

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA-PPGZ**

**VIVIAN COSTA VASCONCELOS**

**Capacidade antioxidante em *Oreochromis niloticus* (Cuvier, 1829)**  
**submetidos a dieta com resíduo de maracujá em sistema de**  
**recirculação de água com alfaces**

**Rio Largo – AL**

**2019**

**VIVIAN COSTA VASCONCELOS**

**Capacidade antioxidante em *Oreochromis niloticus* (Cuvier, 1829)  
submetidos a dieta com resíduo de maracujá em sistema de  
recirculação de água com alfaces**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em zootecnia (área de concentração: produção de não ruminantes) da Universidade Federal de Alagoas como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

**Orientador:** Prof. Dr. Emerson Carlos Soares

**Co-orientador:** Prof. Dr. Elton Lima Santos

Rio Largo, AL

2019

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**

V331c Vasconcelos, Vivian Costa  
Capacidade antioxidante em *Oreochromis niloticus* (Cuvier, 1829) submetidos a dieta com resíduos de maracujá em sistema de recirculação de água com alfaces. / Vivian Costa Vasconcelos – 2019. 36 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Emerson Carlos Soares  
Coorientação: Prof. Dr. Elton Lima Santos

Inclui bibliografia

1. Resíduo agroindustrial. 2. Tratamento de água. 3. Tilápia. I. Título.

CDU: 639.3

## Folha de aprovação



UFAL

Universidade Federal de Alagoas




CECA


PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
CÓDIGO-CAPES – 26001012026P-2

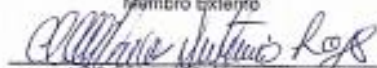
2019/2

Aos 12 dias do mês de dezembro de dois mil e dezenove, às 13hs, na sala do Programa de Pós-Graduação da Unidade do Centro de Ciências Agrárias/UFAL, sob a presidência do Prof. Dr. Emerson Carlos Soares e Silva (CECA/UFAL) reuniu-se a Banca Examinadora para Defesa Pública de Dissertação de Mestrado da aluna: Vivian Costa Vasconcelos, sob o título: "Capacidade antioxidante em (*Oreochromis niloticus*) submetidos a dietas com resíduos de maracujá em sistemas de recirculação de água com alface (*Lactuca sativa*). A Banca Examinadora ficou assim constituída: Prof. Dr. Emerson Carlos Soares e Silva (CECA/UFAL) – Orientador; Prof.ª Dr.ª Claudiane dos Santos Marinho – (UFAL) - Membro Externo e o Dr. Carlos Alberto Silva - (EMBRAPA/SE) – Membro Externo. Ocorrências: Abertura dos trabalhos pelo presidente da banca Prof. Dr. Emerson Carlos Soares e Silva, que agradeceu as valiosas presenças dos demais membros componentes da banca, manifestando sua satisfação pela defesa da Dissertação do Curso de Mestrado em Zootecnia do CECA/UFAL, desta feita sob sua orientação. A seguir, parabenizou a aluna pelo trabalho. O Presidente da Banca Examinadora iniciou os trabalhos passando a palavra à Prof.ª Dr.ª Claudiane dos Santos Marinho, que procedeu suas sugestões e arguições em segunda o Dr. Carlos Alberto Silva, fez suas sugestões e arguições a referida aluna. Terminada a defesa procedeu-se o julgamento, pelos membros examinadores, sendo a candidata APROVADA. Por fim o professor Emerson Carlos Soares e Silva parabenizou a mestranda Vivian Costa Vasconcelos pelo trabalho apresentado. A concessão do título de Mestre em Zootecnia está condicionada a entrega dos exemplares com as modificações da dissertação sugerida pela Banca Examinadora no prazo de 60 dias. Lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Banca Examinadora e pelo Secretário. Rio Largo (AL), 12 de dezembro de 2019.

  
Prof. Dr. EMERSON CARLOS SOARES E SILVA  
Presidente

  
Prof. Dr.ª CLAUDIANE DOS SANTOS MARINHO  
Membro Externo

  
Dr. CARLOS ALBERTO SILVA  
Membro Externo

  
MARCOS ANTONIO LOPES  
Secretário



*A DEUS, a meu pai José Rinaldo Vasconcelos Gomes e a  
família LAQUA por todo apoio na realização desse trabalho*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

A Santa Luzia, por minha visão, após nove cirurgias me devolveu o dom de enxergar.

A Universidade Federal de Alagoas, por tantos anos de acolhida.

A FAPEAL pela concessão da bolsa de estudos.

Ao orientador professor Dr. Emerson Carlos Soares por toda dedicação.

Ao co-orientador professor Dr. Elton, por toda dedicação.

A família LAQUA, que esteve sempre em parceria durante o experimento, Jura, Ceilda, Êlane, Emilly, Jerusa, Mis e meus parceiros estagiários Victor e Ricardo por árduos 60 dias de dedicação e muito trabalho.

A Grande amiga Professora Dra. Themis de Jesus, por toda dedicação e cuidado.

A grande amiga que a histologia me presenteou, Priscylla Dantas. Obrigada por toda dedicação.

A minha família, meu pai (José Rinaldo) e minha maravilhosa madrasta (Carmem Lúcia), por serem meus alicerces e por cuidar tão bem de mim.

A meu irmão e amigo por todo apoio, Victor Hugo.

As minhas amigas Mila, Lu e Erika, por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis.

A minha filha de quatro patas baby, por ser minha companheira nas madrugadas de estudos e lágrimas.

A todos que contribuíram direto e indiretamente para realização desse trabalho

**Gratidão!**

## RESUMO

Foi realizado um experimento durante 60 dias com tilápia do nilo objetivando avaliar o efeito da inclusão do resíduo do maracujá na dieta, em sistema de recirculação de água (RAS) com auxílio de alface no tratamento de água. O estudo foi conduzido em 12 tanques de polietileno de 150 litros, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, dos quais; T1=12% de inclusão do resíduo de maracujá (RM) com presença de alfaces, T2= inclusão de 12% de RM, com ausência de alfaces, T3= 0% de inclusão de RM com a presença de alfaces e T4=0% de inclusão de RM sem alfaces, cada unidade experimental continha uma densidade de estocagem de 25 juvenis ( $3,75 \pm 0,40\text{g}$  e  $5,84 \pm 0,50\text{ cm}$ ) em sistema de recirculação com água tratada por filtragem mecânica e biofiltros. Todos os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância - ANOVA e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa nos parâmetros de desempenho dos peixes para os tratamentos avaliados. Os tratamentos com a presença de alface apresentaram diferenças significativas para as concentrações de amônia em relação aos tratamentos sem a presença da alface. Quanto à capacidade antioxidante houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na atividade da superóxido dismutase (SOD) em músculos, no tratamento com inclusão de 12% de resíduo de maracujá – RM, independentemente da presença ou ausência de alfaces. O mesmo ocorreu para a enzima Glutathione S-transferase (GST) em tecido hepático, e Malon de aldeído (MDA) no tecido branquial. Quanto as análises histológicas das vilosidades no intestino foram observadas diferenças entre os tratamentos com e sem a presença do resíduo de maracujá. Peixes submetidos à ração com inclusão de 0% de RM resultaram em medidas de altura, largura e ápice das vilosidades do intestino médio significativamente maiores ( $p < 0,05$ ), em comparação com as medidas das vilosidades da dieta que teve 12% de inclusão de RM. Pode-se concluir que as alfaces foram eficientes com efeito adicional na filtragem de nutrientes como a amônia. A inclusão do resíduo de maracujá na dieta não comprometeu o desempenho zootécnico dos animais experimentais, possuindo grande potencial para inclusão em dietas de juvenis de tilápia sem comprometer a performance e nem o sistema de cultivo em RAS.

**Palavras-chave: Resíduo agroindustrial, tratamento de água, tilápia**

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effect of inclusion of passion fruit residue in the Nile tilapia diet, in a recirculation system (RWS), with the aid of lettuce for water treatment. The study was conducted in 12 polyethylene tanks with a volume of 150 L, for 60 days, distributed in a completely randomized design with four treatments: T1= 12% inclusion of passion fruit residue (PFR) with lettuce, T2= inclusion of 12% PFR, without lettuce, T3= 0% inclusion of PFR with lettuce, and T4= 0% inclusion of PFR without lettuce, and 3 repetitions. The experimental units contained a stocking density of 25 juveniles ( $3.75 \pm 0.40$  g and  $5.84 \pm 0.50$  cm). There were no significant differences in fish performance parameters for the treatments evaluated. The units with lettuce showed significant differences in ammonia concentrations compared to treatments without lettuce. Regarding antioxidant capacity, there was a significant difference ( $p < 0.05$ ) in the activity of superoxide dismutase (SOD) in the T1 and T2 treatments, with elevated levels of this enzyme. The same occurred for the glutathione S-transferase (GST) enzyme in liver tissue, and malondialdehyde (MDA) in gill tissue. Differences in the villi ( $p < 0.05$ ) were observed in the intestinal tissue. Fish submitted to the feed with 0% PFR presented measures significantly larger in villi height, width, and apex, in the middle intestine, compared to treatments with 12% inclusion of PFR. This indicates that lettuce produced additional effect in the filtration of nutrients such as ammonia. The inclusion of passion fruit residue in the diet did not compromise the zootechnical performance of the experimental animals, having great potential for inclusion in diets for juvenile tilapia.

