênio do sistema, os compostos nitrogenados do sistema são provenientes de matéria orgânica oriunda da ração e da excreta dos peixes, podendo ser sedimentares, suspensos ou dissolvidos. Por estes fatores, devem ser considerados: a temperatura da água, a quantidade de ração fornecida e o tamanho dos peixes (SOUSA, 2021). Para mitigar estes agentes consumidores é necessário ter o controle de arraçoamento e densidade de estocagem, sendo importante manter os níveis de oxigênio acima de 5 mg/L para suprir a necessidade dos peixes e do biofiltro, pois são consumidos 4,6 g de oxigênio par cada grama de amônia e nitrato (KUBITZA, 2006).

A composição da comunidade microbiológica no RAS pode ser estimulada e/ou alterada por diferentes fatores, como por exemplo: espécie que está sendo produzida, temperatura, densidade populacional, regime alimentar, salinidade da água etc. A profilaxia do sistema deve ser feita primeiramente na água, que deve ser monitorada constantemente (BAUER et al., 2020).

O RAS possui tecnologia que foi desenvolvida como uma alternativa viável e ambientalmente correta, pois foi pensado para ter o mínimo de trocas possíveis de água e com isso reduzir o uso na produção aquícola (PULKKINEM et al., 2021).

Um sistema fechado em que é possível obter o controle de praticamente tudo que o envolve, qualidade de água, temperatura, densidade de estocagem, sanidade dos animais, microrganismos aquáticos e otimização de uso de mão de obra qualificada por consequência tem o custo de manutenção mais elevada que sistemas de produção convencionais, em contrapartida, os resultados são superiores aos demais sistemas, o tornando rentável e economicamente viável (SUANTIKA et al., 2020).

2.5. Cultivo em tanques escavados

A produção de tabaqui representa 31,2% da produção nacional. Grande parte é feita em viveiro em tanques escavados, e a maior parte dessa produção é na região norte do Brasil, os estados de Rondônia, Pará e Amazonas (PEIXE-BR, 2023). O Brasil se destaca pelo volume abundante de água doce, estima-se que o país possua 12% do volume de todo o planeta. O qual se concentra principalmente na região Norte (ANA, 2019).

A fertilização dos viveiros é um fator que facilita a produção de plâncton, considerado importante alimento natural na fase de alevino e juvenil de tabaqui, e quando o tabaqui é criado em um tanque onde têm disponibilidade desse tipo de alimento, o mesmo será mais saudável e alcançará melhores índices zootécnicos (COSTA, 2013).

É importante sempre a cada final de ciclo de produção fazer a adubação de viveiros com calcário, pois equilibra o pH e beneficia a proliferação de microrganismos como zooplânctons que ajuda na alimentação dos peixes e plânctons que ajudam na oxigenação da água (SANTOS, 2017).

Nas fases iniciais do tabaqui é comum a utilização de microrganismos vivos como zooplânctons (rotíferos e cladóceros) como alternativa de alimento, pois os alevinos são pequenos e não conseguem comer rações de tamanhos convencionais do mercado, para que não tenha altos índices de mortalidades e que eles consigam suprir suas exigências nutricionais é usada essa alternativa de alimento (NASCIMENTO, 2019).

Esta alternativa pode apresentar alguns entraves, como boa disponibilidade de luz, diminuição do oxigênio dissolvido, além da produção de substâncias tóxicas e a inibição de outros organismos. Quando os fitoplânctons ocorre em grandes quantidades, a biomassa do sistema aumenta e ocorre a diminuição dos raios solares que penetram na água, no final do ciclo com a decomposição dessa biomassa a produção de oxigênio cai (NASCIMENTO, 2019).

As taxas de crescimento, reprodução, qualidade nutricional e mortalidade dos plânctons depende de fatores bióticos, como competição, disponibilidade de alimento, qualidade e de fatores abióticos, que são as variáveis físicas e químicas da água além de fatores climáticos (NASCIMENTO, 2019).

A produção de tambaqui em tanques escavados possui uma facilidade por muitas vezes usar lugares alagados que ficam ou estavam ociosos, como represas rurais. Este tipo de sistema demanda baixo custo no investimento e manutenção, como são lugares na maioria das vezes privados, se torna mais favorável a regularização ambiental, já que o espaço está sendo reaproveitado para produção. (ROSSATO et al., 2021).

