



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS  
TROPICAIS-PPGAQRAT

ANA CAROLINA DA SILVA GOMES

**UTILIZAÇÃO DO SEDIMENTO DE VIVEIRO DE PRODUÇÃO DE TAMBAQUI**  
*(Colossoma macropomum)* NA CULTURA DO JAMBU (*Acmella oleracea* [(L) R. K.  
Jasen]), REGIÃO AMAZÔNICA

BELÉM  
2019

ANA CAROLINA DA SILVA GOMES

**UTILIZAÇÃO DO SEDIMENTO DE VIVEIRO DE PRODUÇÃO DE TAMBAQUI**  
**(*Colossoma macropomum*) NA CULTURA DO JAMBU (*Acmella oleracea* [(L) R. K.**  
**Jasen]), REGIÃO AMAZÔNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais: área de concentração Aquicultura, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Glauber David Almeida Palheta

Co-Orientadora: Prof<sup>o</sup> Dr. Dênmora Gomes Araújo

BELÉM  
2019

**ANA CAROLINA DA SILVA GOMES**

**UTILIZAÇÃO DO SEDIMENTO DE VIVEIRO DE PRODUÇÃO DE  
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) NA CULTURA DO JAMBU (*Acmella  
oleracea* [(L) R. K. Jasen]), REGIÃO AMAZÔNICA**

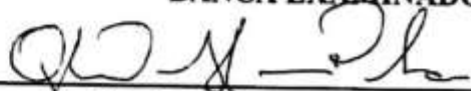
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Glauber David Almeida Palheta

Co - orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr. Dênmore Gomes Araújo

Aprovada em 30/ 08/ 2019

**BANCA EXAMINADORA**



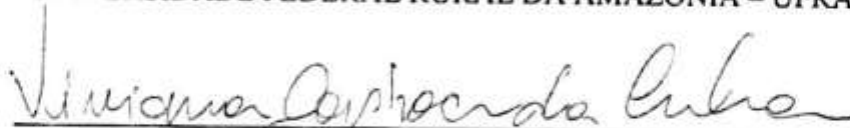
Dr. Glauber David Almeida Palheta - Orientador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



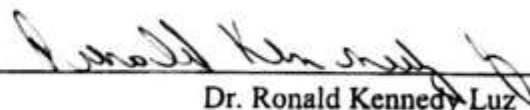
Dr. Dênmore Gomes Araújo – Co-orientadora  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



Dr. Fábio Carneiro Sterzelecki  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



Dr. Viviana Lisboa de Cunha  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



Dr. Ronald Kennedy Luz  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação (CIP) Bibliotecas da Universidade  
Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo (a) autor(a)

---

G633u Gomes, Ana Carolina  
UTILIZAÇÃO DO SEDIMENTO DE VIVEIRO DE PRODUÇÃO DE TAMBAQUI  
(Colossoma macropomum) NA CULTURA DO JAMBU (Acmella oleracea [(L) R. K. Jasen]),  
REGIÃO AMAZÔNICA  
/ Ana Carolina Gomes. - 2019.  
54 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos  
Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal  
Rural Da Amazônia, Belém, 2019.

Orientador: Prof. Dr. GLAUBER DAVID ALMEIDA  
PALHETA Coorientador: Prof. Dr. DÊNORA GOMES  
ARAUJO

---

1. PRODUTIVIDADE. 2. REUSO. 3. VIVEIRO. I. PALHETA, GLAUBER DAVID  
ALMEIDA ,  
*orient.* II. Título

CDD 630.275

## **AGRADECIMENTOS**

Deus, obrigada por ter me mostrado que tudo é possível quando sonhamos e cremos no sonho que colocaste em nosso coração. Agradecer também aquela que estava comigo nos meus desertos e mostrando seu amor todo dia por mim, Nossa Senhora, Mãe de Deus, Obrigada!

Agradecer às pessoas que foram bênçãos em todo momento e que levo pra minha vida, meus orientadores, muito obrigada! Sem vocês eu não teria construído um caminho até aqui. Professor Glauber Palheta com sua paciência e positividade, obrigada por me compreender quando eu chegava perdida na sua sala, por me ajudar no que fosse possível e ser além de tudo meu amigo. Professora Dênmora Araujo, que além de me orientar, foi amiga, foi parceira, foi mãe também, foi quem me apoiava nas ideias que surgiam, meu muito obrigada, à senhora serei grata sempre!

Agradecer a um ser que merece metade desse título, aquele que segurou minha mão quando eu realmente pensei que não fosse aguentar, que passou madrugadas comigo montando o experimento, escrevendo, estudando, carregou sedimento nas costas, acordava 4, 5 da manhã pra viajarmos, puxou várias e várias vezes minha orelha, sou muito grata a ti Lucas! Sem você nada disso teria surgido, essa vitória é sua também!

Agradecer aos meus pais Aurélio Amaral e Regina Célia, por estarem comigo me apoiando, imaginando e concretizando mais um momento muito sonhado em minha vida. Agradecer ao meu irmão Filipe Gomes, por seu carinho, conversas e apoio, saibas que foste essencial.

Agradecer aos meus familiares, avós, primos, tios, vocês que sempre estiveram comigo, mesmo não diretamente, agradeço pelo carinho e apoio.

Agradeço aos pais e ao irmão do Lucas, Dona Tânia, Seu Raimundo e Marcos Ribeiro, pois por vários dias o lar de vocês foi o meu refúgio em meio as minhas crises, dúvidas, medos. O apoio de vocês em minha vida foi essencial, serei sempre grata a vocês!

Agradecer os amigos do Laboratório de Análises de sementes, Matheus, Alan, Lorene, Seu Manoel, Deise, Tainah e Gabriel. Agradecer por me ajudarem sempre que puderam no decorrer do trabalho com conselhos, sorrisos, abraços e amizade.

Agradecer a Jessy e ao Elson, pois não mediram esforços pra me ajudar no que fosse necessário no decorrer do experimento.

Agradecer aos funcionários do Ica, em especial ao Professor Walter Velasco que me disponibilizou o local para implantação do experimento e por sempre que estivesse por lá me dava boas orientações sobre o desenvolvimento da cultura e ao Seu Zezinho, um ser doce que me ajudou bastante no decorrer do meu experimento.

Agradecer ao doutorando Ítalo Sampaio por todo o apoio e orientação durante o experimento, me salvando em vários momentos, a ti serei sempre grata!

Agradecer ao Dr. Kelson Faial e sua equipe, pesquisador do Instituto Evandro Chagas, por todo o apoio possível para a realização deste trabalho.

Agradecer ao Prof. Dr. Marcos Piedade, por sempre que possível me ajudar nas orientações sobre a implantação do experimento.

Agradecer ao Senhor Eduardo, responsável pela fazenda Boa Vista, me recebendo com todo carinho e compreensão durante as visitas para coleta de amostras.

Agradecer ao Prof. Dr. Alex, por me ajudar no que fosse possível em relação a documentação.

Agradecer pela amizade e carinho de Érika Mercês, essa que sempre teve boas palavras quando eu precisei de uma amiga.

Agradecer à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de estudos, sendo essencial para a realização deste trabalho.

Agradecer ao LQA (Laboratório de Qualidade da Água) pelo apoio prestado na realização das análises.

Agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqrat) e aos amigos que fiz da turma de mestrado 2017-2019 por todo o apoio necessário.

Aos meus pais **Aurélio Amaral** e **Regina Célia**,  
Ao meu irmão **Filipe Ruan**,  
Ao meu amor **Lucas Ribeiro**,  
À minha família.

Dedico

“Sejam fortes e corajosos! Não tenham medo, nem fiquem apavorados diante delas, porque Javé, o seu Deus, é quem vai com você. Ele não o deixará, e jamais o abandonará”. **Deut. 31,6.**



## **LISTA DA SIGLAS**

**IEC:** Instituto Evandro Chagas  
**LABSEMEN:** Laboratório de Análises de Sementes  
**MFT:** Massa fresca total  
**MFF:** Massa fresca de folha  
**MFR:** Massa fresca de raiz  
**MFC:** Massa fresca de caule  
**MFFL:** Massa fresca de flor  
**MST:** Massa seca total  
**MSF:** Massa seca de folha  
**MSR:** Massa seca de raiz  
**MSC:** Massa seca de caule  
**SP:** Sedimento de viveiro de peixe  
**TP:** Terra preta  
**CA:** Casca de arroz queimado  
**CONAMA:** Conselho Nacional do Meio Ambiente  
**ALT:** Altura  
**NF:** Número de Folhas  
**AF:** Área Foliar

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO I</b> .....  | 14 |
| <b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....  | 14 |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL.....   | 15 |
| 2. OBJETIVOS.....  | 17 |
| 2.1. Geral.....  | 17 |
| 2.2. Específicos.....  | 17 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA.....  | 18 |
| 3.1. Sedimento de viveiro de peixe.....  | 18 |
| 3.1.1. Características e importância.....  | 18 |
| 3.1.2. Alternativas para utilização.....   | 19 |
| 3.1.3. Presença de metais pesados em viveiros de peixe.....  | 20 |
| 3.2. Respostas de culturas à utilização de sedimento de viveiro de peixe como substrato .....  | 21 |
| 3.3. Cultura do Jambu ( <i>Acmella oleracea</i> [(L) R. K. Jasen]) .....   | 22 |
| 3.3.1 Características gerais.....  | 22 |
| 4. REFERÊNCIAS.....  | 25 |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....   | 30 |
| ARTIGO: Avaliação de teor de metais pesados em cultivo de jambu ( <i>Acmella oleracea</i> [(L) R. K. Jasen]) com sedimento de viveiro de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> )..... | 31 |
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 34 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....   | 36 |
| 2.1. Localização da área experimental.....   | 36 |
| 2.2 Tratamentos e desenho experimental.....  | 36 |
| 2.3. Coleta de amostras de água e sedimento.....   | 36 |
| 2.3.1. Amostragem para análise de água.....  | 36 |
| 2.3.1.1. Análise de metais pesados na água.....  | 39 |
| 2.3.2. Amostragem para análise de metais pesados no sedimento.....   | 39 |
| 2.3.3. Coleta de substrato para implantação do experimento.....  | 40 |
| 2.4. Características e condução de cultura.....  | 41 |
| 2.5. Análise de clorofila.....   | 41 |
| 2.6. Amostragem para análise química foliar.....   | 42 |
| 2.7. Avaliações estatísticas.....  | 42 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 42 |
| 3.1. Análise de metais pesados no sedimento.....   | 43 |
| 3.3. Análise de metais pesados em plantas.....   | 43 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 3.4 Análises agronômicas..... | 45 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....  | 50 |
| 5. REFERÊNCIAS.....           | 50 |

## **ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A estrutura da dissertação está organizada em dois capítulos, sendo o primeiro composto pela contextualização geral da problemática e o segundo contendo o artigo que foi redigido de acordo com as normas da revista “Research, Society and Development”.

No capítulo I são descritas as características gerais do sedimento para sua possível utilização, seguida de uma revisão de literatura sobre: Sedimento de viveiro de peixe: características e importância, alternativas para utilização, presença de metais pesados em viveiro de peixe; Respostas de culturas à utilização de sedimento de viveiro de peixe; Cultura do Jambu. Neste capítulo também constam: objetivo geral e específicos do presente trabalho. No segundo capítulo, se encontra o artigo intitulado de “Avaliação de teor de metais pesados em cultivo de jambu (*Acmella oleracea* [(L) R. K. Jasen]) com sedimento de viveiro de tambaqui (*Colossoma macropomum*)”. Por fim são apresentadas as principais considerações finais do trabalho.

## **RESUMO**

A aquicultura tem se destacado nos últimos anos como fonte de proteína animal, um de seus entraves é o descarte indevido de seus efluentes, rico em resíduos orgânicos, que em geral não são aproveitados. O reaproveitamento desses rejeitos na agricultura apresenta potencial para minimizar este impacto, gerando aporte nutritivo para plantas e mitigando contaminações ao meio ambiente. O estudo objetivou avaliar a viabilidade do uso de sedimento de viveiro de produção de tambaqui para o cultivo de jambu na Região Amazônica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia e foi constituído de cinco tratamentos, variando as concentrações de Terra preta (TP) e Sedimento de viveiro de piscicultura (SP), que foram acondicionados com 1kg Casca de arroz queimado (CA). As concentrações foram compostas por Tratamento 1 (100% TP), Tratamento 2 (75% TP + 25% SP), Tratamento 3 (50% TP + 50 % SP), Tratamento 4 (25% TP + 75% SP) e Tratamento 5 (100% SP). O sedimento foi coletado em um viveiro de produção semi-intensivo de tambaqui e as plantas de Jambu foram irrigadas diariamente em vasos de polietileno até 79 dias após germinadas para a realização da colheita. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 10 repetições, sendo uma planta por repetição. Ao final do cultivo, foram obtidos: dados de Altura (ALT), Diâmetro de coleto (D), Número de folhas (NF), Clorofila (C), Área foliar (AF), Massa fresca total (MFT), Massa fresca de folha (MFF), Massa fresca de caule (MFC), Massa fresca de flor (MFFL), Massa fresca de raiz (MFR), Massa seca total (MST), Massa seca de folha (MSF), Massa seca de caule (MSC), Massa seca de flor (MSFL) e Massa seca de raiz (MSR). Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as equações escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão, a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar, versão 5.6. Os tratamentos 2 (75% TP + 25% SP) e 4 (25% TP + 75% SP) foram os que apresentaram os maiores valores para a maioria dos fatores analisados. Quando analisado o comportamento linear da regressão, foi encontrado correlação positiva com as concentrações de sedimento para ALT, NF, AF, MFFL e MSFL, e os demais parâmetros apresentaram comportamento quadrático, tendo faixa ótima sempre próxima aos tratamentos 3 (50% TP + 50 % SP) e 4 (25% TP + 75% SP). A produção do jambu com resíduos de cultivo de peixe é viável haja vista o maior incremento de biomassa nas plantas submetidas a este tipo de substrato.

