

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

THASSIANE TELLES CONDE

SISTEMAS PISCÍCOLAS DE TAMBAQUI: Avaliação hídrica e aplicações

Ilha Solteira
2020

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

THASSIANE TELLES CONDE

SISTEMAS PISCÍCOLAS DE TAMBAQUI: Avaliação hídrica e aplicações

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Prof. Dr. Glauca Amorim Faria
Orientadora

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C745s Conde, Thassiane Telles.
Sistemas piscícolas de tabaqui: avaliação hídrica e aplicações / Thassiane Telles Conde. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2020
75 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2020

Orientador: Glauca Amorim Faria
Inclui bibliografia

1. *Colossoma macropomum*. 2. Fertirrigação. 3. Piscicultura.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CIBIS - 9999

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

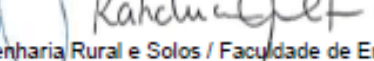
TÍTULO DA TESE: Sistemas Piscícolas de Tambaqui: Avaliação Hídrica e Aplicações

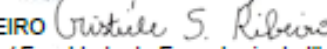
AUTORA: THASSIANE TELLES CONDE

ORIENTADORA: GLAUCIA AMORIM FARIA


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA, área:
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. GLAUCIA AMORIM FARIA 
Departamento de Matemática / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. KÁTIA LUCIENE MALTONI 
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. CRISTIÉLE DA SILVA RIBEIRO 
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. ROSALVO STACHIW 
Departamento de Química / Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Prof. Dr. ANTONIO FLÁVIO ARRUDA FERREIRA 
Departamento de Ciências Biológicas / Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Ilha Solteira, 30 de junho de 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que sempre me deu forças para superar as adversidades, carregando-me em seus braços quando não tive forças para caminhar.

À Nossa Senhora de Aparecida por interceder nos momentos de desespero.

À minha mãe, Aparecida S. M. Telles que me ensinou a perseverar mesmo diante das dificuldades.

À minha amiga e irmã de coração Luciane da Cunha Codognoto por me incentivar e ajudar a prosseguir em momentos que estava desacreditada.

Ao André L. Moreschi por me proporcionar momentos felizes.

À orientadora Profa. Dr. Glaucia Amorim Faria pela confiança depositada em mim e por toda dedicação para execução desse trabalho.

À Profa. Dr. Katia Luciene Maltoni pela presteza e ensinamentos.

À Profa. Dr. Crístiele da Silva Ribeiro por contribuir com materiais e equipamentos para realização das análises.

Aos produtores rurais que aceitaram participar dessa pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de cursar o Doutorado e por todo suporte técnico-científico.

Aos Professores do curso pelos ensinamentos.

À FAPERO pelo incentivo ao desenvolvimento de ações científicas no estado de Rondônia, auxiliando o desenvolvimento desse estudo por meio programa de apoio à pesquisa – PAP/UNIVERSAL chamada FAPERO Nº. 04/2018.

Ao IFRO-Campus Ariquemes por fomentar a capacitação pessoal e o desenvolvimento de atividades científicas.

A todos que de alguma forma contribuíram para esse acontecimento, obrigada!

“Tudo posso naquele que me fortalece”
(Filipenses 4:13)

RESUMO

O peixe é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo, com expectativa de aumento devido ao crescimento populacional e a busca por alimentos saudáveis. A grande área territorial brasileira e o maior volume de água doce do mundo favorecem o cultivo de peixes em cativeiro, onde o Tambaqui (*Colossoma macropomum*) tem obtido destaque, a espécie nativa mais cultivada nacionalmente. Entretanto, o desenvolvimento da espécie ocorre predominantemente no norte do país, região de recente desenvolvimento territorial, carecendo de estudos científicos que respondam quais os impactos e benefícios na localidade. Os sistemas de produção piscícola introduzem nutrientes na água, demandando o acompanhamento da qualidade hídrica, pois é um recurso decisivo ao sucesso e manutenção dessa atividade. Assim, esse estudo objetivou compreender o efeito de sistemas piscícolas nas características físicas, químicas e biológicas da água utilizada no cultivo do Tambaqui, e avaliar a possibilidade de reuso da mesma em sistemas de produção agrícola. O trabalho está dividido em quatro capítulos. Capítulo 2: Apresentam-se informações (econômicas, sociais e ambientais) para auxiliar no desenvolvimento da produção de Tambaqui no país. Capítulo 3: Avalia-se a influência do sistema de cultivo e da sazonalidade nos parâmetros limnológicos dos corpos hídricos utilizados para criação de tambaqui (*C. macropomum*) no município de Ariquemes-RO. Capítulo 4: Investiga-se a resposta fisiológica da embebição de sementes de *Lactuca sativa* L. em águas destilada e de piscicultura de Tambaqui, em diferentes períodos (0, 3, 6, 12 e 24 h). Capítulo 5: Estudou-se a influência dos períodos de embebição (0, 8, 16, 24, 48 e 60 horas) das sementes de *Brachiaria brizantha* cv Marandu, com águas subterrâneas e da piscicultura de tambaqui, sobre germinação, vigor e produção. Os resultados obtidos demonstraram que no período chuvoso (inverno amazônico) ocorreu redução do pH e incrementos na proliferação de coliformes totais e fecais. As variáveis cor, dureza, amônia, nitrito e fósforo apresentaram maior concentração nos viveiros utilizados para cultivo de tambaqui em comparação aos corpos abastecedores e receptores. Os sistemas de cultivo afetaram os parâmetros cor e teor de fósforo da água, especialmente no cultivo intensivo, elevando os valores devido a maior densidade populacional. As plantas oriundas de sementes embebidas e conduzidas com água de piscicultura apresentaram massa fresca aérea 22% superior àquelas tratadas com água destilada, no tempo de 24 h. Os comprimentos aéreo e de radícula e a massa seca de plântulas foram favorecidos pelo uso da água oriunda do sistema piscícola de Tambaqui, diferindo significativamente da água subterrânea. Entretanto, o efeito dos tratamentos favoreceu apenas o desenvolvimento inicial da plântula, pois a avaliação da massa seca total realizada aos 71, 92 e 113 dias após semeadura não revelou diferença na produtividade.

Palavras-chave: *Colossoma macropomum*. Fertirrigação. Piscicultura.

ABSTRACT

Fish is the most consumed animal protein source in the world, expected to increase due to population growth and the search for healthy food. The large Brazilian territorial area and the largest volume of fresh water in the world favor the cultivation of fish in captivity, where Tambaqui (*Colossoma macropomum*) has gained prominence, being the second most species. However, the development of the species occurs predominantly in the north of the country, a region of recent territorial development, lacking scientific studies that answer the impacts and benefits in the locality. Fish production systems introduce nutrients into the water, requiring monitoring of water quality, as it is a decisive resource for the success and maintenance of this activity. Thus, this study aimed to understand the effect of fish systems on the physical, chemical and biological characteristics of the water used in the cultivation of Tambaqui, and to evaluate the possibility of reusing it in agricultural production systems. The work is divided into four chapters. Chapter 2: Information (economic, social and environmental) is presented to assist in the development of Tambaqui production in the country. Chapter 3: The influence of the cultivation system and seasonality on the limnological parameters of the water bodies used to create tambaqui (*C. macropomum*) in the municipality of Ariquemes-RO is evaluated. Chapter 4: The physiological response of the imbibition of *Lactuca sativa* L. seeds in distilled waters and fish culture of Tambaqui is evaluated, in different periods (0, 3, 6, 12 and 24 h). Chapter 5: The influence of the soaking periods (0, 8, 16, 24, 48 and 60 hours) of *Brachiaria brizantha* cv Marandu seeds, with groundwater and tambaqui fish farming, was studied on germination, vigor and production. The results obtained showed that in the rainy period (Amazonian winter) there was a reduction in pH and increases in the proliferation of total and fecal coliforms. The variables color, hardness, ammonia, nitrite and phosphorus showed a higher concentration in the nurseries used for cultivating tambaqui in comparison to the supplying and receiving bodies. The cultivation systems affected the color and phosphorus content parameters of the water, especially in intensive cultivation, increasing the values due to the higher population density. Plants originating from seeds soaked and conducted with fish farming water presented a 22% higher fresh air mass than those treated with distilled water, within 24 h. The aerial and radicle lengths and the dry mass of seedlings were favored by the use of water from the Tambaqui fish system, differing significantly from groundwater. However, the effect of the treatments favored only the initial seedling development, as the evaluation of the total dry mass carried out at 71, 92 and 113 days after sowing did not reveal any difference in productivity.

Keywords: *Colossoma macropomum*. Fertigation. Fish Farm.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Evolução da produção piscícola Total e do Tambaqui no Brasil.....	23
Figura 2	- Localização das propriedades utilizadas para avaliação dos parâmetros limnológicos dos corpos hídricos utilizados em sistemas piscícolas de Tambaqui em Ariquemes-RO.....	37
Figura 3	- Equações de regressão e coeficiente de determinação condutividade elétrica (A), índice de velocidade de emergência (B), emergência (C), massa seca do sistema radicular (D), massa fresca da parte aérea (E), massa seca da parte aérea (F), comprimento de raiz (G) e comprimento aéreo (H) de plântulas a partir de sementes de alface submetidas à embebição em águas destilada e piscicultura.....	56
Figura 4	- Equações de regressão e coeficiente de determinação condutividade elétrica (CE), germinação (GER), comprimento aéreo de plântula (CA), comprimento de raiz de plântula (CR), massa seca de plântula (MSPL), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência (EMER) de sementes de capim Marandu submetidas à embebição em águas subterrânea e piscicultura.....	68

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Resumo da análise de variância para as variáveis: temperatura (T), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), cor, condutividade elétrica (CE), turbidez (TB), dureza (DZ), nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amônia (NH_3), fósforo (P), coliformes totais (CT) e coliformes fecais (CF) dos corpos hídricos utilizados em sistemas piscícolas de tambaqui em Ariquemes-RO..... 39
- Tabela 2** - Valores médios para temperatura (T), oxigênio Dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), cor, condutividade elétrica (CE), turbidez (TB), dureza (DZ), nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amônia (NH_3), fósforo (P), coliformes totais (CT) e coliformes fecais (CF) em função do local de coleta e sistemas de produção piscícolas de tambaqui, em Ariquemes-RO..... 41
- Tabela 3** - Valores médios para amônia (NH_3), nitrato (NO_3) e nitrito (NO_2) no desdobramento dos sistemas de produção piscícolas de tambaqui em função das épocas em Ariquemes-RO..... 43
- Tabela 4** - Resultado da análise de variância para condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (EMER), massa fresca do sistema radicular (MFR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MAS), comprimento aéreo (CA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas a partir de sementes de alface submetidas à embebição em águas destilada e piscicultura..... 54

Tabela 5	- Desdobramento do tempo médio de embebição dentro de cada fonte de água utilizada para condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (EMER), massa fresca do sistema radicular (MFR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MAS), comprimento aéreo (CA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas a partir de sementes de alface submetidas à embebição em águas destilada e piscicultura.....	55
Tabela 6	- Resumo da análise de variância e teste de médias para condutividade elétrica (CE), germinação (GER), comprimento aéreo de plântula (CA), comprimento de raiz de plântula (CR), massa seca de plântula (MSPL), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência (EMER) de sementes de capim Marandu submetidas à embebição em águas subterrânea e piscicultura.....	66
Tabela 7	- Resumo da análise de variância para massa seca total (MST) de plantas oriundas de sementes de capim Marandu submetidas à embebição em águas subterrânea e piscicultura.....	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	14
REFERÊNCIAS.....	16
2 DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TAMBAQUI (<i>Colossoma macropomum</i>) NO BRASIL: RESULTADOS E DESAFIOS.....	17
2.1 INTRODUÇÃO	18
2.1 PISCICULTURA BRASILEIRA.....	19
2.2 CARACTERÍSTICAS DO TAMBAQUI.....	20
2.3 FATORES ECONÔMICOS E SOCIAIS.....	22
2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE MITIGAÇÃO.....	25
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS.....	27
3 PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS DE CORPOS HÍDRICOS UTILIZADOS PARA PRODUÇÃO DE TAMBAQUI NA AMAZÔNIA.....	33
3.1 INTRODUÇÃO	34
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
3.4 CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS.....	45
4 PERÍODOS DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE EM ÁGUA DESTILADA E DE PISCICULTURA DE TAMBAQUI	50
4.1 INTRODUÇÃO	51
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	54

4.4 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS.....	59
5 EFEITO DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS COM ÁGUAS SUBTERRÂNEA E DE CULTIVO DO TAMBAQUI (<i>Colossoma macropomum</i>)...	62
5.1 INTRODUÇÃO	63
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
5.4 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS.....	71
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
APÊNDICE A – Aceite publicação item 2	75

1 INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de peixes, também conhecido como piscicultura, é umas das atividades pecuárias mais antigas da humanidade. Existem relatos que os povos egípcios e chineses utilizavam essa técnica antes de cristo; e, surgiu quando monges buscavam obter pescado o ano todo, por isso capturavam alevinos e faziam a engorda em cativeiro. Os primeiros peixes mantidos em cativeiro, provavelmente foram membros da família das carpas (MILLS, 1998).

O desenvolvimento da piscicultura e sua consolidação como atividade de importância econômica está relacionada a demanda alimentar, decorrente do crescimento demográfico que ocorre em ritmo acelerado, aumentando a necessidade de oferta de alimento de alto valor biológico e baixo custo (FRANÇA NETO *et al.*, 1998).

Nas últimas décadas, a piscicultura brasileira passou por transformações, e atualmente é uma das principais atividades do agronegócio no país, substituindo gradativamente o consumo de peixes provenientes de pesca extrativa (FIRETTI *et al.*, 2007).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe nativo da região amazônica, vem ganhando destaque na piscicultura brasileira, embora tenha sua produção regionalizada e restrita ao norte do país. Sua representatividade na piscicultura se deve a características apresentadas pela espécie, como crescimento rápido, alta produtividade e excelente adaptação aos sistemas de cultivo tradicionais, observações feitas nos produtores da região.

O cultivo do tambaqui, assim como qualquer outro sistema de produção, acaba por ocasionar algum impacto ao ambiente. No caso da piscicultura este impacto tem relação com as rações utilizadas, que são ingeridas pelos peixes e excretadas nas águas na forma de fezes e outros resíduos metabólicos. Por outro lado, como as rações são ricas em nutrientes e material orgânico, poderia aproveitar as águas residuárias para outros fins.

Entretanto, as informações sobre as características da água resultante do cultivo em cativeiro ainda são escassas, principalmente de peixes nativos como o tambaqui. Diante do exposto, e do potencial de expansão da produtividade do cultivo de tambaqui, é imprescindível compreender a qualidade hídrica em sistemas

piscícolas, bem como estudara possibilidade de reuso dessa água em sistemas de produção agrícola.

Assim, objetivou-se com esse trabalho compreender o efeito de sistemas piscícolas de tabaqui nas características físicas, químicas e biológicas da água, avaliando a possibilidade de reuso em sistemas de produção vegetal. Para tanto o trabalho foi dividido em quatro capítulos: Capítulo 2: buscou-se apresentar informações (econômicas, sociais e ambientais) para auxílio do desenvolvimento da produção no país. No capítulo 3 foi avaliada a influência do sistema de cultivo e sazonalidade nos parâmetros limnológicos dos corpos hídricos utilizados para criação de tabaqui (*C. macropomum*) no município de Ariquemes-RO. No capítulo 4 investigou-se a resposta fisiológica da embebição de sementes de *Lactuca sativa* L. em águas destilada e de piscicultura de Tabaqui, em diferentes períodos (0, 3, 6, 12 e 24 h). No capítulo 5 foi estudada a influência de períodos de embebição (0, 8, 16, 24, 48 e 60 horas) de sementes *Brachiaria brizantha* cv Marandu, quanto a germinação, vigor e produção, com águas subterrâneas e de piscicultura de tabaqui.

REFERÊNCIAS

FIRETTI, R.; GARCIA, S. M.; SALES, D. S. **Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura, 2007**. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/planejamento_estrategico.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

FRANÇA NETO, V. L.; COSTA, F. H. F.; LIMA, M. F.; NASCIMENTO, M. M. Capacitação de pessoal de cultivo de machos revertidos de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L., 1766) em tanques-rede, nos municípios do Ceará. *In*: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1, 1998, Recife. **Anais [...]**. Recife: [s.n.], 1998. p. 796.

MILLS, D. **Peixes de aquário**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1998. 304 p.

2 DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) NO BRASIL: RESULTADOS E DESAFIOS

RESUMO: O peixe é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo, com expectativa de aumento devido crescimento populacional e busca por alimentos saudáveis. A grande área territorial brasileira e o maior volume de água doce do mundo favorecem o cultivo em cativeiro. O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) tem obtido destaque no cenário brasileiro, sendo a espécie nativa mais cultivada no Brasil. Em 2018, sua produção superou 100 mil toneladas, totalizando aproximadamente 20% da produção da piscícola. Por ser uma espécie nativa das águas doces da Amazônia a criação é recomendada principalmente para regiões de clima quente, como o Norte do país. Em 2017 o estado de Rondônia foi o maior produtor de peixes de água doce no Norte, e o segundo nacionalmente, resultados obtidos basicamente com a produção de Tambaqui, com perspectivas de aumento nos próximos anos. Diante da relevância da espécie para a piscicultura brasileira, este estudo apresenta informações econômicas, sociais e ambientais disponíveis nas plataformas locais de dados e de pesquisa que podem servir de base para desenvolvimento do cultivo de Tambaqui no país.

Palavras-chave: Aquicultura. Desenvolvimento agropecuário. Piscicultura.