A principal vantagem do cultivo do tambaqui em viveiro escavado é a diversidade de alimentos disponíveis, como plâncton, plantas aquáticas, caramujos, alga filamentosas, ração peletizada e ração extrusada (FILHO et al., 2021).

O ciclo de produção do tambaqui pode variar de acordo com cada sistema (extensivo até o intensivo) e depende de vários fatores, como qualidade da ração, tipo de ração, qualidade de água e frequência alimentar adquirido. Mas de forma geral, o ciclo pode durar de 8 a 12 meses e a despesa será de animais entre 1 e 2 kg e de 12 a 18 meses com animais com mais de 3 kg (CORRÊA et al., 2018).

2.6. Manejo de alimentação

Na produção aquícola um dos pilares fundamentais para o êxito da produção é a alimentação e o crescimento. O arraçoamento adequado é fundamental para que os peixes tenham capacidade de se manter e suprir as exigências nutricionais (CANTIZANI, 2013).

Os fatores que determinam a taxa de arraçoamento ideal o tamanho dos peixes e o estado de desenvolvimento, sendo que os peixes mais novos tendem a ter as taxas metabólicas mais altas, por estes motivos o intervalo entre as alimentações e tratamento devem ser menores em comparação a dos adultos (CANTIZANI, 2013).

A alimentação representa a maior parte do custo operacional, estima-se que 70% de todo o custo de produção, sendo ligado ao percentual de proteína que compõe a ração. A proteína é um macronutriente indispensável para a dieta dos peixes, pois a partir dela são fornecidos aminoácidos essenciais para o crescimento dos mesmos, conforme os indivíduos vão crescendo, as exigências proteicas diminuem (VIEIRA, 2018).

Os minerais e as vitaminas em grande parte são adquiridas ao longo do tempo na água, porém nem todas são absorvidas em quantidades ideais, e por este motivo é importante oferecer junto a ração o ferro, por exemplo. Este tem o papel importante na formação de hemoglobina, mioglobina, transferrina e entre outras (VIERIA, 2018).

Existem 3 formas físicas de ofertar ração para os peixes, são elas, peletizada, extrusada e farelada. A ração peletizada é produzida através de uma fusão de calor, pressão e umidade, assim agrega todos os ingredientes e facilita que o animal tenha aproveitamento melhor na hora da alimentação, melhorando a estocagem e transporte. Já a extrusada é produzida sobre alta pressão e cozimento controlado, fazendo com que ela fique até 12 horas na superfície da água, facilitando o manejo alimentar tornando possível visualizar a alimentação dos peixes. A farelada é a junção de todos os ingredientes onde são triturados para facilitar a alimentação dos alevinos, usado somente nos períodos iniciais (LOOSE, 2014).

Na fase larval, o tambaqui possui habilidades em filtrar fitoplâncton e zooplâncton, que são importantes fontes de nutrientes e que contribuem para o crescimento da espécie quando na fase inicial. Nesta fase, o tambaqui precisa de muita proteína para crescer e se desenvolver, além do alimento vivo é importante oferecer rações fareladas com cerca de 55% de proteína bruta que é o equivalente entre 10% e 20% do peso vivo dos peixes (CORRÊA et al., 2018).

Quando o tambaqui atinge o peso entre 7g e 298 g ele é considerado na fase de recria e a ração que será fornecida altera o teor proteico, quanto maior o peixe, menor é a exigência em proteína. A ração será em torno de 40% a 28% de proteína bruta medindo entre 1mm e 8mm, em fase de recria a quantidade fornecida será de 7,7% do peso vivo e pode ser reduzida conforme o crescimento exponencial do animal (CORRÊA et al., 2018).

Após o animal passar da fase de recria, ele inicia a fase de engorda que se estende até a fase de terminação, passando a exigir menos teores de proteínas, nesta fase a ração será de 28% de proteína bruta e a quantidade representará 2% a 0,8% da biomassa, dividida em 2 refeições (CORRÊA et al., 2018).

Tabela 3- Arraçoamento ideal para fases de recria e engorda

Fase	Peso Médio(G)	Ração (PB%)	Tamanho do grânulo (MM)	Taxa de alimentação por dia (%)	Nº de refeições (vezes/dia)
Alevinagem	0,5 - 7,0	55	Farelada/pó	20,0 - 10,0	6
RECRIA					
I	7 - 25	40	1 - 2	7,7 - 6,4	4
II	25 - 70	40	2 - 4	5,9 - 4,6	4
III	70 - 188	32	4 - 6	4,2 - 2,7	4
IV	188 - 298	28	8	2,6 - 2,2	4
ENGORDA					
I	298 - 530	28	8	2,1 - 1,8	3
II	530 - 1000	28	8	1,7 - 1,2	2
III	1000 - 2500	28	10	1,0 - 0,8	2

Fonte: Adaptação Sebrae (2008).