**Palavras – chave:** Produtividade, Reuso, Viveiro.

## **ABSTRACT**

Aquaculture has been highlighted in recent years as a source of animal protein, however, one of its obstacles is the improper disposal of its effluents, which in addition to having organic waste, has essential nutrients. And the reuse of these tailings in agriculture may be a likely way to remedy this problem, generating nutritious input to plants and mitigating environmental contamination. The study aimed to evaluate the viability of using fish pond sediment for the cultivation of jambu in the Amazon region. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Rural University of Amazonia using waste from fish ponds. It consisted of five treatments, varying the concentrations of anthropogenic dark earth (ADE) and sediment of fish pond (SFP), and conditioned with 1kg burned rice husk (BRH) for each concentration. The concentrations were composed of 100% TP, 25% SP + 75% TP, 50% SP + 50% TP, 75% SP + 25% TP and 100% SP. The sediment was collected in a semi-intensive tambaqui nursery in the municipality of Santa Isabel do Pará-PA and Jambu plants were irrigated daily up to 79 days after germination for harvesting. The experimental design was completely randomized with 5 treatments and 10 repetitions, one plant per repetition. Height (H), Collet diameter (D), Leaf number (LN), Chlorophyll (C), Leaf area (LA), Total fresh mass (TFM), Fresh leaf mass (FLM), Fresh Stem Mass (FSM), Fresh Flower Mass (FFM), Fresh Root Mass (FRM), Total Dry Mass (TDM), Dry Leaf Mass (DLM), Stem Dry Mass (SDM), Flower dry mass (FDM) and Root dry mass (RDM). Data were subjected to analysis of variance, and the equations were chosen based on the significance of the regression coefficients, at 5% probability, using the Sisvar software, version 5.6. Treatments 2 and 4 presented the highest values for most of the analyzed factors. Positive correlation was also found with sediment concentrations for H, LN, LA, FFM and FDM, when the linear regression behavior was analyzed, and the other parameters presented quadratic behavior, with optimal range always close to treatments 3 and 4. The production jambu with fish culture residues is feasible given the higher biomass increase in plants submitted to this type of substrate.

**Key words:** Productivity, Reuse, Nursery.

# CAPÍTULO I

## CONTEXTUALIZAÇÃO

---

*Padronizado de acordo com as normas da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)  
e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)*

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com a FAO (2018), a aquicultura de águas interiores produziu 51,4 milhões de toneladas de alimentos no mundo e esta elevada taxa de produtividade acaba sendo responsável por uma parte da produção de resíduos orgânicos e metabólicos, devido os sistemas utilizados. Estes resíduos produzidos são ricos em nutrientes e se acumulam no fundo dos viveiros dos sistemas de produção, ocorrendo no final do cultivo seu descarte no meio ambiente (MENDONÇA, 2018; HUSSAR et al., 2002; CHEN, et al., 2010).

O enriquecimento do material orgânico gerado em um cultivo de peixe ocorre através da incorporação de fezes e excreção, alimento não ingerido, descamação, mucos, vitaminas e agentes terapêuticos que por sua vez, também implicam na qualidade da água, sendo frequente estes problemas em viveiros de peixes. Esse enriquecimento sem o cuidado adequado, acaba ocasionando no aumento da produção bacteriana e elevando a demanda de oxigênio dissolvido durante os processos de decomposição (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1999). Uma pesquisa mostrou que 70-80% dos nutrientes disponibilizados através de ração são depositados diretamente no sedimento dos tanques (HAQUE et al., 2016; BOYD et al., 2011; ANH et al., 2010; RAHMAN et al., 2004).

De acordo com Eler e Millani (2007), a aquicultura tem o desafio de se moldar para produção racional de uso sustentável, onde os sistemas integrados de agricultura-aquicultura podem ser uma ótima alternativa. Eles trazem diversas vantagens como; a diminuição do impacto ambiental; a substituição da utilização de fertilizantes químicos; redução da contaminação dos corpos hídricos e o seu encaixe na situação econômica de pequenas e médias propriedades rurais (AHMED; BIMBAO, 2003; NOBLE; LIGHFOOT, 2003), sendo capaz de amenizar aos impactos gerados, de fácil implantação, se encaixando perfeitamente como um ramo da agroecologia (FERNANDES et al., 2001; PULLIN, 2003), visto que este responde ao desafio implantado na agricultura familiar que é a produção de alimentos de forma sustentável (CRUZ, 2018).

Na agricultura familiar, em especial nas que são desenvolvidas na Região Amazônica, é predominante o sistema de piscicultura continental, praticada, na maioria das vezes, de forma semi-intensiva, que está em sua maioria associada a outras atividades da unidade de produção, como a criação em policultivo (DE-CARVALHO et al., 2013), caracterizada pela criação de peixes compartilhando o mesmo espaço com outras espécies de hábito, predominantemente, aquático (SOUZA; RODRIGUES, 2004). A sua implantação é variada, como em terra firme, prática mais comum; no leito dos rios, com o auxílio de tanque-rede; nos pequenos rios e



igarapés, através de represamento; e nas várzeas, sendo chamado de viveiros (SILVA JUNIOR, 2016). São utilizadas diversas formas para proporcionar o melhor aproveitamento da área de produção; otimizar a alimentação dos animais, na utilização de resíduos e dejetos; e diminuir os custos de produção. (SILVA JUNIOR, 2016).

Os nutrientes gerados das atividades aquícolas podem influenciar no desenvolvimento e produtividade dos vegetais. Entre os grupos vegetais, o mais indicado segundo PAPADOPAULOS (1999), é o grupo das hortaliças, por apresentarem características de exigência nutricional para N, P e K, rápido crescimento, ciclos vegetativos curtos e de intensa produção de massa seca (PAPADOPAULOS, 1999).

Uma das culturas de hortaliças não tradicionais muito utilizada na região é a espécie *Acmella oleracea* [(L) R. K. Jasen] conhecida popularmente pelo nome de jambu, que é utilizada na culinária dos estados da região norte, principalmente no Estado do Pará. Sua característica marcante é a sensação de formigamento na boca e efeito anestésico momentâneo quando consumido (GUSMÃO; GUSMÃO, 2013).

O jambu despertou maior interesse de produtores e pesquisadores devido a presença de um composto ativo conhecido pelo nome de espilantol, presente em todos os tecidos que compõem a planta (PRACHAYASITTIKUL et al., 2013), Sua utilização como anestésico na aquicultura foi estudada por Barbas et al., (2016), que demonstraram quando utilizado extrato das flores de jambu, bastante eficiência para tambaqui acreditando que sua eficiência também ocorre em outros peixes.

Devido a este eventos citados ocorreu um aumento no interesse científico e produção da espécie *Acmella oleracea* [(L) R. K. Jasen]. Assim, o objetivo principal deste trabalho se refere a produção de plantas do jambu com o uso de sedimento de viveiro de produção de tambaqui como substrato.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a viabilidade do uso de sedimento de viveiro de produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) para a cultura de jambu na Região Amazônica.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Avaliar o crescimento de plantas de jambu com concentrações crescentes (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) do sedimento de viveiro do tambaqui (*Colossoma macropomum*).
2. Avaliar a produção de biomassa das mudas de jambu com a utilização de sedimento de viveiro de tambaqui (*Colossoma macropomum*) como substrato.
3. Avaliar características químicas e a concentração de metais pesados no sedimento (Al, Fe, Pb e Zn).
4. Avaliar a viabilidade através da interpretação da análise de absorção de metais pesados pelas plantas de jambu.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Sedimento de viveiro de produção de peixe**

##### **3.1.1 Características e importância**

Os sedimentos são caracterizados pela sua formação em camadas de partículas minerais e orgânicas com granulometria fina, sendo encontrados na parte inferior dos corpos d'água natural, tornando possível na classificação através do tamanho dos grãos (REZENDE, 2013; PASSOS, 2005; BAIRD, 2002), em sedimentos finos, que apresenta partículas menores que 50 µm (argilas e siltes), e em sedimentos grosseiros, quando as partículas apresentam tamanhos acima de 50µm (areias e cascalhos) (REZENDE, 2013; PASSOS, 2005; BAIRD, 2002).

Os sedimentos em ambientes aquáticos podem ser apresentados também em duas camadas: a recente, ou biológica, que compreende a parte do sedimento que está em contato direto com a coluna d'água; e a permanente, que fica localizada abaixo da camada recente, esta apresenta um alto teor de matéria orgânica, maior densidade de organismos bentônicos, e a intensa atividade microbiana, enquanto que a camada biológica apresenta pouca atividade microbiana e baixo teor de matéria orgânica (REZENDE, 2013; MARTINS, 2008).

O sedimento de fundo dos viveiros por não possuir uma uniformidade devido a sua apresentação em camadas, é caracterizado por um aumento das áreas mais rasas para as mais profundas, como também em relação a algumas propriedades do solo, como por exemplo, teor de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, teor de nitrogênio orgânico e outros nutrientes como fósforo e carbono orgânico (MENDONÇA, 2018; MUENDO et al., 2014; QUEIROZ et al., 2004; BOYD et al., 2002).

A matéria orgânica encontrada em abundância no sedimento funciona nas camadas como um registro histórico dos ecossistemas aquáticos e terrestres adjacentes, além de fornecer informações da intensidade dos impactos aos quais estes ecossistemas estiveram ou estão submetidos (OLIVEIRA, 2013). A concentração, acúmulo, transporte e a toxicidade no sedimento é influenciada pela matéria orgânica presente, sendo que esta tem grande afinidade pelos elementos tóxicos presentes no solo, devido principalmente a sua configuração e a existência de grupos fenílicos e carboxílicos, atraindo-os (SANTOS et al., 2012).

No sedimento orgânico são feitas trocas de compostos entre as fases água-sedimento, podendo ser tanto iônica quanto gasosa (YOSSA et al., 2014; BOYD, 1995; LEFEBVRE et al., 2001), além da decomposição da matéria orgânica, o que poderia gerar hipóxia na coluna de água (HOLMER et al. 2003).

Segundo Kubitz (1998) e Muendo et al., (2014), a decomposição que ocorre desses materiais nos viveiros é realizada na maioria das vezes por ação microbiológica, tendo como

resultado, o acúmulo de metabólicos tóxicos aos organismos aquáticos, dos quais, a amônia, o nitrito, gás carbônico e sulfuretos de hidrogênio são os que se encontram em maior quantidade.

Para se manter os valores desejados dos parâmetros de qualidade dos viveiros e um ambiente propício para o crescimento de peixe, é orientado que os sedimento sejam removidos regularmente, em cada final de cultivo, portanto uma ótima prática de manejo (HAQUE et al., 2013; BOYD et al., 2002; JAMU; PIEDRAHITA, 2001). Por outro lado, a gestão dos sedimentos removidos se torna uma preocupação científica, pois a eliminação de sedimentos em sistemas naturais possui uma ameaça ambiental e é um desperdício de nutrientes valiosos (SMITH, 1996; LIN; YI, 2003; MUENDO et al., 2014).

### **3.1.2 Alternativas para utilização**

Para que se aconteça uma redução de impactos ambientais provocados pela aquicultura em geral, necessita-se o foco no manejo correto dos viveiros, como um rígido controle da qualidade de água, a utilização de tanques de decantação para os efluentes, o uso de rações com alta digestibilidade e outros cuidados como o aproveitamento dos efluentes líquidos e sólidos em sistemas de produção agrícola (D'SILVA, 1993; CASTRO et al., 2005).

O aproveitamento do sedimento de viveiro de peixe surgiu como uma alternativa para os piscicultores, já que até então não existia um método correto de eliminação deste resíduo sem que fosse uma ameaça ao meio ambiente (HAQUE et al., 2016; JONELL et al., 2013; BOYD et al., 2005).

O sedimento de viveiro de peixe é um fertilizante de alta qualidade rico em nutrientes, tendo excelente potencial para utilização na produção de culturas em substituição do fertilizante químico (ALAM et al. 2015; TILMAN et al. 2002).

Muendo et al., (2014), estudaram a caracterização e potencial do sedimento para o uso na agricultura e comprovaram a grande quantidade de fósforo, nitrogênio e potássio disponível no sedimento, sendo necessário a realização de ensaios de campo para comprovar seu uso como fertilizante em grandes culturas.

Devido ao aumento de preço dos fertilizantes que são a base de potássio, fósforo e nitrogênio (CORDELL; WHITE, 2011), o uso de sedimento de viveiro de peixe se torna cada vez mais comum devido suas características químicas, possuindo um excelente potencial para reutilização na produção agrícola, tendo como exemplo a China, que produziu rendimentos de 112 a 195 e 65 a 128 milhões de toneladas por 6 meses, de forrageiras para alimentação animal (NACA, 1989; HAQUE et al. 2016).

Yossa et al., (2014), estudando dois tipos de sedimentos produzidos por tilápia e pirapitinga, encontraram resultados positivos em relação a nutrientes essenciais no sedimento das duas espécies de peixe, sendo concluído a orientação do seu uso como fertilizantes na agricultura.

Zhang et al., (2015) encontraram em uma descarga de efluente de aquicultura na China, uma grande quantidade de N e P, tanto da água quanto no sedimento, orientando a reciclagem desses nutrientes para sistemas de integração aquicultura- agricultura, para que possa assim ocorrer o aumento na produção, desenvolvendo uma aquicultura sustentável.

Apesar dos resultados positivos em relação ao uso de sedimentos na agricultura, ainda não é comum a realização de análises para se caracterizar, sobre os aspectos quantitativos e qualitativos do sedimento, desconhecendo o risco de seu uso (p.ex alto teor metais). Devido a falta de documentação científica sobre estes aspectos, existe dificuldade na adoção e promoção do uso de sedimentos de viveiros de produção de peixe na agricultura (GROSS; BOYD, 1998).

### **3.1.3 Presença de metais pesados**

Geralmente, o termo metal é utilizado indiscriminadamente tanto para elementos como para compostos. Algumas outras definições também são usadas para definir metais em estudos ambientais tais como: metais traço (metais encontrados em baixas concentrações em algumas fontes específicas como plantas, águas subterrâneas), metais disponíveis (metais encontrados na forma que será facilmente assimilável pela biota), metal tóxico (todos os metais podem ser tóxicos, dependendo do grau de toxicidade que pode variar muito de metal para metal, de organismo para organismo e da concentração no ambiente), metal pesado (metal de transição por terem propriedades de se ligarem às substâncias orgânicas e inorgânicas) e metal essencial (faz parte do ciclo de vida de organismos) (OLIVEIRA, 2013).

A presença de metais nos solos é considerada um fenômeno natural e sua composição vai depender principalmente do material de origem em seu processo de formação, composição e proporção dos componentes de sua fase sólida (FADIGAS et al. 2002).

Nos ambientes aquáticos, a geoquímica dos metais é determinada, principalmente, por suas interações com o sedimento, que dependendo das suas características físico-químicas e biológicas, funciona tanto como reservatório quanto como fonte de metais (GOMES, 2009; PASSOS, 2005). Com essa descrição, levando em consideração o tamanho das partículas, as frações mais finas podem apresentar maior concentração de metais, enquanto nas frações silte e areia fina as concentrações podem ser menores (SALOMONS; FORSTNER, 1984).

Na aquicultura alguns elementos metálicos fazem parte da composição da ração como elementos biologicamente essenciais devido sua importância no desenvolvimento dos animais, pois atuam como cofatores em rotas metabólicas de organismos aquáticos, porém se tornam indesejáveis e tóxicos quando presentes em altas concentrações (ESTEVEES, 2011; WEISS, 2017).

Os metais são potencialmente vulneráveis, por não se degradarem naturalmente e nem permanecerem fixados pelos sedimentos, podendo então retornar à coluna d'água através da remobilização, sendo influenciados por resultado de alterações químicas no ambiente aquático, tais como temperatura, teor de matéria orgânica, pH, e potencial redox (FORSTNER; WITTMANN, 1981).