DEVELOPMENT OF TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) PRODUCTION IN BRAZIL: RESULTS AND CHALLENGES

ABSTRACT: Fish is the most consumed animal protein source in the world, expected to increase due to population growth and the search for healthy foods. The large Brazilian territorial area and the largest volume of fresh water in the world favor cultivation in captivity. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) has gained prominence in the Brazilian scenario, being the most cultivated native species in Brazil. In 2018, its production exceeded 100 thousand tons, totaling approximately 20% of the fish farm's production. As it is a native species of the fresh waters of the Amazon, the breeding is recommended mainly for regions with hot climate, like the North of the country. In 2017, the state of Rondônia was the largest producer of freshwater fish in the North, and the second nationally, results obtained basically with the production of Tambaqui, with prospects of increase in the coming years. Given the relevance of the

species to Brazilian fish farming, this study presents economic, social and environmental information available on local data and research platforms that can serve as a basis for the development of Tambaqui cultivation in the country.

Keywords: Aquaculture. Agricultural development. Pisciculture.

2.1 INTRODUÇÃO

O peixe é a proteína animal mais consumida mundialmente, corresponde a 17% da totalidade, valor superior as carnes suínas, galináceas, bovinase demais proteínas animais (FAO, 2016). Em 2016, a produção de animais aquáticos somou aproximadamente 171 milhões de toneladas, destes, quase 88% foram para consumo humano, o restante destinou-se principalmente para a produção de farinha e óleo de peixe (FAO, 2016).

Diante do aumento do consumo desse alimento e redução dos estoques em ambiente natural, a produção em cativeiro tem sido impulsionada em todo mundo. Em 2016 a produção mundial aquícola totalizou 80 milhões de toneladas (FAO, 2016). Segundo a OECD/FAO (2017) tem-se a expectativa de que a aquicultura supere a de produção natural a partir do ano de 2020, totalizando em 2026 mais de 100 milhões de toneladas.

O Brasil possui condições que proporcionam o cultivo de espécies aquáticas, como grande volume de água doce e condições climáticas propícias, dentre essas, 75% do território encontrar-se na zona tropical, que recebe energia solar abundante o ano todo (PAVANELLI *et al.*, 1998). O maior destaque da produção aquícola nacional trata-se da criação de peixe, que corresponde a mais de 70% da produção (IBGE, 2018). Tal atividade sofreu diversas transformações nas últimas décadas, sendo atualmente uma das mais importantes do agronegócio nacional, substituindo gradativamente a pesca extrativista (FIRETTI *et al.*, 2007). Em 2014, o país foi o 13º maior produtor piscícola do mundo. A produtividade nacional em 2016 refletiu mais de 507 mil toneladas de peixe, com valor de aproximadamente R\$ 3,3 bilhões (IBGE, 2018).

A espécie com cultivo mais intenso é a Tilápia, responsável por 50% de toda produção brasileira (IBGE, 2018), o Brasil configura atualmente como o 4º produtor mundial desta espécie (PEIXE BR, 2018). São animais exóticos, oriundos dos rios Nilo, Niger, Tchade e lagos do Centro-Oeste Africano (VERANI, 1980). Diversos

fatores contribuem para a criação desta espécie em cativeiro, dentre eles, a facilidade de reprodução (VICENTE; FONSECA-ALVES, 2013), fator que causa preocupação do ponto de vista ambiental, visto que a mesma pode comprometer a reprodução e desenvolvimento de espécies nativas.

Assim, tem-se buscado espécies nacionais que possuam adaptação para cultivo em cativeiro. As espécies nativas brasileiras de maior produção são o Pacu, Pirarucu e Tambaqui (IBGE, 2018). Dentre essas, o Tambaqui, é a segunda espécie mais produzida, oriunda da região amazônica e predominante produzida na região norte (SIDONIO *et al.*, 2012; RODRIGUES, 2014). Possui elevado valor comercial, além de características como rusticidade e bom desempenho produtivo, além de ser possível a produção de até duas safras por ano, fatores de destaque para criação em cativeiro (LOPES *et al.*, 2010; PEREIRA JÚNIOR *et al.*, 2013). O grande desafio para essa espécie é aumentar a competitividade econômica, ressaltando a importância de pesquisas aplicadas (PEIXE BR, 2018).

Diante do panorama discutido e do potencial de expansão da produtividade de Tambaqui (*C. macropomum*), este estudo tem como objetivo apresentar informações econômicas, sociais e ambientais obtidos a partir de plataformas científicas, que servirão de auxílio para o desenvolvimento da produção no país.

2.1 PISCICULTURA BRASILEIRA

Para expansão da criação de peixe em cativeiro é necessário identificar quais espécies melhor se adaptam a região e possuam a aceitação do mercado consumidor (BEERLI; LOGATO, 2016). Desta forma o Brasil é privilegiado, pois detém a ictiofauna de água doce mais diversa do mundo, com 2587 espécies de peixes descritas, sendo que, muitas possuem potencial para criação em cativeiro (BUCKUP *et al.*, 2007).

O crescimento da piscicultura brasileira e a consolidação como atividade rentável deve-se a importância no abastecimento alimentar, minimizando a insegurança nutricional e alimentar (CARDOSO *et al.*, 2016). Além disso, o consumo de carne branca é visto como aliado a saúde, destas o peixe é o mais indicado. Tal fato deve-se ao alimento ser rico em ácidos graxos ômega-3 e ajudando na prevenção de diversas doenças, principalmente as cardíacas (FERNANDES *et al.*, 2012). A média de consumo de pescado brasileira é de 8,9

kg/pessoa/ano, enquanto a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo seja superior a 12 kg/pessoa/ano (SONODA; SHIROTA, 2012). Demonstrando potencial de crescimento da atividade.

A demanda do comércio refletiu 4,4% de crescimento no setor piscícola em 2016 (IBGE, 2018). As regiões que apresentaram aumento no mesmo ano foram Norte, Sul e Sudeste, com 1,4%, 6,9% e 43,1%, respectivamente, comparando-se com 2015.

A produção de pescado brasileira totalizou aproximadamente 508 mil toneladas em 2016 (IBGE, 2018). A Tilápia e o Tambaqui, tiveram produtividade por volta de 240 e 170 mil toneladas, respectivamente (IBGE, 2018). São as espécies responsáveis pela maior parcela, somadas correspondem a quase 75% de toda produção nacional.

O cultivo em cativeiro varia de acordo com a região, devido à extensão territorial brasileira, e as condições climáticas e sociais diferirem entre si. Nas regiões Sudeste e Nordeste, a principal espécie é a Tilápia. No Sul, a produção divide-se entre Carpas e Tilápias, enquanto no Centro-Oeste, são Tambaqui, Pintado e Pacu. Enquanto o Norte se especializa em Tambaqui e Pirarucu (IBGE, 2018).

O setor piscícola teve grande incentivo a partir de 2012, impulsionado pelo Plano Safra da Pesca e Aquicultura, que investiu R\$ 4,1 bilhões (MPA, 2014). Programa que disponibilizou linhas de créditos, oportunizando a modernização dos sistemas de produção.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO TAMBAQUI

O mercado produtor de pescado prioriza características como porte, rápido crescimento, alta resistência e palatibilidade da carne. Resultando em apreciação de espécies nativas da região amazônica, o Tambaqui é a mais cultivada no Brasil (MENDONÇA *et al.*, 2009).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) pertencente à classe Actinopterygii, ordem Characiformes e família Serrasalminidae, é natural das bacias do rio Amazonas e Orinoco (GOMES *et al.*, 2010). Possuem escama de formato romboidal e dispõem de mancha no dorso em seu estágio adulto, em que a tonalidade varia de acordo com a cor da água (SANTOS *et al.*, 2006; SOARES *et al.*, 2008). A espécie

apresenta animais que podem chegar a porte grande, com até 45 kg e 100 cm de comprimento (CARDOSO, 2001).

O tambaqui apresenta uma peculiaridade, não desova naturalmente em cativeiro. É uma espécie reofílica e precisa vencer as correntezas de água para maturar suas gônadas (PROENÇA; BITTENCOURT, 1994). De acordo com Souza *et al.* (2018) para reprodução em cativeiro, é necessário a indução por hormônios, a utilização do Ovopel e extrato de hipófise de carpa são eficientes em fêmeas de Tambaqui (SOUZA *et al.*, 2018). Além disso, a espécie manifesta dimorfismo sexual na fase adulta, existindo diferenças morfológicas no padrão de crescimento entre machos e fêmeas de tambaqui, principalmente para massa. A fêmea é maior e mais pesada, após atingir a fase reprodutiva (MELLO *et al.*, 2015; ALMEIDA *et al.*, 2016).

Por serem onívoros, têm grande capacidade de digerir proteína animal e vegetal, resultando em fácil adaptação à ração artificial, grãos (NUNES, 2014) ou subprodutos industrializados.

É uma espécie que apresenta resistência a condições ambientais adversas, favorecendo sua criação em cativeiro. A concentração de oxigênio dissolvido ideal para cultivo é de 5 mg L⁻¹, mas tolera baixos níveis, com águas que se encontram entre 1,0 e 3,0 mg L⁻¹ (VAL *et al.*, 1998), situações drásticas proporcionam também adaptação morfológica, que resulta no aumento do lábio inferior, para captar mais oxigênio na superfície da lâmina de água, aliado a redução de seu metabolismo e taxa de crescimento (DAIRIKI *et al.*, 2011). Ainda, a espécie possui estratégias adaptativas como ajustes hematológicos, regulação iônica e produção de muco, que proporciona tolerância relativa à ambientes aquáticos ácidos (ARIDE *et al.*, 2007).

A criação dessa espécie em cativeiro ocorre em locais com clima quente e alta radiação solar. Segundo Mendonça *et al.* (2012) o crescimento e desenvolvimento do Tambaqui juvenil é favorecido por longos fotoperíodos e altas temperaturas. Fatores que impulsionaram o crescimento do cultivo dessa espécie, principalmente na região Norte do Brasil, que possui clima predominantemente equatorial. Existem métodos que favorecem o desenvolvimento dessa espécie, alguns testes experimentais demonstram que hormônios do crescimento favorecem o ganho de massa e crescimento, apesar de ainda ser proibido no país (PAZ; VAL, 2018).

A prática mais adotada para a criação de Tambaqui é em viveiros escavados, porém a espécie também pode ser cultivada em sistema de barragens e tanques-

redes (DAIRIKI *et al.*, 2011). Normalmente, o cultivo é dividido em três etapas: larvicultura, produção de juvenis e fase de engorda. Na larvicultura a duração é de 30 a 45 dias, com peso médio de 0,5 a 1 g por indivíduo; a produção de juvenis dura em torno de 60 dias e peso variando entre 40 e 50 g; enquanto a fase final varia de acordo com o peso desejado para abate (LIMA *et al.*, 2013). Contudo, se a densidade de estocagem for de 10 juvenis/m³ e o peso desejado de 1,8 a 3,1 kg, o ciclo de produção pode ser concluído de 10 a 12 meses (DAIRIKI *et al.*, 2011; MELO *et al.*, 2001).

No beneficiamento, tem rendimento total de carcaça superior a 60% em peixes com média de tamanho e peso de, 40,23 cm e 1,54 kg, respectivamente (FERNANDES *et al.*, 2010; CARTONILHO; JESUS, 2011; SOUZA; INHAMUNS, 2011), rendimento semelhante à Tilápia do Nilo (MACEDO-VIEGAS *et al.*, 1997). A comercialização é realizada principalmente na forma fresca ou congelada, a última normalmente mantém bom estado de conservação por até 180 dias, se mantido a temperatura igual ou inferior a -25 °C. (CARTONILHO; JESUS, 2011).

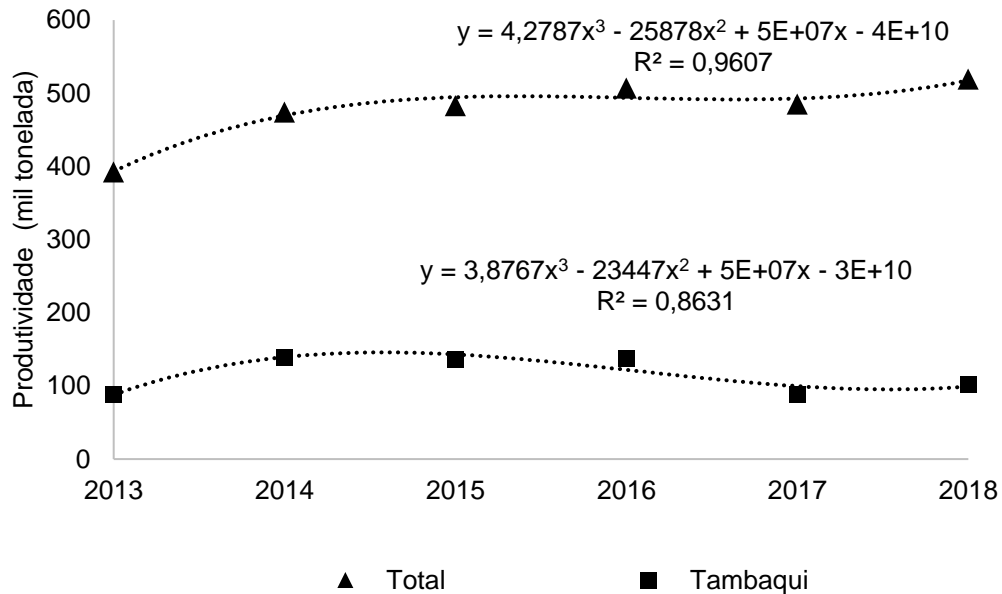
2.3 FATORES ECONÔMICOS E SOCIAIS

Atualmente o Brasil é um dos protagonistas do agronegócio internacional, devido os resultados alcançados nos últimos anos, recebendo incentivo e tendo saldo positivo da criação de peixe em cativeiro.

A piscicultura tem-se tornado destaque nacional recentemente, fato comprovado pelos dados de produção serem incluídos no Anuário de Produção Pecuária Municipal, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, apenas no volume 41, ano de 2013. A partir desse ano, constam os dados que possibilitam compreender a dinâmica e evolução da atividade, mas vale ressaltar que devido ser uma atividade com destaque recente, a disponibilidade de informações é limitada.

A produção de pescado no Brasil nos anos de 2013 e 2018, correspondeu a 392,5 e 519,3 mil toneladas, respectivamente, crescimento correspondente a 24,42% na atividade. Adequando-se ao modelo de regressão cúbica devido a variação anual (Figura 1). A produção de Tambaqui, apresentou pequenas variações entre os anos de 2013 e 2018 (Figura 1). Em 2018 totalizou mais de 102 mil toneladas, totalizando 19,7% da produção da piscicultura brasileira (IBGE, 2019).

Figura 1 - Evolução da produção piscícola Total e do Tambaqui no Brasil.



Fonte: Adaptado de IBGE (2019).

A criação da espécie é predominante no Norte do País, dos estados que compõem essa região, Rondônia é o principal produtor. Contando com mais de 9000 piscicultores cadastrados na Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia-IDARON, desses, 2/3 são pequenos produtores, com no máximo 0,6 ha de lâmina de água (RONDÔNIA, 2018). Como meio de incentivar o crescimento da atividade, a Lei nº 3437 de 09/09/2014 autoriza que os tanques, possam ser implantados no leito das fontes de água, tendo como condição que as margens já estejam degradadas (RONDÔNIA, 2014). O estado possui produtividade de aproximadamente 42 mil toneladas, respondendo por 40,5% de toda a produção nacional.

O principal município produtor de Tambaqui no país em 2018 foi Ariquemes, que pertence ao estado de Rondônia, seguido por Almas (TO), Cujubim (RO), Amajari (RR) e Paragominas (PA) (IBGE, 2019).

O crescimento acelerado de propriedades produtoras de peixe promove o desenvolvimento e aumento de indústrias nessas regiões (COSTA *et al.*, 2015), com proposta de atender a demanda de insumos e escoamento produtivo. Em Ariquemes, município do interior de Rondônia, com cultivo intenso e centro da

microrregião denominada Vale do Jamari, houve a implantação de frigorífico de peixe, indústria de ração, fábrica de gelo, além de possuir uma festividade nomeada de Expovale, voltada totalmente para negociações relacionadas ao cultivo de Tambaqui. Demonstrando que a atividade possui capacidade de desenvolvimento de emprego em diversos níveis do processo de produção, além de movimentar o comércio local.

Entretanto, existem fatores limitantes à expansão da atividade, como a falta de organização comunitária, refletindo na pouca representatividade do setor junto a sociedade (ALMEIDA; BAUMER, 2005). Além, de enfrentar dificuldades sanitárias e estruturais, apontando a necessidade de investimentos em infraestrutura, controle sanitário, logística e licenciamento ambiental (PEIXE BR, 2020), motivos que resultam no lento crescimento da atividade. A alternativa mais utilizada em municípios em evidência na produção é a organização em associações. Segundo Araújo e Sá (2008) os produtores devem buscar organizar-se de maneira mais eficiente, para que aplicarem formas de reduzir os custos da atividade.

Outro fator limitante para o bom desempenho é a carência de mão-de-obra especializada (LOPES *et al.* 2010). Pois, não receber assistência técnica especializada gera obstáculos que comprometem o rendimento dos lucros, como determinar a quantidade de ração a ser fornecida diariamente aos peixes (CORREA *et al.*, 2011).

Os gastos com alimentação e insumos nutricionais do peixe determinam se a criação será economicamente viável, pois podem representar cerca de 80% dos custos totais de produção (CYRINO, 2000). Entretanto, em cultivos intensivos, a relação cai para 60% (IZEL; MELO, 2004; GOMES *et al.*, 2006). Pesquisas recentes buscam materiais regionais para inclusão ou substituição na dieta de peixes, como a substituição total do milho pela farinha de cruzeira de mandioca que demonstrou-se viável para a alimentação de juvenis de Tambaqui, proporcionando aumento na deposição de gordura corporal e reduz os custos na produção dos peixes em 16% (PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2013) O custo de produção efetivo do Tambaqui ainda se demonstra superior ao da Tilápia, pois existem limitações tecnológicas no sistema de produção, principalmente relacionado a ausência de rações específicas. Mas vale ressaltar que mesmo assim a espécie nativa possibilita uma margem bruta maior, pois seu preço de venda também é superior (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016).