2.7. Custos de produção

Ao compararmos o custo de produção do tambaqui com o da tilápia (espécie mais cultivada no Brasil), nota-se que o custo é maior, porém ele atinge margens maiores devido ao seu preço de mercado. Por mais que a composição e peso da ração de ambos sejam parecidos, na produção de tambaqui sofre mais impacto devido a sua menor eficiência. Para cada 1 kg de tambaqui produzido, é necessário 1,8 kg de ração. Já a tilápia, para cada 1 kg produzido é necessário 1,4 kg de ração (FILHO et al, 2016.) O maior custo de produção é a ração, ficando responsável por 65% a 83% de todo o COE (custo operacional efetivo) (FLORES et al., 2015).

Para qualquer atividade de produção existem os custos de produção, onde surgem os gastos fixos e variáveis, eles podem oscilar a cada ciclo de produção pois depende de diversos fatores, como a disponibilidade de mercado, valores de matérias primas e demandas e ofertas. Os custos fixos são classificados como despesas, onde todos os meses devem ser pagos, já as variáveis são aquelas que surgem esporadicamente, como gastos com medicamentos, por exemplo. (LOOSE, 2014).

2.8. Vantagens adicionais do sistema RAS

O sistema RAS é considerado ecologicamente viável e correto, pois controla variáveis ambientais e possui flexibilidade em toda sua estrutura. Além disso, o sistema se encaixa na aquicultura sustentável onde visa produção de alimentos em harmonia com a natureza e trabalha com mínimo impacto ao ambiente (OWATARI et al.,2022).

O RAS possui algumas vantagens para facilitar a produção, como por exemplo manter parâmetros de qualidade de água estáveis ao longo do período de produção, um dos fatores que nos permite classificá-lo como biosseguro, pois é um sistema controlado e as chances de contaminação de corpos hídricos é praticamente nula. Outro ponto este sistema contribui, ele evita fugas de espécies exóticas na natureza, reduz riscos biológicos e a disseminação de patógenos(OWATARI et al., 2022)

Este tipo de sistema está se tornando cada vez mais comum, pois reduzem a quantidade de água utilizada na produção, e possibilita maior controle do ambiente de cultivo. Vale ressaltar que este modelo de produção possibilita maior densidade de estocagem em ambientes menores e que podem ser instalados em locais com pouco espaço e em locais protegidos (OWATARI et al., 2022)

A remoção da amônia neste modelo é feita através dos processos de nitrificação e desnitrificação, por meio da ação de oxidação das bactérias nitrificantes que decompõem a amônia em nitrato e quando em ambiente aeróbico se transforma em nitrogênio gasoso (N^2) (OWATARI et al., 2022)

Estudos atuais comprovam a aptidão do tambaqui em sistemas de recirculação de água, onde os resultados são promissores em relação a esta espécie, pois demonstram boa conversão alimentar e boa rusticidade para altas densidades de estocagem (REIS, 2022).

O tambaqui demonstra potencial de produção em diferentes fases de vida em sistema RAS ou até mesmo em sistema de aquaponia (GUIMARÃES, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Permissão do uso de dados

Os dados utilizados no decorrer deste trabalho foram de um experimento conduzido na Embrapa Pesca e Aquicultura, possuem autorização do comitê e do pesquisador Dr. Fabricio Pereira Rezende responsável pelo projeto cujos dados foram compilados e serão apresentados no presente trabalho.

3.2 Experimento

O experimento foi conduzido com juvenis de tambaqui na fase de recria, a partir de alevinos de 2 g por um período de 12 semanas (07/02/2019 a 01/05/2019) no Setor de Campo Experimental em Aquicultura da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas – TO. Avaliou-se a eficiência de dois sistemas aquícolas com 30 repetições cada e seu efeito no crescimento de tambaquis na fase de recria. As unidades experimentais tinham suprimento de aeração sendo os peixes alimentados *ad libitum*.