Os sedimentos podem ser considerados como fonte para as quantificações de metais pesados presentes no meio aquático, pois estes adsorvem aos sedimentos e depositam-se no compartimento de fundo do sistema aquático; nesse contexto, os viveiros de peixe são reservatórios potenciais de metais pesados devido às suas características de deposição (ESTEVEES, 2011).

Nem todos os elementos metálicos são tóxicos. Alguns são considerados micronutrientes, pois participam de algum processo essencial para microrganismos, plantas e animais, não podendo ser substituído por outro elemento com propriedades químicas semelhantes, dentre eles podemos destacar o cobre, ferro, manganês, níquel e zinco, que mesmo sendo essenciais podem apresentar efeitos tóxicos para os organismos vivos, focando dependente da dose absorvida. Todavia alguns metais não possuem nenhuma função metabólica para os organismos e geralmente são considerados tóxicos mesmo em pequenas quantidades tais como a prata, cádmio, cromo, mercúrio e chumbo (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Análises destes metais nos sedimentos depositados são importantes para determinar anomalias geoquímicas, bem como fontes de contaminação, para assim sabermos o potencial de risco para o meio estudado (SALOMONS; FORSTNER, 1980).

### **3.2 Respostas de culturas quanto à sua utilização**

Já existe alguns trabalhos nacionais e internacionais que apresentaram resultados positivos quanto a utilização de sedimento de viveiro de peixe em grandes e pequenas culturas, avaliando tanto o seu potencial como fertilizante quanto complemento nutricional.

Em Bangladesh, Haque et al., (2016) e Monira et al., (2014) utilizaram sedimento de viveiro de *Pangasius hypophthalmus* para produção de forrageira na alimentação de gado leiteiro e produção de tomate variedade Baris, obtendo resultados bem positivos para forrageira

em sua produção, com aumento nutricional dos gados, assim aumentando conseqüentemente também a qualidade do leite que foi produzido, para as mudas de tomate se obteve o melhor resultado no tratamento que utilizou 100% de sedimento de viveiro de peixe, resultado em um maior número de ramos por planta, folhas e frutos, aprovando o alto potencial em hortaliças como substrato alternativo.

Joesting et al., (2016), estudaram o uso do sedimento de piscicultura na produção de algas, obtendo resultados positivos quanto a altura e número de folhas no tratamento que possuía a maior quantidade de sedimento.

Alam et al., (2015), obtiveram resultados positivos na produção de forrageiras (*Brachiaria mutica*) com sedimento de piscicultura, devido o sedimento ter nutrientes essenciais para seu desenvolvimento obtendo aumento na quantidade de lipídeos e proteínas no tratamento em que foi utilizado.

Haque et al., (2013), comprovaram o potencial de uso de sedimento de peixe ao utilizar na produção de tomates, apresentando um adiantamento na frutificação e um valor elevado no tratamento que apresentava o sedimento, em vitamina C, podendo insinuar que seu uso pode aumentar determinados componentes.

Shao et al., (2013) estudaram o uso de sedimento de piscicultura na produção de arroz na China, com intuito de comprovar a integração aquicultura-agricultura, obtendo resultados positivos em relação a altura e número de folhas.

No Brasil, Rosa, et al., (2018) realizaram o aproveitamento de sedimento de viveiro de piscicultura em mudas de mamão, onde apresentou resultados positivos no tratamento com a maior quantidade de sedimento, apresentando melhor altura em relação aos outros tratamentos.

Silva et al., (2017) estudaram o uso de sedimento de peixe em mudas de maracujazeiro azedo amarelo cultivar redondo em comparação com substratos comerciais mais utilizados, aonde apresentou o melhor resultado o tratamento em que se utilizou 100% de resíduo de viveiro de piscicultura, com melhor altura e uniformidade de folhas.

Mesmo com estudos sendo realizado fora e dentro do país, ainda se encontra em passos lentos, principalmente na região norte do Brasil.

### **3.3 Cultura do Jambu**

#### **3.3.1 Características gerais**

O jambu *Acmella oleracea* [(L) R. K. Jasen] é uma hortaliça de grande consumo na região Norte do Brasil, com maior produção no Estado do Pará, obtendo consumo durante todo o ano, mas com os picos em épocas de festejo, como Círio de Nazaré e final de ano, fazendo

parte dos principais pratos típicos da região, como o pato no tucupi e o tacacá (BORGES et al., 2013). Desta forma, merece destaque devido a sua utilização tanto na alimentação quanto na medicina popular, pelo aproveitamento de flores, folhas, hastes e talos (GUSMÃO et al. 2005).

É da família Asteraceae, e pode ser conhecido como agrião-do-Pará, agrião-do-norte, agrião-do-brasil, abecedária e jambuaçu. (POLTRONIERI et al. 2000; COUTINHO et al. 2006). A planta possui como característica de ser semi-ereta, herbácea e de ramos decumbentes, atingindo uma altura de 50 a 70 cm, com inflorescências pequenas e amareladas, dispostas em capítulos, possuindo um ciclo de 45-90 dias na região Norte (CARDOSO; GARCIA, 1997).

A espécie pode ser recomendada para as condições de clima quente e úmido, com temperaturas entre 25 °C e 35 °C, precipitação de 2761 mm anuais e umidade relativa em torno de 80%, tendo como solos ideais para o cultivo os argilo-arenosos, ricos em matéria orgânica (POLTRONIERI et al. 1999).

O Jambu pode ser propagado de forma sexuada e assexuada, sendo na maioria das vezes o uso pelos produtores na sua forma sexuada, por ser considerado mais eficiente, devido a suas flores apresentarem grande produção de sementes (aquênios). Suas inflorescências encontradas em formato de capítulos que dão origem a frutos do tipo aquênios (FIGURA 1) (SAMPAIO, 2017; GUSMÃO; GUSMÃO, 2013; VILLACHICA et al. 1996).

O Jambu apresenta um bom valor nutricional, Villachica et al. (2013) observaram que o consumo de 100g de folha por dia proporciona ao organismo humano: 89 g de água; valor energético de 32 calorias; 1,9 g de proteínas; 0,3 g de lipídios; 7,2 g de carboidratos; 1,3 g de fibras; 1,6 g de cinzas; 162 g de magnésio; 41 mg de fósforo; 4 mg de ferro; 0,03 mg de vitamina B<sub>1</sub>; 0,21 mg de vitamina B<sub>2</sub>; 1 mg de niacina e 20 mg de vitamina C.

Além de todos os nutrientes observados, apresenta também propriedades químicas como óleo essencial, saponinas, presença de fenóis, carotenoides, poliaminas espilantinas, afinina, filoesterina, colina, triterpenóides e, principalmente, o espilantol, que teve a estrutura desvendada por YASUDA et al. (1980), sendo esta uma isobutilamida [(2E, 6Z, 8E) – deca-2,6,8 - ácido trienoico – N – isobutilamida], todos componentes ligados a atividade antioxidante. Além dessas propriedades, também é utilizado como matéria-prima em cosméticos antirrugas (BORGES et al. 2013).

O espilantol provoca em seus consumidores, quando ingeridos parte da planta (flor, folha e caule), a sensação de dormência nos lábios e na língua, como um efeito anestésico (GUSMÃO; GUSMÃO, 2013).

A utilização desta espécie está no uso de sua parte aérea, como componente importante na produção de alimentos, bebidas artesanais, preparação de fitoterápicos, e até mesmo no



quesito ornamental (GUSMÃO; GUSMÃO, 2013), sendo uma fonte de renda importante para pequenos produtores dos municípios do estado do Pará, reunindo elementos essenciais para formação de um sistema sustentável, podendo ser cultivada tanto em solo quanto em sistema sem solo (GUSMÃO et al. 2005).

**Figura 1-** Capítulo floral da planta de Jambu em formação com 50 dias após a germinação.



**Fonte:** autor, 2019.

Sua produção se dá em elevadas densidades de plantas, sendo semelhante ao processo de outras horticulturas, que quando apresentam o ponto de colheita, são colhidas e comercializadas em “molhos” ou “maços” (HOMMA et al. 2011).

#### 4. REFERÊNCIAS

- AHMED, M.; BIMBAO, M.A. P. Consideraciones económicas en la introducción de una técnica de agroacuicultura integrada. In: FAO/ICLARM/IIRR. **Agro-acuicultura integrada: manual básico**. Roma: FAO, 2003. p.9-12.
- ALAM, M. R.; HAQUE, M. M.; SUMI, K. R.; ALI, M. M. Proximate composition of para-grass (*Brachiaria mutica*) produced in integrated fish fodder culture system. **Bangladesh Journal of Animal Science**, v. 44, n.2, p.113- 119, 2015.
- ANH, P.T.; KROEZE, C.; BUSH, S.R.; MOL, A.P.J. Water pollution by Pangasius production in the Mekong Delta, Vietnam causes and options for control. **Aquaculture Research**. v. 42, p. 108–128, 2010.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre. Bookman, 622 p. 2002.
- BARBAS, L. A. L.; STRINGHETTA, G. R.; GARCIA, L. de O.; FIGUEIREDO, M. R. C.; SAMPAIO, L. A. Jambu, *Spilanthes acmella* as a novel anesthetic for juvenil tambaqui, *Colossoma macropomum*: Secondary stress responses during recovery. **Aquaculture**, v. 456, p. 70-75, 2016.
- BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 83-94, 2013.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S.; Sustainability of channel catfish farming. **World Aquaculture**, v. 26, p. 45-53, 1995.
- BOYD, C. E.; WOOD, C. W.; THUNJAI, T. **Aquaculture pond bottom soil quality management**. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA, 2002.
- BOYD, C. E.; MCNEVIM, A. A.; CLAY, J.; JOHNSON, H. M. Certification issues for some common aquaculture species. **Reviews in Fisheries Science**, v.13, p. 231-279, 2005.
- BOYD, C. E.; RAJTS, F.; FIRTH, J. Sludge management at BAP Pangasius farm cuts TAN, BOD5, TSS in discharges. **Global Aquaculture Advocate**, p. 40- 44, 2011.
- 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, cultivo em diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, n.3, p. 396 – 399, 2005.
- CHEN, G.; DALTON, C.; TAYLOR, D. Cladocera as indicators of trophic state in Irish lakes. **Journal of Paleolimnology**, v. 44, p. 465-481, 2010.
- CORDELL, D.; WHITE, S. Peak phosphorus: clarifying the key issues of a vigorous debate about long-term phosphorus security. **Sustainability**, v. 3, p. 2027–2049, 2011.
- COUTINHO, L. N. APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. Galhas e deformações em Jambu (*Spilanthes oleraceae* L.) causadas por *Tecaphora spilanthus* (Ustilaginales). **Summa Phytopathology**, Botucatu, MG. v.32, n.3, p.283-5, 2006.
- CRUZ, M. F. G. **Aquicultura no desenvolvimento socioeconômico de agricultores familiares em Humaitá-AM**. 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado em ciências ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Humaitá-AM, 2018.
- DE- CARVALHO, H. R. L.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, I. H. A. A aquicultura na microrregião do Guamá, Estado do Pará, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**., v. 56, n-1, p.1-6, 2013.
- DECHEN, A. R.; NATCHTIGALL, G. R. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. In: Fertilidade do solo. Editores: Roberto Ferreira Novais et al. Ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. p. 92-129. 2007.

- D'SILVA, A. M. **Techniques for Integration aquaculture with agriculture on irrigated farms: pulsed flow culture systems**. 1993. 116 f. Thesis (Doctor of Philosophy Degree in Wildlife and Fisheries) – University of Arizona, Tucson, 1993.
- ELER, M.N.; MILLANI, T.J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.33-44, 2007.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 826p. 2011.
- FADIGAS, F. S.; AMARAL-SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N.; ANJOS, L. H. C.; FREIXO, A. A. Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 151-159, 2002.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). **The state of world fisheries and aquaculture: Meeting the sustainable development goals**. Roma: FAO.
- FERNANDES, T.F.; ELEFThERIOU, A.; ACKERFORS, H. et al. The scientific principles underlying the monitoring of the environmental impacts of aquaculture. **Journal of Applied Ichthyology**, v.17, p.181-193, 2001.
- FORSTNER, U.; WITTMANN, G. T. W. **Metal pollution in the aquatic environment**. Springer-Verlag: Berlin, 1981, p. 931.
- GROSS, A.; BOYD, C. E. A digestion procedure for the simultaneous determination of total nitrogen and total phosphorus in pond water. **Journal of the world aquaculture Society**, v. 29, n. 3, p. 300-303, 1998.
- GOMES, M. V. T. **Estudo da ocorrência de metais traço em sedimentos superficiais do rio São Francisco à montante e à jusante da represa de Três Marias, Minas Gerais, Brasil**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão – SE, 2009.
- GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; SILVESTRE, W. V. D.; LOPES, P. R. A. Caracterização do cultivo de jambu nas áreas produtoras que abastecem a grande Belém. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, 2005.
- GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L. **Jambu da Amazônia (Acmella oleracea [(L.) R. K. Jansen]: características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. 1ed. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2013, 135p.
- HAQUE M. M.; BELTON, B.; ALAM, M. M.; AHMED, A. G.; ALAM, M. R. Reuse of fishpond sediments as fertilizer for fodder grass production in Bangladesh: Potential for sustainable intensification and improved nutrition. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 216, p. 226-236, 2016.
- HAQUE, M. M.; MONIRA, M. S.; SALAM, M. A.; SHINN, A. P.; LITTLE, D. C. Use of Pangasius pond sediment for rooftop bag gardening: potential for rural-urban integrated aquaculture-horticulture. **Aquaculture Asia**, v. 18, p. 21–23, 2013.
- HOLMER, M.; DUARTE, C. M.; HEILSKOV, A.; OLESEN, B.; TERRADOS, J. Biogeochemical conditions in sediments enriched by organic matter from net-pen fish farms in the Bolinao area, Philippines. **Marine Pollution Bull.** v. 46, p. 1470-1479, 2003.
- HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A; GUSMÃO, S. A. L. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, no Estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.6, n.12, Jan/ Junh. 2011.
- HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; SAKAMOTO, Y.; JONAS, T. C.; ABRAMO, A. L. Aplicação da água de escoamento de tanque de piscicultura na irrigação da alface: aspectos nutricionais. **Revista Ecossistema**, v.27, n.12, p. 49-52, 2002.
- JAMU, D. M.; PIEDRAHITA, R. H. Ten-year simulations of organic matter concentrations in tropical aquacultureponds using the multiple pool modelling approach. **Aquaculture Engineering**, v. 25, p. 187–201, 2001.