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE MITIGAÇÃO

Os peixes são animais aquáticos ectotérmicos e dependem, direta e indiretamente, do ambiente, sendo afetados pelas condições ambientais (Ficke *et al.* 2007). Segundo Melo (1999) o seu cultivo pode incrementar nitrogênio, fósforo, fezes e metabólicos inerentes ao sistema de produção, o que pode modificar o ambiente. As práticas de alimentação e nutrição dos peixes confinados têm impacto ambiental mais ou menos severo, de acordo com a intensidade (MONTE-LUNA *et al.*, 2004), manejo e nível técnico adotado no regime de produção.

Produtores de Tambaqui não costumam realizar o vazio sanitário, ou seja, preparação dos viveiros entre os ciclos de produção. Desta forma, é esperado que futuramente o acúmulo de matéria orgânica resulte em problemas de insalubridade, como a disseminação de patógenos (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016).

A alimentação excessiva ou o uso de rações não-balanceadas caracterizam prejuízo econômico, além de resultar em excesso de matéria orgânica nos sistemas de produção. As condições tropicais contribuem a rápida mineralização da matéria orgânica e os nutrientes regenerados neste processo estariam prontamente disponíveis para o desenvolvimento do fitoplâncton, reduzindo a transparência e alterando a qualidade da água, especialmente, a concentração de oxigênio dissolvido no período noturno, induzindo o estresse respiratório e bioquímico com sérios riscos à saúde dos peixes e possíveis perdas no sistema de produção (CYRINO *et al.*, 2000).

Condições inadequadas no sistema de criação do Tambaqui podem elevar variáveis de temperatura, turbidez, DBO, pH e coliformes fecais no corpo aquícola receptor, em concentrações superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Além de acarretar processos de eutrofização e assoreamento, ameaçando usos mais nobres como o abastecimento humano (PAIVA; ANDRADE, 2014).

A contaminação por coliformes termotolerantes superiores ao nível máximo estabelecido na legislação ambiental nesses sistemas piscícolas demonstram que são necessários cuidados durante o abate para evitar contaminação da carne (CUNHA *et al.*, 2017), que é agravado com a evolução do período de cultivo, evidenciando a necessidade de determinar cotas adequadas de fertilizantes e calcário (AZEVEDO; AIUB, 2012).

Uma das alternativas para que sejam mantidos níveis adequados de qualidade da água e melhorar o desenvolvimento dessa atividade é o monitoramento frequente das características físicas, químicas e biológicas, pois possibilita o emprego de ações preventivas.

O emprego de macrófitas aquáticas no tratamento de pisciculturas tem-se demonstrado promissor e algumas apresentam potencial de reter e filtrar particulados, sedimentos, nutrientes e metais (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008). Ainda, de acordo com características da espécie utilizada, pode ser aplicada na alimentação animal. Outra oportunidade é a aplicação dos resíduos piscícolas na produção agrícola. Testes demonstraram bons resultados em culturas hidropônicas, como o cultivo da alface (CASTELLANI *et al.*, 2009), podendo ter outras aplicações de acordo com a necessidade da região.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A piscicultura consolidou-se como ramo promissor do agronegócio. Dentre os peixes mais cultivados no Brasil está o Tambaqui, pois possui características de rusticidade, alta palatabilidade, elevada aceitação no mercado e preço acessível. Com potencial de crescimento na produção, principalmente em estados da região Norte do Brasil, que possuem condições ambientais adequadas para cultivo. A criação dessa espécie proporciona o desenvolvimento das regiões produtoras, impulsionando a implantação de fábricas de rações, agroindústrias, casas agropecuárias, laboratórios e instituições de ensino. Entretanto, a atividade sofre com a precariedade de assistência técnica especializada, comprometendo a produtividade e ameaçando o equilíbrio de ecossistemas. Ainda, o desenvolvimento do *C. macropomum* ocorre mais fortemente em localidades de recente desenvolvimento territorial, carecendo de estudos científicos que respondam necessidades locais, como: influência na sociedade, economia, ambiente e técnicas de mitigação do impacto ambiental. Desta forma, para que atividades aquícolas se consolidem, deve se pautar no tripé da sustentabilidade, visando não apenas o lucro, mas também a manutenção das características ambientais e desenvolvimento social.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.; BAUMER, J. Legislação ambiental. **Revista Brasil Sustentável**, 18 fev. 2005. Disponível em: <http://www.cebds.org.br/cebds/noticias.asp?area=1&TD=1>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- ALMEIDA, F. L.; LOPES, J. S.; CRESCENCIO, R.; IZEL, A. C. U.; CHAGAS, E. C.; BOIJINK, C. Early puberty of farmed tambaqui (*Colossoma macropomum*): Possible influence of male sexual maturation on harvest weight. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 252, p. 224-232, 2016.
- ARAÚJO, J. S.; SÁ, M. F. P. Sustentabilidade da piscicultura no baixo São Francisco alagoano: condicionantes socioeconômicos. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 405-424, 2008.
- ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER) to water pH. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, n. 6, p. 588-594, 2007.
- ASSOCIAÇÃO CULTURAL E EDUCACIONAL BRASIL - ACEB. Made in brazil. *in*: ASSOCIAÇÃO CULTURAL E EDUCACIONAL BRASIL – ACEB. **1º anuário brasileiro da pesca e aquicultura**. [Itajaí]: ACEB, 2014. p. 28-30, 2014.
- AZEVEDO, J. C.; AIUB, J. A. S. Avaliação da qualidade da água utilizada nos viveiros de tambaquis (*Colossoma macropomum*) na região de Cáceres – MT. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristovão, v. 12, n. 2, p. 40-46, 2012.
- BEERLI, E. L.; LOGATO, P. V. R. **Peixes de importância para a piscicultura Brasileira**. Disponível em: www.usp.br/nupaub/aquicultura.pdf. Acesso em: 23 ago. 2017.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 195 p.
- CARDOSO, A. S.; EL-DEIR, S. G.; CUNHA, M. C. C. Bases da sustentabilidade para atividade de piscicultura no semiárido de Pernambuco. **Interações**, Cuiabá, v. 17, n. 4, p. 645-653. 2016.
- CARDOSO, E. S. Geografia e pesca: aportes para um modelo de gestão. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 14, p. 79-88, 2001.
- CARTONILHO, M. M.; JESUS, R. S. Qualidade de cortes congelados de tambaqui cultivado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 4, p. 344-350, 2011.
- CASTELLANI, D.; CAMARGO, A. F. M.; ABIMORAD, E. G. Aquaponia: aproveitamento do efluente do berçário secundário do Camarão-da-Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) para produção de alface (*Lactuca sativa*) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) hidropônicos. **Bioikos**, Campinas, v. 23, p. 67-75, 2009.

CORREA, R. O.; MEYER, G.; MOTA, D. M.; MARTINS JUNIOR, H. **Manejo alimentar para Tambaqui na piscicultura familiar no norte paraense**. Belém: Embrapa, 2011. 4 p. Disponível em: <file:///C:/Users/NOTE2~1/AppData/Local/Temp/MANEJO-ALIMENTAR.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

CUNHA, M. C. S.; COSTA, A. C. V.; BOOR, M. A. V.; COSTA, F. N. Microbiological and physical-chemical characteristics of the water used to tambaqui (*Colossoma macropomum*) species, in Maranhão State. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 18, n. 3, p. 430-438, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320484780_Microbiological_and_physical-chemical_characteristics_of_the_water_used_to_Tambaqui_Colossoma_macropomum_species_in_Maranhao_State. Acesso em: 14 jul. 2020.

CYRINO, J. E. P. **Condicionamento alimentar e exigências nutricionais de espécies carnívoras**: desenvolvimento de uma linha de pesquisa. 2000. 200 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DAIRIKI, J.; SILVA, T, B. A. **Revisão de literatura**: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2011. 44 p.

FAO. **Fishery and Aquaculture Statistics**. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2016_USBcard/index.htm. Acesso em: 10 jun. 2018.

FERNANDES, A. C.; MEDEIROS, C. O.; BERNARDO, G. L.; EBONE, M. V.; DIPIETRO, P. F.; ASSIS, M. A. A.; VASCONCELOS, F. A. G. Benefits and risks of fish consumption for the human health. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 283-295, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rn/v25n2/10.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

FERNANDES, T. R. C.; DORIA, C. R. C.; MENEZES, J. T. B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, p. 45-52, 2010.

FICKE, A. D.; MYRICK, C. A.; HANSEN, L. J. Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, London, v. 17, p. 581-613, 2007.

FIRRETTI, R.; SALES, D. S.; GARCIA, S. M. **Lucro com tilápia é para profissionais**. In: ANUALPEC: Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2007. p. 285-286.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; CHIPARI-GOMES, A. R.; ROUBACH, R. Transportation of juvenile tambaqui (*Colossomamacropomum*) in a closed system.

Brazilian Journal of Biologie, São Carlos, v. 66, p. 493-502, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bjb/v66n2a/a15v662a.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2010. p. 175-204.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 163-173, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da pecuária municipal**. SIDRA. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>. Acesso em: 21 maio 2020.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2004. 20 p.

LIMA, A. F.; MORO, G. V.; KIRSCHNIK, L. N. G.; BARROSO, R. M. Reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes. In: RODRIGUES, A. P. O. (org). **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 301-346.

LOPES, M. L. B. **Mercado e dinâmica espacial da cadeia produtiva da pesca e aquicultura na Amazônia**. Belém: Banco da Amazônia, 2010.

LOPES, M. L. B.; COSTA, P. A.; SANTOS, J. S. B.; CUNHA, S. J. T.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. C. **Mercado e dinâmica espacial da cadeia produtiva da pesca e aquicultura na Amazônia**. Belém: BASA, 2010.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R.; KRONKA, S. N. Estudo da carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. **Revista UNIMAR**, Marília, n. 19, p. 863-870, 1997.

MELO, J. S. C. **Água e construção de viveiros na piscicultura**. [S.l:s.n.], 1999. 102 p.

MELLO, F. O.; RIBEIRO, C. A. L.; RESENDE, R. P.; EMIKO K.; POVH, J. A.; FORNARI, D. C.; BARRETO, R. V.; MCMANUS, C.; STREIT JR, D. Growth curve by Gompertz non linear regression model in female and males in tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.87, n. 4, p. 2309 – 2315, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aabc/v87n4/0001-3765-aabc-201520140315.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

MELO, L. A. S., IZEL, A. C. U. & RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 30 p.

MENDONÇA, P. P.; VIDAL-JUNIOR, M. V.; POLESE, M. F.; SANTOS, M. V. B.; REZENDE, F. P.; ANDRADE, D. R. Morphometrical development of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) under different photoperiods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 6, p. 1337-1341, 2012.

MENDONÇA, P. P.; FERREIRA, R. A.; JUNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, M. V. D.; FERREIRA, A. V.; REZENDE, F. P. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 223, p. 323-331, 2009.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA. **Melhoramento genético da tilápia**. Brasília, DF: MP, 2014.

MONTE-LUNA, P.; BROOK, B.W.; ZETINA-RENÓN, M.J.; VICTOR H. CRUZ-ESCALONA, V. H. The carrying capacity of ecosystems. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 13, n. 6, p. 485-495, 2004.

NUNES, C. R. P. Desenvolvimento sustentável tambaqui em cativeiro não polo regional de Ariquemes visando à geração de trabalho e renda dos produtores: estudo de caso sobre direitos humanos e sustentabilidade. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 11, n. 21, p. 187-214, 2014.

OECD-FAO. **Agricultural Outlook 2017-2026**. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2017-2026_agr_outlook-2017-en#page4. Acesso em: 12 abr. 2018.

PAIVA, M. C.; ANDRADE, N. L. R. Análise da qualidade da água de um sistema de piscicultura: estudo de caso no município de Ji-Paraná/RO. *In*: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 12, 2014, Natal/RN. **Resumos** [...]. Natal: SRHN, 2014. Disponível em: http://www.engenhariaambiental.unir.br/uploads/65413365/arquivos/FINAL_FINAL__1__713769208.pdf. Acesso em: 14 jul. 2020.

PAZ, A. L.; VAL, A. L. Manipulation of growth of the Amazonian fish tambaqui, *Colossoma macropomum* (Characiformes: Serrasalminidae): analysis of physiological and zootechnical aspects. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 48, n. 3, p. 197-206, 2018.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, manejo e tratamento**. Maringá: EDUEM. 1998. 264 p.

PEIXE BR. **Anuário peixe BR da piscicultura 2018**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/Anuario2018/AnuarioPeixeBR2018.pdf>. Acesso em: 21 maio 2018.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil**. Brasília, DF: CNA, 2016. Boletim Ativos Aquicultura. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141367/1/CNPASA-2015-aa7.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

PEIXE BR. **Anuário peixe BR da piscicultura 2020**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 28 mar. 2020.

PEREIRA JUNIOR, G.; PEREIRA FILHO, M.; RUBACH, R.; BARBOSA, P. S.; SHIMODA, E. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 43, n. 2, p. 227-234, 2013.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual da piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.

RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 40, p. 135-145, 2014.

RONDÔNIA. Lei Nº 3437 DE 09/09/2014 - Dispõe sobre a Aquicultura no Estado de Rondônia e dá outras providências. Disponível em: <http://www.diop.ro.gov.br/data/uploads/2014/09/Doe-09-09-2014.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2019.

RONDÔNIA. Seagri expõe ações público privadas na cadeia produtiva do pescado de Rondônia. Disponível em: <http://portaldopeixe.ro.gov.br/2016/11/10/seagri-expoe-acoes-publico-privadas-na-cadeia-produtiva-do-pescado-de-rondonia/>. Acesso em: 20 fev. 2018.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. **Peixes comerciais de Manaus**. Manaus: IBAMA, 2006.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A. J.; MUNGIOLI, R. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades**. 2012. p. 421-463. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3512.pdf. Acesso em: 14 jul. 2020.

SOARES, M. G. M.; COSTA, E. L.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; ANJOS, H. D. B.; YAMAMOTO, K. C.; FREITAS, C. E. C. **Peixes de lagos do Médio Rio Solimões**. Manaus: Instituto I-Platam, 2008. Disponível em: file:///C:/Users/NOTE2~1/AppData/Local/Temp/6_Livro_BELTROinSOARESetal.LIVRO2008IctiofaunaLagosvrzea.pdf. Acesso em: 14 jul. 2020.

SONODA, D. Y.; SHIROTA, R. Consumo de pescado no Brasil fica abaixo da média internacional. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 11, p. 145-147, 2012.

SOUZA, A. F. L.; INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 41, p. 289-296, 2011.

SOUZA, F. N.; MARTINS, E. F. F.; CORRÊA FILHO, R. A. C.; ABREU, J. S.; PIRES, L. B.; STREIT JR, D. P. Ovopel® and carp pituitary extract for induction of reproduction in *colossoma macropomum* females. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 195, p. 53-57, 2018.

VAL, A. L.; SILVA, M. N. P.; ALMEIDA-VAL, E. V. M. F. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. **South African Journal of Zoology**, Pretoria, v. 33, n. 2, p. 107-114, 1998.

VERANI, J. R. **Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre tilapia-do-nilo *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1757) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris* (SCHNEIDER, 1801) – aspectos quantitativos**. 1980. 116 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

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**, Dubai, v. 16, n. 3, p. 121-126, 2013.

3 PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS DE CORPOS HÍDRICOS UTILIZADOS PARA PRODUÇÃO DE TAMBAQUI NA AMAZÔNIA¹

RESUMO: O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) é atualmente a espécie nativa mais cultivada no Brasil. Ocorrendo predominantemente na região norte do país que possui recente desenvolvimento territorial, necessitando de estudos técnicos para compreender a dinâmica da produção. Assim, o estudo avaliou a influência do sistema de cultivo e sazonalidade nos parâmetros limnológicos dos corpos hídricos utilizados para criação de tambaqui (*C. macropomum*) no município de Ariquemes-RO. Para tal, foram escolhidas aleatoriamente 15 propriedades rurais, separadas em 3 sistemas de produção (extensiva, semi-intensiva e intensiva). Nessas propriedades foram realizadas coletas de água em 3 pontos distintos (corpo abastecedor, viveiro e corpo receptor) em dois períodos (verão/seca e inverno amazônico/chuva), totalizando 90 observações. Não foi detectada diferença significativa entre as variáveis de temperatura e oxigênio dissolvido. Os resultados para pH, coliformes totais e coliformes fecais diferiram significativamente entre os períodos de coleta, em que o aumento da precipitação reduziu o pH e favoreceu a proliferação de microrganismos. Cor e turbidez apresentaram maiores valores no sistema de produção intensivo demonstrando que o aumento da densidade de produção comprometeu os parâmetros de transparência da água. Foram encontrados resultados superiores nos viveiros para as variáveis: condutividade elétrica, dureza, amônia, nitrito e fósforo. Sendo que, cor e fósforo são superiores ao definido na Resolução Conama nº 357/2005. Os resultados demonstram a necessidade de adoção de boas práticas de manejo, para melhorar alguns parâmetros que estão intrinsicamente relacionados a qualidade hídrica, para colaborar com desenvolvimento sustentável da atividade piscícola.

Palavras-chave: Aquicultura. *Colossoma macropomum*. Piscicultura. Qualidade da água.

* Artigo aceito pela Revista em Agronegócio e Meio Ambiente (RAMA) em 28/04/2020.