**Keywords:** agroindustrial residue, water treatment, tilapia.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	18
MATERIAL E MÉTODOS .....	19
Diets e design experimental .....	23
Parâmetros corpóreos de desempenho dos peixes .....	14
Preparo das amostras .....	25
Atividade das enzimas antioxidantes .....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
Análises limnológicas dos sistemas RAS .....	27
Enzimas .....	30
Histologia do intestino médio .....	32
CONCLUSÕES .....	33
REFERÊNCIA	

# 1 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

## 1.1 HISTÓRICO DA TILAPICULTURA NO BRASIL

Em 1970 deu-se início a tilapicultura no Brasil, com introdução de espécies nativas da África, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), principal espécie produzida no país, foi introduzida junto com a tilápia de Zanzibar (*Oreochromis hornorum*), ambas possuem uma grande distribuição geográfica, presentes em todos os continentes (Baptista et al., 2018). Os primeiros peixamentos de tilápias no Brasil foram realizados por intermédio do Departamento Nacional de Obras contra Secas (DNOCS), que objetivou a produção de alevinos para repovoamento dos reservatórios do Nordeste (SCHULTER, 2017)

Em 1980 as estações de companhias hidrelétricas de São Paulo e Minas Gerais reproduziram grandes quantidades de alevinos para comercialização e povoamento, em pouco tempo a espécie foi introduzida em vários corpos hídricos e propriedades do Nordeste e Sudeste. Posteriormente, na região sul, a tilapicultura tornou-se uma atividade para repovoamento em represas, e ofertando mais uma alternativa para pequenos comerciantes, originando os primeiros empreendedores no ramo (JUNIOR, 2008). Nessa mesma época as informações sobre nutrição ainda eram incipientes tendo como consequência a produção de rações de má qualidade, baixa qualidade dos lotes e falta de sucesso em cultivos semi-intensivos, pois, os peixes eram altamente prolíficos, com taxas de reprodução elevadas em pisciculturas, lagos e reservatórios, sendo heterogêneos quanto aos tamanhos e de pouco valor comercial. Em etapa posterior, os juvenis se expandiram pelo Brasil, sendo reconhecidos como peixes de pequeno porte, muitas espinhas, alto teor de off-flavor e fácil adaptabilidade em criatórios (FIGUEIREDO JÚNIOR E VALENTE JÚNIOR, 2008).

Nos anos 90, surgiram as primeiras pesquisas sobre manejo e nutrição com a produção de rações de melhor qualidade para espécie, além de avanços tecnológicos sobre masculinização dos alevinos, proporcionando a otimização em cultivos intensivos.

Atualmente, a produção brasileira de peixes em 2019, chegou a 758.000 toneladas, onde o Brasil reforça sua posição como quarto maior produtor de tilápias do mundo, correspondendo a 57% de toda a piscicultura brasileira, com destaque para os estados o Paraná (146 mil toneladas), São Paulo (64,9 mil toneladas), Santa Catarina (38,5 mil

toneladas), Minas Gerais (36,3 mil toneladas) e Pernambuco (25,4 mil toneladas) (ANUÁRIO PEIXE BR, 2020). A concepção de polos de cultivo de peixes, junto com empreendimentos, associações e cooperativas foram eficazes para a evolução e desenvolvimento da tilapicultura.

## **1.2 PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS DA ÁGUA PARA CULTIVO DE TILÁPIA**

O sucesso da criação de animais aquáticos em escala comercial depende da qualidade da água em ambiente confinado, pois, fatores abióticos e bióticos interferem no aumento ou retardamento do desenvolvimento desses organismos. O ambiente aquático funciona como ecossistema em que inúmeros organismos dependem da qualidade da água, sendo um compartimento que sofre mudanças com os efeitos naturais e ações antrópicas, a fim que de possam ser explorados, é necessário o planejamento e estratégias que viabilizem a manutenção destes seres que tem importância para aquicultura (BARBOSA et al., 2015).

Dentre estes cultivos, a piscicultura, se encontra em expansão, devido à sobre-exploração dos estoques naturais, demanda por proteína animal de qualidade e maior atração de novos produtores para a atividade aquícola. Estes atuam complementando a produtividade oriunda da pesca extrativa, os cultivos em maior escala, têm evoluído, porém há a necessidade da intervenção técnica para oferecer as condições adequadas para manter os parâmetros da água de acordo com as exigências, em razão de fatores como o uso racional de corpos hídricos, obtenção de produto resistente, desempenho adequado e economia com ração artificial, que devem estar aliados (BOYD 2012).

O conhecimento acerca dos aspectos físico-químicos e biológicos da água é de extrema relevância, além de contribuir com progresso da atividade aquícola, o monitoramento e análises destes indicadores em períodos compatíveis com sistema de criação, permite gerar informações que garantam aplicação de manejo e tecnologia adequada de forma específica aos animais, pois os tanques de cultivo funcionam como habitat artificial em que ocorre múltiplas interações que podem ser controladas (MARTINS, 2007; COSTA et al., 2014).

Dentre os principais aspectos físico-químicos envolvidos na qualidade da água, destacam-se a temperatura, oxigênio e gás carbônico dissolvido, carbono orgânico, pH, salinidade, transparência, dureza, condutividade elétrica, presença de bases nitrogenadas, além de metais e semi-metais (SILVA et al., 2017).

### 1.3 TEMPERATURA, OXIGÊNIO e pH

A temperatura, é uma medida de caráter abiótico que atua intensamente nos processos fisiológicos dos diversos organismos presentes no meio aquoso, e que tem efeito na distribuição e comportamento na coluna d'água, além de desfavorecer a solubilização do gás oxigênio na água, interferindo no metabolismo de peixes (LEIRA et al., 2017).

O oxigênio, é um dos gases mais importantes para a dinâmica e caracterização do sistema aquático, as principais fontes naturais são por difusão atmosférica e fotossíntese dos fitoplânctons. As perdas ocorrem pelo consumo através da respiração dos animais, perdas para atmosfera, oxidação de matéria orgânica e de íons metálicos, e esses fatores, no período de 24 horas, promovem a variação de concentração, sendo necessário a renovação e/ou suplementação de oxigênio. Tendo relação inversa com o gás carbônico, está envolvido com a obtenção de energia química dos nutrientes e velocidade de reação do metabolismo celular (SÁ, 2012).

O pH da água é determinado pela concentração de íons de  $H^+$ , em meio aquoso, é variável de acordo com a quantidade e tipo de nutrientes, atividade faunal e da dependência dos parâmetros físico-químicos local, além destes fatores supracitados, a salinidade, transparência, dureza, condutividade elétrica, bases nitrogenadas, semi-metais e metais, a soma destes fatores estão relacionados com a qualidade da água para cultivo de organismos comerciais, e são de suma importância. (SÁ, 2012).

### 1.4. COMPOSTOS NITROGENADOS E FÓSFORO

O processo de arraçoamento é a entrada de nutrientes mais importante para os sistemas de produção com peixes e vegetais consorciados, os animais produzem as excretas, são convertidas em nutrientes e absorvidas pelos vegetais, gerando um fluxo contínuo com diferentes organismos que se relacionam em virtude dos ciclos biológicos.

A nitrificação é um processo realizado pelas bactérias dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* realizam a conversão de amônia ( $NH_3$ ) em nitrito ( $NO_2^-$ ) e o mesmo em nitrato ( $NO_3^-$ ), convertendo as substâncias tóxicas excretadas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas (TYSON 2011)

A assimilação de compostos nitrogenados que são nitrito, nitrato, amônia, óxido nítrico e amoníaco é associado pela comunidade fitoplanctônica que pode aumentar

descontroladamente a produtividade primária, resultando no bloom (proliferação) de algas no ambiente, desestabilizando o sistema de cultivo (ARANA, 2004).

A manutenção dos sistemas de cultivo é essencial para estabilidade e otimização da produção, além de contribuir para a manutenção dos ciclos biogeoquímicos e preservar os recursos oriundos desses ambientes. Um dos principais fatores de poluição nos ambientes aquáticos ocorre pela grande quantidade de nutrientes, ocasionando a eutrofização que é a consequência do excesso de nitrogênio e fósforo. Este último é um mineral responsável pela manutenção de diversas funções metabólicas produtivas e fisiológicas dos organismos. Além de serem considerados nutrientes mais limitantes para produtividade primária em águas doces e ambientes marinhos (DIEMER et al., 2011).

O fósforo quando em excesso pode aumentar o crescimento de algas, afetando negativamente a qualidade da água. O excesso de nutrientes é um dos fatores que podem influenciar na qualidade dos efluentes oriundos de atividades aquícolas (FURUYA et al., 2010).

Contudo, a boa qualidade de água é o fator essencial na aquicultura, pois quando o controle é maior, melhor será a produtividade desejada. Em modelos de produção superintensivos o controle dos parâmetros físico-químicos da água ainda é maior, inclusive no que se refere à redução dos compostos nitrogenados (LIMA et al., 2015).