- JOESTING, H. M.; BLAYLOCK, R.; BIBER, P.; RAY, A. The use of marine aquaculture solid waste for nursery production of the salt marsh plants *Spartina alterniflora* and *Juncus roemerianus*. **Aquaculture Reports**, v.3, p.108- 114, 2016.
- JONELL, M.; PHILLIPS, M.; RONNBACK, P.; TROELL, M. Eco-certification of farmed seafood: will it make a difference?. **Ambio**, v. 42, p. 659-674, 2013.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte II. **Revista Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 46, p. 46-41, março/abril, 1998.
- LEFEBVRE, S.; BACHER, C.; MEURET, A.; HUSSENOT, J. Modeling approach of nitrogen and phosphorus exchanges at the sediment-water interface of an intensive fishpond system. **Aquaculture**. v. 195, p. 279-297, 2001.
- LIN, C. K.; YI, Y. Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud. **Aquaculture**, v. 226, p. 57–68, 2003.
- MARTINS, R. F. **Avaliação na presença de metais e de biomarcadores fecais em sedimentos do Rio Barigui na região metropolitana de Curitiba – PR**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de recursos hídricos e ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2008.
- MENDONÇA, G. C. **Aspectos limnológicos de um sistema artificial receptor de resíduos de aquicultura**. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal –SP, 2018.
- MONIRA, S.; HAQUE, M. M.; ALI, M. M.; PRODHAN, M. Y. Evaluation of *Pangasius* pond sediment potentials in vegetable production as rooftop Bag Gardening. **Journal Bangladesh Agriculture University**. Bangladesh, v. 12, n.2, p. 397- 404, 2014.
- MUENDO, P. N.; VERDEGEM, M. C. J.; STOORVOGEL, J. J.; MILSTEIN, A.; GAMAL, E.; DUC, P. M.; VERRETH, J.A.J. Sediment accumulation in fish ponds; Its potential for agricultural use, **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 1, n. 5, f. 228-241, 2014.
- NACA. **Integrated fish farming in China**. NACA Technical Manual 7. A World Food Day Publication of the Network of Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, 1989, p. 278.
- NOBLE, R.; LIGHTFOOT, C. Trabajando con nuevos participantes en agro-acuicultura integrada. In: FAO/ICLARM/IIRR. **Agro-acuicultura integrada: manual básico**. Roma: FAO, 2003. p.13-16.
- OLIVEIRA, G. M. T. S. **Avaliação da concentração de nutrientes, metais pesados, e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos nos sedimentos do fundo do lago água preta (Belém-Pará)**. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em aquicultura e recursos aquáticos tropicais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – PA, 2013.
- PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M.V. (ed.) **Fertirrigação: citros, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p.11-84.
- PASSOS, E. A. Distribuição de sulfeto volatilizado em meio ácido e metais pesados em sedimentos do estuário do Rio Sergipe. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2005.
- POLTRONIERI, M. C.; POLTRONIERI, L. S.; MULLER, N. R. M. Jambu (*Spilanthes oleracea*, L.) visando resistência ao carvão (*Thecaphora spilanthes*). **Programa de melhoramento genético e de adaptações de espécies vegetais para a Amazônia Oriental**. Belém, 1999, 137p.
- POLTRONIERI, M. C.; MULLER, N. R. M.; POLTRONIERI, L. S. Recomendações para produção de Jambu: Cultivar Nazaré. **Embrapa – Circular Técnica**, n. 11, dezembro, 2000.
- PULLIN, R. Agro-acuicultura integrada y medio ambiente. In: FAO/ICLARM/IIRR. **Agroacuicultura integrada: manual básico**. Roma: FAO, 2003. p.17-18. (FAO Documento Técnico de Pesca Nº 407).

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C.; SILVEIRA, M. P. Coleta e preparação de amostras de sedimentos e viveiros de aquicultura. Jaguariúna: EMBRAPA, **Circular Técnica**, n. 12, 2004.

RAHMAN, M.M.; YAKUPITIYAGE, A.; RANAMUKHAARCHCHI, S.L. Agricultural use of fishpond sediment for environmental amelioration. **Thammasat International Journal Science Technology**. v. 9, f. 1–10, 2004.

REZENDE, S. O. **Distribuição espacial, origens e associações do carbono em sedimentos da plataforma continental de Sergipe e sul de Alagoas**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE, 2013.

ROSA, D. K. O. F.; BARROS, D. L.; AIRES, F. P. G.; GOMIDE, P. H. O. Aproveitamento do resíduo de tanque de piscicultura na produção de mudas de mamoeiro em Rorainópolis. **Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**. v. 11, n. 1, p. 120-136, 2018.

SALOMONS, W.; FORSTNER, U. Metals in the hydrocycle. **Springer Science & Business Media**. Berlin, 1984.

SALOMONS, W.; FORSTNER, U. Trace metal analysis on polluted sediments. Part I: Assessment of sources and intensities. **Environmental Technology Letters**. v.1, p. 494, 1980.

SAMPAIO, I. M. G. **Métodos de propagação, espaçamento e densidade de plantio de jambu**. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- CE, 2017.

SANTOS, S. N.; LFON, J. M.; CORREA, J. A. M.; BABINSKI, M.; DIAS, F. F.; TADDEI, M. H. T. Distribuição e assinatura isotópica de Pb em sedimentos de fundo do Rio Guamá e Baía do Guajara (BELÉM, PARÁ). **Química Nova**. v. 35, n. 2, p. 249-256, 2012.

SHAO, D.; TAN, X.; LIU, H.; YANG, H. XIAO, C.; YANG, F. Performance analysis of on-farm irrigation tanks on agricultural drainage water reuse and treatment. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 74, p. 1-13, 2013.

SILVA, F. O. R.; MELO, C. C. V.; BOTELHO, H. A.; SOUZA, F. B. M.; RAMOS, J. D. Efeito do resíduo de tanque de piscicultura na produção de mudas de maracujazeiro. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 74, n. 1, p. 58-64, 2017.

SILVA JUNIOR, W. A. **A várzea está para peixe: Viabilidade socioeconômica da piscicultura praticada na Bacia do Aricurá, Cametá, Pará**. 2016. 95f. Dissertação (Mestrado em agricultura familiar desenvolvimento sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2016.

SMITH, P.T. Physical and chemical characteristics of sediments from prawn farms and mangrove habitats on the Clarence River, Australia. **Aquaculture**, v. 146, p. 47–83, 1996.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; MORAES, M.A.G.; BRAGA, F.M.S. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, SP, v. 59, n. 04, p. 543- 551, 1999.

SOUZA, R.; RODRIGUES, M. J. Consórcio em piscicultura. In: SOUZA, R. A. L. **Piscicultura sustentável na Amazônia: perguntas e respostas**. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2004, p. 119-147.

TILMAN, D., CASSMAN, K.G., MATSON, P.A., NAYLOR, R., POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671–677, 2002.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H.; DIAZ, S. C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promissorios de la Amazônia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazônica. Secretaria- Pro- Tempore. P. 322-327, 1996.

WEISS, L. A. **Parâmetros físico-químicos da água e bioacumulação de metais em peixes de tanques-redes em entre rios do oeste – PR**. 2017. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, 2017

YASUDA, I.; TAKEYA, K.; ITOKAWA, H. The geometric structure of spilanthol. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 28, n. 7, p. 2251-2253, 1980.

YOSSA, M. I.; HERNÁNDEZ-ARÉVALO, G.; VÁSQUEZ-TORRES, W; ORTEGA, J. P.; MORENO, J.; VINATEA-ARANA, L. A. Composición y dinámica de los sedimentos en estanques de cachama blanca y tilapia roja. **Orinquiá**, v. 18, n. 2, 2014.

ZHANG, Y.; BLEEKER, A.; LIU, J. Nutrient discharge from China's aquaculture industry and associated environmental impacts. **Environmental Research Letters**. v. 10, 2015.

# CAPÍTULO II

## **AVALIAÇÃO DE TEOR DE METAIS PESADOS EM CULTIVO DE JAMBU (*Acmella oleracea* [(L) R. K Jasen]) COM SEDIMENTO DE VIVEIRO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

---

*Artigo submetido para a publicação na Research, Society and Development. Foram respeitadas todas as normas de apresentação de artigos da revista pretendida.*

Research, Society and Development, v. 9, n. 4, eXX, 2020  
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.XX>

**AVALIAÇÃO DE TEOR DE METAIS PESADOS EM CULTIVO DE JAMBU (*Acmella oleracea* [(L) R. K Jasen]) COM SEDIMENTO DE VIVEIRO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

**EVALUATION OF HEAVY METAL CONTENT IN JAMBU CULTIVATION (*Acmella oleracea* [(L) R. K Jasen]) WITH SEDIMENT OF TAMBAQUI NURSERY (*Colossoma macropomum*)**

**EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE METALES PESADOS EN CULTIVO DE JAMBU (*Acmella oleracea* [(L) R. K Jasen]) CON SEDIMENTO DE VIVERO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

Recebido: 00/01/2019 | Revisado: 00/02/2019 | Aceito: 00/02/2020 | Publicado: 19/02/2020

**Ana Carolina da Silva Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3793-1274>

Mestre em Aquicultura e Recursos aquáticos tropicais, Brasil

E-mail: [anacarolinaa.c@hotmail.com](mailto:anacarolinaa.c@hotmail.com)

**Glauber David Almeida Palheta**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8032-8377>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: [glauber.palheta@ufra.edu.br](mailto:glauber.palheta@ufra.edu.br)

**Dênmore Gomes Araujo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9907-1105>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: [denmora.araujo@ufra.edu.br](mailto:denmora.araujo@ufra.edu.br)

**Lucas de Matos Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9272-7626>

Engenheiro Agrônomo, Brasil

E-mail: [lucasdematosr@gmail.com](mailto:lucasdematosr@gmail.com)

**Kelson do Carmo Freitas Faial**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7094-4902>

Instituto Evandro Chagas, Brasil

E-mail: [kelsonfaial@iec.gov.br](mailto:kelsonfaial@iec.gov.br)

**Marcos André Piedade Gama**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6320-1502>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: [gama\\_map@yahoo.com.br](mailto:gama_map@yahoo.com.br)



## Resumo

A aquicultura tem se destacado nos últimos anos como fonte de proteína animal, porém, um de seus entraves é o descarte indevido de seus efluentes, que além de possuir resíduos orgânicos, apresenta nutrientes essenciais. O reaproveitamento desses rejeitos na agricultura pode ser uma provável saída para sanar tal problema, gerando aporte nutritivo para plantas e mitigando contaminações ao meio ambiente. O estudo objetivou avaliar a viabilidade do uso de sedimento de viveiro de produção de tambaqui para o cultivo de jambu na Região Amazônica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia utilizando resíduo oriundo de tanques de piscicultura. Foi constituído de cinco tratamentos, variando as concentrações de Terra preta (TP) e Sedimento de viveiro de piscicultura (SP), e acondicionado com 1kg Casca de arroz queimado (CA) para cada concentração. As concentrações foram compostas por Tratamento 1 (100% TP), Tratamento 2 (75% TP + 25% SP), Tratamento 3 (50% TP + 50 % SP), Tratamento 4 (25% TP + 75% SP) e Tratamento 5 (100% SP). O sedimento foi coletado em um viveiro de produção semi-intensivo de tambaqui e as plantas de Jambu foram irrigadas diariamente em vasos de polietileno até 79 dias após germinadas para a realização da colheita. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 10 repetições, sendo uma planta por repetição ao final do cultivo. Foram obtidos dados de Altura (ALT), Diâmetro de coleto (D), Número de folhas (NF), Clorofila (C), Área foliar (AF), Massa fresca total (MFT), Massa fresca de folha (MFF), Massa fresca de caule (MFC), Massa fresca de flor (MFFL), Massa fresca de raiz (MFR), Massa seca total (MST), Massa seca de folha (MSF), Massa seca de caule (MSC), Massa seca de flor (MSFL) e Massa seca de raiz (MSR). Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as equações escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão, a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar, versão 5.6. Os tratamentos 2 (75% TP + 25% SP) e 4 (25% TP + 75% SP) foram os que apresentaram os maiores valores para a maioria dos fatores analisados. Quando analisado o comportamento linear da regressão, foi encontrado correlação positiva com as concentrações de sedimento para ALT, NF, AF, MFFL e MSFL, e os demais parâmetros apresentaram comportamento quadrático, tendo faixa ótima sempre próxima aos tratamentos 3 (50% TP + 50 % SP) e 4 (25% TP + 75% SP). A produção do jambu com resíduos de cultivo de peixe é viável haja vista o maior incremento de biomassa nas plantas submetidas a este tipo de substrato

**Palavras-chave:** Produtividade; Reuso; Viveiro

## Abstract

Aquaculture has been highlighted in recent years as a source of animal protein, however, one of its obstacles is the improper disposal of its effluents, which in addition to having organic waste, has essential nutrients. And the reuse of these tailings in agriculture may be a likely way to remedy this problem, generating nutritious input to plants and mitigating environmental contamination. The study aimed to evaluate the viability of using fish pond sediment for the cultivation of jambu in the Amazon region. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Rural University of Amazonia using waste from fish ponds. It consisted of five treatments, varying the concentrations of anthropogenic dark earth (ADE) and sediment of fish pond (SFP), and conditioned with 1kg burned rice husk (BRH) for each concentration. The concentrations were composed of 100% TP, 25% SP + 75% TP, 50% SP + 50% TP, 75% SP + 25% TP and 100% SP. The sediment was collected in a semi-intensive tambaqui nursery in the municipality of Santa Isabel do Pará-PA and Jambu plants were irrigated daily up to 79 days after germination for harvesting. The experimental design was completely randomized with 5 treatments and 10 repetitions, one plant per repetition. Height (H), Collet diameter (D), Leaf number (LN), Chlorophyll (C), Leaf area (LA), Total fresh mass (TFM), Fresh leaf mass (FLM), Fresh Stem Mass (FSM), Fresh Flower Mass (FFM), Fresh Root Mass (FRM), Total Dry Mass (TDM), Dry Leaf Mass (DLM), Stem Dry Mass (SDM), Flower dry mass (FDM) and Root dry mass (RDM). Data were subjected to analysis of variance, and the equations were chosen based on the significance of the regression coefficients, at 5% probability, using the Sisvar software, version 5.6. Treatments 2 and 4 presented the highest values for most of the analyzed factors. Positive correlation was also found with sediment concentrations for H, LN, LA, FFM and FDM, when the linear regression behavior was analyzed, and the other parameters presented quadratic behavior, with optimal range always close to treatments 3 and 4. The production jambu with fish culture residues is feasible given the higher biomass increase in plants submitted to this type of substrate.