LIMNOLOGICAL PARAMETERS OF WATER BODIES USED FOR THE PRODUCTION OF TAMBAQUI IN THE AMAZON

ABSTRACT: Tambaqui (*Colossoma macropomum*) is currently the most cultivated native species in Brazil. Occurring predominantly in the northern region of the country, that has a recent territorial development, requiring technical studies to understand the dynamics of production. Thus, the study evaluated the influence of the cultivation system and seasonality on the limnological parameters of the water bodies for tambaqui (*C. macropomum*) fish farming in the municipality of Ariquemes-RO. For the purpose, 15 rural properties were randomly chosen, separated into 3 production systems (extensive, semi-intensive and intensive). In these properties water collections were carried out at 3 different points (supplying water body, fish farm tanks and receiving water body) in two periods (Amazonian summer / drought and Amazonian winter / rain), totaling 90 observations. No significant difference was detected between the temperature and dissolved oxygen variables. The results for pH, total coliforms and fecal coliforms differed significantly between the periods, in which the increase in precipitation reduced the pH and favored the proliferation of microorganisms. Color and turbidity showed higher values in the intensive production system, demonstrating that the increase in production density compromised the water transparency parameters. Superior results were found in the fish farm tanks, for the variables: electrical conductivity, hardness, ammonia, nitrite and phosphorus. Since, color and phosphorus were superior to that defined in Conama Resolution 357/2005. The results demonstrate the need to adopt good management practices, to improve some parameters related to water quality, adopting sustainable aquaculture development .

Key-Words: Aquaculture. *Colossoma macropomum*. Fish farming. Water quality.

3.1 INTRODUÇÃO

A carne de peixe é a proteína animal mais utilizada mundialmente na alimentação humana, correspondendo a 17%, valor superior às carnes bovinas (11%), suínas (14,5%) e galináceas (16,1%) (FAO, 2018). Diante do aumento do consumo desse alimento e redução dos estoques em ambiente natural, a produção

em cativeiro vem sendo impulsionada em todo mundo e a expectativa é que em breve a piscicultura supere a captura de pescados.

O Brasil possui condições ambientais que proporcionam o cultivo de espécies aquáticas, como grande volume de água doce e condições climáticas propícias, dentre essas, 75% do território encontrar-se na zona tropical, que recebe energia solar abundante o ano todo (PAVANELLI *et al.*, 1998). A criação de peixe corresponde a cerca de 70% da produção aquícola brasileira, sendo esse o segmento de maior destaque do setor. (IBGE, 2018).

Dentre as espécies mais cultivadas estão a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*), responsáveis por 57% e 38% da produção brasileira, respectivamente (PEIXE BR, 2020). A tilápia, no entanto, é uma espécie exótica, originária da África, que apresenta boa capacidade de reprodução e dispersão, podendo ocasionar diversos impactos ambientais e colocar em risco plantas e outros animais. Por isso, a busca por espécies nativas tem sido estimulada, com destaque para o tambaqui, oriundo da região amazônica, que possui características como porte, rápido crescimento, alta resistência e palatabilidade da carne, atendendo assim, as exigências do mercado produtor e consumidor de pescados.

Apesar da representatividade produtiva do Tambaqui, seu cultivo se intensificou a partir de 2013, predominantemente na região norte (SIDONIO *et al.*, 2012; RODRIGUES, 2014). No entanto tem enfrentado dificuldades sanitárias e estruturais, apontando a necessidade de investimentos em infraestrutura, controle sanitário, logística e licenciamento ambiental (PEIXE BR, 2020).

O acompanhamento das características limnológicas é fator decisivo para o sucesso dessa atividade, pois espera-se que o cultivo piscícola promova o incremento de nitrogênio, fósforo e metabólitos inerentes ao sistema de produção (MELO, 1999), podendo gerar impacto ambiental mais ou menos severo, de acordo com a intensidade do manejo (MONTE-LUNA *et al.*, 2004) e nível técnico adotado no regime de produção.

Condições inadequadas no sistema de criação podem alterar algumas variáveis como oxigênio dissolvido, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, pH, transparência, compostos nitrogenados, coliformes fecais entre outros no corpo aquícola receptor, concentrações superiores ou inferiores ao estabelecido como ideal pela Resolução CONAMA nº 357/2005, além de acarretar processos de

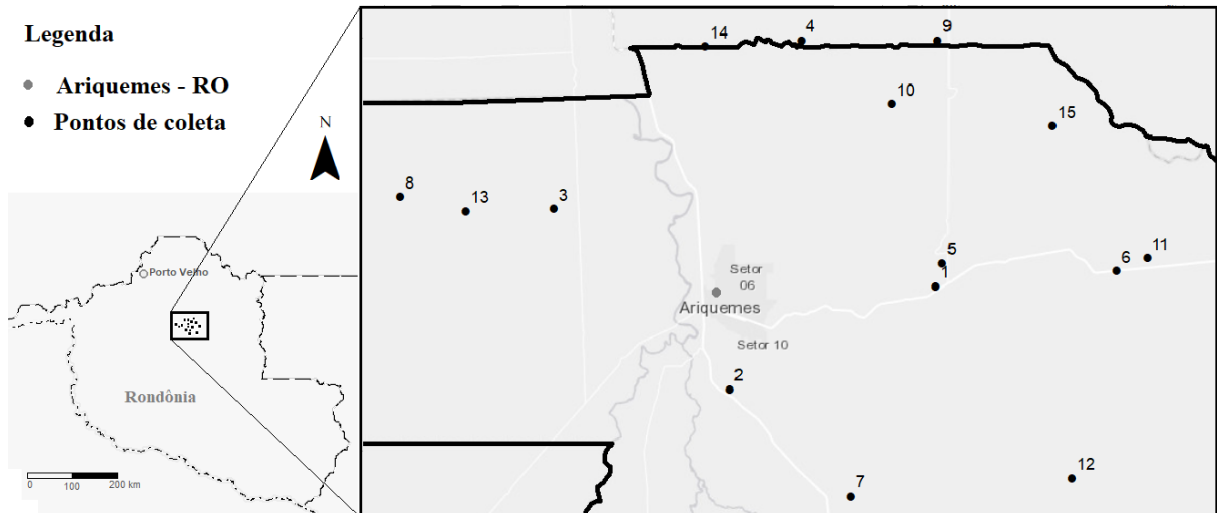
eutrofização e assoreamento, ameaçando usos mais nobres, como o abastecimento humano (PAIVA; ANDRADE, 2014).

Como os peixes são animais aquáticos ectotérmicos e dependem, direta e indiretamente do ambiente, sendo afetados pelas condições ambientais (CYRINO, 2000), torna-se necessário avaliar características físicas, químicas e biológicas da água utilizada para cultivo, possibilitando o emprego de ações preventivas e mitigadoras. Dessa forma, tal atividade deve pautar-se nos conceitos de sustentabilidade, demandando conhecimento técnico de diversas áreas, dentre essas a limnologia, especialmente a qualidade da água (PEREIRA *et al.*, 2016). Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência do sistema de cultivo e sazonalidade nos parâmetros limnológicos dos corpos hídricos utilizados para criação de tambaqui (*C. macropomum*) no município de Ariquemes-RO.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Ariquemes-RO e conduzida em 15 propriedades rurais (Figura 2), que produzem tambaquis em viveiros semi-escavados e escavados, escolhidas aleatoriamente, por meio da lista de piscicultores fornecida pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Rondônia – EMATER. Separadas em 3 sistemas de produção (SP): extensiva, semi-intensiva e intensiva, de acordo com a densidade de estocagem. As coletas ocorreram entre os anos de 2018 e 2019, realizadas em períodos distintos (EP), que correspondem ao verão (estação seca) e inverno amazônico (estação chuvosa).

Figura 2 - Localização das propriedades utilizadas para avaliação dos parâmetros limnológicos dos corpos hídricos utilizados em sistemas piscícolas de Tambaqui em Ariquemes-RO.



Fonte: Próprio autor.

As coletas de água ocorreram em 3 pontos distintos (L): corpo abastecedor, viveiro e corpo receptor. As medições de oxigênio dissolvido (OD) e temperatura (T^0) foram realizadas *in loco* com o auxílio do oxímetro modelo YSI PRO20. Para a análise dos demais parâmetros coletou-se 1L de água em frascos de vidros devidamente esterilizados, alocados em caixa térmica com temperatura variando de 4 a 8°C e encaminhadas para o laboratório do Instituto Federal de Rondônia - IFRO, *Campus Ariquemes*, onde procedeu-se as demais análises.

Os parâmetros de cor, turbidez e condutividade elétrica foram verificados por meio de aparelhos, modelos AquaColor, HI 93703 e DDS-11C, respectivamente. A dureza total foi determinada por titulação com EDTA. As aferições de amônia (NH_3), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-) e fósforo (P) seguiram o método espectrofotométrico. As análises microbiológicas, coliformes totais e termotolerantes foram realizadas pelo procedimento de membranas filtrantes (APHA, 2012).

Para análise dos dados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 x 2, com 5 repetições, totalizando 90 observações. Os fatores sistemas de produção (extensivo, semi-intensivo e intensivo) e locais de coleta (corpo abastecedor, viveiro e corpo receptor) em 3 níveis, analisados na parcela e o período em dois níveis (seca e chuva) analisados na subparcela. A

hipótese da normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, uma vez comprovada, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e as hipóteses foram testadas pelo teste F a 5%. Quando encontrada a diferença significativa entre os fatores e as interações entre eles, aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias. Os dados foram analisados utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2014).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A temperatura média da água foi de 29,43°C. Houve variação de 9,9°C entre o maior e menor registro, devido os horários de aferição. Mas, não diferiu significativamente para o sistema de produção (SP), local (L) e época de coleta (EP) (Tabela 1), indicando que o cultivo de tambaqui e a densidade de estocagem não alteraram tal variável (Tabela 2), estando mais relacionada com o ambiente natural, ou seja, temperatura ambiente e incidência de luz. A temperatura média anual de Ariquemes/RO é de aproximadamente 30°C, apresentando homogeneidade espacial e sazonal (CARVALHO *et al.*, 2016). Os valores amostrados são considerados adequados para o desenvolvimento de peixes tropicais em viveiros de engorda, cuja temperatura ideal varia de 25°C a 32°C (FARIA *et al.*, 2013). Hurtado *et al.* (2018) obtiveram resultados semelhantes ao estudar os parâmetros limnológicos em viveiros de tambaqui em abastecimento sequencial, com valor médio registrado por volta de 29°C, não encontrando diferença entre as medições realizadas na lagoa de abastecimento e viveiros.

O oxigênio dissolvido na água é um dos parâmetros determinantes para o sucesso no cultivo de organismos aquáticos, sendo valores superiores a 5 mg L⁻¹, considerados adequados conforme Resolução CONAMA nº 357/2005. Porém, para o cultivo de peixes nativos o nível crítico está abaixo de 4 mg L⁻¹, segundo Mallasen *et al.* (2012). Os fatores estudados não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1) e os resultados mantiveram-se dentro do estabelecido como ideal para cultivo, independentemente do nível de produção adotado (extensivo, semi-intensivo e intensivo) (Tabela 2), corroborando os resultados apresentados por Silva *et al.* (2013) que não verificaram diferenças para OD durante o cultivo de tambaqui sob diferentes densidades populacionais.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis: temperatura (T), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), cor, condutividade elétrica (CE), turbidez (TB), dureza (DZ), nitrato (NO₃), nitrito (NO₂), amônia (NH₃), fósforo (P), coliformes totais (CT) e coliformes fecais (CF) dos corpos hídricos utilizados em sistemas piscícolas de tambaqui em Ariquemes-RO.

Variáveis	SP	L	EP	SP x L	SP x EP	L x EP	SP x L x EP	Amplitude		Média Geral
								Mínimo	Máximo	
----- (valor de F) -----										
T (°C)	3,56 ^{ns}	6,52 ^{ns}	4,01 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,49 ^{ns}	24,80	34,70	29,42
OD (mg L ⁻¹)	0,14 ^{ns}	0,19 ^{ns}	5,66 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,90 ^{ns}	2,75 ^{ns}	1,22 ^{ns}	2,32	10,52	5,88
pH	0,22 ^{ns}	17,06 ^{ns}	55,19 ^{**}	1,55 ^{ns}	0,13 ^{ns}	3,99 ^{ns}	2,48 ^{ns}	5,68	7,91	6,70
Cor (u.C)	0,58 ^{**}	8,67 ^{ns}	1,66 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,90 ^{ns}	0,51 ^{ns}	15,00	146,00	73,69
CE (µScm ⁻¹ g ⁻¹)	6,72 ^{ns}	5,64 ^{**}	5,50 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,11 ^{ns}	10,07	43,95	25,24
TB (U. N. T)	6,57 ^{**}	0,91 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,48 ^{ns}	2,69	21,96	11,37
DZ (mg L ⁻¹)	47,88 ^{**}	44,01 ^{**}	0,84 ^{ns}	2,51 ^{ns}	12,49 ^{ns}	1,81 ^{ns}	0,66 ^{ns}	6,00	45,40	22,14
NO ₃ (mg L ⁻¹)	6,32 ^{**}	1,84 ^{ns}	6,71 ^{ns}	0,45 ^{ns}	18,57 ^{**}	0,75 ^{ns}	0,91 ^{ns}	ND	5,54	0,81
NO ₂ (mg L ⁻¹)	2,47 ^{ns}	6,97 ^{**}	1,58 ^{ns}	0,46 ^{ns}	7,43 ^{**}	1,27 ^{ns}	0,69 ^{ns}	ND	0,10	0,01
NH ₃ (mg L ⁻¹)	1,36 ^{ns}	3,59 [*]	0,07 ^{ns}	0,78 ^{ns}	20,59 ^{**}	0,17 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,01	0,20	0,07
P (mg L ⁻¹)	2,69 ^{ns}	19,62 ^{**}	3,14 ^{ns}	1,26 ^{ns}	1,07 ^{ns}	6,15 ^{ns}	0,71 ^{ns}	ND	4,90	1,54
CT (UFC)	0,47 ^{ns}	1,56 ^{ns}	90,31 ^{**}	1,38 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,17 ^{ns}	200,00	6640,00	2308,64
CF (UFC)	0,22 ^{ns}	0,02 ^{ns}	10,26 [*]	0,32 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,47 ^{ns}	20,00	920,00	308,93

Nota: **, * e ns, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F.

SP: Sistema de Produção, L:local, EP: Época de Produção, ND: não detectado.

Fonte: Próprio autor.

O pH variou de ácido a ligeiramente alcalino, com valores máximos e mínimos de 5,68 e 7,91, respectivamente. Resultados semelhantes foram descritos por Paiva *et al.* (2014) que encontraram valores entre 5,69 e 7,32, avaliando sistemas piscícolas na região amazônica. Os alimentos e excreções oriundas do cultivo piscícola podem ocasionar alterações no pH (NYANTI *et al.*, 2012), apesar do viveiro apresentar média superior aos demais locais, e o adensamento de cultivo ocasionar tendência de aumento nesse parâmetro, o teste de médias não revelou diferença significativa. De modo semelhante Figueiredo *et al.* (2018) também não encontraram variação de pH entre o reservatório de abastecimento e os viveiros de alevinos de Tambaqui, porém os valores observados diferiram significativamente entre os períodos (Tabela 1). O período chuvoso apresentou pH mais ácido que na estiagem (Tabela 2), isso pode ter ocorrido devido a incorporação das águas de precipitação atmosférica que são mais ácidas (SANTI *et al.*, 2012), consequentemente reduzindo o pH. Pontes *et al.* (2012) também observaram redução dos valores de pH em época de chuva.

Diferenças significativas foram encontradas para cor e turbidez entre os sistemas de produção (Tabela 1), apresentando maiores valores os cultivos que adotaram o sistema intensivo (Tabela 2). Nesse sistema a densidade de estocagem de animal por área é maior, disponibilizando mais ração, gerando maior volume de dejetos, e por consequência, tornando a água mais turva. O sistema intensivo de cultivo apresentou 88,28 u.C, estando em desacordo com o valor máximo estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, que é de 75 u.C. Mallasen *et al.* (2012) verificaram que esse parâmetro é mais afetado por compostos húmicos, oriundos de vegetação remanescente no fundo do lago, o que não ocorreu nesse estudo, pois os viveiros analisados são escavados.

Tabela 2 - Valores médios para temperatura (T), oxigênio Dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), cor, condutividade elétrica (CE), turbidez (TB), dureza (DZ), nitrato (NO₃), nitrito (NO₂), amônia (NH₃), fósforo (P), coliformes totais (CT) e coliformes fecais (CF) em função do local de coleta e sistemas de produção piscícolas de tambaqui, em Ariquemes-RO.

Variável	Sistemas			Local			Época	
	Extensivo	Semi-intensivo	Intensivo	Corpo Abastecedor	Viveiro	Corpo Receptor	Seca	Chuva
T (°C)	29,05 a	30,01 a	29,22 a	28,91 a	29,12 a	30,24 a	28,61 a	30,24 a
OD (mg L ⁻¹)	5,76 a	5,94 a	5,95 a	5,80 a	6,03 a	5,80 a	6,48 a	5,29 a
pH	6,68 a	6,73 a	6,70 a	6,55 a	6,96 a	6,60 a	7,07 a	6,34 b
Cor (u.C)	62,88 b	69,91 b	88,28 a	80,30 a	69,94 a	70,82 a	68,53 a	78,85 a
CE (µS.cm ⁻¹ g ⁻¹)	21,24 b	27,68 a	26,81 a	22,59 b	28,80 a	24,33 ab	27,49 a	22,99 a
TB (U.N.T)	11,32 ab	9,32 b	13,47 a	11,21 a	12,21 a	10,69 a	11,85 a	10,89 a
DZ (mg L ⁻¹)	14,60 b	26,51 a	25,32 a	17,61 b	29,33 a	19,49 b	20,80 a	23,49 a
NH ₃ (mg L ⁻¹)*	0,02	0,01	0,02	0,01 b	0,02 a	0,01 b	0,07	0,07
NO ₃ (mg L ⁻¹)*	0,08	0,06	0,06	0,06 a	0,09 a	0,06 a	1,41	0,20
NO ₂ (mg L ⁻¹)*	1,07	1,06	0,28	0,75 b	1,07 a	0,60 b	0,02	0,01
P (mg L ⁻¹)	1,31 a	1,48 a	1,82 a	0,95 b	2,30 a	1,36 b	1,21 a	1,87 a
CT (UFC)	2389,00 a	2379,60 a	2157,33 a	2149,60 a	2583,13 a	2193,20 a	1237,55 b	3379,73 a
CF (UFC)	323,33 a	288,80 a	314,66 a	305,93 a	305,26 a	315,60 a	206,44 b	411,42 a

Nota: Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* interação SP x EP.