O sistema produtivo RAS (Figura 1) foi composto por unidades experimentais em caixas de fibra de vidro com fundo cônico, com 0,9 m³ de volume útil e vazão de renovação de água em 0,9 m³/h (100% do volume) durante todo o período. O RAS era composto por filtragem mecânica da água em duas etapas: na primeira, os sólidos de alta densidade compostos por fezes de peixe eram continuamente direcionados para o dreno no fundo ao centro da caixa e deslocados para o filtro clarificador, onde eram retirados do sistema por decantação considerando o tempo de retenção em 2h30, para decantação de partículas com até 100 micrometros, cada unidade experimental possui um filtro clarificador; na segunda, a água limpa que saía do filtro clarificador era deslocada para a caixa de recepção, conjunta à todas as unidades experimentais, e filtrada em filtro de areia 0,52 m³ com bomba de 3 cv para retenção de partículas com até 30 micrometros. Após a filtragem mecânica, a água destinada a uma caixa de aeração de 1.900 L de volume útil, recebia alto fluxo de aeração de 27 m³/h por malha de mangueira microporosa de 25 mm instalado no fundo e seguia para a filtragem biológica em duas etapas: a primeira, uma caixa filtro de 900 L de volume útil com 400 L de mídias fluidizáveis e fluxo ascendente de aeração de 21 m³/h por malha de

mangueira microporosa ao fundo; e a segunda, um tanque de macrófitas com aguapé (*Eichhornia crassipes*) de 50 m² e 0,4 m de lâmina de água. Ao final da filtragem a água era acumulada em um tanque de recalque, de onde uma bomba deslocava a água até as unidades experimentais.



Figura 1- Vista panorâmica do sistema de recirculação. (Foto: Fabrício Pereira Rezende).

O sistema produtivo de tanques escavados (Figura 2) era composto por unidades experimentais com laterais em alvenaria e fundo de terra de 2,25 m de largura, 4,10 m de comprimento e 1,25 m de profundidade com 0,90 m de coluna d'água (8,3 m³) e uma taxa de renovação de 0,41 m³/h (120% ao dia) além de aeração suplementar por meio de duas mangueiras porosas com fluxo de 23 m³/h em cada tanque.



Figura 2. Vista panorâmica dos tanques de alvenaria em área protegida com sombrite. (Foto: Luciana Shiotsuki).

Na alimentação foram utilizadas duas rações comerciais (Tabela 4): a primeira contendo 42% de proteína bruta (PB), foi fornecida nas quatro primeiras semanas a segunda, contendo 36% de proteína bruta, foi fornecida nas oito semanas seguintes.

Tabela 4: Composição das rações comerciais utilizadas na fase de recria e frequência de arraçoamento.

Descrição	Ração 1 (42%PB)	Ração 2 (36%PB)
Frequência de arraçoamento	4 vezes ao dia	3 vezes ao dia
Granulometria (mm)	1,7 a 2,5	2,0 a 4,0
Proteína bruta, mínimo (g/kg)	420	360
Umidade, máximo (g/kg)	120	120
Extrato etéreo, mínimo (g/kg)	80	80
Fibra bruta, máxima (g/kg)	30	40
Matéria mineral, máximo (g/kg)	140	130
Cálcio, máximo (g/kg)	20	25
Fósforo, mínimo (g/kg)	10	10
Vitamina C, mínimo (mg/kg)	500	400

A análise estatística utilizada para comparação dos resultados obtidos foi composta por uma ANOVA, seguida pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para desenvolvimento nos dois sistemas de produção encontram-se consolidados a seguir (Tabela 5) e possibilitam a percepção de eficiência superior do sistema produtivo com recirculação e reuso de água. As informações sobre características de água em ambos os sistemas estão consolidadas (Tabela 6) e possibilitam a percepção de como as diferentes características se comportaram nesses sistemas.

Tabela 5: Características biométricas dos tambaquis na fase de recria em RAS e em tanque com fundo de terra.