**Keywords:** Productivity; Reuse; Nursery.

## Resumen

La acuicultura se ha destacado en los últimos años como fuente de proteína animal, sin embargo, uno de sus obstáculos es la eliminación inadecuada de sus efluentes, que además de

tener desechos orgánicos, presenta nutrientes esenciales. La reutilización de estos relaves en la agricultura puede ser una solución probable para resolver este problema, generando una contribución nutritiva a las plantas y mitigando la contaminación del medio ambiente. El estudio tuvo como objetivo evaluar la viabilidad del uso de sedimentos de vivero de tambaqui para el cultivo de jambu en la región amazónica. El experimento se llevó a cabo en un invernadero en la Universidade Federal Rural da Amazônia utilizando desechos de tanques de piscicultura. Consistió en cinco tratamientos, variando las concentraciones de Terra negra (TP) y Sedimento de la piscifactoría (SP), y empacado con 1 kg de cascarilla de arroz quemada (CA) para cada concentración. Las concentraciones estaban compuestas por el Tratamiento 1 (100% TP), el Tratamiento 2 (75% TP + 25% SP), el Tratamiento 3 (50% TP + 50% SP), el Tratamiento 4 (25% TP + 75% SP) y el Tratamiento 5 (100% SP). El sedimento se recolectó en un vivero de producción semiintensiva de tambaqui y las plantas de Jambu se regaron diariamente en macetas de polietileno hasta 79 días después de germinar para la cosecha. El diseño experimental fue completamente al azar con 5 tratamientos y 10 repeticiones, una planta por repetición al final del cultivo. Datos sobre altura (ALT), diámetro del collar (D), número de hojas (NC), clorofila (C), área de la hoja (AF), peso total fresco (MFT), peso de la hoja fresca (MFF), masa tallo fresco (MFC), peso de la flor fresca (MFFL), peso de la raíz fresca (MFR), peso seco total (MST), peso seco de la hoja (MSF), peso seco del tallo (MSC), peso de la flor seca (MSFL) y masa de raíz seca (MSR). Los datos se sometieron a análisis de varianza, eligiéndose las ecuaciones en función de la importancia de los coeficientes de regresión, con una probabilidad del 5%, utilizando el software Sisvar, versión 5.6. Los tratamientos 2 (75% TP + 25% SP) y 4 (25% TP + 75% SP) presentaron los valores más altos para la mayoría de los factores analizados. Cuando se analizó el comportamiento lineal de la regresión, se encontró una correlación positiva con las concentraciones de sedimentos para ALT, NF, AF, MFFL y MSFL, y los otros parámetros mostraron un comportamiento cuadrático, con un rango óptimo siempre cercano a los tratamientos 3 (50% TP + 50 % SP) y 4 (25% TP + 75% SP). La producción de jambu con residuos de cultivo de peces es factible dado el mayor aumento de biomasa en plantas sometidas a este tipo de sustrato.

**Palabras clave:** Productividad; Reutilización; Vivero

## 1. Introdução

A aquicultura é um processo de produção, em cativeiro, de organismos com habitat predominantemente aquático, esta atividade teve um aumento significativo no decorrer dos

últimos anos no Brasil, o que possibilitou um novo uso dos ecossistemas de água doce, entretanto os estudos de avaliação desta atividade fundamentalmente com a água e os sedimentos ainda não estão suficientemente esclarecidos.

Dentre os impactos causados pela aquicultura temos a geração de resíduos metabólicos, fezes e alimentos não consumidos. Que são produtos oriundos da nutrição do animal, os metais fazem parte da mesma em quantidades necessárias para a fisiologia do mesmo, assim um manejo alimentar incorreto pode provocar um aumento deste no sistema aquícola (YAMAMOTO, 2011).

Nem todas as técnicas de cultivo têm consequências ambientais negativas, uma vez que muitas delas são favoráveis com um manejo ambiental efetivo e sócio-econômico benéfico à população e ao meio- ambiente (TALBOT & HOLE, 1994; KUBITIZA, 1998; SCHOBER & MENDONÇA FILHO, 2006).

Nota-se que tem ocorrido o desenvolvimento de técnicas produção agrícola que envolva a integração com aquicultura, como a utilização da água (fertirrigação, aquaponia), e utilização de subprodutos (como os sedimentos). Devido às características de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, em virtude de seu conteúdo de material orgânico, principalmente como fonte de nutrientes para as plantas cultivadas (RAKOCY, et al., 2004; LIMA & GONÇALVES, 1999; SILVA, 2017).

Entre os grupos vegetais, o mais indicado segundo PAPADOPAULOS (1999) e JEGATHEESAN et al., (2011), é o grupo das hortaliças, por apresentarem características de exigência nutricional devido ao seu rápido crescimento, possuindo na sua maioria ciclos vegetativos curtos e de intensa produção de massa seca (PAPADOPAULOS, 1999).

Uma das culturas de hortaliças não tradicionais da região norte é a espécie *Acmella oleracea* [(L) R. K. Jasen], conhecida popularmente pelo nome de jambu, devido seu uso na culinária e científico devido à presença de um composto ativo conhecido pelo nome de espilantol, presente em todos os tecidos que compõem a planta (PRACHAYASITTIKUL, et al., 2013), caracterizando este pela sensação de formigamento na boca e efeito anestésico momentâneo quando consumido (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013).

Sabe-se que a produção de peixes em viveiros escavados gera resíduo, que precisam ser retirados periodicamente, a cada ciclo de produção. A forma como dispor estes de forma a não causar riscos de contaminação ambiental é um entrave da atividade (SILVA et al. 2014). Existe uma farta literatura sobre o uso de resíduos orgânicos para melhorar a fertilidade do solo (ROSA, 2018), mas pouco se sabe sobre o aproveitamento dos resíduos do fundo dos

tanques de produção de peixes na produção de mudas de horticultura. Deste modo, o trabalho tem como objetivo avaliar a presença de metais pesados em um cultivo de jambu com sedimento de viveiro de tambaqui.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Localização da área experimental**

O experimento foi conduzido no período de abril a junho de 2019, em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia, vinculado ao Laboratório de Análises de Sementes, pertencente ao Instituto de Ciências Agrárias em Belém, Pará, Brasil, (01°28' S; 48°27' W). A casa de vegetação é caracterizada por apresentar piso de seixo para uma boa filtração, paredes teladas com sombrite para passagem de luz solar e teto coberto com clarete para o melhor desenvolvimento das plantas.

### **2.2 Tratamentos e desenho experimental**

As sementes de jambu (*Acmella oleracea* [(L) R. K. Jasen]) foram adquiridas na própria universidade, sendo selecionadas e semeadas em sementeiras, alocadas em cima de bancadas de madeira com irrigação duas vezes ao dia até os 30 dias após germinação, quando foi realizado o transplante para vasos de polietileno (2,6L) contendo os substratos de cada tratamento. Os substratos utilizados foram: Terra Preta (TP) e Sedimento de viveiro de piscicultura (SP). Os tratamentos foram: T1: testemunha 100% TP e 0% SP, T2: 25% SP + 75% TP, T3: 50% SP + 50% TP, T4: 75% SP + 25% TP, T5: 100% SP + 0% TP, em todos os tratamentos foram adicionados 1kg de Casca de Arroz queimado (CA), como condicionador de substrato para assim manter a porosidade facilitando a drenagem da água e desenvolvimento do sistema radicular das plântulas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos, 10 repetições, cada repetição coincide à uma planta por vaso.

### **2.3 Coleta de amostras de água e sedimento**

As coletas foram realizadas em Março de 2019, em um viveiro de cultivo intensivo de tambaqui no município de Santa Isabel do Pará, no Pará (1°20' S; 48°09' W), com área de 1500 m<sup>2</sup>; com reposição de 1% de água e taxa de arroçamento de 5% da biomassa estocada com ração comercial para peixes onívoros de 32% Proteína bruta.

#### **2.3.1 Amostragem para análise de água**

Foi realizada uma coleta em dois pontos: Ponto 1 é no abastecimento e o ponto 2 no centro do viveiro de produção de tambaqui. Os dados de temperatura e pH foram obtidos *in*

*situ*, com utilização do medidor da marca AKSO modelo AK90. A temperatura da água apresentou valores de 27,5° à 25,5° C no ponto 1 e 2 respectivamente, dessa forma os mesmos apresentaram um comportamento estável verificando um pequeno aumento devido o horário da coleta. Em ambientes tropicais a variação de temperatura é baixa, segundo Esteves (1998). É recomendado para criação de peixe valores entre 26 a 32°C (BOYD, 1995). Valores próximos foram encontrados em Silva e Carneiro (2007) aonde a temperatura variou de 24,8° C à 30,8° C, mantendo-se dentro da faixa indicada para a espécie *Colossoma macropomum* que é de 25°C a 32°C.

Com relação ao pH, observou-se valores de 6,7 no ponto 1 e 5,23 no ponto 2. O ponto 1 está O ponto 2 mostrou um pH mais ácido, porém, este tanque é detentor de um olho d'água e Esteves (1998) e Cunha e Pascoaloto (2006) dizem que o pH das águas Amazônicas apresenta valores ácidos de 4,7-5,5, pois é influenciado pela lixiviação dos solos ácidos e pela grande quantidade de matéria orgânica presente no ambiente. Com relação ao desenvolvimento dos peixes no ponto 2, o mesmo não sofreu interferência, já que a espécie *Colossoma macropomum* apresenta rusticidade que garante crescimento mesmo nesta condição de pH, possuindo tolerância a ambientes com águas ácidas, possuindo estratégias adaptativas que envolvem ajustes hematológicos, regulação iônica e produção de muco (ARIDE, et al., 2004).

Para as análises de sólidos totais disponíveis, turbidez, oxigênio disponível, Fe, condutividade, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, fósforo, dureza de Ca e Mg as amostras foram preservadas em frascos de polietileno de 500 ml armazenadas no isopor com gelo e transportadas para o Laboratório de Qualidade da Água (UFRA) e para Al, Pb e Zn, foi feito o mesmo processo com as amostras e direcionadas ao Instituto Evandro Chagas (BRANDÃO, 2018).

Em relação ao sólidos totais disponíveis, os valores 23,2 mg.L<sup>-1</sup> e 8,2 mg.L<sup>-1</sup> no ponto 1 e 2 respectivamente. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece como limite máximo de sólidos totais dissolvidos para as águas doce de classe 3 o valor de 500 mg.L<sup>-1</sup>. Verifica-se que nos viveiros de criação de tambaqui os valores de sólidos totais estão bem abaixo do valor recomendado pela resolução, estando adequadas à criação de peixe. Valores próximos foi encontrado por Lachi e Sipaúba-Tavares (2007) em um viveiro de cultivo semi- intensivo.

Os valores de turbidez foi de 62 UNT e 14 UNT no ponto 1 e 2 respectivamente, valores esses abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 3 com limite máximo até 100 UNT. Valor próximo foi encontrado por Castro et al., (2002) em cultivo intensivo de tambaqui.



O Oxigênio disponível obteve valores de  $5,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$  a  $6,8 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$  no ponto 1 e 2 respectivamente, em situação de cultivo semelhante a este estudo, Lima et al. (2008) encontraram valores de oxigênio próximos ( $5,0\text{-}6,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ). De acordo com a resolução CONAMA 357/2005 para águas doce de classe 3 o valor de OD tem que ser superior a  $2,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$ , sendo necessário para cultivo de tambaqui valor acima  $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{O}_2$ .

Os valores de Fe foram  $0,14 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$  e  $0,10 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$  nos pontos 1 e 2. O valor máximo estabelecido pela CONAMA para águas doces de classe 3 é  $0,50 \text{ mg.L}^{-1}$ , valor não encontrado no ponto 1, dando Fe acima do limite. De acordo com Marmotel e Rodrigues (2015), resultados que constituem em baixos valores de Fe em um determinado local são referente à quantidade de mata preservada ou até mesmo perturbada, sendo característica do local em estudo a presença de matas ao redor. Valor próximo foi encontrado por Ventura et al. (2013). Para cultivo de peixe Fe se encontra abaixo do limite que é  $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$  de Fe (BOYD,1995).

Os valores de condutividade foram 36,7 e 13,7 nos pontos 1 e 2 respectivamente. Os valores encontrados foi próximo ao registrado por Diemer, et al., (2010) que verificaram valores de 44,23, 46,35 e 45,20 para o epilímnio, metalímnio e hipolímnio, respectivamente, ressaltando que quando esse parâmetro é elevado, pode ser um indicador de poluição. De acordo com Silva et al., (2017) a condutividade elétrica pode fornecer informações sobre o metabolismo do tanque, ajudando a detectar fontes poluidoras no sistema. Quando seus valores são altos, indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indica acentuada produção primária (algas e microrganismos aquáticos), sendo, portanto, uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos.

O Nitrito obteve valores de  $0,01 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N}$  a  $0,02 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N}$  no ponto 1 e 2, valores bem abaixo do estipulado pela CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 3 que é  $1,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N}$ . Segundo Marmotel e Rodrigues (2015), esse valor baixo encontrado é decorrente da presença de vegetação preservada ou até mesmo perturbada influenciaram nos valores, resultado próximo foi encontrado pelos mesmos. Para Tambaqui o valor máximo é  $0,50 \text{ mg.L}^{-1}$ .

O Nitrato obteve valores de  $1,2 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $1,1 \text{ mg.L}^{-1}$  no ponto 1 e 2, valores bem distante do valor máximo estipulado pela CONAMA 357/2005 para águas de classe 3 que é  $10,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N}$ . Para produção de tambaqui é aceitável valor até  $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Os valores de nitrogênio amoniacal foram de  $0,48 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N}$  e  $0,31 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N}$  no ponto 1 e 2, valores estes muito abaixo do estipulado pela CONAMA 357 que é de  $13,3 \text{ mg.L}^{-1} \text{ N}$ ,

para  $\text{pH} \leq 7,5$ . De acordo com Kubitzka (2003) valores críticos da amônia acima dos quais começam a ocorrer prejuízos ao crescimento em carpa comum e tilápia são de 0,02 e 0,20  $\text{mg.L}^{-1}$ , respectivamente, apresentando valores elevados para cultivo de peixe, sendo o ideal até 0,10  $\text{mg.L}^{-1}$  de N. Para o tambaqui, valores entre 0,60  $\text{mg.L}^{-1}$  a 2,0  $\text{mg.L}^{-1}$ .

Os valores de Fósforo foram 0,2  $\text{mg.L}^{-1}$  P e 0,3  $\text{mg.L}^{-1}$  P, acima do valores estipulado pela CONAMA 357/2005. Segundo Payne, et al., (1986), o fósforo total é um dos melhores indicadores do conteúdo de nutrientes em um ecossistema, e sabe-se que há uma maior concentração de nutrientes nos ambientes aquáticos nos períodos chuvosos (PAYNE, et al., 1986), essa afirmação é verdadeira levando em consideração o época chuvosa no período da coleta.

Os valores de Dureza Ca e Mg foram 0,68  $\text{mg.L}^{-1}$  de Ca/ 0,65  $\text{mg.L}^{-1}$  de Mg e 0,34  $\text{mg.L}^{-1}$  de Ca/ 0,53  $\text{mg.L}^{-1}$  de Mg, sendo considerada uma água mole, apresentando pouca quantidade de nutrientes e diminuindo as chances de formação de fitoplâncton, sendo necessário a realização de calcariamento para aumentar os valores. Muitos estudos comprovam que o aumento da dureza para valores de 20-70  $\text{mg.L}^{-1}$  de Ca e Mg melhoram a sobrevivência de algumas espécies de peixe, principalmente durante os primeiros estágios de desenvolvimento (TOWNSEND, et al., 2003; SILVA, et al., 2005).