## **1.5 USO DE ALFACE COMO FATOR FILTRANTE DE ÁGUA EM SISTEMAS DE RECIRCULAÇÃO (RAS)**

A alface (*Lactuca sativa*) é uma hortaliça bastante utilizada nos sistemas RAS, originária no Mediterrâneo e cultivada no mundo todo, com fins alimentícios, geralmente consumidas in natura, apresenta uma variedade de tamanhos, cores e texturas. Em nível mundial a hortaliça é a mais consumida e produzida em todos os continentes (CARVALHO E SILVEIRA, 2017)

Nos sistemas RAS, a reutilização da água total é um dos principais fatores que diminui drasticamente o desperdício e o lance de efluentes no meio ambiente. Para o sistema de recirculação o volume de água utilizado é muito baixo em comparação com os sistemas tradicionais de cultivos, sendo necessário o abastecimento do sistema uma única vez, podendo permanecer por tempo indefinido, sendo necessário repor o equivalente da evaporação ou colheitas (COSTA 2012).

Quando se utiliza hortaliças nesses tipos de sistema, elas consomem os nutrientes junto com as bactérias e desempenham um papel importante na filtragem biológica da

água, garantindo condição adequada para o crescimento dos peixes. Essa interação entre os organismos com nitrogênio, nutriente solicitado pelas plantas em maior quantidade e o nitrato como fator de absorção, um manejo é adequado quando as colônias de bactérias são essenciais para o funcionamento do sistema RAS, essas bactérias surgem no sistema de maneira natural no filtro biológico, havendo a necessidade do intervalo de 20 a 40 dias após a introdução dos peixes para ocorrer o ciclo de nitrificação em equilíbrio para introdução das plantas (EMBRAPA 2015)

## **1.6 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM RAÇÕES PARA PEIXE**

O maior custo de produção na piscicultura está relacionado diretamente com a alimentação, representando 70%, em regiões não produtoras de grãos. Ingredientes básicos incrementados para a confecção de rações para peixe, para os pequenos produtores não é recomendado a compra de insumos em grande quantidade, estas condições favorece a comercialização de baixo custo com fornecedores, o elevado custo dos insumos, e o alto custo de fretes, torna interessante a procura por ingredientes mais baratos que supra a alimentação com nutrientes necessários para cada espécie. (EMBRAPA 2009).

O aproveitamento de resíduos agroindustriais como ingredientes alternativos para confecção de ração para peixes, possibilita o reuso de materiais derivado de atividades que normalmente seriam descartados. Esses resíduos geram grande volume de subprodutos que não possui valor para alimentação humana, utilizados em dietas para peixes possibilita a identificação de fontes alternativas de nutrientes de baixo custo, sendo de grande importância para a redução dos custos e a maximização da rentabilidade da produção. Além da contribuição positiva para preservação do meio ambiente e sustentabilidade pois esses subprodutos não possuem destino adequado podendo causar danos ambientes (COSTA 2017).

A produção de resíduos agroindustriais está associada com o crescimento industrial, pois o processamento de fruta resulta em grandes quantidades de matérias-primas sendo descartadas devido o processo de industrialização, tais resíduos acumulam enorme potencial, podendo ser benéfica para o homem e para o meio ambiente ou ocasionar a poluição dos solos e corpos hídricos. Os resíduos vão desde cascas, sementes, polpas até o fruto inteiro caso não esteja adequado para os padrões industriais. Portanto o maracujá é uma espécie de fruta que possui várias funcionalidades ao seu uso isso acarreta

em toneladas de resíduos em que muitas vezes não tem destino apropriado, deste fruto cerca de 70% é descartado em forma de casca e sementes e apenas 30% utilizados, este cenário se agrava com o significativo crescimento da agroindústria gerando aproximadamente 300 mil toneladas de resíduos/ano (FILHO 2015).

A agroindústria é considerada um importante setor econômico no país, agregando e transformando produtos agropecuários nesse processo os resíduos de descarte podem ser reaproveitados em matéria-prima para produção de novos produtos, podendo trazer benefícios para o funcionamento natural do ecossistema e reaproveitando a energia e os nutrientes ainda existentes para alimentação animal (PELIZER et al., 2007). O uso dos subprodutos como ingrediente alternativo beneficia aos produtores com menos investimento no tratamento residual e os livram de possíveis multas devido ao descarte incorreto do resíduo no ambiente. Além de beneficiar a indústria da piscicultura, que pode incluir esses resíduos de forma em rações balanceadas, com a condição de que a inclusão não comprometa o desempenho zootécnico de forma negativa (GARMUS et al. 2009). Segundo o anuário brasileiro de fruticultura (2020), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com produtividade de cerca de 42 milhões de toneladas. O maracujazeiro tem uma grande relevância devido a sua importância social e econômica para o País, sendo expressiva fonte de renda para os produtores e um mercado promissor para a indústria de sucos. Destacando-se no cenário econômico brasileiro, considerado o maior produtor mundial de maracujá, com aproximadamente 920.000 t por ano, o que possibilita a geração de mais de 200 mil empregos diretos e indiretos (IBGE, 2017).

Cultivado em quase todo o território brasileiro, pelo fato do país possuir condições climáticas favoráveis para o seu cultivo (PIRES et al., 2008), os “maracujás” pertencem ao gênero *Passiflora*. Entre as espécies mais cultivadas o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) é uma fruta que possui efeitos contra ansiedade, é antioxidante e possui pectina que é uma fibra hidrossolúvel composta de diversas subunidades de ácidos galacturônico e polissacarídeos, nas ramificações das moléculas são encontrados xiloses, arabinoses e manoses que possuem propriedades geleificantes e formam géis no intestino quando em contato com a água ocasionando uma baixa absorção de gorduras da alimentação e diminuição das taxas de colesterol e triglicérides, criando a sensação de maior saciedade (SILVA., e al 2002).

Para a inclusão de resíduo de frutas em dietas para peixes é extremamente importante conhecer o hábito alimentar, sistema digestivo, absorção e os nutrientes obtidos de alimentos naturais incrementadas em rações disponibilizadas para cultivo. A

*O. niloticus* possui hábito alimentar onívoro, com trato gastrointestinal subdividido em cavidade bucofaringeana, intestino anterior, médio e posterior respectivamente. Uma particularidade dos peixes teleósteos é que na região proximal onde ocorre maior capacidade de digestão e absorção dos nutrientes menores como ácidos graxos, aminoácidos e monossacarídeos e na região distal é responsável pela inclusão de macromoléculas e a predominância da absorção de íons e água. Os cecos pilóricos têm função de aumentar a superfície de digestão através hidrólise de componentes proteicos e a absorção dos nutrientes, esses peixes possuem aptidão de alterar a estrutura e as propriedades absorptivas do sistema digestório de acordo com as mudanças das dietas e as composições bromatológicas. (BANDEIRA 2017)

## **1.7 ANTIOXIDANTES ENZIMÁTICOS**

As enzimas antioxidantes oferecem proteção contra danos celulares causados por radicais livres. Em organismos como os peixes quando submetidos a um ambiente com diferentes substâncias, pode ocorrer maior dano provocado pelo estresse oxidativo. A maioria dos organismos possui sistema natural de defesa a radicais livres ou sistema enzimático de defesa, produzindo ou impedindo a alteração em produtos mais tóxicos para as células, esse radicais se tornam prejudiciais, quando estão em altas concentrações nos organismo, ultrapassando a capacidade de neutralizá-los com os seus sistemas naturais. As principais enzimas que compõe esse sistema são: Glutation-Peroxidase, Catalase, Metionina-Redutase e Superóxido-Dismutase os quais combatem,

### **1.7.1 CATALASE (CAT)**

A catalase é a enzima responsável pela reação que decompõe o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), gerado pela dismutação do superóxido, essa reação é realizada pela enzima superóxido-dismutase (SOD), transformado o  $H_2O_2$ , em duas moléculas de água e uma de oxigênio molecular, ( $2H_2O + O_2$ ). Esta reação acontece em duas etapas, cujos mecanismos envolvidos para a quebra da molécula de peróxido de hidrogênio depende do tipo de catalase envolvida na reação.

A catalase evita que uma vasta quantidade de subprodutos, procedentes de reações de oxido-redução sejam formados quando inativa o peróxido de hidrogênio. Esta enzima possui elevada especificidade ao seu substrato, ligando-se apenas ao  $H_2O_2$  ou ao hidroperóxido monoalquílico (FERRO et al., 2010)



### **1.7.2 SUPERÓXIDO DISMUTASE (SOD)**

A superóxido dismutase (SOD) é responsável por catalisar e converter o radical superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ) para peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), essa reação, influencia na ação da glutatona peroxidase e da catalase que reage de forma complementar à superóxido dismutase, convertendo o peróxido de hidrogênio em oxigênio e água, impedindo a formação de OH (LAHNSTEINER, 2011).