Família	RAS (n = 1.586 peixes)					Tanques (n = 2.561 peixes)				
	Peso (g)	Comprim. (mm)	Idade (dias)	Ganho de peso diário (g)	Fator de Condição de Fulton	Peso (g)	Comprim. (mm)	Idade (dias)	Ganho de peso diário (g)	Fator de Condição de Fulton
F1	438 ± 72	263 ± 13	199	2,201	2,408	162 ± 30	206 ± 14	190	0,853	1,853
F2	497 ± 96	273 ± 16	199	2,497	2,443	186 ± 22	212 ± 11	194	0,959	1,952
F3	489 ± 98	272 ± 14	199	2,457	2,430	168 ± 27	208 ± 11	190	0,884	1,867
F4	489 ± 77	271 ± 14	199	2,457	2,457	175 ± 23	196 ± 9	192	0,911	2,324
F5	397 ± 63	259 ± 13	199	1,995	2,285	325 ± 51	248 ± 13	194	1,675	2,131
F6	305 ± 47	236 ± 11	199	1,533	2,320	157 ± 31	199 ± 15	194	0,809	1,992
F7	416 ± 73	278 ± 14	231	1,801	1,936	283 ± 36	229 ± 10	230	1,230	2,357
F8	446 ± 91	268 ± 17	237	1,882	2,317	342 ± 50	245 ± 12	231	1,481	2,326
F9	453 ± 91	285 ± 18	236	1,919	1,957	253 ± 37	230 ± 11	231	1,095	2,079
F10	465 ± 136	280 ± 28	236	1,970	2,118	278 ± 51	229 ± 18	230	1,204	2,306
F11	537 ± 101	298 ± 16	236	2,275	2,029	304 ± 44	232 ± 12	231	1,316	2,434
F12	384 ± 83	255 ± 16	237	1,620	2,316	207 ± 30	207 ± 10	231	0,900	2,334
F13	277 ± 61	232 ± 16	237	1,169	2,218	139 ± 16	191 ± 8	237	0,586	1,995
F14	292 ± 58	233 ± 14	242	1,207	2,308	147 ± 23	194 ± 10	237	0,620	2,013
F15	329 ± 55	245 ± 12	241	1,365	2,237	168 ± 24	202 ± 11	237	0,709	2,038
F16	328 ± 56	245 ± 15	242	1,355	2,230	188 ± 24	210 ± 9	237	0,793	2,030
F17	322 ± 46	245 ± 11	241	1,336	2,190	98 ± 19	166 ± 12	234	0,419	2,142
F18	299 ± 58	239 ± 14	233	1,283	2,190	115 ± 14	182 ± 7	233	0,494	1,908
F19	397 ± 105	274 ± 23	240	1,654	1,930	255 ± 28	229 ± 9	235	1,085	2,123
F20	407 ± 80	263 ± 16	241	1,689	2,237	183 ± 34	207 ± 12	235	0,779	2,063
F21	451 ± 81	285 ± 18	240	1,879	1,948	238 ± 40	221 ± 11	235	1,013	2,205
F22	431 ± 105	280 ± 20	240	1,796	1,963	222 ± 42	217 ± 11	235	0,945	2,173
F23	277 ± 68	231 ± 17	229	1,210	2,247	208 ± 36	211 ± 11	222	0,937	2,214
F24	267 ± 61	243 ± 15	229	1,166	1,861	202 ± 23	224 ± 8	221	0,914	1,797
F25	367 ± 82	255 ± 18	229	1,603	2,213	195 ± 38	207 ± 12	222	0,878	2,198
F26	473 ± 75	287 ± 15	228	2,075	2,001	285 ± 45	228 ± 12	222	1,284	2,405
F27	334 ± 67	240 ± 15	230	1,452	2,416	159 ± 25	203 ± 10	221	0,719	1,901
F28	486 ± 97	272 ± 14	229	2,122	2,415	212 ± 27	211 ± 9	222	0,955	2,257
F29	350 ± 67	268 ± 18	228	1,535	1,818	139 ± 19	182 ± 8	222	0,626	2,306
F30	425 ± 90	265 ± 16	229	1,856	2,284	226 ± 28	228 ± 10	221	1,023	1,907

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 6- Análise de variância

Análise de variância	Peso (g)	Comprimento (mm)	Idade (dia)	GPD (g/dia)	K_f
GL resíduo	58	58	58	58	58
F tratamentos	106,97*	104,73*	1,92	81,94*	2,12
Média geral	300,78	236,57	225,02	1,34	2,16
Desvio-padrão	70,01	18,75	15,78	0,35	0,19
DMS (5%)	36,19	9,69	8,16	0,18	0,10
Coeficiente de Variação (%)	23,28	7,92	7,01	25,81	8,60
Teste de Tukey a 1%					
RAS	394,27 a	261,33 a	227,83 a	1,75 a	2,19 a
VIVEIRO	207,30 b	211,80 b	222,20 a	0,94 b	2,12 a

Nível de significância: * 1%.

GL: graus de liberdade; DMS: diferença mínima significativa; K_f: fator de condição de Fulton, GPD: ganho de peso diário.

Fonte: Autor, 2023.