### **2.3.1.1 Análise de metais pesados na água**

Os valores obtidos para alumínio foram 0,14  $\text{mg.L}^{-1}$  de Al e 0,02  $\text{mg.L}^{-1}$  de Al para os pontos 1 e 2. O valor do ponto 1 ultrapassou o limite estabelecido pela CONAMA 357/2005 para águas de classe 3, aonde o limite seria 0,20  $\text{mg.L}^{-1}$  de Al. O limite máximo para produção de peixe fica em 0,50  $\text{mg.L}^{-1}$  de Al. A grande concentração de alumínio pode causar nos peixes a formação de uma camada viscosa nas brânquias causando uma dificuldade na respiração, além da absorção pelo animal até chegar à mesa do consumidor.

Não foi apresentado valores na análise para os elementos chumbo e zinco.

### **2.3.2 Amostragem para análise de metais pesados no sedimento**

Para as amostras da análise de metais pesados, foram feitas 05 coletas simples utilizando um amostrador do tipo pegador Ekman-Birge indicado para substratos finos e moles, com área de 225 $\text{cm}^2$ , em triplicata (três pegadas por estação de amostragem), de acordo com ROSENBERG & RESH (1993), sendo 01 composta para a análise.

O procedimento foi realizado no início da manhã no momento da alimentação dos peixes, com manejo dos animais a extremidade oposta da realização da coleta, a fim de evitar estresse dos animais na entrada do amostrador. O material para análise de sedimento foi



composto por 500g de sedimento, sendo transportado diretamente para o Laboratório de Toxicologia da Seção de Meio Ambiente (SAMAM) do Instituto Evandro Chagas (IEC/SVS/MS) em isopor com gelo armazenado em sacolas de 1kg.

As amostras passaram por tratamento prévio que compreendeu as etapas de secagem a temperatura ambiente, para eliminação da umidade; desagregação em gral de ágata; peneiramento a fim de se obter material com granulometria de 270 mesh e quarteamento. Após o tratamento físico, iniciou-se o processo de digestão ou abertura da amostra; para este procedimento pesou-se cerca de 250 mg de amostra em tubos de PTFE (Teflon) e submetidos a temperatura de 150 °C por 2 horas em sistema de micro-ondas, obedecendo as seguintes etapas: decomposição da amostra, com uma mistura composta por 1 mL de ácido clorídrico (HCl) e 3 mL de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>); após digestão parcial, foi adicionado 1 mL de ácido fluorídrico (HF) às amostras, para a dissolução do precipitado, e submetida novamente a aquecimento; em seguida adicionou-se 2 mL de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) para complexação de fluoretos remanescentes, e novamente submetida a aquecimento e pôr fim a mistura resultante (após resfriamento) foi transferida quantitativamente para frascos graduados com volume de 50 mL.

As análises dos metais (em sua forma total) Al, Fe, Zn e Pb foram realizadas através da técnica de Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Induzido (ICP OES), modelo Vista-MPX CCD simultâneo (Varian, Mulgrave, Austrália), configuração axial e equipado com um sistema de amostragem automático (SPS - 5). O controle das condições operacionais do ICP OES foi realizada com o software ICPEXpert Vista.

O teste de linearidade do método utilizado foi avaliado a partir de soluções padrão de AL, Fe, Zn e Pb da marca Specsol; as alíquotas foram preparadas através do método de diluição, abrangendo a faixa de 1 a 32 mg.L<sup>-1</sup>, partindo de uma concentração de 1000 mg.L<sup>-1</sup>; para isso foram usadas micropipetas previamente calibradas e balões volumétricos de 50 mL, o volume final foi aferido com água deionizada e acidificado a 1% v/v com ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e para o controle analítico de qualidade, utilizou-se o material de referência SRM 2711 – Montana Soil, NIST (National Institute of Standards and Technology).

### **2.3.3 Coleta de substratos para implantação do experimento**

O sedimento foi coletado também com um amostrador do tipo pegador Ekman- Birge indicado para substratos finos e moles com área de 225cm<sup>2</sup>, em triplicata (três pegadas por estação por estação de amostragem), de acordo com ROSENBERG e RESH (1993). Depois da coleta o sedimento foi colocado em bandejas de alumínio e armazenado em estufa com

circulação forçada de ar a 90°C, ocorrendo com esse processo a secagem e a desinfecção do sedimento para que ocorresse a interrupção das atividades microbiológicas. Após a secagem, o sedimento foi peneirado para a obtenção de uma mistura homogênea e finalmente adicionado aos tratamentos.

O uso de terra preta foi de acordo com a utilização de substrato mais comum e de fácil acesso por produtores locais, possuindo uma matéria orgânica própria do local aonde foi retirado, neste caso de uma capoeira. O uso de casca de arroz foi proporcional a todos os tratamentos por conta do material necessário para a aeração, visto que o sedimento seja caracterizado por apresentar uma grande quantidade de argila.

## **2.4 Característica e condução da cultura**

As plantas foram irrigadas diariamente de acordo com o valor obtido através do teste de capacidade de campo realizado nos substratos até os 79 dias após a germinação, quando completava seu ciclo vegetativo, para a realização da coleta. Foram realizados semanalmente os seguintes parâmetros: Altura das plantas (cm): com o auxílio de uma trena milimétrica e paquímetro digital, medindo todas as plantas do colo ao ápice; Diâmetro do caule (mm): medido a 1 cm do solo, utilizando-se de um paquímetro digital com a leitura dada em milímetro; Número de folhas: contagem das folhas brotadas.

No final do experimento foram escolhidos aleatoriamente por tratamentos 4 plantas, sendo coletadas e levadas para o laboratório, para a realização dos seguintes parâmetros: Área foliar: utilizando o equipamento LI -3100 (Licor, Lincoln, NE, USA) (AF; m<sup>2</sup>); Massa fresca total (MFT; g planta<sup>-1</sup>); Massa fresca das folhas (MFF; g planta<sup>-1</sup>); Massa fresca de raiz (MFR; g tufo<sup>-1</sup>); Massa fresca de caule (MFC; g planta<sup>-1</sup>); Massa fresca de flor (MFFL; g planta<sup>-1</sup>); Massa seca total (MST; g planta<sup>-1</sup>); Massa seca de folhas (MSF; g planta<sup>-1</sup>); Massa seca de raiz (MSR; g planta<sup>-1</sup>); Massa seca de caule (MSC; g planta<sup>-1</sup>) e Massa seca de flor (MSFL; g planta<sup>-1</sup>).

Para a determinação dos parâmetros MFT, MFF, MFR, MFC, MFFL, MST, MSF, MSR, MSC e MSFL, as plantas foram retiradas com cuidado dos vasos, e lavadas as raízes. Após, as plantas foram separadas por partes (flor, folha, caule e raiz) para a determinação de massa fresca aonde se utilizou uma balança de precisão (0, 0001 g). Na sequência foram colocadas em sacos de papel, identificados e alocados em estufa de circulação de ar a uma temperatura de 70° C até a obtenção do peso constante. O material seco foi pesado em balança de precisão (0, 0001 g) após 72 h.

## **2.5 Análise de Clorofila**

Para análise de clorofila foi utilizado o medidor Spad-502 (Soil Plant Analysis Development, Minolta Camera Co. Osaka Japan), aonde realizamos medidas indiretas de clorofila (Índice clorofila) em valor SPAD, em folhas intactas. As leituras foram feitas em folhas recém-maduras, com nove leituras, calculando-se a média para cada planta amostrada, utilizando-se o próprio medidor, em todas as repetições.

## **2.6 Amostragem para análise química foliar**

Para análise foliar, foram realizadas análises químicas de alguns nutrientes importantes e metais pesados nos tecidos foliares das plantas no final do cultivo, a fim de avaliar o estado nutricional das plantas e a ocorrência da absorção desses elementos, pelo método de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP- MS 7900, Modelo Agilent).

Após 72 h para a secagem das plantas, foram moídas em moinho Wiley logo em seguida. O material foi acondicionado em sacolas plásticas e enviadas para o Laboratório de Toxicologia da Seção de Meio Ambiente (SAMAM) do Instituto Evandro Chagas (IEC/SVS/MS).

O processo de digestão das amostras de vegetais foi realizado no Laboratório de Toxicologia da Seção de Meio Ambiente (SAMAM) do Instituto Evandro Chagas (IEC), para isso, pesou-se cerca de 0,1 grama de amostra certificada (NIST SRM 1515 e NIST SRM 1547), para controle do método e entre 0,2-0,25 gramas de amostras de vegetal em tubos de PTFE e adicionou-se 5 mL de ácido nítrico concentrado (HNO<sub>3</sub>) e 2 mL de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 30% v/v, logo após, as amostras foram submetidas ao processo de digestão, através do sistema de radiação por microondas, no digestor de amostra da Berghof®, modelo Speed wave 4.

A mistura resultante (após resfriamento) foi transferida quantitativamente para frascos de Polipropileno e aferidos para o volume de 25 mL. Para a quantificação dos metais (Al, Fe, Zn e Pb) foi utilizada a técnica de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP- MS 7900, Modelo Agilent). O controle das condições operacionais foi realizada com o software ICPExpert Vista.

## **2.7 Avaliações estatísticas**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, quando significativos, foi realizado nas médias de valor quantitativos análise de regressão. Para a análise de dados utilizou-se o programa estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### 3.1 Análise de metais pesados no sedimento

Com relação ao sedimento, os valores de Pb (23.529802 mg.Kg<sup>-1</sup>) e Zn (82.946776 mg.Kg<sup>-1</sup>), não ultrapassaram os limites estabelecidos pela CONAMA 420/ 2009, tendo como limites para Pb (180 mg.Kg<sup>-1</sup>) e Zn (450 mg.Kg<sup>-1</sup>).

O valor de Al encontrado (23,55 g.Kg<sup>-1</sup>) e Fe (25,64 g.Kg<sup>-1</sup>) são maiores do que os valores encontrados respectivamente por GONÇALVES (2018), no Estado do Pará (9,1 g.Kg<sup>-1</sup> e 9,3 g.Kg<sup>-1</sup>).

Os elementos metálicos ocorrem naturalmente na água, são altamente reativos e absolutamente não degradáveis, se acumulam em componentes do ambiente e a sua toxidez vai depender da disponibilidade do mesmo, sabendo-se que, tanto elementos essenciais como não essenciais são tóxicos aos organismos vivos, quando em altas concentrações (MOKHTAR, et al., 2009; PORTO & ETHUR, 2009).

Tabela 1. Resultado de análise de metais no sedimento de viveiro de tambaqui.

| ANÁLISE DE METAIS NO SEDIMENTO DE VIVEIRO DE TAMBAQUI |                     |                 |
|---|---------------------|-----------------|
| ELEMENTOS   | AMOSTRAS            | CONAMA 357/2005 |
|   | mg.Kg <sup>-1</sup> |                 |
| Al  | 12108.171           | -----           |
| Fe  | 20609.653           | -----           |
| Pb  | 22.649              | 180             |
| Zn  | 67.348              | 450             |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

### 3.2 Análise de metais pesados no vegetal

Para o elemento Al, os maiores valores foram encontrados para raiz no Tratamento 4 (23.368 mg.L<sup>-1</sup>), Tratamento 3 (11.542 mg.L<sup>-1</sup>) e tratamento 5 (11.396 mg.L<sup>-1</sup>). A solubilidade desse elemento aumenta em pH abaixo de 5,5 e acima de 7,5, quando temos valores altos o órgão que apresenta as características de toxidez é a raiz, apresentando engrossamento e amarelamento nas pontas, degeneradas, tortuosas, com ramificações secundárias, escuras em parte pela oxidação de compostos fenólicos e sem pelos absorventes (MIGUEL, et al., 2010).

De acordo com Martins, et al., (2011), que testou valores próximos ao que encontramos em *Brachiaria Ruziziensis*, demonstrou uma pequena toxidez por Al.

Para o elemento Fe, os maiores valores foram encontrados para raiz nos Tratamento 4 (7.781 mg.L<sup>-1</sup>), Tratamento 3 (3.209 mg.L<sup>-1</sup>) e Tratamento 2 (2.772 mg.L<sup>-1</sup>). Os valores encontrados na raiz pode ser explicado devido à pouca mobilidade de Fe na planta, ficando em maior quantidade na raiz (FAQUIN & ANDRADE, 2004). Valores de Fe abaixo do que encontrado, foi descoberto por AGUIAR, et al., (2014) na produção de dieta alimentar a base de jambu para ratos com anemia. Sua fonte pode ser justificável através da ração fornecida aos peixes devido sua composição constar a presença de sulfato ferroso (FeSO<sub>4</sub>). Para os peixes o Ferro é um elemento essencial para o funcionamento dos órgãos e tecidos para os vertebrados, pois desempenha um papel importante no transporte de oxigênio, e na respiração celular (LIM, et al., 2000).

Para o elemento Zn, o maior valor foi encontrado para raiz no Tratamento 1 (0.506 mg.L<sup>-1</sup>). O valor encontrado na raiz pode ser explicado devido à pouca mobilidade de Zn na planta, ficando em maior quantidade na raiz (FAQUIN & ANDRADE, 2004). A função do Zn está estreitamente envolvido no metabolismo nitrogenado e na síntese proteica da planta, tendo como consequência na sua deficiência a redução da síntese proteica (FAQUIN & ANDRADE, 2004).

Não foi apresentado valores na análise para o elemento Pb

Tabela 2- Resultado da análise de metais em plantas de jambu cultivadas com sedimento de viveiro de peixe.

| ANÁLISE DE METAIS NAS PLANTAS DE JAMBU |       |                     |       |       |    |
|--|-------|---------------------|-------|-------|----|
| AMOSTRA                                |       | Al                  | Fe    | Zn    | Pb |
|  |       | mg. L <sup>-1</sup> |       |       |    |
| T1                                     | RAIZ  | 5.598               | 1.941 | 0.506 | 0  |
|  | CAULE | 0.094               | 0.039 | 0.069 | 0  |
|  | FOLHA | 0.716               | 0.334 | 0.171 | 0  |
|  | FLOR  | 3.19                | 0.73  | 0     | 0  |
| T2                                     | RAIZ  | 9.637               | 2.772 | 0.205 | 0  |
|  | CAULE | 0.484               | 0.162 | 0     | 0  |
|  | FOLHA | 0.526               | 0.211 | 0.007 | 0  |
|  | FLOR  | 0.269               | 0.101 | 0     | 0  |
| T3                                     | RAIZ  | 11.542              | 3.209 | 0.261 | 0  |
|  | CAULE | 0.211               | 0.064 | 0     | 0  |
|  | FOLHA | 2.145               | 0.516 | 0.026 | 0  |

|    |       |        |       |       |   |
|----|-------|--------|-------|-------|---|
|    | FLOR  | 0.333  | 0.06  | 0     | 0 |
| T4 | RAIZ  | 23.368 | 7.781 | 0.029 | 0 |
|    | CAULE | 0.223  | 0.067 | 0     | 0 |
|    | FOLHA | 0.624  | 0.309 | 0     | 0 |
|    | FLOR  | 0.194  | 0.072 | 0     | 0 |
| T5 | RAIZ  | 11.396 | 2.744 | 0.022 | 0 |
|    | CAULE | 0.291  | 0.086 | 0     | 0 |
|    | FOLHA | 0.337  | 0.161 | 0     | 0 |
|    | FLOR  | 0.173  | 0.095 | 0     | 0 |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

De acordo com Fernandes, et al. (2007), a legislação brasileira não disciplina limites críticos para olerícolas com vistas ao consumo humano. A única referência encontrada foi a Portaria nº 685/1998, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004), que não compreende ao resultado dos elementos analisados, visto que os elementos pertencentes a portaria não apresentaram valores ou não pertenciam ao tratamento que utilizou o sedimento.