### **1.7.3 GLUTATIONA-S TRANSFERASE (GST)**

A glutatona-S-transferase se correlaciona com os efeitos deletérios de compostos xenobióticos, como por exemplo os poluentes ambientais. Sua reação se dá por catalisação da conjugação de GSH com compostos poluentes endógenos ou exógenos tornando-os menos tóxicos, mais hidrofílicos e facilmente excretados. A GST reage na inibição da peroxidação lipídica e indiretamente induz o reparo de DNA. Dessa forma, a glutatona-S-transferase vem sendo utilizada como importante biomarcador, por inibir a atividade relacionada com o desequilíbrio da membrana lisossômica, responsável pela exposição a metais ou a radicais livres (Yan et al., 2015).

### **1.7.3 MALONDIALDEÍDO (MDA)**

O malondialdeído (MDA) é o produto da peroxidação lipídica, volátil, com baixo peso molecular ( $C_3H_4O_2$ , P.M. = 72,07), de cadeia curta 1,3- dicarbonil, é um ácido moderadamente fraco ( $pK_a = 4,46$ ), este é utilizado na ciência para medir índice de peroxidação lipídica em animais e alimentos (LIMA; ABDALLA, 2001).

Durante a oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados com várias duplas ligações, pode ser formado não enzimaticamente o produto da peroxidação lipídica e enzimaticamente como produto da reação da ciclo oxigenases no metabolismo das prostaglandinas, que atua nos processos metabólicas, fisiológicos e patológicos, o MDA é considerado um biomarcador de estresse oxidativo clássico, mesmo não estando em sua forma livre, em virtude de ligações covalentemente com diversas moléculas, como nas reações com grupos alfa de aminoácidos, estas rotas metabólicas promovem um falso negativo na avaliação do estresse oxidativo, pois esse excedente de MDA pode não ser adequadamente detectado em amostras biológicas dependendo do método de avaliação deste dialdeído (RIO; STEWART; PELLEGRINI, 2005).

## 2.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANA, L.V. Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: Uma revisão para peixes e camarões. 2. edição. Florianópolis. Ed. da UFSC. 2004. 231p

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA,2020 edição 8 - Anuário 2019 | 2020

BANDEIRA, M.G.A., NASCIMENTO, J.S. Estudo prospectivo relativo à atividade da tilápia para a indústria de alimentos no período de 2006 a 2016. Cad. Prospec., v. 10, n. 3 p. 552-562, 2017

BARBOSA, P. T.L.; PEREIRA, G. R.; PORTO, E. P. J.; PIRES, T. B. Sistema de produção de pintado amazônico: caracterização das variáveis físicas, químicas da água e do sedimento. Enciclopédia biosfera. Centro científico conhecer- Goiânia. v. 11. n. 21. 2015.

BARRONCAS, M. F.; PEREIRA-FILHO, M.; GOMES, L. C.; ROUBAUCH, R.; ONO, E. A. Efeitos da troca de água sobre os índices zootécnicos e qualidade dos efluentes na criação intensiva do tambaqui (*Collossoma macropomum*) em viveiros escavados. Rev. Bras. de Eng. de Pesca. v.8. n.1. p. 49-71. 2015.

Boyd, C.E. 2012. Nutrient cycling. In: Mischke, C.C. Aquaculture Pond Fertilization: Impacts of Nutrient Input on Production. 1 ed. Wiley Blackwell. 314p

CARVALHO, S. P.; SILVEIRA, G. S. R. Cultura da alface. Departamento Técnico da Emater. Disponível. Acesso em: 12 SET. 2019.

COSTA, Djeson Mateus Alves da; BARROS JUNIOR, Antônio Carlos de. Avaliação da necessidade do reuso de águas residuais. (2005) Disponível em: Acesso em: 01 dez. 2019.

COSTA FILHO, D. V.1; SILVA, A. J.2 ; SILVA, P. A. P.3 SOUSA, F. C. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos.78.n.5 2017.

COSTA, R. F.; FIGUEIREDO, F. M.; BAY, M.; QUEIRÓZ, C. B.; BAY-HURTADO, F. Análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica de uma piscicultura em Alvorada d`Oeste, Rondônia, Brasil. *Acta agronômica*. v. 64. n.3. p. 260-267. 2014.

DIEMER, O; BOSCOLO, W.R; SIGNOR, A.A; SARY, C; NEU, D.H; FEIDEN, A. Níveis de fósforo total na alimentação de juvenis de jundiá criados em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, Goiânia, 41(4)559-563, 2011. DOI:

FILHO. N. BRASIL, W. B; Franco, C. R..Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no. *Rev. Virtual Quim.*, 2015, 7 (6), 1968-1987. Data de publicação na Web: 3 de julho de 2015

GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; CÓRDOVA, K. R. V. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*solanum tuberosum* l.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 03, n. 02: p. 56-65, 2009.

IBGE, PPM. Pesquisa Pecuária Municipal 2017 IBGE, ACESSO 13 SETEMBRO 2019

KAY, M.M.B.; BOSMAN, G.J.C.G.M.; SHAPIRO, S.S.; BENDICH, A.; BASSEL, P.S. Oxidation as a possible mechanism of cellular aging: Vitamin E deficiency causes premature aging and IgG binding to erythrocytes. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, v.83, p.2463-2467. 1986

LAHNSTEINER, F.; MANSOUR, N.; KUNZ, F.A. The effect of antioxidants on the quality of cryopreserved sêmen in two salmonid fish, the brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Theriogenology*, v.76, p.882-890, 2011.

LEIRA, M. H.; CUNHA, L. T.; BRAZ, M. S.; MELO, C. C. V.; BOTELHO, H. A.; REGHIM, L. S. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. *PUBVET*. v.11. n.1. p. 11-17. 2017.

LIMA, A. F. 2015. Sistemas de produção de peixes. In: RODRIGUES, A. P. O. Eds. *Piscicultura de água doce: Multiplicando Conhecimentos*. 1. ed. Brasília: EMBRAPA. 97-108.

LIMA, E. S., ABDALLA, D. S. P. Peroxidação Lipídica: Mecanismos e avaliação em amostras biológicas, *Revista de Ciências Farmacêuticas*, v. 37, n. 3, p. 293-301, 2001

MARTINS, Y. K. Qualidade da água em viveiro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) caracterização diurna das variáveis físicas, químicas e biológicas. 42f. São Paulo. Dissertação (mestre em aquicultura e pesca). Instituto de Pesca. 2007.

ONO, E. A, e KUBITZA, F. Cultivo de peixes em tanques-rede. 3ª edição. Jundiaí-São Paulo. Esalq. USP. p.76- 112. 2003.

PELIZER, L. H., PONTIERI, M. H., MORAES, I. O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. Journal of Technology Management & Innovation, V.2, p. 118-127, 2007.

RIO, D. D.; STEWART, A.J.; PELLEGRINI, N. A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. v.15, n. 4, p. 316-328, 2005.

SÁ, M. V. C. Limnocultura: limnologia para aquicultura. Edições UFC, Fortaleza. 218p. 2012.

SILVA, S.R.; MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) in natura. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 22, n. 3, 254-258, 2002.

SILVA, L.; ESCALANTE, E.; VALDÉS-LOZANO, D.; HERNÁNDEZ, M.; GASCALEYVA, E. Evaluation of a Semi-Intensive Aquaponics System, with and without Bacterial Biofilter in a Tropical Location. Sustainability, 9, 592, 2017.

SCHULTER E. P, Filho J. E. R. V. evolução da piscicultura no brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia (2017)

TYSON, R. V.; TREADWELL, D. D.; SIMONNE, E. H. Opportunities and Challenges to Sustainability in Aquaponic Systems. HortTechnology, 21 (1). 2011

YAN, S. et al. Toxic effects of nitenpyram on antioxidant enzyme system and DNA in zebrafish (*Danio rerio*) livers. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 122, p. 54–60, 2015a.

## 1 INTRODUÇÃO

Cerca de 181 países produzem aproximadamente 600 espécies de peixes, com destaque para as tilápias, segundo maior grupo cultivado no mundo. A espécie *Oreochromis niloticus* conhecida como Tilápia-do-Nilo contribui com 4,5 milhões de toneladas (FAO, 2018), equivalente a 65% da produção total de aquicultura mundial (Dickson, Nasr-Allah, Kenawy, & Kruijssen, 2016).

Na tilapicultura cerca de 70% dos custos totais baseiam-se em insumos, diminuindo as margens de lucro na produção, para promover práticas sustentáveis em cultivos e reduzir os custos uma das opções é utilizar ingredientes alternativos incrementados nas rações (Mathiesen, 2012). Essa prática vem se destacando e ensaios experimentais com uso de resíduos agroindustriais são cada vez mais frequentes, a exemplo dos resíduos de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*)

Os resíduos agroindustriais são subprodutos da agroindústria que possui um grande potencial como fonte de alimento, cascas e sementes são resíduos reaproveitáveis; Após a produção de polpas no setor alimentício, o preço das frutas se tornam mais competitivos, reforçando a sua utilização na inclusão de alimentação para peixes onívoros (Ferreira et al. 2010). O uso desses possui importante valor na nutrição de peixes e boa composição nutricional que resulta na redução dos insumos e proporcionam maior competitividade entre as indústrias de alimentos para pescado (Jones et al. 2014). A utilização do resíduo de maracujá amarelo é cada vez mais utilizada como ingrediente alternativo porque é rica em pectina, flavonoides, cálcio, fibra alimentares. Foram verificados benefícios da farinha da casca de maracujá como redutor da glicemia, redução no colesterol e LDL (Pintado et al, 2015).