Fonte:Próprio autor.

A condutividade elétrica variou de 10,07 a 43,95 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Tabela 1). Costa (2013) encontrou resultados com maior amplitude, variando de 6,4 a 155,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$ em investigações dos parâmetros limnológicos em viveiros escavados de piscicultura de tambaqui. A avaliação estatística revelou diferença significativa entre locais e os sistemas de produção. Nos tanques de cultivo de tambaqui houve elevação em aproximadamente 21,5% na condutividade elétrica quando comparada a água de origem. O sistema de produção extensivo diferiu dos demais, com CE de aproximadamente 23% inferior aos sistemas semi-intensivo e intensivo. Os resultados estão relacionados com as adubações realizadas nessas localidades e aumento da matéria orgânica na água, proveniente das excretas e alimentação, pois esse parâmetro avalia a concentração de íons dissolvidos no ambiente.

Nos viveiros de criação de tambaqui foi detectada dureza da água superior às fontes de abastecimento e recepção (Tabela 2). O cultivo extensivo diferiu estatisticamente dos demais sistemas de produção, com média de 14,60 mg L^{-1} , enquanto no semi-intensivo e intensivo observou-se aumento, com médias de 26,52 e 25,33 mg L^{-1} , respectivamente, estando em acordo com o recomendado para cultivo de peixes em viveiros, isto é, acima de 20 mg L^{-1} (BOYD; EGNA, 1997). Como essa variável é determinada pela concentração dos íons de carbonato de cálcio e magnésio, a intensificação do cultivo e a calagem acarretam aumento de concentração catiônica, prática adotada na região por propriedades com maior nível de tecnificação, que normalmente adotam sistemas de cultivo com maior número de peixes por área.

Os compostos nitrogenados avaliados apresentaram interação entre o sistema de produção e a época (Tabela 1). Essas substâncias têm o ciclo iniciado nos sistemas piscícolas, pois a proteína presente na alimentação não aproveitada pelo animal é excretada na forma de amônia (NH_3). Posteriormente, as bactérias oxidantes transformam a amônia em nitrito (NO_2), e, em seguida, o nitrito é convertido em nitrato (NO_3) (YILDIZ *et al.*, 2017). Altas concentrações de compostos nitrogenados podem levar à eutrofização e, conseqüente, mudança no ecossistema aquático (JAHAN *et al.*, 2003), evidenciando a importância de monitorar esses parâmetros.

Os resultados de amônia variaram de 0,01 a 0,20 mg L^{-1} , mantendo-se dentro dos níveis tolerados para a criação de tambaqui (CHAGAS *et al.*, 2007), e

de acordo com o exigido na Resolução CONAMA nº 357/2005, de 2,18 mg L⁻¹ para corpos d'água utilizados para pesca ou criação intensiva de organismos aquáticos para fins de consumo. Diferenças significativas foram verificadas entre os sistemas de abastecimento (Tabela 2), e os viveiros apresentaram maiores teores de amônia (Tabela 2), devido a alimentação fornecida e as fezes liberadas (NYANTI *et al.*, 2012), que são as principais fontes de NH₃ nos sistemas piscícolas. No período chuvoso o sistema intensivo apresenta maior concentração de NH₃ (Tabela 3). A concentração de amônia é comumente mais elevada com a intensificação da densidade de produção aquícola (QUEIROZ; BOEIRA, 2007), pois eleva a quantidade de ração fornecida e fezes liberadas (KARNATK; KUMAR, 2014).

Tabela 3 - Valores médios para amônia (NH₃), nitrato (NO₃) e nitrito (NO₂) no desdobramento dos sistemas de produção piscícolas de tambaqui em função das épocas em Ariquemes-RO.

Época	Sistema de produção			Média
	Extensivo	Semi-intensivo	Intensivo	
----- Amônia (mg L ⁻¹) -----				
Seca	0,131 aA	0,055 bA	0,049 bB	0,079
Chuva	0,033 bB	0,073 bA	0,120 aA	0,075
Média	0,082	0,064	0,085	
----- Nitrato (mg L ⁻¹) -----				
Seca	2,138 aA	2,101 aA	ND aA	1,413
Chuva	0,019 aB	0,022 aB	0,578 aA	0,206
Média	1,079	1,062	0,289	
----- Nitrito (mg L ⁻¹) -----				
Seca	0,035 aA	0,011 bA	0,015 bA	0,079
Chuva	0,007 bB	0,011 bA	0,028 aA	0,075
Média	0,021	0,011	0,022	

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, minúscula e maiúscula, respectivamente, para linha e coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Próprio autor.

Para nitrato e nitrito as concentrações máximas foram de 5,54 e 0,11 mg L⁻¹, respectivamente (Tabela 1) e encontram-se dentro do estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, de 10 e 1 mg L⁻¹, respectivamente. Mallasen *et al.* (2012) também encontraram baixos teores dessas variáveis no cultivo da tilápia. Esses compostos tendem a ter maior toxicidade em locais com baixa

concentração de oxigênio (ANUSUYA DEVI *et al.*, 2017), o que não foi observado nesse estudo. Ambos compostos apresentaram concentrações superiores durante o período da seca no sistema de produção extensivo (Tabela 3). Já no período chuvoso, no sistema intensivo, que corresponde ao início da produção, a menor quantidade de indivíduos pode disponibilizar quantidade de alimento superior a necessidade de consumo. Desta forma, o resíduo alimentar depende do volume de criação, espécies de peixes, práticas de criação, manejo alimentar e características dos alimentos (MALLEKH *et al.*, 1999).

O fósforo atingiu concentração de 4,91 mg L⁻¹, com média geral de 1,54 mg L⁻¹ (Tabela 1). Desta forma, os pontos amostrados não se encontram de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, que determina o teor máximo de 0,05 mg L⁻¹ desse composto para águas destinadas ao cultivo aquícola. Assim, ocorre necessidade de melhorar o ciclo dessa substância no sistema de produção, pois segundo Pereira e Ribeiro (2004), altas concentrações favorecem processos de eutrofização do meio aquático. Diferenças significativas foram encontradas entre os locais, no viveiro a concentração atingiu 2,30 mg L⁻¹; enquanto os corpos abastecedores e receptores apresentaram 0,96 e 1,37 mg L⁻¹, respectivamente. Nos sistemas de criação de peixes ocorre a entrada de materiais orgânicos e inorgânicos, como adubos, fertilizantes e rações, que apresentam níveis elevados de fósforo. Ainda, o acúmulo do nutriente é favorecido pela baixa velocidade da água (PEREIRA; MERCANTE, 2005), ou seja, locais represados.

Os coliformes totais e fecais apresentaram diferenças significativas entre as estações, com valores no intervalo de 200 a 6.640 e 20 a 920 UFC, respectivamente (Tabela 1). No período chuvoso houve aumento da concentração dos microrganismos, como registrado por Haddad e Magalhães Júnior (2010), ao constatarem que a elevação da precipitação possibilita a concentração de coliformes termotolerantes. Os viveiros apresentaram média de 3.583 UFC para coliformes totais, estando de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, que determina que sistemas aquáticos utilizados no cultivo de organismos não devem exceder 4.000 UFC, pois a condição microbiológica da água dos viveiros pode comprometer a qualidade do peixe e de seus produtos (PAL; DASGUPTA, 1992). Valores semelhantes foram descritos por Lorenzon *et al.* (2010) durante estudo do perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque-pagues situados na região nordeste do estado de São Paulo.

Os resultados comprovam que o cultivo do tabaqui pode afetar os parâmetros de qualidade dos corpos hídricos utilizados para os sistemas de cultivo, demonstrando a necessidade de adoção, por parte do produtor, de boas práticas de manejo, além de acompanhar as características limnológicas (TAVARES; SANTEIRO, 2013), para consolidar a atividade piscícola na região.

3.4 CONCLUSÕES

Os períodos climáticos afetaram os parâmetros pH, coliformes totais e coliformes fecais. No período de chuva (inverno amazônico) houve redução do pH e aumento da proliferação de coliformes totais e fecais.

As variáveis cor, dureza, amônia, nitrito e fósforo apresentaram maior concentração nos viveiros utilizados para cultivo de tabaqui em comparação aos corpos abastecedores e receptores.

Sistemas de cultivo afetaram os parâmetros de cor e fósforo da água, especialmente no cultivo intensivo, elevando os valores devido a maior densidade populacional.

REFERÊNCIAS

ANUSUYA DEVI, P.; PADMAVATHY, P.; AANAND, S.; ARULJOTHI, K. Review on water quality parameters in freshwater cage fish culture. **International Journal of Applied Research**, Newtown, v. 3, n. 5, p. 114 - 120, 2017.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: American Water Works Association, 2012.

BOYD, C. E.; EGNA, H. I. **Dynamics of pond aquaculture**. Boca Raton: CRC Press, 1997.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 10 out. 2019.

CARVALHO, R. L. S.; NASCIMENTO, B. I. S.; QUERINO, C. A. S.; SILVA, M. J. G.; DELGADO, A. R. S. Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-

Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 18, n. 12, p. 123-142, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/43228/28715>. Acesso em: 14 jul. 2020.

CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R. Produtividade de tabaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 1109-1115, 2007.

COSTA, J. I. **Avaliação econômica e participação do plâncton no cultivo de tabaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

CYRINO, J. E. P. **Condicionamento alimentar e exigências nutricionais de espécies carnívoras**: desenvolvimento de uma linha de pesquisa. 2000. 200 f. Tese (Livre Docência) – Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

FAO. **Fishery and aquaculture statistics 2016/FAO annuaire**. Rome, 2018. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2016_USBcard/index.htm. Acesso em: 20 fev. 2019.

FARIA, R. H. S.; MORAES, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiro**. Brasília, DF: Codevasf. 2013. 136 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência Agropecuária**, Panamá, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FIGUEIREDO, F. M.; BONFIM, S. C.; LIMA, R. A.; PONTES, W. P.; PONTUSCHKA, R. R.; HURTADO, F. B. Exploratory study of limnological parameters during the cycle of tabaqui fingerlings. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 22, p. 1-14, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/34580/pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

HADDAD, E. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais. **Geosul**, Florianópolis, v. 25, n. 49, p. 79-102, 2010.

HURTADO, F. B.; FIGUEIREDO, F. M.; COSTA, R. L.; BOMFIM, S. C.; QUEIROZ, C. B.; PONTES, W. P. Parâmetros limnológicos em viveiros de piscicultura semi-intensiva de tabaqui com abastecimento em disposição sequencial. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 11, n. 1, p. 9 - 30, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal**. SIDRA. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>. Acesso em: 21 jan. 2020.

JAHAN, P.; WATANABE, T.; KIRON, I.; SATOH, S. H. Improved carp diets based on plant protein sources reduce environmental phosphorus loading. **Fisheries Science**, Tokyo, v. 69, p. 219 -225, 2003.

KARNATAK, G.; KUMAR, V. Potential of cage aquaculture in Indian reservoirs. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies –IJFAS**, Delhi, v. 1, n. 6, p. 108 - 112, 2014.

LORENZON, C. S.; GATTI JUNIOR, P.; NUNES, A. P.; PINTO, F. R.; SCHOLTEN, C.; HONDA, S. N.; AMARAL, L. A. Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque-pagues situados na região nordeste do estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 4, p. 617-624, 2010.

MALLASEN M.; BARROS, H. P.; TRAFICANTE, D. P.; CAMARGO, A. L. S. Influence of a net cage tilapia culture on the water quality of the Nova Avanhandava reservoir, Sao Paulo state, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 289-296, 2012.

MALLEKH, R.; BOUJARD, T.; LAGARDÈRE, J. P. Evaluation of retention and environmental discharge of nitrogen and phosphorus by farmed turbot (*Scophthalmus maximus*). **North American Journal of Aquaculture**, Bethesda, v. 61, p. 141-145, 1999.

MELO, J. S. C. **Água e construção de viveiros na piscicultura**. [S.l:s.n.], 1999. 102 p.

MONTE-LUNA, P.; BROOK, B. W.; ZETINA-RENÓN, M. J.; VICTOR H. CRUZ-ESCALONA, V. H. The carrying capacity of ecosystems. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 13, n. 6, p. 485 - 495, 2004.

NYANTI, L.; HII, K. M.; SOW, A.; NORHADI, I.; LING, T. Y. Impacts of Aquaculture at different Depths and Distances from cage culture sited in Batang Ai Hydroelectric Dam Reservoir Sarawak, Malaysia. **World Applied Sciences Journal**, v. 19, n. 4, p. 451- 456, 2012. Disponível em: [https://www.idosi.org/wasj/wasj19\(4\)12/3.pdf](https://www.idosi.org/wasj/wasj19(4)12/3.pdf). Acesso em: 14 jul. 2020.

PAIVA, M. C.; ANDRADE, N. L. R. Análise da qualidade da água de um sistema de piscicultura: estudo de caso no município de Ji-Paraná/RO. *In*: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 12, 2014, Natal/RN. **Resumos [...]**. Natal: SRHN, 2014. Disponível em: http://www.engenhariaambiental.unir.br/uploads/65413365/arquivos/FINAL_FINAL__1__713769208.pdf. Acesso em: 14 jul. 2020.

PAL, D.; DASGUPTA, C. Microbial pollution in water and its effect on fish. **Journal of Aquatic Animal Health**, Bethesda, v. 4, p. 32 - 39, 1992.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, manejo e tratamento**. Maringá: EDUEM, 1998. 264 p.

PEIXE BR. **Anuário peixe BR da piscicultura 2020**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 28 mar. 2020.

PEREIRA, D. A. S.; QUEROL, M. V. M.; GRALHA, T. S.; MACHADO, M. M.; PESSANO, E. F. C.; OLIVEIRA, L. F. S. Programa Proext/Mec (Fase 3) de capacitação de pescadores e produtores rurais água na qualidade do cultivo. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Alegrete, v. 7, n. 3, 2016. Disponível em: <http://200.132.146.161/index.php/siepe/article/view/15036>. Acesso em: 14 jul. 2020.

PEREIRA, J. M. A.; RIBEIRO FILHO, R. A. Efeitos da excreção de tilápias (*Tilapia rendalli* e *Oreochromis niloticus*) em reservatórios e viveiros de Piscicultura. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; SCHALCH, V. (org.). **Bacias hidrográficas: diversas abordagens em pesquisa**. São Carlos: RIMA. 2004. p. 99-110.

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 81 - 88, 2005.

PONTES, P. P.; MARQUES, A. R.; MARQUES, G. F. Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na micro-bacia do Córrego Banguelo – Contagem. **Revista Água & Ambiente**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 183 - 194, 2012.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa, 2007. Comunicado Técnico, 44. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/7538/1/comunicado_44.pdf. Acesso em: 14 jul. 2020.

RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 40, p. 135-145, 2014.

SANTI, G. M.; FURTADO, C. M.; MENEZES, R. S. A.; KEPPELER, E. C. Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil. **Ecologia Aplicada**, Lima, v. 11, n. 1, p. 23 - 31, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34123961003>. Acesso em: 14 jul. 2020.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A. J.; MUNGIOLI, R. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades**. 2012. p. 421-463. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3512.pdf. Acesso em: 14 jul. 2020.

SILVA, A. D. R.; SANTOS, R. B.; BRUNO, A. M. S. S.; SOARES, E. C. Cultivo de tambaqui em canais de abastecimento sob diferentes densidades de peixes. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 43, n. 4, p. 517 - 524, 2013.

TAVARES, L. H. S.; SANTEIRO, R. M. Fish farm and water quality management. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 21-27, 2013

YILDIZ, H. Y.; ROBAINA, L.; PIRHONEN, J.; MENTE, E.; DOMÍNGUEZ, D.; PARISI G. Fish welfare in aquaponic systems: its relation to water quality with an emphasis on feed and faeces - a review. **Water**, v. 9, n. 13, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/NOTE2~1/AppData/Local/Temp/water-09-00013.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

4 PERÍODOS DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE EM ÁGUA DESTILADA E DE PISCICULTURA DE TAMBAQUI

RESUMO: A alface é a hortaliça folhosa mais comercializada mundialmente. Devido a intensa demanda torna-se necessário a aplicação de técnicas que acelerem a produção fornecendo nutrientes ao adequado desenvolvimento do cultivo. Dessa forma, o estudo teve como objetivo verificar a resposta fisiológica da embebição de sementes de *Lactuca sativa* L. em águas destilada e de piscicultura de Tambaqui, em diferentes períodos (0, 3, 6, 12 e 24 h). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2 x 5, com 4 repetições. Efeitos benéficos foram observados para emergência, índice de velocidade de emergência, massa seca de radícula, massa seca da parte aérea, comprimentos de raiz e da parte aérea no maior período de embebição, independentemente do tipo de água utilizada. As plantas oriundas de sementes embebidas e conduzidas com água de piscicultura apresentaram massa fresca da parte aérea 22% superior àquelas tratadas com água destilada, no tempo de 24 h. O condicionamento hídrico das sementes de alface favorece a germinação e vigor das plantas, com melhores resultados expressos no período máximo, não sendo prejudicados pelo emprego da água de origem piscícola.

Palavras-chave: Germinação. *Lactuca sativa*. Tambaqui. Vigor.

EMBEBITION PERIODS OF LETTUCE SEEDS IN DISTILLED WATER AND TAMBAQUI PISCICULTURE

ABSTRACT: Lettuce is the most traded leafy vegetable in the world. Due to intense demand, it is necessary to apply techniques that accelerate production by providing nutrients to the proper development of the crop. The objective of this study was to verify the physiological response of the soaking of *Lactuca sativa* L. seeds in distilled and Tambaqui fish culture in different periods (0, 3, 6, 12 and 24 h). The experiment was conducted in a completely randomized design, in the 2 x 5 factorial scheme, with 4 repetitions. Beneficial effects were observed for emergence, emergence speed index, dry mass of radicle, shoot dry mass, root and shoot lengths during the largest imbibition period, regardless of the type of water

used. The plants from seeds imbibed and conducted with pisciculture water had a fresh shoot mass 22% higher than those treated with distilled water, in the time of 24 h. The water conditioning of the lettuce seeds favors the germination and vigor of the plants, with better results expressed in the maximum period, not being harmed by the use of water of fish origin.