Ao analisar o teste de variância, nota-se que os resultados do sistema de recirculação de água são superiores ao tanque escavado. O peso e comprimento possuem resultados satisfatórios, pois ambos tinham o mesmo regime alimentar e lotes semelhantes de alevinos.

Tabela 7- Características de qualidade de água nas unidades experimentais: média com desvio padrão

Características	RAS	Tanques
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,35 ± 0,39	4,96 ± 0,84
Temperatura (°C)	30,0 ± 0,8	28,3 ± 0,9
pH	6,70 ± 0,25	6,51 ± 0,26
Amônia total (NH ₄ ⁺ + NH ₃) (mg/L)	1,42 ± 1,04	0,44 ± 0,53
Amônia tóxica (NH ₃) (mg/L)	0,008 ± 0,012	0,002 ± 0,000
Nitrito (mg/L)	1,59 ± 0,86	0,32 ± 0,08
Transparência (cm)	*	83 ± 15

Observação: * A transparência da água no RAS foi total, por isso essa informação não foi considerada nesse sistema produtivo.

Fonte: Autor, 2023.

As parâmetros que compõem a qualidade de água são fundamentais para a obtenção e bons resultados, visto que os mesmos são responsáveis por manter o equilíbrio do sistema e estão correlacionados a sanidade e bem-estar dos animais. Quando compara-se os resultados dos sistemas, a oscilação das características foi menor e mais estáveis no sistema RAS, beneficiando significativamente o sistema e os indivíduos ali alocados.

Com parâmetros com baixa oscilação tem-se condições melhores de bem-estar animal e conseqüentemente melhores resultados nas taxas de alimentação, conversão alimentar e crescimento saudável dos peixes. No sistema de recirculação as taxas de OD (oxigênio dissolvido) foram melhores e ficaram próximas de 7,35, refletindo na estabilidade do sistema, pois são níveis dentro do recomendado para a produção da espécie em questão, essa taxa de OD, quando comparada ao tanque escavado minimiza as chances de uma hipóxia ao longo da noite que é quando os níveis de oxigênio diminuem significativamente.

As médias de temperatura variaram 2 graus de diferença entre o sistema RAS com temperatura 30,0°C e o tanque escavado com 28,3°C. De acordo com Santos et al (2022), a temperatura deve estar em uma faixa entre 25 °C e 32 °C, as médias que o experimento apresentam níveis aceitáveis para o cultivo do tambaqui e atendem níveis satisfatórios de bem-estar animal.

O pH apresentou variações entre 6,70 no sistema RAS e 6,51 no tanque escavado, ambos resultados possuem níveis satisfatórios para o bom desenvolvimento da espécie, segundo recomendações de Kubitza (1998) e Sousa (2021) em que ambos alcançaram níveis parecidos.

Os compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) compreendem um grupo de características que deve ser observado e sempre feito análise de água, pois são elementos importantes para o crescimento de algas, e quando em grandes quantidades pode causar crescimento de grandes proporções resultando na eutrofização da água (LEIRA et al., 2017).

O nitrogênio amoniacal (amônia total) é proveniente de compostos orgânicos como restos de ração e fezes, quando níveis de CO₂ estão altos, a toxicidade da amônia se torna menor. Recomenda-se que deve estar entre 0,1 mg/L e seu nível de toxicidade aumenta na medida que o pH sobe. Os valores de amônia total, amônia tóxica e nitrito que são denominados de compostos nitrogenados, estão em faixas ideais para o cultivo da espécie (SANTOS et al., 2022).

Valores de amônia e nitrito apresentaram resultados divergentes quando comparados, porém o sistema RAS possui vantagens, uma delas é ter o ambiente de cultivo sempre controlado e isso inclui parâmetros de qualidade de água, isso o tornando ecologicamente correto, onde as chances de contaminação de afluentes

são bem pequenas. Quanto à transparência da água, o do sistema RAS foi desprezado pelo fato de ser 100%, e se tratar de um ambiente controlado que possuiu filtros clarificadores, biofiltro de terra e filtragem mecânica (clarificadores e de areia), possibilitando ao sistema água sempre limpa e livres de resíduos e sedimentos sólidos (fezes e restos de ração).

O desempenho zootécnico foi o principal fator a ser avaliado para determinar o desempenho e a viabilidade de um sistema de produção. A análise desses fatores contribui para a eficácia da produção e minimiza possíveis erros que podem acarretar prejuízos para o aquicultor.