Quanto aos efeitos antioxidantes, estes podem ser mensurados através da peroxidação lipídica por Malon de aldeído (MDA) e análises enzimáticas como Superóxido dismutase (SOD), Glutathione S-transferase (GST) e Catalase (CAT). Sabendo que os peixes, são dotados dos mecanismos antioxidantes endógenos, alguns cenários potencialmente oxidantes perturbam o balanço redox pela produção descontrolada de espécie reativas de oxigênio (ERO). Por outro lado, a capacidade antioxidante é essencial no metabolismo aeróbio, e dietas com substâncias podem promover a inibição da ERO, diminuindo as defesas, aumentando a vulnerabilidade de órgãos e tecidos que estarão

susceptíveis ao estresse oxidativo. (Lushchak, 2011) (Livingstone 2003; Cao et al. 2010; Bayir et al. 2011; Chatzifotis et al. 2011; Antonopoulou et al. 2013; Aouadi et al. 2014).

Além de propriedades calmantes, o maracujá possui pectina que é uma fibra hidrossolúvel composta de diversas subunidades de ácido galacturônico entre outras substâncias como xiloses, arabinoses e mamnosos, que possui propriedades geleificantes. Por outro lado, a fibra proporciona a formação de géis no intestino quando em contato com a água ocasionando uma baixa absorção de gorduras da alimentação e diminuição das taxas de colesterol e triglicerídeos e oferece sensação de maior saciedade (Ingredientes Brasil, 2014; El-Sayed, et al,2015)

Entre as práticas sustentáveis, o RAS (sistema de recirculação em aquicultura), de acordo com Ferri et al. (2018), representa aproximadamente 4,5% do mercado mundial atual de pescado cultivado, e até a próxima década representará algo em torno de 40% dos cultivos intensivos. Dotado de filtragem mecânica e biológica maximizam o uso da água com pouca renovação, diminuindo a quantidade de efluentes para o meio ambiente. Já o uso de hortaliças (aquaponia), pode ter efeito adicional na filtragem de nutrientes, pois permite melhor absorção de moléculas como fósforo e nitrogênio (oriundo das excretas dos organismos e restos de ração), permitindo maiores densidades de estocagem e aumento da biomassa, haja vista o incremento de hortaliças cultivadas em um mesmo sistema (Hundley et al, 2013; Soares, et al, 2015; Scaglione et al, 2017).

Desta forma, a alface (*Lactuca sativa* L.), hortaliça mais consumida e produzida mundialmente (Carvalho; Silveira, 2017), é altamente recomendada em sistemas aquapônicos, uma vez que toleram altos teores de água em suas raízes, variações nos teores de nutrientes dissolvidos, sem apresentar sintomas de deficiência, apresentando, portanto, bons resultados para pH entre 5,8 e 6,2 (Soares et al., 2015).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da inclusão do resíduo do maracujá em dietas para juvenis de *Oreochromis niloticus* em RAS além de verificar a eficácia da alface como fator filtrante adicional no tratamento de água.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Aquicultura/LAQUA, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), entre os meses de janeiro a março de 2019, no período de 60 dias. O experimento foi aprovado pela comissão de ética e uso dos animais (CEUA) sob número de protocolo 17/2019.

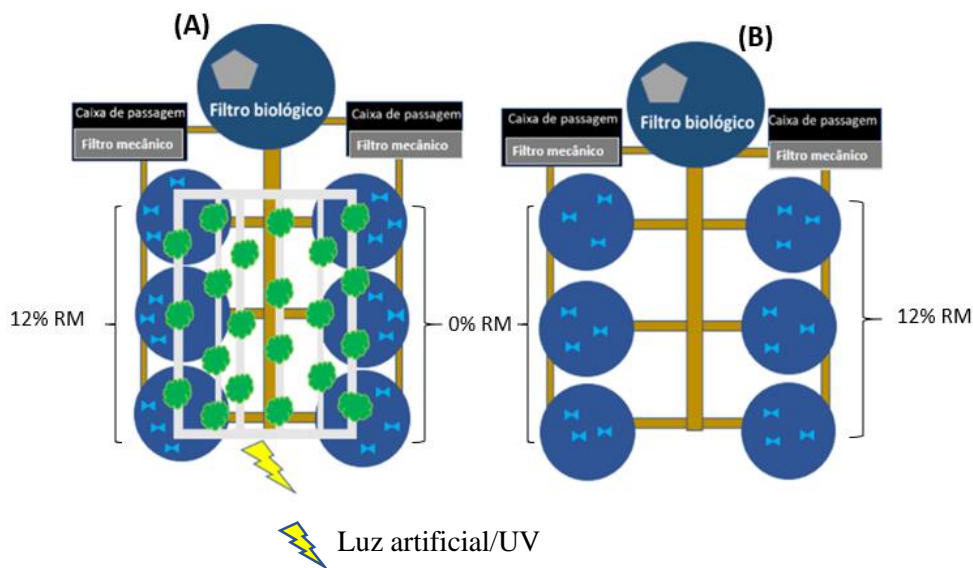
Foram adquiridos 800 alevinos de *O. niloticus* da base de piscicultura situada da própria universidade, transportados em sacos plásticos com volume de 30L contendo 10g de sal (para diminuir o efeito estressor durante o manejo e transporte). Em laboratório foram realizadas as medidas profiláticas por um período de 10 minutos, em caixas com volume de 70L de água, contendo 7ml de formol (5%) e sal (2,0 g/L). Posteriormente, os indivíduos foram aclimatados em tanque de 2.550L em sistema de recirculação de água com filtragem mecânica e biológica, com aeração constante e alimentados até a saciedade, durante 10 dias, sendo tratados com banhos profiláticos de cloreto de sódio e solução e sal refinado, iodato de potássio, (10g/L) para evitar problemas com fungos e bactérias. Durante este período foram aferidos diariamente os parâmetros da água com auxílio de sonda multiparâmetros (modelo YSI).

Após o período de aclimação procedeu-se com a biometria inicial com auxílio de um paquímetro digital ( $\pm 0,01$  g) e balança analítica com precisão de 3 casas decimais, obtendo peso médio inicial de  $3,75 \pm 0,40$  g e comprimento padrão de  $4,15 \pm 0,20$  cm. Em etapa posterior, os peixes experimentais foram distribuídos em uma densidade de estocagem de 25 peixes por unidade experimental, em 12 tanques de polietileno com volume de 150 litros, através de um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 3 repetições, dos quais; T1=12% de inclusão do resíduo de maracujá (RM) com presença de alfices, T2= inclusão de 12% de RM, com ausência de alfices, T3= 0% de inclusão de RM com a presença de alfices e T4=0% de inclusão de RM, com ausência dos alfices. Os tanques foram dispostos de forma aleatória com aeração constante em sistema de recirculação de água, com filtragem mecânica (brita, pedras de argila, lã de vidro e carvão ativado) e biológica (composto de pedras porosas, conchas de ostras, pedras micro porosas e porcelana) para o processo de nitrificação, contendo ainda, caixa de passagem de água para decantar material particulado.

Todo o sistema era alimentado por um aerador de 1,0Hp para fornecimento de oxigênio e água, bombeada por intermédio de uma bomba com vazão de 9.000L/h para recirculação do sistema.

Os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados semanalmente; as medidas de temperatura ( $T^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio dissolvido (%), totais de sólidos dissolvidos (TDS), salinidade (SAL), pH, potencial de oxido redução (ORP) e condutividade elétrica foram determinados com auxílio da sonda multiparâmetros, enquanto os níveis de amônia, nitrito, fosfato, sílica, alcalinidade, dureza e magnésio eram aferidos no intervalo de 8 em 8 dias com auxílio de um espectrofotômetro Hanna.

A coleta de água no sistema aquapônico era realizada na saída da água das alfaces (ÁGUA LIMPA-A1) e na entrada do filtro de brita (ÁGUA SUJA-A2) (Figura 1), e do sistema sem a presença do sistema aquapônico era realizada na saída do filtro biológico (ÁGUA LIMPA-B1) e a água da entrada do filtro de brita e caixa de passagem (ÁGUA SUJA-B2). A cada 10 dias era realizada a sintonagem de todas as caixas com renovação de 50% da água do sistema (Figura 1)



**Figura 1.** Sistema de recirculação, constituído com a presença da alface (*L. sativa*) (A) e o outro sem adição de alface (B), além da indicação dos tanques que eram ofertados 0% e 12% de inclusão de resíduo de maracujá (casca + sementes) na dieta para juvenis de tilápia.