Key words: germination, *Lactuca sativa*, tambaqui, vigor.

4.1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida mundialmente (SALA ; COSTA, 2012). Por ser uma cultura de extrema necessidade hídrica o manejo implica na reposição constante de água. E, devido a seu curto ciclo é exigente em nutrientes, sendo indicada a aplicação de adubos para atender a demanda nutricional (QUEIROZ *et al.*, 2017).

Apesar da ampla disponibilidade de fertilizantes industriais, faz-se necessário a utilização de fontes existentes nos ambientes rurais, visto que, o desafio da agricultura na atualidade é produzir alimentos com qualidade sem agredir o ambiente (SOUSA *et al.*, 2014), sendo a adubação orgânica e a reciclagem de nutrientes uma alternativa eficaz (LIMA *et al.*, 2009).

O reuso da água pode ser um método eficaz e econômico para a produção agrícola se comparado com os métodos tradicionais (PERES *et al.*, 2010). As águas de sistemas piscícolas têm se demonstrado eficazes na produção, pois as rações incorporam nutrientes como fósforo e nitrogênio (SILVA *et al.*, 2014). O emprego de efluente de viveiro de Tilápia na produção de alface, favoreceu o número de folhas (21,6 folhas planta⁻¹), quando comparado ao de dejetos suínos (18,7 folhas planta⁻¹) (BAUMGARTNER *et al.*, 2007). No cultivo de tomate cereja, Castro *et al.* (2005) verificaram tendência de maior peso seco em plantas irrigadas com efluente de viveiro de piscicultura.

Para atender a intensa demanda da hortaliça é comum a aplicação de técnicas que acelerem o desenvolvimento das plântulas (FERNANDES *et al.*, 2016), sendo a embebição uma alternativa acessível (MARCOS-FILHO, 2015). Segundo Gurgel Junior *et al.* (2009) o hidrocondicionamento beneficia a velocidade de germinação e emergência de plântulas. No entanto, o uso de metodologias sustentáveis necessita de pesquisas e informações mais precisas

(ALENCAR *et al.*, 2012). Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a resposta fisiológica de sementes de alface (*L. sativa* L.) em diferentes períodos de embebição com águas destilada e de reuso de piscicultura de Tambaqui.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de maio a junho de 2018, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), localizado no Município de Ariquemes-RO, sob as coordenadas de 9° 56' 56" de latitude sul e 62° 57' 42" de longitude oeste, à altitude de 140 m.

Sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) cv Kaiser, do tipo comum ou convencional, safra 2018, foram submetidas a diferentes períodos de embebição (0, 3, 6, 12 e 24 h), na proporção de 1 mL por semente, com águas destilada e de piscicultura de Tambaqui, cultivado em sistema semi-intensivo, alimentados com ração comercial. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, totalizando 10 tratamentos, com 4 repetições, constituindo 40 unidades experimentais.

A condutividade elétrica (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{s}^{-1}$) das águas utilizadas foram mensuradas por meio do condutivímetro digital de bancada, modelo DDS-11C. Mediu-se a CE das águas inicialmente, em seguida 50 sementes foram depositadas em copos plásticos, contendo 50 mL das águas (destilada e piscicultura), mantidas à temperatura de 20 °C em câmara BOD (FRANZIN *et al.*, 2004). Após os períodos de embebição, a CE foi aferida novamente, obtendo-se os dados por diferença, sendo expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{s}^{-1}$.

Para o teste de germinação as sementes foram dispostas em rolos de papel absorvente (Germitest®), autoclavado e umedecido com 2,5x do seu peso com as águas a serem estudadas, sendo armazenadas em câmara de germinação tipo BOD a 20°C (MAPA, 2009). As avaliações foram realizadas no 4º e 7º dias após a semeadura (DAS), obtendo-se dados de primeira contagem de germinação (PCG) e germinação (GER), respectivamente. Sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Com o auxílio de régua realizou-se as medidas de comprimentos de radícula (CR) e da parte aérea (CA) das plântulas, da inserção do coleto até as extremidades da radícula e ápice foliar, respectivamente, com resultados

expressos em centímetros. Determinou-se massas frescas da parte aérea e do sistema radicular (MFA, MFR), em balança analítica. Para obtenção das massas secas aérea e radicular (MSA, MSR), os materiais foram mantidos em estufa a 105 °C por 24 h e após pesados novamente, sendo os resultados descritos em miligrama por plântulas (MAPA, 2009). Todos realizados em conjunto ao teste de germinação conforme Popinigis (1985), com 10 subamostras por unidade experimental.

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi realizado conforme Vieira e Carvalho (1994), utilizando 50 sementes por parcela. Semeadas na profundidade de 1 cm, utilizando substrato autoclavado constituído de solo de barranco + areia lavada + matéria orgânica, nas proporções de, 60, 24 e 16%, com densidade média de 1,2 kg m⁻³ e umidade mantida em 60% da capacidade de campo, com as águas de estudo. Conduzido em viveiro com sombrite de 50% e coberto com filme plástico transparente para estufa, com espessura de 100 micras. A contagem de plântulas emergidas foi efetuada diariamente, finalizando quando não houve mais emergência, sendo definida pela equação (Eq. 1) de Maguire (1962).

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots En/Nn \quad (1)$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência; E = número de plântulas normais computadas; N = número de dias entre a semeadura e data da contagem.

Realizou-se emergência de plântulas (EMER) simultaneamente ao IVE, totalizando o percentual de plântulas emergidas aos 21 dias após a semeadura (MARINI *et al.*, 2008).

A análise dos dados foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019), a hipótese da normalidade foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizou-se o teste F na análise de variância para detectar as diferenças de todos os fatores e comparar as médias quando encontrada diferença significativa para os fatores qualitativos com dois níveis (água destilada e reuso de piscicultura). Quando encontrada diferença significativa entre os períodos de embebição foi realizada a análise de variância na regressão. A qualidade de ajuste dos modelos foi verificada a partir do p-valor do desvio da regressão (não significativo), os modelos de regressão polinomial selecionados foram baseados nos coeficientes de correlação (R²) superiores, dentre as regressões significativas pelo teste F. Todos os testes estatísticos foram realizados a 5% de probabilidade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Teste F revelou interações entre as águas e períodos de embebição para as variáveis CE, MFA e MSA. Enquanto IVE, EMER, MSR, CR e CA sofreram efeito apenas dos períodos de embebição. A variável MFR não foi influenciada pelos tratamentos testados (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância para condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (EMER), massa fresca da radícula (MFR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca da radícula (MSR), massa seca da parte aérea (MAS), comprimento aéreo (CA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas a partir de sementes de alface submetidas à embebição em águas destilada e piscicultura

FV	CE	IVE	EMER	MFR	MFA	MSR	MSA	CR	CA
Água (H)	0,02 ^{ns}	0,598 ^{ns}	0,72 ^{ns}	2,56 ^{ns}	7,18*	0,249 ^{ns}	0,01 ^{ns}	3,12 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Tempo(T)	34,63**	14,03**	7,28**	30,15 ^{ns}	31,85**	4,76**	3,50*	3,47*	7,92**
H x T	81,44**	1,73 ^{ns}	0,40 ^{ns}	4,22 ^{ns}	4,23**	4,78 ^{ns}	2,79*	0,64 ^{ns}	2,52 ^{ns}
CV	23,56	11,00	6,56	10,34	9,57	7,77	9,96	6,60	8,11
Média	2,42	12,57	93,68	216,95	732,48	24,86	71,93	5,56	5,72
Água	Médias								
1	2,41	12,40 a	92,85 a	0,21	702,78	24,71	71,89	5,46	5,70
2	2,43	12,73 a	94,50 a	0,22	762,19	25,01	71,96	5,67	5,74
Tempo	Médias								
0	1,98	10,07	83,75	0,18	654,13	25,35	67,66	5,54	5,30
3	2,83	12,80	93,75	0,19	664,02	24,44	71,24	5,32	5,56
6	3,32	11,73	94,86	0,22	697,48	25,08	73,00	5,46	5,61
12	3,45	13,24	98,00	0,22	665,74	22,67	69,09	5,54	5,61
24	0,56	15,00	98,00	0,29	981,06	26,76	74,65	5,96	6,51
Modelo	Regressão								
Linear	-	44,97**	15,66**	112,42 ^{ns}	-	2,25 ^{ns}	-	10,44**	28,48**
Quadrática	-	1,16 ^{ns}	10,04**	0,28 ^{ns}	-	12,12**	-	2,13 ^{ns}	1,13 ^{ns}
Cúbica	-	2,13 ^{ns}	2,30 ^{ns}	4,34 ^{ns}	-	2,85 ^{ns}	-	0,48 ^{ns}	1,79 ^{ns}
Desvio	-	7,87 ^{ns}	1,10 ^{ns}	3,56 ^{ns}	-	1,83 ^{ns}	-	0,85 ^{ns}	0,03 ^{ns}

Nota: **, * e ^{ns}, significativo a 0,01, 0,05 e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F, ao nível de significância de 0,05. CV -Coeficiente de variação. Águas: 1 destilada, 2 piscicultura.

Fonte: Próprio autor.

A progressão dos períodos de embebição proporcionou comportamentos distintos para o fator água (H). Água destilada apresentou comportamento linear positivo (Tabela 5), com extravasamento de eletrólito, aumentando a condutividade elétrica em 61,5% entre os períodos de 0 e 24 h de hidratação das

sementes. De modo semelhante Almeida e Lopes (2010) observaram aumento da CE próximo a 70%, no mesmo intervalo de tempo. Para água de piscicultura o comportamento adequou-se a regressão quadrática, em que a partir do período de hidratação 8 h, houve redução de eletrólitos, principalmente para o máximo período (24 h), caracterizando assimilação de solutos do meio pela ocorrência de protrusão da raiz primária (Figura 3A).

Tabela 5 - Desdobramento do tempo de embebição dentro de cada fonte de água utilizada para as médias de condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (EMER), massa fresca do sistema radicular (MFR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MAS), comprimento aéreo (CA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas a partir de sementes de alface submetidas à embebição em águas destilada e piscicultura.

Tempo	CE		MFA		MSA	
	Destilada	Piscicultura	Destilada	Piscicultura	Destilada	Piscicultura
0	1,10	2,87	612,00	696,24	62,20	73,12
3	1,91	3,75	649,10	678,94	68,47	72,02
6	2,55	4,10	716,16	678,79	76,88	69,13
12	2,70	4,13	667,19	664,29	73,73	64,46
24	3,80	-2,69	869,43	1092,69	78,20	81,09
Modelo	Regressão					
Linear	4,45**	267,58**	27,56**	81,56**	8,06**	2,73 ^{ns}
Quadrática	2,02 ^{ns}	146,33**	0,98 ^{ns}	28,34**	2,55 ^{ns}	8,06**
Cúbica	2,57 ^{ns}	1,04 ^{ns}	3,38 ^{ns}	1,51 ^{ns}	2,17 ^{ns}	0,83 ^{ns}
Desvio	0,13 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,01 ^{ns}

Nota: **, * e ^{ns}, significativo a 0,01, 0,05 e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F, ao nível de significância de 0,05. CV -Coeficiente de variação.

Fonte: Próprio autor.

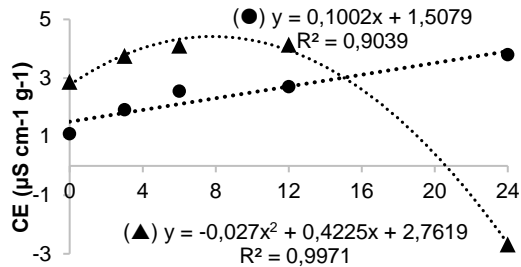
Em ambiente controlado (temperatura, umidade e luz) todos os tratamentos obtiveram 100% de sementes germinadas no 3º DAS (PCG), não sendo necessário a contagem ao 7º dia. Bisognin *et al.* (2016) não encontraram diferença significativa para períodos de embebição em sementes de alface, observando germinação média de 97% na primeira contagem.

O prolongamento do tempo de embebição resultou no melhoramento do IVE, independente das águas utilizadas, ocasionando aumento de 27,3% em relação ao tempo inicial, caracterizando efeito diretamente proporcional, como

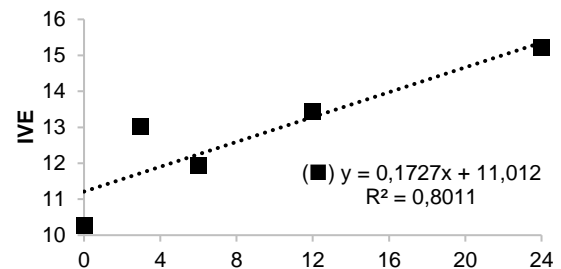
descrito no modelo de regressão linear crescente (Figura 3B). Segundo Marcos-Filho (2015), esse condicionamento fisiológico ocasiona a mobilização de carboidratos, lipídios e enzimas, preparando as sementes para germinar mais rapidamente. Os resultados corroboram com Araujo *et al.* (2011) em que o hidrocondicionamento sementes de maxixe favoreceu o índice de velocidade de emergência.

Figura 3 - Equações de regressão e coeficiente de determinação condutividade elétrica (A), índice de velocidade de emergência (B), emergência (C), massa seca do sistema radicular (D), massa fresca da parte aérea (E), massa seca da parte aérea (F), comprimento de raiz (G) e comprimento aéreo (H) de plântulas a partir de sementes de alface submetidas à embebição em águas destilada e piscicultura. (●) água destilada; (▲) água de piscicultura; (■) águas destilada e de piscicultura.

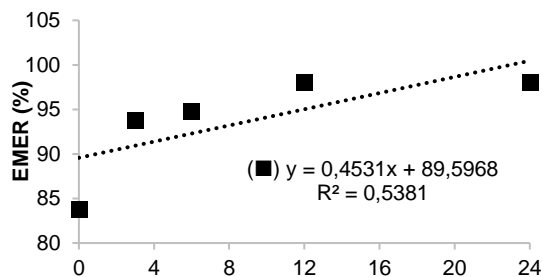
A.



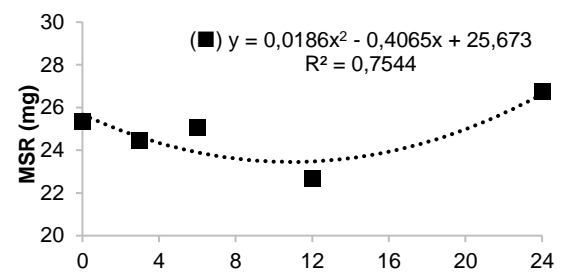
B.



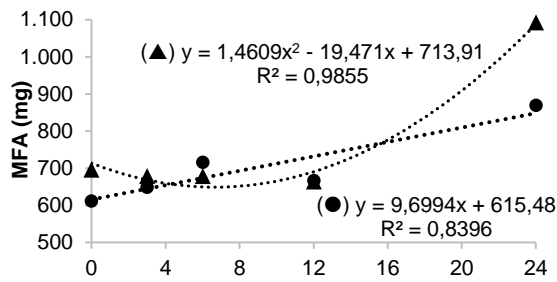
C.



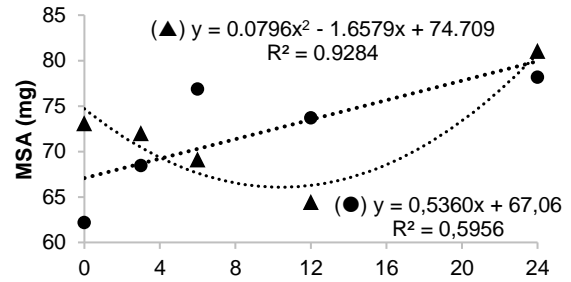
D.



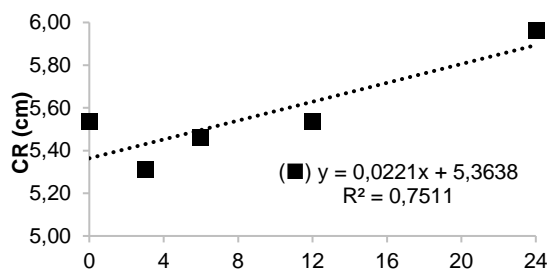
E.



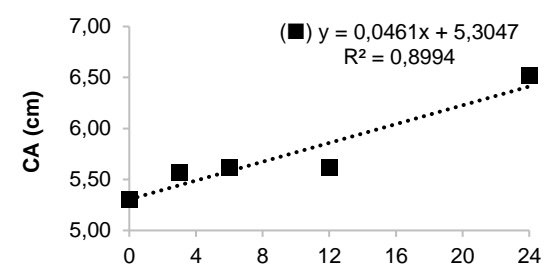
F.



G.



H.



Fonte: Próprio autor.

A partir de 12 h de embebição constatou-se maiores porcentagens de plantas emergidas (EMER), com valores superiores a 95%. O modelo matemático que adequou ao comportamento dessa variável foi linear crescente (Figura 3C). Para sementes de repolho, o hidrocondicionamento entre 15 e 20 h, elevou a emergência em aproximadamente 15% em relação às secas (BISOGNIN *et al.*, 2016). Kikute e Marcos Filho (2009) testando o condicionamento fisiológico em sementes de couve-flor, elevaram a EMER de 9,5 para 13,5%.