Comparativamente, os resultados obtidos nesse trabalho divergem de alguns resultados publicados, uma ressalva merece atenção, visto que a simples denominação de um sistema produtivo como RAS objetivamente não implica no correto dimensionamento dos componentes hidráulicos e de filtragem biológica que pudessem permitir com eficiência a manutenção de qualidade de água e bem-estar animal.

Segundo resultados obtidos por Sousa (2021) e Aires (2019), os tanques escavados e tanques-redes superaram a produção e desempenho do sistema RAS, com tambaquis, Sousa (2021) apresentou resultados melhores de peso com o tanque escavado e tanque-rede em um período de 8 meses, o peso no RAS foi bem mais lento quando comparado aos demais, nesse período os peixes do tanque escavado o peso obtido foi em torno de 1.400 g enquanto no sistema RAS foi em torno de 400 g.

Aires (2019) no período de 3 meses apresentou resultados do tanque escavado foram superiores ao sistema RAS, com médias de peso entre 24 ± 7 g. Já o presente trabalho obteve resultados favoráveis ao sistema RAS, no período de 12 semanas a média de ganho de peso foi de 397 g enquanto no tanque escavado resultaram uma média de 198, g. Aires (2019) ao longo do experimento foram mensurados 3 vezes o crescimento dos peixes, no primeiro mês obteve variações de $2,98 \pm 0,29$, no segundo mês de $2,10 \pm 0,22$ e no terceiro de $1,50 \pm 0,20$. Já Sousa (2021) teve uma taxa de $2 \pm 0,25$ e no último mês foi de $1,08 \pm 0,04$ e os dois autores afirmaram que os resultados de melhores crescimentos foram em tanques escavados e tanques-redes. O experimento em questão resultou em

médias consideráveis em sistema RAS de 264 mm e em tanques escavados a média é de 210, mm.

Após descrever e comparar os dois sistemas, tanques com fundo de terra e sistema de recirculação, constatou-se que os níveis de produtividade do tambaqui em sistema de recirculação na recria é superior quando comparado ao sistema de produção em tanques com fundo de terra, este resultado foi diferente dos demais trabalhos publicados, isso decorreu das características físicas e químicas dos parâmetros que compõem a qualidade de água, no presente trabalho as variáveis foram mais estáveis em comparação aos demais e tiveram menores índices oscilação possibilitando equilíbrio do sistema, bem estar e produtividade.

5. CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que a recria do tambaqui a partir de alevinos de 2g por 12 semanas possibilitou resultados superiores de crescimento de peixes cultivados em RAS (peso final 394 g) comparado ao crescimento dos peixes cultivados em tanque com fundo de terra (peso final 207g).

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, L. D. N. D. A. **Desempenho de Tambaqui (*Colossoma Macropomum*) na fase de recria em sistema de recirculação**, Belém, p.35, 2019.
- ARAÚJO, P. R. G. **Produção da piscicultura de espécies nativas da Amazônia em Rondônia**. Caderno de Ciências Agrárias, v.12, p.1-4, 2020.
- APARICIO, S. **Sistema fechado de circulação de água (SFCA) para condução de experimentos em piscicultura**. Benjamin Constant. Universidade Federal do Amazonas, 2013.
- AHMED, N., & TURCHINI, G. M. **Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation**. Journal of Cleaner Production, 297, 126604. 2021.
- BARBIERI, Edison et al. **Efeito letal e subletal da amônia sobre o lambari (*Deuterodon iguape*, *Eigenmann 1907*), espécie potencial para a aquicultura brasileira**. Boletim do Instituto de Pesca, v. 45, n. 1, 2019.
- BAUER, J. et al. **Impacto da redução da salinidade da água na composição da *Vibrio spp.* em sistemas de recirculação de aquicultura para camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) e seus possíveis riscos para a saúde do camarão e a segurança alimentar**. Jornal Fish Diseases Wiley (2020).
- CANDIDO, A. Y. D. F., BISPO, H. M., LIMA, S. P. **Análise da qualidade da água de um minadouro de São Paulo/SP utilizada para consumo humano**. 2022.
- COSTA, J. I. D. **Avaliação econômica e participação do plâncton no cultivo de tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem**, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2013.
- CANTIZANI, M.S. et al. **Manejo alimentar de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) utilizando modelo matemático de crescimento**. 2013.
- FERREIRA, A.M. et al. **Viabilidade econômica do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados abastecidos com e sem bombeamento**. Viabilidade econômica e aspectos produtivos de peixes nativos da Amazônia. 2021.
- FERRI, L. S.; SOUZA, W. D.; BRAZ-FILHO, M.D.S.P. **Tendências e tecnologias sustentáveis na aquicultura: recirculação, aquaponia e bioflocos**, Incaper em Revista, Vitória, v.9, p. 66-78. ISSN 2179-5304, 2018.
- GUIMARÃES, R.Q. **Avaliação da produção de coentro (*Coriandrum sativum* L.) em sistemas de aquaponia com tambaqui (*Colossoma macropomum*) Cuvier 1818**. 62 f. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2022.
- KUBITZA, F. **Sistemas de recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso da água Panorama da Aqüicultura**, mai./jun. 2006.
- LEIRA, M.H. et al. **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas**. Pubvet, v.11, n.1, p.11-17, 2017.
- LIMA, J. de F. et al. **Sistema fechado simples de recirculação para recria de peixes ou camarões de água-doce**. Macapá, 2015.
- LOOSE, C. E. et al. **Custos na criação de tambaqui (*Colossoma Macropomum* Cuvier, 1818) nas propriedades participantes do Programa Peixe Forte em Cacoal (RO)**. Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2014.
- MEDINA, L. S. et al. **Sistema de recirculação aquícola: relações peso-comprimento e fatores de condição de quatro espécies de peixes**