As dietas formuladas, foram confeccionadas respeitando a inclusão de 12% de resíduo de maracujá e 0% (TABELA 1), (resíduo adquirido da fábrica de polpas, MULTIFRUTAS situada no município de Limoeiro de Anadia/AL). O resíduo passou por um processo de desidratação em estufa de ventilação forçada a 55°C, por aproximadamente 72 horas para facilitar a desidratação e evitar o surgimento de fungos. Após secagem, os resíduos foram analisados bromatologicamente onde se determinaram: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) (TABELA 2), realizadas no Laboratório de Nutrição/CECA e os resultados inseridos no programa Supercrak para compor a formulação e balanceamento das dietas de acordo com as exigências nutricionais da espécie. Para a realização das análises, o resíduo de maracujá foi para estufa com circulação de ar forçada, em



temperatura de 40°C, por 48 horas, trituradas em moinho de faca, com moinho tipo Willey, com peneira de 2 mm e homogeneizadas.

**TABELA 1.** Formulação e composição da ração com diferentes níveis do Resíduo de Maracujá (RM) para tilápia do Nilo.

<b>Ingredientes (g.kg-1)</b>	<b>0%RM</b>	<b>12%RM</b>
Farelo De soja	15.00	15.00
Milho	21.43	28.86
Farinha de peixe	4.1	4.00
Farelo de trigo	30.00	10.33
Farelo de glúten de milho 60%	24.21	26.53
Resíduo de maracujá	0.00	12.00
Óleo de soja	0.31	0.64
Fosfato bicálcio	2.3	0.00
Pedra calcária	0.00	0.00
Sak (Na Cl)	0.50	0.50
DL - metionina	0.30	0.30
L- lisina	0.55	0.55
DL- treonina	0.30	0.30
Supolemento (vit e min)	1.00	1.00
Bagaco de cana	0.000	0.00
<b>Nutrientes</b>		
Kcal/ Kg de energia digestível <sup>2</sup>	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	32.00	32.00
Fibra bruta(%) <sup>3</sup>	4.75	6.32
Gordura (%) <sup>3</sup>	4.00	4.00
Metionina + cistina (%) <sup>3</sup>	1.44	1.41
lisina (%) <sup>3</sup>	1.51	1.42
Triptofano (%) <sup>3</sup>	0.26	0.23
Valina (%) <sup>3</sup>	1.45	1.40
Arginina (%) <sup>3</sup>	1.56	1.41
Leucina (%) <sup>3</sup>	3.80	3.92
Histidina (%) <sup>3</sup>	0.37	0.69
Isoleucina (%) <sup>3</sup>	1.25	1.23
Cálcio (%) <sup>3</sup>	0.86	1.57
Fósforo disponível(%) <sup>3</sup>	0.72	2.55

Para a análise da matéria seca, as amostras sofreram uma secagem definitiva em estufa a 105°C com ventilação forçada, por 4 horas, até peso constante. Foram utilizadas para esta etapa cerca de 1,5 g da amostra. Para o cálculo de matéria seca, foi utilizada a seguinte equação:  $\% \text{ MS} = \text{PAS} / \text{PA} \times 100$ , onde: PAS = Peso da amostra seca, PA = Peso da amostra.

A análise da matéria mineral foi realizada logo após a análise da matéria seca, utilizando as mesmas amostras que passaram pelo processo de secagem definitiva. Tais amostras foram colocadas em forno tipo Mufla, onde permaneceram durante 4 horas à temperatura de 600°C. O teor de cinzas foi calculado conforme a Equação:

$$\% \text{ Cinza} = (\text{P1} - \text{P2}) / \text{Pa} \times 100$$

onde:

P1 = peso do cadinho

P2 = peso do cadinho + cinzas

Pa = peso da amostra

O teor de nitrogênio foi determinado pelo método do Macro-Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25 para conversão em proteína, e calculada conforme as Equações:

$$\% \text{ Nitrogênio total} = [(V_a - V_b) \times f \times 0,00028 \times 100] / p$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N} \times 6,25, \text{ onde:}$$

Va = volume de HCl gasto na titulação da amostra

Vb = volume de HCl gasto na titulação do branco

f = fator do HCl

p = peso da amostra

%N = % Nitrogênio total

Para a determinação da fração lipídica ou extrato etéreo, foi utilizado o aparelho Soxhlet, que isola a gordura com o auxílio de éter de petróleo. Para tanto, foram pesadas em torno de 1,5 gramas da amostra em sachês, que foram lavados com solvente, por um período de 1,5 horas, a fim de se retirar a gordura. A gordura extraída foi calculada pela diferença de peso do sachê após ser seco em estufa.

A tabela 2 apresenta os resultados das análises bromatológicas da matéria seca (**MS**), matéria mineral (**MM**), matéria orgânica (**MO**), proteína bruta (**PB**), fibra bruta (**FB**).

**Tabela 2.** Composição química e análise bromatológicas da matéria seca (**MS**), matéria mineral (**MM**), matéria orgânica (**MO**), proteína bruta (**PB**), fibra bruta (**FB**) do resíduo de maracujá (**RM**)

Item	MS	MM	MO	PB	FB
RM	89,40	5,27	94,72	10,40	27,59

(MS em percentagem na matéria natural; g/Kg MS)

## 2.1| Dietas e design experimental

Para o processamento das rações os ingredientes foram pesados em balança de 1,5kg ( $\pm 0,01$ g) e triturados em moinho de facas com peneira 1,0mm, posteriormente misturados manualmente até homogeneidade, em seguida foi umedecida com água morna com temperatura de 60°C, em seguida ocorreu a peletização em um moedor de carne, após esse processo a ração foi direcionada a uma estufa de ventilação a aproximadamente 55°C por 24horas; Os peletes foram quebrados em liquidificador doméstico e separados

por peneiras de diversas malhas, de maneira a apresentarem peletes adequado para o tamanho da boca dos organismos. Após o processamento das rações se iniciou o experimento nutricional, onde 6 caixas eram alimentados com ração 0% de resíduo de maracujá (RM) (caixas:1,8,9,11,6,5) e outras 6 com ração 12% RM (caixas:7,10,12,3,2,4) e alimentados 3x ao dia as 9:00, 12:00 e 15:00 horas durante 60 dias.

As rações foram elaboradas de forma a apresentarem-se isoproteicas e isoenergéticas (32% Proteína Bruta (PB) e 3000 kcal/ kg) (Tabela 1) de acordo com o NRC (2011) atendendo as exigências nutricionais para tilápia do Nilo.

## 2. 2. Parâmetros corpóreos de desempenho dos peixes

A conversão alimentar aparente (CAA), foi determinada dividindo-se a quantidade de ração consumida em cada unidade experimental, pelo ganho de peso médio dos peixes (g) ao final do experimento, descrita por CHO (1993). Taxa de crescimento específico, expressa em porcentagem, calculada a partir da fórmula sugerida por Bagenal & Tesch (1978).  $TCE = 100 \times (\ln \text{ peso final} - \ln \text{ Peso inicial}) / \text{tempo do experimento}$ . Onde, ln = logaritmo natural). O cálculo do índice hepatossomático (IHS) foi feito por meio da seguinte fórmula:  $IHS = (\text{peso do fígado} / \text{peso final do peixe, em gramas}) \times 100$ , os fígados de cada peixe foram pesados em balança digital com três casas decimais.

$$TCE = 100 \times \left[ \frac{\ln Pf - \ln Pi}{t} \right]$$

Onde:

TCE= taxa de crescimento específico;

PF = peso final (g);

PI= peso inicial (g);

IN = logaritmo natural;

T= dias de experimento;

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o programa graphpad prism (version 6.0, GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA). Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variância com o teste Shapiro-Wilk. Dados paramétricos submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey. Dados não paramétricos submetidos à análise Kruskal-Wallis seguido do teste de média Dunn's. Foi

adotado o nível de significância de 5%. Todos os dados serão apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média (EPM).

### **2.3. Preparo das amostras para análises enzimáticas**

Após o período de 60 dias os peixes foram mantidos 24 horas em jejum e posteriormente submetidos a biometria, anestesiados em gelo e sacrificados para retirada dos órgãos como fígado, músculo e brânquia para realizar análises de enzimáticas da catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), glutathione S-transferase (GST) e o produto da peroxidação lipídica (MDA) utilizando o método de Ellman (1961) modificado. Cada órgão foi homogeneizado a 1: 10 (p / v) tampão fosfato 0,1 M (pH 7,5). Os tecidos foram retirados do animal e pesados imediatamente. Após pesagem as amostras foram embrulhadas em papel alumínio (identificadas), congeladas e estocadas em freezer -80°C, fragmentos do fígado (0,150 g), músculo peitoral (0,150 g) e brânquias (0,150g) foram homogeneizados em tampão fosfato de potássio (pH 7.4) 0.2 M com 1M EDTA e a suspensão centrifugada durante 10 minutos a 4° C a 12.000 rpm, o sobrenadante foi utilizado para as análises

#### **2.3.1. | Atividade das enzimas antioxidantes**

A atividade da SOD nos tecidos foi mensurada em espectrofotômetro (190-1100nm do feixe (RBC) UV/Vis) baseado na aptidão desta enzima catalisar a reação do superóxido O<sub>2</sub> - e o peróxido de hidrogênio e, assim, diminuir a razão de auto oxidação do pirogalol. A atividade da CAT foi mensurada segundo Aebi (1984) através da taxa de queda da absorbância em 60 segundos do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (10 mM) 82 em tampão fosfato de potássio 0.2 M (pH 7.0) e homogeneizado de tecido em espectrofotômetro ( $\lambda$ = 240nm). Para os cálculos foi utilizado o coeficiente de extinção molar do peróxido de hidrogênio  $\epsilon_{240} = 36 \text{ mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1}$ . A atividade da enzima GST foi mensurada de acordo com Habig et al. (1974), através da formação do conjugado glutathione-2,4-dinitrobenzeno (CDNB) pelo aumento da absorbância ( $\lambda$ = 340 nm) durante 60 s. O coeficiente de extinção molar do CDNB  $\epsilon_{340} = 9,6 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  foi utilizado para os cálculos.