### 3.3 Análises agronômicas

Para os caracteres avaliados, foi possível ajustar modelos de regressão que permitiram a visualização de seus comportamentos para com o aumento da concentração de sedimento, buscando observar a interação ( $p < 0,05$ ) entre os fatores e as variáveis.

A análise de regressão para o fator ALT foi significativa e explicada pelo modelo linear crescente, pois é dado o crescimento da mesma à medida que aumenta a concentração de resíduos. Diferentemente, o parâmetro D apresentou significância e um comportamento quadrático, crescendo na medida em que a concentração de sedimento também cresce até alcançar um ponto limite, no qual o comportamento assume características decrescentes após transpor tal ponto. Este ponto, para o parâmetro D, é disposto na porcentagem de 40%.

Esta característica não tem parâmetro para a espécie em citação, tendo a importância para outras olerícolas no ramo de comercialização, pois quanto maior a grossura do diâmetro do colete, melhor a forma de corte do vegetal para as indústrias de alimento.

Segundo Souza et al., (2013), o parâmetro D combinado com a ALT, constitui um dos mais importantes caracteres morfológicos para a planta, NASCIMENTO, et al., (2018), estudando o cultivo de jambu com biofertilizantes, complementa dizendo que o seu desenvolvimento está ligado aos nutrientes disponíveis, favorecendo ao crescimento e a diferenciação celular.

Em sua maior média, a ALT corresponde a 39,45 cm, concordando com o estudo de GUSMÃO e GUSMÃO (2013), onde é afirmado que plantas de jambu podem alcançar até 50 cm de altura.

Analisando a variável ALT, é observado que os valores apresentados pelos tratamentos compostos por sedimento foram superiores à testemunha, possivelmente por conta de uma maior presença de nutrientes. Borges (2009), demonstra em seu experimento a interação entre um substrato com bom aporte de nutrientes e a altura de planta, onde a adubação proporcionou maior altura quando utilizadas maiores doses de adubo nitrogenado, encontrando máxima altura de 36,34 cm. Da mesma forma, Souto (2016), mostra um incremento na altura de plantas de jambu de flor amarela em detrimento ao aumento da adubação, anotando valor de 35,42 cm para sua maior dosagem, que foi de 10 kg.m<sup>-2</sup>.

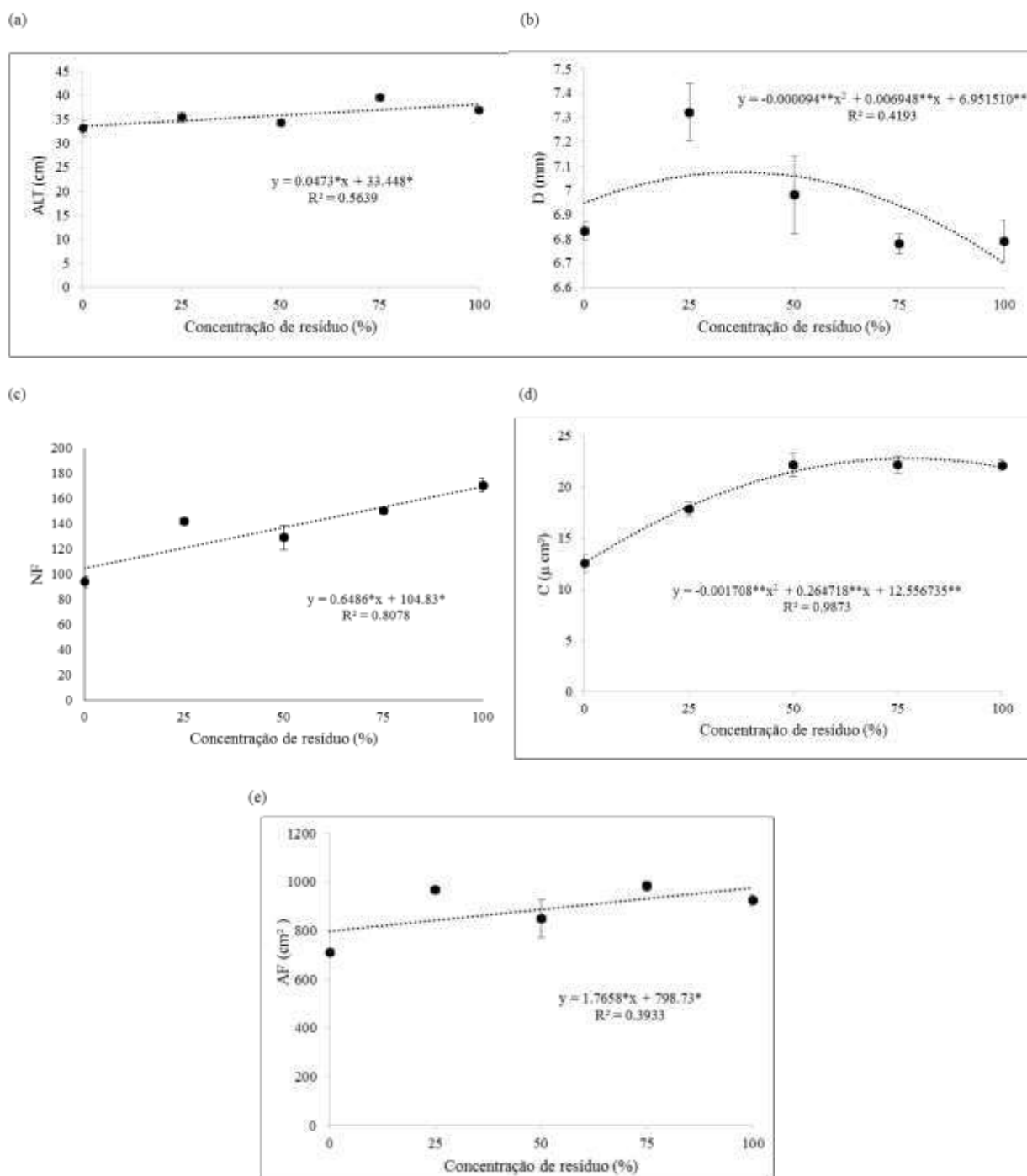
Haque, et al., (2016), em seu experimento utilizando sedimento de criação de pangasius como fertilizante para produção de para-grama, observou o ganho de comprimento para a mesma no tratamento com maior concentração, configurado de 100% de sedimento, concordando com o comportamento de altura de planta avaliado neste trabalho.

Para os parâmetros AF e NF, a explicação é dada pelo modelo linear positivo de forma a ser significativo. Já a análise de regressão para o parâmetro C obteve significância e assumiu um comportamento quadrático com ponto de maior desempenho no 77% de sedimento. Estes parâmetros possuem uma grande relação entre si, pois, quanto maior o número de folhas, maior é a área foliar e a taxa fotossintética, corroborando com MELO, et al., (2007), que diz que com o aumento da área foliar, as plântulas obtêm maior taxa de assimilação de luz e possibilidade de realização de fotossíntese com conseqüente acúmulo de matéria seca e maior altura.

Em ensaio realizado em Bangladesh, avaliando o potencial de sedimentos de tanque de pangasius na produção de variedade de tomate, MONIRA, et al., (2014), testou três concentrações de substratos para plantio e levantou dentre dados, valor significante para os parâmetros ALT (77,98 cm), NF (184,33 folhas.planta<sup>-2</sup>) e AF (622,49 cm<sup>2</sup>) no tratamento que continha a maior concentração de sedimento, equivalente a 100% do mesmo.

Figura 2- Altura de plantas (ALT), diâmetro de coleto (D), número de folhas (NF), clorofila (C), área foliar (AF) de plantas de jambu cultivadas em diferentes porcentagens de sedimento de viveiro de peixe.





\*\* e \*- Significativo 1 e a 5% pelo teste t-Student

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Nos caracteres de matéria fresca, MFT, MFC e MFR a análise da regressão também é significativa e tem-se comportamento quadrático, demonstrado pelo crescimento em conjunto dos mesmos com os tratamentos até o ponto de inflexão, no qual é dado o decréscimo. MFT, MFC e MFR apresentaram ponto de máxima evolução em 58%, 60% e 53% respectivamente.



É importante ressaltar que o volume radicular é um parâmetro muito importante, pois apresenta a relação direta que existe com o volume de solo explorado pelas raízes (BORCIONI, et al., 2016). Podendo levar em conta também que, quanto maior for o número e mais finas forem as radículas, maior será a eficiência na absorção de água e íons (RODDA, et al., 2006)

MFF não foi significativa, porém, é possível visualizar o seu comportamento no gráfico, sendo seu ponto ótimo em 53,6% de sedimento. Ainda na massa fresca, apenas MFFL assumiu comportamento linear crescente e com significância.

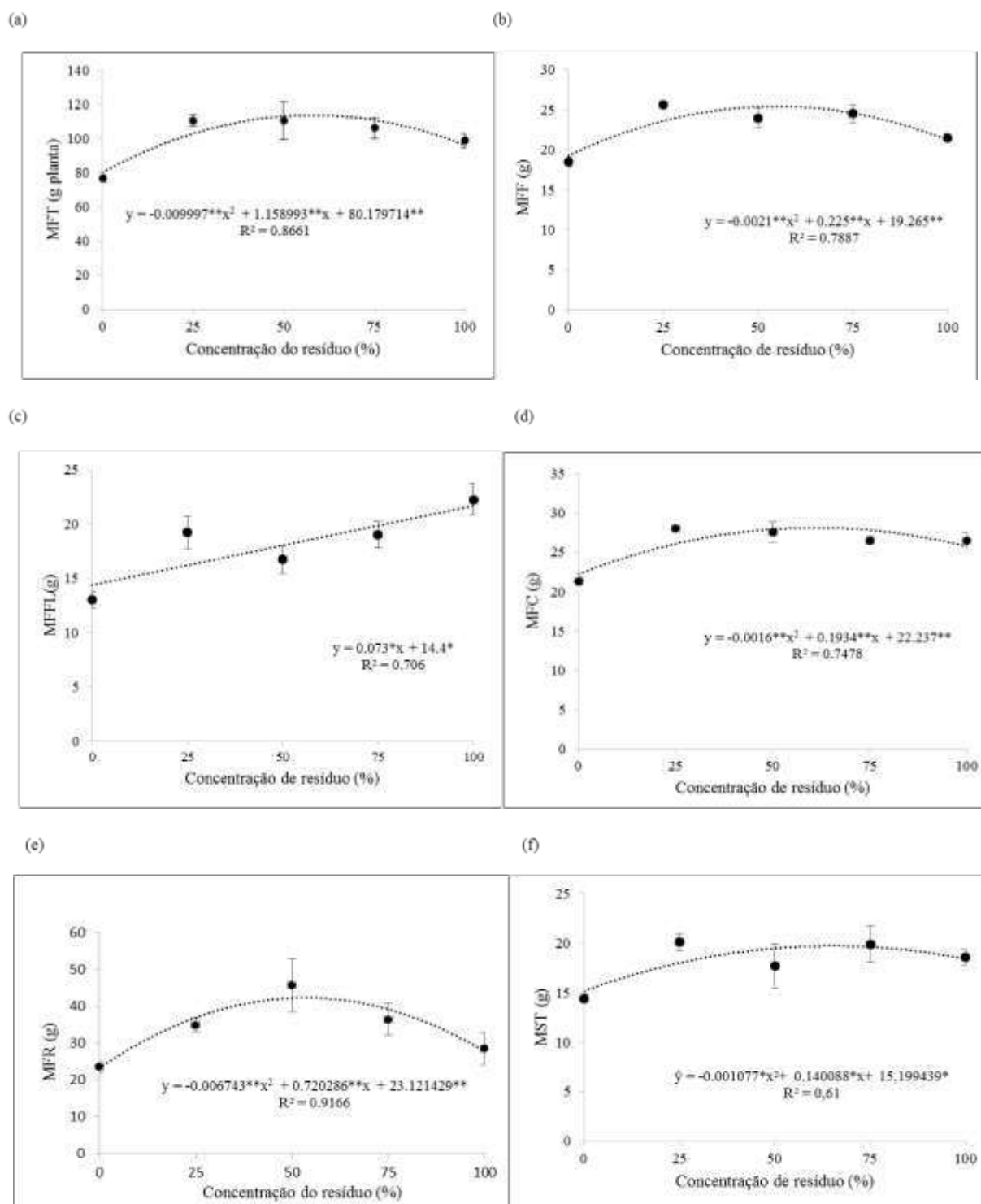
A massa fresca de flor tem sua importância voltada para a produção do capítulo floral para o mercado, devido a quantidade de espilantol ocorrer em maior quantidade nesse órgão, levando em consideração ao seu comportamento linear crescente, podemos dizer que quanto maior a quantidade de sedimento maior a produção de capítulos florais. Em média os tratamentos apresentaram 18,03% em relação MFT da produção.