- tropicais. Research, Society and Development, v.11, n.4, e52811427368-e52811427368, 2022
- MORAIS, I. D. S.; O'SULLIVAN, F.D.A. **Biologia, habitat e cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum*** (CUVIER, 1816), Scientia Amazonia, v. 6, n. 1, p. 81-93, 2017.
- MATSUMOTO, T.; ENRIQUEZ, Y. A. M. **Eficiência na remoção de NAT, DBO e DQO utilizando reator aeróbio de leito fluidizado com circulação em tubos concêntricos associado ao decantador de coluna em uma produção intensiva de tilápia.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 21, p. 609-614, 2016.
- NASCIMENTO, R. G.; KURTSZ, M. M. 1874, **(Crustacea: Anomopoda): Alternativa de alimento vivo para larvicultura de peixes amazônicos.** Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, (2019).
- OWATARI, M. S. **SISTEMAS DE RECIRCULAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA NA AQUICULTURA: UMA FERRAMENTA PARA SUSTENTABILIDADE.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2022.
- PALHETA, G. D. A.; STERZELECKI, F. C. **Produção de diferentes cultivares de microverdes em um sistema de aquapônia com tambaqui (*Colossoma macropomum*).** UFRA, Campus Belém, (2022).
- PEDROZA FILHO, M.X. et al. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil.** Boletim Ativos da Aquicultura, v.1, n.7, p.1-5. (2016).
- PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2023.** Veículo oficial da Associação Brasileira da Piscicultura, 2023.
- RODRIGUES, A.P.O. **Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*).** Boletim do Instituto de Pesca, v.40, n.1, p.135-145, 2014.
- ROSSATO, S. et al. **Comparação entre sistemas de cultivo: tanques-rede x tanques escavados Comparison between cultivation systems: cage tanks x excavated tanks.** Brazilian Journal of Development, v.7, n.12, p.110465-110481, 2021.
- SANTOS, F. A. C. **Densidade de estocagem na larvicultura e engorda do tambaqui *colossoma macropomum* em sistema de recirculação de água (SRA),** Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.
- SILVA, M. S. G. M.; LOSEKANN, M. E.; HISANO, H. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes,** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2013.
- SILVA, T. B. F. et al. **Criação de tambaqui associado à hidroponia em sistema de recirculação de água.** Research, Society and Development, v. 9, n. 9, (2020).
- SUANTIKA, G. et al. **Perfil metabólico do camarão de perna branca *Litopenaeus vannamei* da cultura superintensiva em sistemas de aquicultura fechados: um sistema de aquicultura com recirculação e um sistema híbrido de aquicultura com descarga zero de água e recirculação,** 2020.
- SOUSA, T. M. **Avaliação da engorda inicial de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema de recirculação de água,** Belém, UFRA/Campus Belém, 2021.
- SOUZA, C. F. et al. **Estudo de viabilidade econômica para tilapicultura em tanque escavado no Vale do Ribeira, estado de São Paulo.** VIDA: Exatas e VIEIRA, J. M. L. **Nutrição do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) na região norte do Brasil.** DELOS: Desarrollo Local Sostenible, 11.32, (2018).