Para MSR o comportamento de cada tipo de água utilizada ajustou-se a regressão de segunda ordem (Figura 3D), com valores máximos encontrados com 24 h de embebição, o que pode favorecer o bom estabelecimento das plantas, pois o sistema radicular é fundamental para captação e distribuição de nutrientes. A MFA é a variável de maior interesse, pois corresponde a estrutura da planta com finalidade comercial. Os comportamentos se adequam a regressões linear e quadrática (Figura 3E), para água destilada e piscicultura, respectivamente. No maior período de embebição (24 h) foram encontrados resultados superiores, contudo as plantas submetidas a água destilada tiveram massa fresca 22% inferior àquelas tratadas com água de origem piscícola, em que a CE demonstrou a retirada de solutos da mesma. Devido a relação existente entre massas seca e

fresca, o comportamento matemático descrito no gráfico (Figura 3F) de MSA demonstrou-se semelhante à MFA.

Bisognin *et al.* (2016) ao avaliarem o desempenho fisiológico de sementes olerícolas submetidas ao hidrocondicionamento, observaram ganho de massa seca de plântulas de alface, com resultados crescentes a partir de 20 h. Assim, o condicionamento fisiológico por embebição das sementes na condução de plântulas de alface é uma viável para produção (MARCOS-FILHO, 2015). Baumgartner *et al.* (2007) comparando a utilização de diferentes efluentes (água de cultivo de tilápia, de lagoa de estabilização de dejetos suínos e oriunda de biodigestor de dejetos de suínos) e água de poço com adubação suplementar para irrigação em cultivo de alface, constataram que os tratamentos com efluentes apresentaram comprimento de folha e número de folhas por planta, respectivamente, superior e compatível à testemunha. Demonstrando que o aproveitamento do efluente de sistemas de produção de peixes, para irrigação de plântulas de alface é uma alternativa viável ambientalmente e economicamente, por reaproveitar nutrientes e reduzir custos.

Os CR e CA para os períodos de imersão das sementes em águas de piscicultura e destilada apresentaram comportamento linear crescente (Figuras 3G e Figura 3H, respectivamente), constatando-se melhores resultados com 24 h de embebição, que refletiu em maiores MSR e MSA no mesmo período. Desta forma, o aumento do tempo de hidratação utilizando a técnica de imersão das sementes em água não ocasionou efeito desfavorável por anoxia (FRAZIM *et al.*, 2007; MARCOS-FILHO, 2015).

4.4 CONCLUSÕES

A embebição de sementes de alface cv. Kaiser por 24 h independente da água utilizada beneficiou as variáveis: emergência, índice de velocidade de emergência, massa seca de raiz, massa seca aérea, comprimentos de raiz e da parte aérea.

No tempo máximo de hidrocondicionamento (24 horas), a massa fresca da parte aérea foi 22% superior para plantas embebidas e conduzidas com água de piscicultura.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, T. A.; TAVARES, A. T.; CHAVES, P. P. N.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, p. 53-67, 2012.
- ALMEIDA, J.; LOPES, J. C. Germinação e vigor de sementes de alface em função da temperatura e embebição. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 4382-4837, 2010.
- ARAUJO, P. C.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; PAIVA, E. P. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 33, p. 482- 489, 2011.
- BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO, S. C.; SILVA, T. R. DA; TEO, C. R. P. A.; VILAS BOAS, M. A. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p. 152-163, 2007.
- BISOGNIN, M. B.; KULCZYNSKI, S. M.; FERRARI, M.; GAVIRAGHI, R.; PELEGRIN, A. J. DE; SOUZA, V. Q. Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidrocondicionamento. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, p. 349-359, 2016.
- CASTRO, R. S.; AZEVEDO, C. M. S. B.; BARBOSA, M. R. Efeitos de efluente de viveiro de piscicultura e de água de poço na irrigação do tomate cereja, cultivado em diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, p. 396-399, 2005.
- FERNANDES, R. G.; CAMELO, A. D.; MOREIRA, W. M. Q. Desenvolvimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a tratamento de semente com produto enraizador sob diferentes doses. **Revista Fafibe**, Bebedouro, v. 9, p. 127-134, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência Agropecuária**, Panamá, v. 38, p. 109-112, 2014.
- FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L. DE; GARCIA, D. C.; WRASSE, C. F. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, p. 63-69, 2004.
- FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L. DE; GARCIA, D. C.; TILLMANN, M. A. A. PRÉ-germinação de sementes de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, p. 68-75, 2007.
- GURGEL JUNIOR, F. E.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; NUNES, T. A. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, p. 163-168, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n1/v32n1a16.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 240-245, 2009.

LIMA, M. E. DE; CARVALHO, D. F. DE; SOUZA, A. P. DE; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. Desempenho da alface em cultivo orgânico com e sem cobertura morta e diferentes lâminas d'água. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 503-1510, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/30185/S1413-70542009000600007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 jul. 2020.

MAGUIRE, J. B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 399 p.

MARINI, P.; LOWE, T. R.; MORAES, C. L.; MORAES, D. N.; LOPES, N. F. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 31, p. 222-227, 2008.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2015. 660 p.

PERES, L. J. S.; HUSSAR, G. J.; BELI, E. Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora. **Engenharia Ambiental Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo Antônio do Pinhal, v. 7, p. 20-36, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/NOTE2~1/AppData/Local/Temp/EA-2010-460.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

QUEIROZ, A. A.; CRUVINEL, V. B.; FIGUEIREDO, K. M. E. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 14, p. 1053-1063, 2017.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 187-194, 2012.

SILVA, E. A.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; SOARES, F. M.; SANTOS, V. A.; FERREIRA, E. A. Adição de água residuária de laticínio em substrato para produção de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, p. 49-59, 2014. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2335/1670>. Acesso em: 14 jul. 2020.

SOUZA, T. P. ; SOUSA, E. N. P. ; SILVEIRA, L. R. S.; SANTOS FILHO, E. F. ; MARACAJÁ, P. B. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.), em função de diferentes

concentrações e tipos de biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, p. 168-172, 2014.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

5 EFEITO DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS COM ÁGUAS SUBTERRÂNEA E DE CULTIVO DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

RESUMO: As pastagens são a principal fonte de alimento para o rebanho brasileiro, devido aos baixos custos de produção. Como mais da metade desses sistemas possuem algum grau de degradação torna-se necessário o emprego de métodos que favoreçam a germinação e vigor das plântulas, seja nos processos de implantação ou reforma de pastagens. Aliado a isso, é importante garantir a reposição de nutrientes ao solo, sendo a fertirrigação uma alternativa promissora. Desta forma, o estudo teve como objetivo verificar a influência de períodos de embebição (0, 8, 16, 24, 48 e 60 horas) de sementes *Brachiaria brizantha* cv Marandu, quanto a germinação, vigor e produção, com águas subterrâneas e de piscicultura de tambaqui. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial, 2 x 6, com 5 repetições, em Os resultados mostraram que os comprimentos aéreo e de radícula e a massa seca de plântulas foram favorecidos pelo uso da água oriunda do sistema piscícola de Tambaqui, diferindo significativamente da água subterrânea. Enquanto o hidrocondicionamento de 24h proporcionou incremento na massa seca de plântulas e melhor índice de velocidade de emergência. Entretanto, o efeito dos tratamentos favoreceu apenas o desenvolvimento inicial da plântula, pois a avaliação da massa seca total realizada aos 71, 92 e 113 dias após semeadura não revelou diferença na produtividade.

Palavras-chave: *Brachiaria*. Germinação Vigor.

EFFECT OF EMBEBITION OF FORAGE SEEDS WITH UNDERGROUND WATERS AND TAMBAQUI CULTIVATION (*Colossoma macropomum*)

ABSTRACT: Pastures are the main source of food for the Brazilian herd, due to low production costs. As more than half of these systems have some degree of degradation, it is necessary to use methods that favor the germination and vigor of the seedlings, whether in the processes of implantation or reform of pastures. Allied to this, it is important to guarantee the replacement of nutrients to the soil, with fertigation being a promising alternative. Thus, the study aimed to verify the

influence of soaking periods (0, 8, 16, 24, 48 and 60 hours) of *Brachiaria brizantha* cv Marandu seeds, regarding germination, vigor and production, with groundwater and fish farming of tambaqui. The experiment was conducted in a completely randomized design (DIC), in a factorial scheme, 2 x 6, with 5 repetitions, in Os results we showed that the aerial and radicle lengths and the dry mass of seedlings were favored by the use of water from the system Tambaqui fish farm, differing significantly from groundwater. While the hydroconditioning of 24h provided an increase in the dry mass of seedlings and a better rate of emergence speed. However, the effect of the treatments favored only the initial seedling development, since the evaluation of the total dry mass carried out at 71, 92 and 113 days after sowing did not reveal any difference in productivity.

Keywords: *Brachiaria*, Germination, Vigor.

5.1 INTRODUÇÃO

As gramíneas do gênero *Brachiaria* (sin. *Urochloa*) são a principal fonte de proteína para alimentação bovina no país, ofertadas na forma de pastagem, em sistema de produção extensivo, constituindo a prática mais econômica, pelos baixos custos de produção (ALENCAR, 2010; DIAS-FILHO, 2014).

As áreas de pastagem cultivadas no Brasil, ocupadas por genótipos de *Brachiaria*, totalizam quase 80%, com destaque para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-Marandu ou Braquiarão), que representa 50% dessa área (CARDOSO *et al.*, 2015). Estima-se que a maior parte delas apresentam algum tipo de degradação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE-ABIEC, 2020), caracterizada pelo esgotamento da fertilidade natural do solo e ausência de reposição de nutrientes requeridos pela cultura (COSTA *et al.*, 2009).

A fertirrigação pode ser um método eficaz e econômico para a produção agrícola, se comparada aos métodos tradicionais, devido a presença de nutrientes na água (PERES *et al.*, 2010). Dentre as águas utilizadas nos sistemas fertirrigados, a água da piscicultura tem sido alvo de estudos, pois a ração utilizada na alimentação pode incorporar nutrientes como fósforo e nitrogênio à mesma (SILVA *et al.*, 2014). A aplicação destas águas em hortaliças proporcionou maiores médias de fitomassa fresca aérea em alface (CASTELLANI *et al.*, 2009) e

quando aplicada em gramíneas forrageiras proporcionou maior produção de massa verde para sorgo, capim-elefante, cana-de-açúcar e milho (ÂNGELO, 2009).

Para acelerar o processo de cultivo vegetal pode-se aliar a técnica de fertirrigação ao processo de embebição, que favorece o aumento da velocidade da germinação, proporciona produção de metabólitos necessários ao processo e reduz o período de exposição a agentes bióticos e abióticos (MARCOS-FILHO, 2015).

No entanto, para o uso de metodologias sustentáveis há necessidade de pesquisas e informações mais precisas (ALENCAR *et al.*, 2012). Tornando-se necessário avaliar as consequências do contato das sementes com águas residuais, que contém diversos nutrientes oriundos do sistema de produção. Assim, o presente estudo objetivou avaliar o uso de água residuária da produção de Tambaqui sobre a germinação e vigor de sementes de capim Marandu (*U. brizantha* cv. Marandu), submetidas a diferentes períodos de embebição.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A execução do experimento ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Ariquemes, no período de março a julho de 2019. Sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, sinônimo *B. brizantha* (capim Marandu), do tipo comum ou nua, foram obtidas de amostras de lote comercial, safra 2017/2018, valor cultural de 80%.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial 2 x 6, sendo: 2 tipos de águas (subterrânea e piscicultura), 6 tempos de embebição das sementes (0, 8, 16, 24, 48 e 60 horas), com 5 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Foram avaliadas as variáveis de condutividade elétrica (CE), germinação (GER), comprimentos aéreo (CA) e de radícula (CR) das plântulas, massa seca de plântula (MSP), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência (EMER). A avaliação de massa seca das plantas foi conduzida ao longo do tempo em vasos, realizando-se 3 cortes. Para avaliação adotou-se o DIC em esquema fatorial, 2 x 6 x 3 (2 tipos de água, 6 tempos de embebição e 3 cortes da planta), realizados com 5 repetições.

As águas tiverem a condutividade elétrica aferida inicialmente inicialmente, em seguida 50 sementes foram depositadas em copos plásticos contendo 75 mL das águas utilizadas e mantidas à temperatura de 20°C em câmara de germinação (FRANZIN *et al.*, 2004). Após os períodos determinados a condutividade elétrica da solução foi medida em condutivímetro digital de bancada, modelo DDS-11C, e os dados obtidos expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{s}^{-1}$.

Para avaliação da germinação (GER) 50 sementes puras viáveis (SPV) foram semeadas em rolos de papel especial para germinação de semente, autoclavado, umedecido com as águas de estudo, com percentual de 250% da massa do papel. Em seguida foram armazenados em câmara germinadora BOD, modelo LUCA-161/02, com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas (MAPA, 2009). Transcorridos 21 dias procedeu-se a contagem de plântulas normais e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

As medidas de comprimento aéreo (CA) e da radícula (CR) das plântulas foram realizadas aproveitando o teste de germinação, aproveitando dez plântulas normais (subamostras), compondo assim uma média por repetição. As medidas foram realizadas com o auxílio de régua graduada da extremidade do coleóptilo até a inserção do cotilédone e da inserção do cotilédone até a extremidade da radícula, com resultados expressos em milímetros.

A massa seca de plântulas (MSP) foi obtida por meio de pesagem após permanência em estufa a 105 °C, por 24 h, sendo os resultados descritos em miligrama por plântulas (MAPA, 2009). Todos realizados em conjunto com o teste de germinação conforme Popinigis (1985), com 10 subamostras por unidade experimental.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi avaliado em vasos (1,2 L de capacidade), contendo 50 sementes por tratamento, semeadas a 1 cm de profundidade. Como substrato utilizou-se solo autoclavado e preparado de modo a reproduzir uma densidade de $1,1 \text{ g cm}^{-3}$ e umidade de 60% da capacidade de campo. O IVE foi obtido por meio de contagens diárias de emergência e calculado pelo método de Maguire (1963).

A emergência de plântulas (EMER) foi avaliada em conjunto com o IVE, e a contagem teve início na emergência da primeira plântula e seguiu até sua estabilização (MAPA, 2009), momento em que se determina a porcentagem de plântulas emergidas (última contagem de emergência).

Para determinação da massa seca total, montou-se um experimento em vasos (7L capacidade) contendo 6 L de substrato ($1,1 \text{ g cm}^{-3}$) resultante da homogeneização, na proporção de 60, 26 e 14%, respectivamente, de solo de barranco, areia lavada e compostagem. Mantendo a capacidade de campo de 60% diariamente durante o período experimental com os diferentes tipos de água. Aos 15 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, mantendo densidade populacional de 3 plantas da gramínea por vaso. Aos 50 dias DAS realizou-se o corte de uniformização em todas as parcelas experimentais, à 0,20 m acima do solo. Após, realizou-se 3 cortes avaliativos, com intervalos de 21 dias. O material foi mantido em estufa de ventilação forçada a 65°C , até massa constante.

A análise dos dados foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2014), a hipótese da normalidade foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizou-se o teste F na análise de variância para detectar as diferenças de todos os fatores e comparar as médias quando encontrada diferença significativa para os fatores com dois níveis. Para os fatores com três níveis foi utilizado o teste de Tukey. Para o fator com 4 níveis foi realizada a análise de variância na regressão, a qualidade de ajuste dos modelos foi verificada a partir do p-valor do desvio da regressão (não significativo), os modelos de regressão polinomial selecionados foram baseados nos coeficientes de correlação (R^2) superiores, dentre as regressões significativas pelo teste F. Todos os testes estatísticos foram realizados a 5% de probabilidade.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Teste F revelou que as variáveis comprimento aéreo (CA), comprimento de radícula (CR) e massa seca de plântulas (MSP) sofreram efeito dos tipos de água e dos períodos de embebição. Germinação (GER) e índice de velocidade de emergência (IVE) foram influenciadas apenas pelo período. Enquanto a interação dos dois fatores apresentou efeitos apenas sobre a condutividade elétrica (CE). Os tratamentos não afetaram a emergência (EMER) (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de variância e teste de médias para condutividade elétrica (CE), germinação (GER), comprimento aéreo (CA), comprimento de raiz (CR) e massa

seca (MSP) das plântula, índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência (EMER) de sementes de capim Marandu submetidas a diferentes períodos de embebição em águas subterrânea e de piscicultura, bem como valores de F, coeficientes de variação (CV) e média geral (Médias).

Variáveis	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$)	GER (%)	CA (cm)	CR (cm)	MSP (mg)	IVE	EMER (%)
Fontes de variação	----- Valores de F -----						
Água (H)	2,07 ^{ns}	0,81 ^{ns}	5,05*	22,49**	5,20*	0,70 ^{ns}	0,55 ^{ns}
Tempo de embebição (T)	52,7**	4,28**	6,13**	41,62**	2,48*	4,24**	2,31 ^{ns}
H x T	7,53**	0,47 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,17 ^{ns}
CV	25,18	17,32	7,20	11,3	23,19	39,30	41,55
Média geral	17,27	34,77	8,89	5,57	44,58	3,05	24,93
Águas	----- Médias -----						
Subterrânea	15,80 a	34,07 a	8,70 b	5,19 b	41,54 b	3,18 a	25,93 a
Piscicultura	18,08 a	35,47 a	9,08 a	5,96 a	47,62 a	2,92 a	23,93 a
T (h)	----- Médias -----						
0	3,82	38,80	8,92	6,08	41,11	2,31	26,60
8	10,40	37,60	9,30	6,57	46,58	3,26	26,20
16	14,47	35,80	9,42	6,40	48,01	2,76	21,40
24	17,67	35,00	9,09	6,54	52,01	3,95	30,20
48	27,29	33,80	8,52	3,92	41,58	3,91	30,80
60	30,00	27,60	8,10	3,94	38,19	2,14	18,40
Regressão	----- Valores de F -----						
Linear	-----	17,72**	21,39**	162,60**	2,61 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Quadrática	-----	0,41 ^{ns}	7,04**	19,25**	8,26**	14,06**	5,04 ^{ns}
Desvio	-----	0,75 ^{ns}	0,75 ^{ns}	8,76 ^{ns}	0,51 ^{ns}	2,36 ^{ns}	2,11 ^{ns}

Nota: **, * e ^{ns}, significativo a 0,01, 0,05 e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F, ao nível de significância de 0,05.