#### **2.3.2. Malondialdeído (MDA) / Ensaio de Tiobarbitúrico (TBARS)**

O sobrenadante resultante foi utilizado para as análises de malondialdeído (MDA), conforme descrito por Buege & Aust (1978). O sobrenadante do tecido foi

homogeneizado em solução de ácido tricloroacético (15%) / ácido tiobarbitúrico (0,375%) / ácido clorídrico (0,25 M). A mistura reacional total foi mantida em banho-maria em ebulição durante 40 minutos a 90 °C, resfriado sobre gelo. Posteriormente as amostras foram centrifugadas (10 minutos, 15°C, 2.500 rpm), o sobrenadante foi utilizado para medir a absorbância a 535 nm em espectrofotômetro (190-1100nm do feixe (RBC) UV/Vis), os níveis totais de MDA em cada amostra foi determinados por meio de curva padrão a partir de concentrações conhecidas de 1,1,3,3-tetramethoxypropane (TMPO).

#### **2.4. Análises Histopatológicas**

Para realização das análises histológicas, foram retirados fragmentos do intestino médio de um peixe de cada tratamento no 60º dia de experimento e as amostras foram fixadas em formol 70% durante 24 horas e posteriormente imersos em álcool 70%. Posteriormente foi realizada a desidratação em série alcoólica crescente a 70, 80 e 90% (10 minutos cada) e em três banhos de 10 minutos cada em álcool etílico a 99%.

As amostras foram infiltradas, à temperatura ambiente, primeiro em um banho de duas horas com uma mistura de historesina (Leica®) e álcool (1:1) e depois mantidas imersas em historesina pura por 24h. O material foi incluído em historesina e transferido para cubas de inox e mantidos em temperatura ambiente até que os blocos se polimerizassem por completo. Cortes semifinos com 5 µm de espessura foram obtidos em micrótomo rotativo com navalhas de aço inox.

Os cortes foram transferidos para lâminas histológicas, as quais foram colocadas em placa aquecida a 40 °C por 15 minutos para que os cortes fossem distendidos e aderidos à lâmina. Posteriormente, os cortes foram corados com hematoxilina de Harris, por 30 minutos, lavados em água corrente por 5 minutos, corados com eosina por 30 segundos e lavados em água corrente. Para proteção do material, lamínulas foram aderidas às lâminas usando Entellan® (Merck Millipore) como meio de montagem.

Em seguida, o material foi fotografado em microscópio de luz com câmera digital seguindo o protocolo vigente do laboratório de microscopia/CECA. Foram realizadas medições de alturas de 20 vilosidades, larguras das bases e ápices utilizando o programa **ProgRes**, totalizando 60 medições por tratamento.

### **3| RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## Análises limnológicas dos sistemas RAS

Não ocorreu variações nos parâmetros limnológicos entre os dois sistemas (Tabela 4), a qualidade de água não influenciou significativamente no desempenho dos peixes, pois todos os parâmetros se enquadraram no recomendável pela literatura, todavia, no sistema aquapônico a água obteve uma leve melhora com relação aos tratamentos que não estavam submetidos em sistema aquapônico com recirculação de água. De certa forma, o modelo de sistema RAS adotado neste experimento, permitiu maior controle de qualidade de água e estabilidade dos parâmetros físico-químicos.

**Tabela 4.** Parâmetros limnológicos aferidos com auxílio de sonda multiparâmetros do 1° ao 60° dia de experimento, nos sistemas com alface como fator filtrante e sem alface.

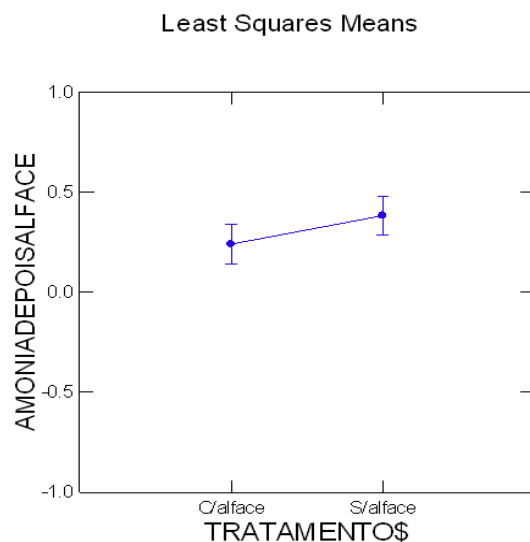
SISTEMA 1 (COM ALFACES COMO FATOR FILTRANTE)											
DIAS	1º	3º	5º	13º	17º	22º	29º	36º	45º	52º	60º
Temperatura °C	27,6	27,7	27,6	27,4	27,8	27,6	26,4	24,4	26,9	26,9	27,2
Saturação do oxigênio %	91	74	66	77	164	43	47	73	63	63	36
Oxigênio dissolvido mg/L	6,6	5	4,9	5,4	10,1	2,8	3,6	4,9	4,7	4,7	2,5
TDS mg/L	2120	2243	3707	1963,5	1365	1579,5	1814	1657,5	1690,6	1813,5	1404
Salinidade mg/L	2,38	1,72	1,8	1,43	1,06	1,24	1,44	1,32	1,39	1,42	1
Ph	6	5,54	5,78	6,19	6,75	7	7,2	6,29	6,53	6,49	6,17
ORP mg/L	55	42,1	-39,4	68,1	79,2	-8,4	38,7	32,4	125,4	29,3	60,5

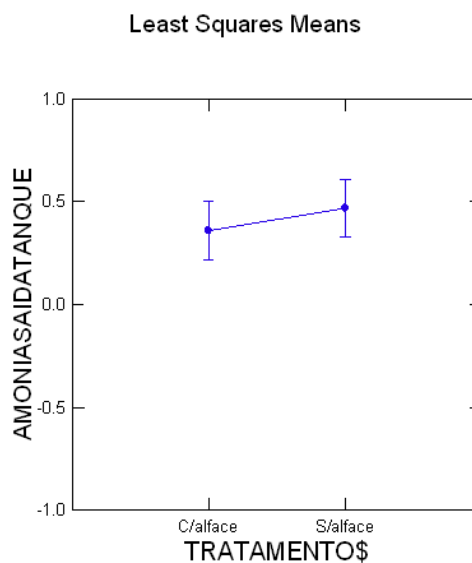
SISTEMA 2 (SEM ALFACES COMO FATOR FILTRANTE)											
DIAS	1º	3º	5º	13º	17º	22º	29º	36º	45º	52º	60º
Temperatura °C	27,9	28,6	27,4	27,1	27,4	27,8	27	27,7	27,7	27,7	28,5
Saturação do oxigênio %	80	58	56	60	50	54	41	44	41	41	34
Oxigênio dissolvido mg/L	6,1	4,2	4,1	4,4	5	3,8	3	3,2	3,7	3	2,5
TDS mg/l	3401	2243	2366	1794,5	1502	1628	1814	1703	1690	1690,6	1379
Salinidade mg/L	2,8	1,8	1,81	1,56	1,18	1,24	1,44	1,34	1,34	1,3	1,07
Ph	6,1	5,55	5,78	6,2	6,77	6,97	7,19	6,39	6,54	6,53	6,3
ORP mg/L	42,2	44,6	49,6	60,9	73,1	13,2	32,4	99,2	58,4	125,4	62,4

Para os parâmetros da água do tratamento que possuía alfaces foi significativo para amônia com níveis mais baixos em relação a tratamento sem vegetais, segundo ANOVA com 5% de significância com valos de  $p=0.045$  (Figura 2)

**FIGURA 2.** Variação da amônia da saída da alface (água limpa) em função do período experimental em sistema RAS com juvenis de tilápia.