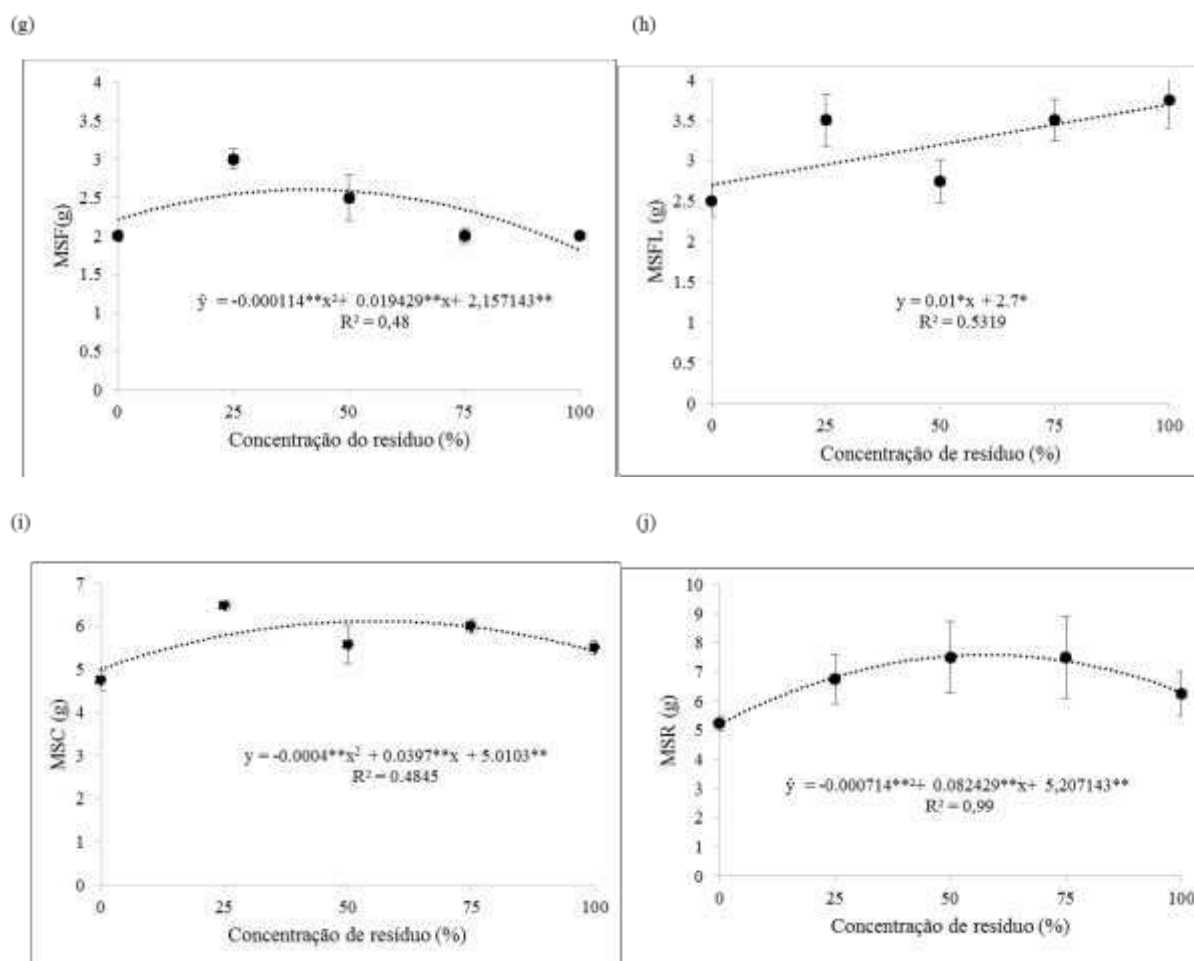
A massa fresca total apresenta um valor médio no seu ponto de maior expressão de 110 g.planta<sup>-2</sup>, que é acrescido de 37,5% do valor médio da testemunha. Souto (2016), avaliando desempenho de jambu, observou aumento de massa fresca à medida que se elevou a aplicação de adubo, havendo significância estatística e apresentando máxima de 160,59 g.tufo<sup>-2</sup>, correspondendo aproximadamente a 33,11 g.planta<sup>-2</sup>.

Com relação aos teores de matéria seca, a análise de regressão para MST e MSR foi significativa e mostrou como melhor ajuste o quadrático, com o ponto de inflexão estabelecido em 65% para o primeiro e 58% para o segundo. MSF e MSC também se configuraram quadrático, porém não significativo, com sua regressão sendo utilizada apenas para a visualização do comportamento em relação aos tratamentos, com 85% e 50%, nesta ordem, seus pontos de melhor rendimento. E para MSFL, o melhor ajuste foi o linear positivo.

MONIRA, et al., (2014), ainda em seu experimento com sedimento em cultivo de tomate, viu que na fase inicial (estágio de plântula), a produção total de biomassa para todos os tratamentos foi praticamente a mesma, no entanto, após a colheita final foi significativamente máxima (119,47g) em tratamento de 100% sedimento, seguida do tratamento formado por sedimento e solo virgem (93,41g). Os mesmos autores ainda mostraram valores de matéria seca, que foi encontrada em maior quantidade no tratamento 100% (8,50%).

Figura 3 - Massa fresca total (MFT), massa fresca de folha (MFF), massa fresca de flor (MFFL), massa fresca de caule (MFC), massa fresca de raiz (MFR), massa seca total (MST), massa seca de folha (MSF), massa seca de flor (MSFL), massa seca de caule (MSC) e massa seca de raiz (MSR) de plantas de jambu cultivadas em diferentes porcentagens de sedimento de viveiro de peixe.





\*\* e \* - Significativo 1 e a 5% pelo teste t-Student

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados é visto que não houve absorção de metais pelas plantas de forma que colocasse em risco a saúde humana, ficando os valores encontrados muito abaixo do limite considerável.

#### 5. REFERÊNCIAS

Aguiar, J. P. L.; Souza, F. C. A.; Yuyama, L. K. O. & Pessoa, A. (2014). Biodisponibilidade do ferro do jambu (*spilanthes oleraceae L.*): estudo em murinos. *Revista. Pan-Amazonia de Saúde*, 5 (1), 19-24.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (1998). Portaria n.685. Ministério da Saúde, Brasília. Acesso em [http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm).

Aride, P. H. R.; Roubach, R. E. & Val, A. L. (2004). Water pH in central Amazon and its importance for tambaqui (*Colossoma macropomum*) culture. *World Aquaculture*, 35, 24-27.

Borcioni, E.; Mógor, A. F. & Pinto, F. (2016). Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. *Revista Ciências Agrônômica*. 47( 3), 509-515.

Borges, L. S. (2009). *Biomassa, teores de nutrientes, espilantol e atividade antioxidante em plantas de jambu (Acmella ciliata Kunth) sob adubações mineral e orgânica*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de ciências agrônômicas da Unesp, Campus de Botucatu, Botucatu- SP.

Boyd, C. E. & Tucker, C. S. (1995). Sustainability of channel catfish farming. *World Aquaculture*, 26, 45-53.

Castro, A. L; Souza, N. H & Barros, L. C. G., (2002). Avaliação do sistema de produção de Tambaqui intensivo em viveiro de terra com aeração. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico 09-MAPA.4 p.

Conama- *Conselho Nacional do Meio ambiente*. (2012). Resolução nº 357, de 17 de março de 2012, Brasília.

Conama- Conselho nacional do meio ambiente. (2009). Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009, Brasília.

Cunha. H. B. & Pascoaloto, D. *Hidroquímica dos rios da Amazônia*. 2006. Manaus: Governo do Estado

do

Amazonas. Cadernos do CCPA – Centro Cultural dos Povos da Amazônia. Série Pesquisas. Manaus/AM.

Diemer, O.; Neu, D. H.; Feiden, A.; Lorenz, E. K.; Bittercount, F. & Boscolo, W. R. (2010). Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambientes de criação de peixes em tanques-rede. *Ciência Animal Brasileira*, 11 (1), 24-31.

Esteves, F. A. (1998). *Fundamentos de limnologia*. Interciência, Rio de Janeiro.

Faquim, V. & Andrade, A. T. (2004). *Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças*. 2004. (Curso de pós-graduação “Lato sensu” (Especialização) à distância em produção de hortaliças) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

Fernandes, R. B. A.; Luz, W. V.; Fontes, M. P. F. & Fontes, L. E. F. (2007). Avaliação da concentração de metais pesados em áreas olerícolas no Estado de Minas Gerais, *Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental*, 11 (1).

Ferreira, D. F. Sisvar (2010). *Sistema de análise de variância*. Versão 5.3. Lavras, Mg, UFLA. Software. Gusmão,

M. T. A. & Gusmão, S. A. L. (2013). *Jambu da Amazônia (Acmella oleracea [(L.) R. K. Jansen]: características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico*. 1ed. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 135p.

Gonçalves, D. A. M. (2018). *Metais e elementos terras raras em solos da Amazônia oriental*. 2018. Tese (Doutorado em agronomia/ Área de concentração: Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém –PA.

Haque M. M.; Belton, B.; Alam, M. M.; Ahmed, A. G. & Alam, M. R. (2016). Reuse of fish pond sediments as fertilizer for fodder grass production in Bangladesh: Potential for sustainable intensification and improved nutrition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 216, 226-236.

Jegatheesan, V.; SHU, L. & Visvanathan, C. (2011). Aquaculture effluent: impacts and remedies for protecting the environment and human health. *Encyclopedia of environmental health*, 123-135.

Kubtiza, F. (2013). *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*, 265 p.

Kubtiza, F. (1998). *Qualidade da água na produção de peixes: parte 2*. Rio de Janeiro: Panoramada Aquicultura, p.35-41

Lachi, G. B. & Sipaúba-Tavares, L. H. (2000). Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. *Boletim do instituto de Pesca*. 34 (1), 29-38.

Lim, C., Klesius; P.H., Li, M.H., & Robinson, E. H. (2000). Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture, Amsterdam*, 185, 313-327.

Lima, M.R.P. & Gonçalves, R.F. (1999). Desidratação do lodo de lagoas. In: Gonçalves, R.F. (Coord.). *Gerenciamento do lodo de Lagoas de estabilização não mecanizadas*. Rio de Janeiro: PROSAB - Programa de pesquisa em Saneamento Básico, 1999. Cap.6, p.44-54.

Marmontel, C. V. F. & Rodrigues, V. A. (2015). Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. *Floresta e Ambiente*, 22, (2), 171-181.

Martins, C. E.; Miguel, P. S. B.; Rocha, W. S. D.; Sobrinho, F. S.; Gomes, F. T. & Oliveira, A. V. (2011). Seleção de genótipos de *Brachiaria Ruziziensis* quanto à tolerância ao alumínio em solução nutritive. I: Resposta a diferentes concentrações de alumínio e valores de ph em solução nutritive. *Revista de Ciências Agrárias*, 34 (1).

Melo, A. S; Costa, C. X.; Brito, M. E.B.; Viégas, P. R. A. & Silva junior, C. D. (2007). Produção de mudas de mamoeiro em diferentes substrates e doses de fósforo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2 (4), 257- 261.

Miguel, P. S. B.; Gomes, F. T.; Rocha, W. S. D.; Martins, C. A.; Carvalho, C. A & Oliveira, A. V. (2010). Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. *Ces revista*. 24,12-30.

Mokhtar, M. B.; Aris, A. Z.; Munusamy, V. & Preveena, S. M. (2009). Assessment level of heavy metals in *Penaeus monodon* and *Oreochromis sp.* In selected aquaculture ponds of high densities development área. *European Journal of Scientific Research*, 30, 348-360.

Monira, S.; Haque, M. M.; Ali, M. M. & Prodhan, M. Y.(2014). Evaluation of *Pangasius* pond sediment potentials in vegetable production as rooftop Bag Gardening. *Journal Bangladesh Agriculture University*.Bangladesh, 12 (2), 397- 404

Nascimento, K. A.; Campos, M. C. C.; Lima, A. F. L.; Cunha, J. M.; Lima, V. S. & Nascimento, A. A. (2018). Uso de diferentes tipos de biofertilizantes na produção de jambu (*Acmella oleracea*) na Região de Humaitá – AM. *Scientia Amazonia*, S1, 21-28.

Papadopoulos, I. (1999). Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: Folegatti, M.V. (ed.) *Fertirrigação: citros, flores, hortaliças*. Guaíba: Agropecuária. p.11-84.

- Payne, A.I. (1986). *The ecology of tropical lakes and rivers*. New York: Wiley. 301p.
- Porto, L. C. S. & Ethur, E. M. (2009). Elementos traço na água e em vísceras de peixes da Bacia Hidrográfica Butuí-Icamaquã, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciencia Rural*, 39 (9), 2512-2518.
- Prachayasittukul, V; Prachayasittukul, S. Ruchiwarat, S. & Prachayasittukul, V. (2013). High therapeutic potential of *Spilanthes acmella*: a review. *EXCLI Journal*, 12, 291- 312.
- Rakocy, James E. et al. (2004). Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system. In: *New dimensions on farmed Tilapia: proceedings of the sixth international symposium on Tilapia in Aquaculture, held September*. p. 12-16.
- Rodda, M. R. C. et al. (2006). Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto: I - efeito da concentração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30, (4), 649-656.
- Rosa, D. K. O. F.; Barros, D. L.; Aires, F. P. G.; Gomide, P. H. O. (2018). Aproveitamento do resíduo de tanque de piscicultura na produção de mudas de mamoeiro em Rorainópolis. *Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*. 11 (1), 120-136.
- Rosemberg, D. M. & Resh, V. H. (1993). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, p. 504.
- Schober. J & Mendonça Filho, M. Sustentabilidade é Fundamental para Desenvolvimento da Aquicultura. Acesso em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v61n4/02.pdf>
- Silva, F. N. L.; Medeiros, L. R.; Costa, M. S. M.; Macedo, A. R. G.; Brandão, L. V. & Souza, R. A. L. (2017). Qualidade da água proveniente de poço artesiano em viveiro de piscicultura. *Pubvet*. 11 (7), 652-657.
- Silva, F. O. R.; Melo, C. C. V.; Botelho, H. A.; Souza, F. B. M. & Ramos, J. D. (2017). Efeito do resíduo de tanque de piscicultura na produção de mudas de maracujazeiro. *Boletim de Industria Animal*, 74 (1), 58-64.
- Silva, E.A.; Ramos, J.D.; Silva, F.O.R.; Soares, F.M.; Santos, V.A. & Ferreira, E.A. (2014). Adição de água residuária de laticínio em substrato para produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Revista Agrarian*, 7, 49-59.
- Silva, C. A. & Carneiro, P. C. F. (2007). *Qualidade da água na engorda de tambaquis em viveiros sem recirculação de água*. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2p.
- Silva, L. V. F.; Golombieski, J. I. & Baldisserotto, B. (2005). Incubation of silver catfish, *Rhamdia quelen* (Pimelodidae), eggs at different calcium and magnesium concentrations. *Neotropical Ichthyology*, 3, 299-304.
- Souto, G. C. (2016). *Desempenho agrônomo e acúmulo de nutrientes pela planta de jambu*. 2016. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró- RN.
- Talbot, C. & Hole, R. (1994). Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 10 (4), 258-270.

Research, Society and Development, v. 9, n. 4, eXX, 2020  
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.XX>

Towsend, C. R.; Silva, L. F. & Baldisserotto, B. (2003). Growth na survival of *Rhamdia quelen* exposed to diferente levels of water hardnesse. *Aquaculture*, 215, 103-108.

Ventura, A. S.; Jerônimo, G. T.; Gonçalves, E. L. T.; Tamporoski, B. R. F.; Martins, M. L. & Ishikawa, M. M. (2013). Fauna parasitária dos híbridos siluriformes cachapinta e jundiara nos primeiros estágios de desenvolvimento. *Pesquisa agropecuária. Brasileira*, 48 (8), 943-949.

Yamamoto, F. Y. (2011). *Microminerais (Cu, Fe, Mn, Se e Zn) na nutrição de peixes uma revisão bibliográfica*. 2011. Tcc (Graduação em engenharia de aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Ana Carolina da Silva Gomes – 35%

Glauber David Almeida Palheta – 15%

Dênmore Gomes Araujo – 15%

Lucas de Matos Ribeiro – 20%

Kelson do Carmo Freitas Faial – 10%

Marcos André Piedade Gama – 5%