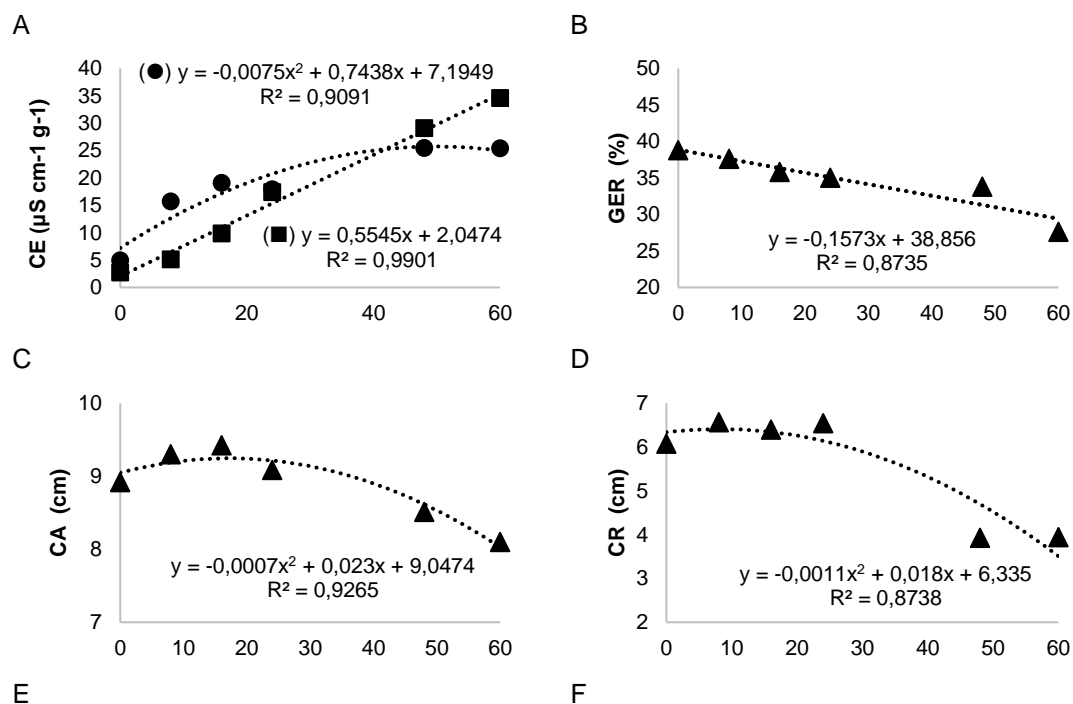
Fonte: Próprio autor.

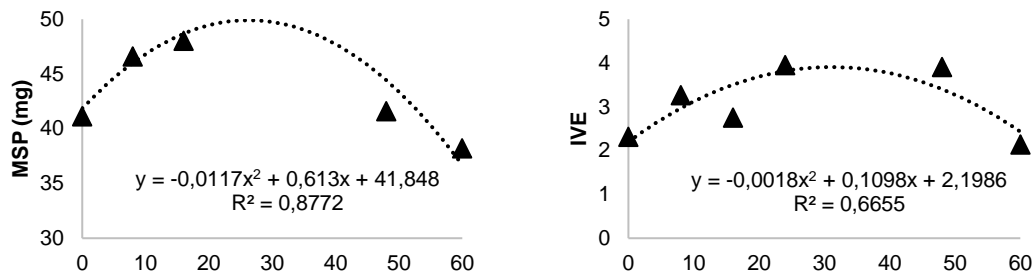
Para condutividade elétrica os períodos de embebição (T) apresentaram comportamentos distintos de acordo com o tipo de água (H). Para água subterrânea o prolongamento de T proporcionou aumento, com comportamento linear, da CE em aproximadamente 87%, resultado do extravasamento de eletrólitos das sementes (Figura 4A). Almeida e Lopes (2010) também observaram aumento da CE, próximo a 70%, com o aumento dos períodos de embebição em água destilada. Para água de piscicultura o comportamento adequou-se a

regressão quadrática, apresentando concentração máxima no período de 48 horas de embebição, após esse período ocorre a protrusão das radículas, passando a absorver os solutos presentes ocasionando na redução da CE (Figura 4A).

A variável GER adequou-se ao modelo linear decrescente (Figura 4B), demonstrando que apesar do processo de desenvolvimento da semente necessitar de hidratação, longos períodos de embebição comprometeram a protrusão da raiz primária. Para Marcos-Filho (2015) a severa restrição à aeração pode culminar em resultados desfavoráveis. No entanto, para Heydecker *et al.* (1975) a relação ideal entre temperatura, potencial osmótico e período de condicionamento é variável de acordo com a espécie e a cultivar em estudo. Bonome *et al.* (2006) testando o condicionamento osmótico em sementes da cultivar Marandu verificaram que o prolongamento do período de embebição após 48 h reduziu a GERM em até 50%.

Figura 4 - Equações de regressão e coeficiente de determinação condutividade elétrica (CE), germinação (GER), comprimento aéreo de plântula (CA), comprimento de raiz de plântula (CR), massa seca de plântula (MSP), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência (EMER) de sementes de capim Marandu submetidas à embebição em águas subterrânea e piscicultura. (■) água subterrânea; (●) água de piscicultura; (▲) água subterrânea e de piscicultura.





Fonte: Próprio autor.

Os comprimentos aéreo e de radícula das plântulas apresentaram diferenças significativas de acordo com o tipo de água utilizada. A presença de nutrientes oriundos do processo de produção de Tambaqui favoreceu os resultados, quando comparado a água subterrânea (Tabela 6). A irrigação com efluente de piscicultura proporcionou maiores massas secas área e de raiz no cultivo de tomate cereja conduzidos em vasos se comparado aos tratados com água subterrânea (CASTRO *et al.*, 2005). Resultados semelhantes também foram verificados no reaproveitamento da água de piscicultura na irrigação de forragem cultivar Piatã, com incrementos de 17 e 18%, na massa seca da parte aérea e comprimento de raiz, respectivamente, quando comparado com a testemunha, que era tratada sem água residuária (SOUZA; SILVA NETO, 2018).

O emprego da água de origem piscícola aumentou a MSP em 15% comparado com a subterrânea (Tabela 6). A massa influencia diretamente no vigor da planta. Assim, plantas com maiores pesos seriam menos suscetíveis a fatores adversos. Em função dos períodos de embebição, a massa seca das plântulas apresentaram comportamento quadrático, com maiores massas ocorrendo com 24h de hidratação (Figura 4E). Observação corroborada por Souza e Silva Neto (2018) ao aplicarem água residual piscícola em plantas do cultivar Piatã verificaram incrementos de aproximadamente 6 g na massa seca em comparação com água subterrânea.

O IVE adequou-se ao modelo matemático quadrático, com ponto máximo no período de embebição de 24h, proporcionando melhores resultados para essa variável. Após esse período houve decréscimo, conforme previsto pelo modelo matemático polinomial (Figura 4F). O hidrocondicionamento mobiliza carboidratos, lipídios e enzimas para que as sementes possam germinar mais rapidamente (MARCOS-FILHO, 2015). Entretanto, o período de embebição adequado é

variável de acordo com o material genético utilizado. Resultados semelhantes foram registrados por Araujo *et al.* (2011) ao observarem que sementes de maxixe hidrocondicionadas tiveram a velocidade de emergência acelerada.

O teste F demonstrou que para massa seca total houve diferença significativa apenas entre os cortes (Tabela 7), revelando que os tratamentos aplicados influenciam somente o desenvolvimento inicial.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para massa seca total (MST) de plantas oriundas de sementes de capim Marandu submetidas à embebição em águas subterrânea e piscicultura bem como valores de F, coeficientes de variação (CV) e média geral (Médias).

Águas (H)	Tempo (T)	Corte (C)	H x T	H x C	T x C	H x T x C	CV	Média
----- Valores de F -----							%	-----
0,82 ^{ns}	3,10 ^{ns}	112,91 ^{**}	0,66 ^{ns}	0,50 ^{ns}	2,43 ^{ns}	1,39 ^{ns}	24,21	5,36
Médias								
Águas	Subterrânea		5,27		Piscicultura		5,45	
Corte			Tempo					
1	2	3	0	8	16	24	48	60
7,31 a	3,81 c	4,98 b	5,32	5,24	5,07	4,85	5,72	5,97

Nota: **, * e ns, significativo a 0,01, 0,05 e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F, ao nível de significância de 0,05.

Fonte: Próprio autor.

Com relação a produtividade, os maiores valores de MST foram constatados no primeiro corte (Tabela 7), realizado aos 71 dias após semeadura. Costa *et al.* (2007) também verificaram que a produtividade do cultivar MG-5 aos 60 dias foi aproximadamente 40% superior que aos 30 dias.

5.4 CONCLUSÕES

Aplicação de água de sistema piscícola de Tambaqui proporciona plântulas mais vigorosas, com comprimento aéreo, comprimento de radícula e massa seca de plântulas superiores as tratadas com água subterrânea.

O período de embebição de 24h resultou no incremento na massa seca de plântulas e melhor índice de velocidade de emergência.

O hidrocondicionamento e a fertirrigação utilizando água de sistemas de produção de Tambaqui favorecem apenas o desenvolvimento inicial da plântula, pois a avaliação da massa seca total realizada aos 71, 92 e 113 dias após semeadura não revelou diferença significativa.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. A. B.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; OLIVEIRA, R. A. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano irrigação e pastejo nas estações do ano. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 21-27, 2010.

ALENCAR, T. A.; TAVARES, A. T.; CHAVES, P. P. N.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, p. 53-67, 2012.

ALMEIDA, J. ; LOPES, J. C. Germinação e vigor de sementes de alface em função da temperatura e embebição. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 4382-4837, 2010.

ÂNGELO, F. A. **Qualidade da água para irrigação no desempenho de gramíneas forrageiras no Semiárido Paraibano**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

ARAUJO, P. C.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; PAIVA, E. P. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 33, p. 482- 489, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC. **Como o Brasil produz carne bovina de qualidade e de forma sustentável**. Disponível em: <http://abiec.com.br/sustentabilidade/>. Acesso em: 10 maio 2020.

BONOMI, L. T. S.; GUIMARÃO, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; ANDRADE, V. C.; CABRAL, P. S. Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 422-428, 2006.

CARDOSO, J. M. S.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; VIEIRA, J. S.; FOGAÇA, F. H. S.; MEHL, H. U.; COSTA, N. L. Fontes e doses de nitrogênio na produtividade do capim-Marandu. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v. 9, n. 8, p. 348-358, 2015. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/134337/1/ArtigoAvelarPubVet2015.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

CASTELLANI, D.; CAMARGO, A. F. M.; ABIMORAD, E. G. Aquaponia: aproveitamento do efluente do berçário secundário do Camarão-da-Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) para produção de alface (*Lactuca sativa*) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) hidropônicos. **Bioikos**, Campinas, v. 23, p. 67-75, 2009.

CASTRO, R. S.; AZEVEDO, C. M. S. B.; BARBOSA, M. R. Efeitos de efluente de viveiro de piscicultura e de água de poço na irrigação do tomate cereja, cultivado em diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, p. 396-399, 2005.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; SEVERINO, E. C.; OLIVEIRA, M. A. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 1, p.115-123, 2009.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; NEVES, B. P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F. M. T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição e composição químico-bromatológica da *brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência Agrotécologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/37.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência Agropecuária**, Panamá, v. 38, p. 109-112, 2014

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 3, n. 4, p. 881-888, 1975.

MAGUIRE, J. B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA; 2009. 399 p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2015. 660 p.

PERES, L. J. S.; HUSSAR, G. J.; BELI, E. Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora. **Engenharia Ambiental Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo Antônio do Pinhal, v. 7, p. 20-36, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/NOTE2~1/AppData/Local/Temp/EA-2010-460.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: Agiplan, 1985. 289 .

SILVA, E. A.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; SOARES, F. M.; SANTOS, V. A.; FERREIRA, E. A. Adição de água residuária de laticínio em substrato para produção de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, p. 49-59, 2014. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2335/1670>. Acesso em: 14 jul. 2020.

SOUZA, P. P.; SILVA NETO, J. R. Reaproveitamento da água de piscicultura na irrigação da forragem *brachiaria brizantha* cv. Brs piatã. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, v. 6, p. 28-43, 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/reaproveitamento-da-agua>. Acesso em: 14 jul. 2020.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de tambaqui em tanques escavados elevou a concentração das variáveis estudadas, principalmente onde o adensamento de indivíduos foi intensificado (semi-intensivo e intensivo), pois disponibilizam maior quantidade de alimentos, gerando mais excretas. Revelando que o manejo dos viveiros de piscicultura influenciam diretamente na qualidade dos parâmetros limnológicos. Por isso, é importante que o piscicultor acompanhe periodicamente a qualidade da água, buscando assistência técnica quando necessário. Ainda, existe a necessidade de adoção de boas práticas de manejo, como o vazão sanitário e lagoa de decantação, recomendações que buscam melhorar a qualidade ambiental e que não são utilizadas pelos produtores da região.

Assim, o reuso de águas oriundas desses sistemas de produção pode ser uma alternativa para minimizar os impactos ambientais, que são ocasionados especialmente pela presença de fósforo e nitrogênio, principais responsáveis pelo processo de eutrofização. Sendo esses, importantes nutrientes para o desenvolvimento dos sistemas de produção vegetal.

A utilização de águas de origem de piscicultura de tambaqui no cultivo de alface e capim Marandu, favoreceram o desenvolvimento inicial, resultando em plântulas mais vigorosas, com maiores massas e comprimentos de parte aérea e de radícula, tornando-as menos suscetíveis a fatores adversos. Essa prática demonstra-se uma boa alternativa para localidades com escassez hídrica, visto que não ocasiona prejuízos à cultura, além de proporcionar a retirada de nutrientes do meio aquícola depositando-os no solo.

APÊNDICE A – Aceite publicação item 2



Thassiane Telles Conde <thassiane.conde@ifro.edu.br>

[RAMA] Decisão editorial

Dra. Josiane Barbosa Gouvêa <josiane.gouvea@ifpr.edu.br> 28 de abril de 2020 17:00
 Para: Thassiane Telles Conde <thassiane.conde@ifro.edu.br>, Luciane da Cunha Codognoto <lucianecodognoto@ifro.edu.br>, Glaucia Amorim Faria <glauciafaria@unesp.br>, Katia Luciene Maltoni <katiamaltoni@gmail.com>, Cristiéle da Silva Ribeiro <cristielee@gmail.com>

Thassiane Telles Conde, Luciane da Cunha Codognoto, Glaucia Amorim Faria, Katia Luciene Maltoni, Cristiéle da Silva Ribeiro,

Temos a satisfação de informar que o artigo intitulado "PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS DE CORPOS HÍDRICOS UTILIZADOS PARA PRODUÇÃO DE TAMBAQUI NA AMAZÔNIA" de autoria Thassiane Telles Conde, Luciane da Cunha Codognoto, Glaucia Amorim Faria, Katia Luciene Maltoni, Cristiéle da Silva Ribeiro FOI ACEITO e, será publicado em edição a ser definida pela revista Revista em Agronegócio e Meio Ambiente (ISSN 2176-9168 online). Para darmos continuidade no processo de publicação é necessário/obrigatório o preenchimento e assinatura de todos os envolvidos no artigo, nos documentos listados nos itens 1 a 3 a seguir:

- 1) Carta de Concessão de Direitos Autorais;
- 2) Declaração de Conflito de interesse;
- 3) Enviar cópia do Parecer de Aprovação pelo Comitê de Ética conforme orientações em submissões;
- 4) Providenciar o pagamento da Taxa de publicação, conforme descrito no site da revista em Diretrizes para autores, ver Orientações gerais item 1.3.

Orientações para os itens 1 e 2 deste e-mail. Para localizar os modelos dos arquivos, acesse o sistema de submissão o ID (título), clique no canto direito da tela em "Biblioteca da Submissão", irá abrir uma caixa, a seguir clique em "Ver Biblioteca da Revista". Faça o download dos arquivos que estão localizados em "Permissões". Os arquivos devem ser preenchidos, assinados e digitalizados no formato PDF e enviados para o e-mail naep@unicesumar.edu.br ; e naep.periodicosunicesumar@gmail.com

Orientações para pagamento/transferência da taxa de publicação:

- a) Valor R\$ 250,00
- b) NOME: CESUMAR CENTRO DE ENSINO SUPERIOR DE MARINGÁ LTDA
- c) CNPJ: 79.265.617/0001-99
- d) BANCO: Banco Santander Brasil S/A AGÊNCIA: 3198 CONTA-CORRENTE: 13000472-0 OBRIGATÓRIO
- e) Enviar cópia do comprovante para: naep@unicesumar.edu.br e naep.periodicosunicesumar@gmail.com




Obs: NÃO SÃO ACEITOS DEPÓSITOS POR MEIO DO "SISTEMAS DE AUTOATENDIMENTO" (pagamentos via envelopes).

Se a pesquisa se enquadrar na definição de "PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS ou ANIMAIS" conforme a Resolução 466/2012-CNS/MS, deverá enviar CÓPIA DO CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS ou CEUA - COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (Parecer Consubstanciado). Caso não tenha tramitação nos Comitês de Ética essa solicitação será dispensada.

Atenciosamente,

Dra. Josiane Barbosa Gouvêa
 IFPR - Instituto Federal do Paraná; UEM - Universidade Estadual de Maringá
 Telefone 45 99935-2645
josiane.gouvea@ifpr.edu.br
 Profa. Dra. Josiane Barbosa Editora-Chefe Revista em Agronegócio e Meio Ambiente <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/index>

3 anexos

-  **C-Correção 1_.docx**
157K
-  **Concessão_RAMA_Taxa.doc**
241K
-  **Modelo conflito de interesses revistas UniCesumar.doc**
23K