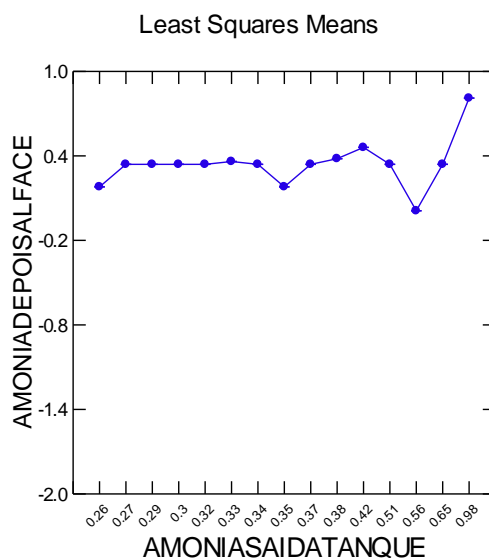
Em relação à variável saída de água na saída dos tanques (ÁGUA SUJA), não ocorreu diferença significativa nos níveis de amônia com alface ou sem alface,  $p=0.261 > 0,05$ , não é significativo e não existem diferenças nesses dois pontos de coleta. ANOVA 5%, (FIGURA 3)



**Figura 3.** Variação da amônia da saída dos tanques (água suja) em função do período experimental em sistema RAS com juvenis de tilápia.

Os resultados demonstraram que conforme aumenta-se os dias e com o aumento de ração e excreção dos peixes, os níveis de amônia vão aumentando, para ambos sistemas (sem alface e com alface) (Figura 4). Na comparação dos níveis de amônia após passar pelo alface e filtro biológico, ocorreu diferenças significativas, ou seja, o sistema de

filtragem tanto com alface e filtro biológico como somente com filtro biológico ajudou na diminuição dos níveis de amônia no sistema de recirculação. Foi observado também que o sistema alface + filtro biológico obteve menores índices de amônia do que só com filtragem biológica. Quanto aos níveis de nitrito estes não foram significativos no sistema alface + filtro biológico e no sistema só com filtro biológico ANOVA,  $p < 0,05$ )



**Figura 4.** Variação da amônia (depois da filtração pela alface – água limpa) em função do período experimental em sistema RAS com juvenis de tilápia.

Os efeitos dos níveis de inclusão de RM sobre o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo no período de 60 dias de cultivo estão apresentados na TABELA 3. A inclusão do resíduo de maracujá não apresentou diferenças significativas na conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e ganho de peso (GP) dos juvenis de tilápia (Tabela 3), demonstrando que este alimento não apresenta problemas quanto a aceitabilidade e que a inclusão de 0% e 12% não implicou em desbalanço nutricional das rações avaliadas, também foi constatado que os peixes que estavam nos tratamentos em sistema aquapônico, consumiram maior quantidade de ração, entretanto não influenciou significativamente no desempenho de acordo com os testes estatísticos (ANOVA 5%, Teste de Tukey  $< 5\%$  de probabilidade)

**Tabela 3:** Médias, desvio padrão e valores de probabilidade (P) de conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e ganho de peso de juvenis de Tilápia do nilo alimentados com rações com diferentes níveis de resíduo de maracujá.



TRATAMENTOS	0% RM		12% RM		Valor-P
	C/ ALFACE	S/ ALFACE	C/ALFACE	S/ALFACE	
CAA	1,320± 0,124	1,353± 1,171	1,220± 0,168	1,403 ±0,170	0.576
TCE	2,912 ±0,047	2,737± 0,245	2,922± 0,336	2,692 ±0,212	0.544
GP	21,53 ±0,61	19,51 ±2,75	21,93 ±4,20	18,96± 2,44	0.519

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Gondim (2005), onde foi avaliado a composição nutricional de cascas de maracujá, mostrando que de modo geral, apresentam teores de nutrientes maiores do que suas respectivas partes comestíveis, podendo, portanto, ser consideradas como fonte alternativa de nutrientes, evitando o desperdício de alimentos. Foi realizado a substituição do milho pela farinha da casca de maracujá (0, 10, 15 e 30%). Não apresentaram diferenças entre as dietas. Porém nesses estudos as variáveis de desempenho apresentaram aumento significativo com a substituição da casca do maracujá, conclui-se que esse resíduo é bem digerido e parece ter grande potencial para inclusão em dietas de juvenis de tilápia do nilo, o que possibilita a inclusão de até 30% da farinha de resíduo de maracujá nas rações de tilápia do Nilo sem comprometer as variáveis avaliadas no estudo

, os resultados encontrados no trabalho possuem relevância para a aquicultura, pois de acordo com Oliveira (2014) a maior parte dos custos de produção é oriunda das rações comerciais, assim a reutilização de resíduos agroindustriais torna-se alternativa viável, facilitada pela boa aceitação e absorção dos nutrientes pelos peixes, sendo este um dos pontos mais importantes na formulação de dietas equilibradas e de baixo custo .

### 3.2| Enzimas

Para MDA os níveis foram maiores em brânquia nos tratamentos 0% de RM. A atividade enzimática de SOD também não, onde nos dois tratamentos no músculo a atividade foi maior. Para GST a atividade enzimática deferiu no fígado em 0% e 12% de inclusão de RM. Para CAT realizada somente com as brânquias, o tratamento 12% apresentou maior atividade enzimática sendo significativo (15,09±5,98) (Tabela 5)

Baseado na habilidade da superóxido dismutase catalisar a reação de redução do radical superóxido ( $O_2^-$ ), diminuindo assim a razão de auto oxidação de 50% do pirogalol. pode-se observar que a atividade de  $\mu$  SOD/mg tecido foi maior nos tecidos muscular em relação aos outros tecidos em ambos os tratamentos 0% e 12% RM.

Em organismos em que as EROS são destruídas por enzimas antioxidantes como SOD que degrada os peróxidos em compostos sem efeitos toxicológicos e CAT que tem

a função de transformar o radical superóxido em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Cheng et al., 2015). Deste modo as alterações nas atividades dessas enzimas são consideradas bons marcadores de stress oxidativo.

A Superóxido dismutase (SOD) mostrou-se elevada no tratamento 12% RM em músculo ( $12,89 \pm 4,67$ ) (Tabela 5) essa enzima faz parte do sistema de defesa antioxidante dos animais, minimizando o estresse oxidativo gerado pelas espécies reativas ao oxigênio (ERO). A geração de ERO é uma condição inevitável do metabolismo do oxigênio em organismos aeróbicos (Johnson et al., 2002). As propriedades antioxidantes do macacujá influenciou a atividade e observa-se que mudanças na atividade da SOD em tecidos de peixes têm sido observadas como respostas comuns e extensivamente usadas como importantes bioindicadores de estresse oxidativo.

Nesse estudo mostrou que a concentração de GST foi significativamente maior no fígado ( $14,60 \pm 6,49$ ) (Tabela 5) em animais suplementados com ração 12% de RM. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Amado et al. (2011), que afirma que as propriedades antioxidantes em órgãos e tecidos aumentaram consideravelmente na atividade da GST no fígado e cérebro, protegendo estes órgãos contra estresse oxidativo induzido por microcistina. Esse resultado corrobora com os apresentados no presente trabalho, onde a atividade da GST no fígado apresentou alteração e estas diferenças podem ser explicadas pelas condições experimentais e doses utilizadas. Além disso, é sabido que a rota de administração influencia na eficiência de absorção dos nutrientes e sugere que os resultados atuam de forma diferenciada entre órgãos, como resposta em função do tempo de suplementação.

Os nutrientes presentes no maracujá têm chamado a atenção por seu efeito na prevenção ou redução do estresse oxidativo, relacionado com a patogênese de várias doenças, além disso, esses compostos previnem a deterioração de alimentos por inibir a oxidação lipídica (Lafka et al., 2011) assemelhando-se aos resultados encontrados no experimento, pois os valores de MDA (Tabela 5) dos organismos alimentados com 12% de RM foram menores em fígado, músculo e brânquia.

**Tabela 4:** Capacidade antioxidante das análises de Malon de aldeído (MDA), Superóxido dismutase (SOD), Glutathione S-transferase (GST), Catalase (CAT), em fígado, músculo e brânquia de tilápia alimentadas com ração composta por 0% e 12% de inclusão de RM.

TRATAMENTOS	CAT 0% RM U CAT/mg	CAT 12%RM U CAT/mg	SOD 0% RM U SOD/ mg	SOD12% RM U SOD/ mg	GST 0% RM $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$	GST 12 % RM $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$	MDA 0% RM $\mu\text{mol}/\text{mg}$	MDA 12% RM $\mu\text{mole}/\text{mg}$
Fígado			5,37 $\pm$ 1,62	6,12 $\pm$ 2,95	9,40 $\pm$ 3,15 <sup>a</sup>	14,60 $\pm$ 6,49 <sup>b</sup>	4,89 $\pm$ 2,01	3,60 $\pm$ 1,49
Músculo			9,08 $\pm$ 2,76 <sup>a</sup>	12,86 $\pm$ 4,67 <sup>b</sup>	1,21 $\pm$ 0,62	1,60 $\pm$ 0,64	5,85 $\pm$ 1,20	5,30 $\pm$ 1,56
Brânquia	8,47 $\pm$ 1,87	15,09 $\pm$ 5,98	8,15 $\pm$ 1,26	8,77 $\pm$ 1,08	1,18 $\pm$ 0,84	2,26 $\pm$ 0,72	16,48 $\pm$ 2,51 <sup>a</sup>	14,8 $\pm$ 1,94 <sup>b</sup>

a,b Médias (Médias  $\pm$  Desvios) seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos. Tukey, diferem a 5%.

### 3.3/ Histologia do intestino médio

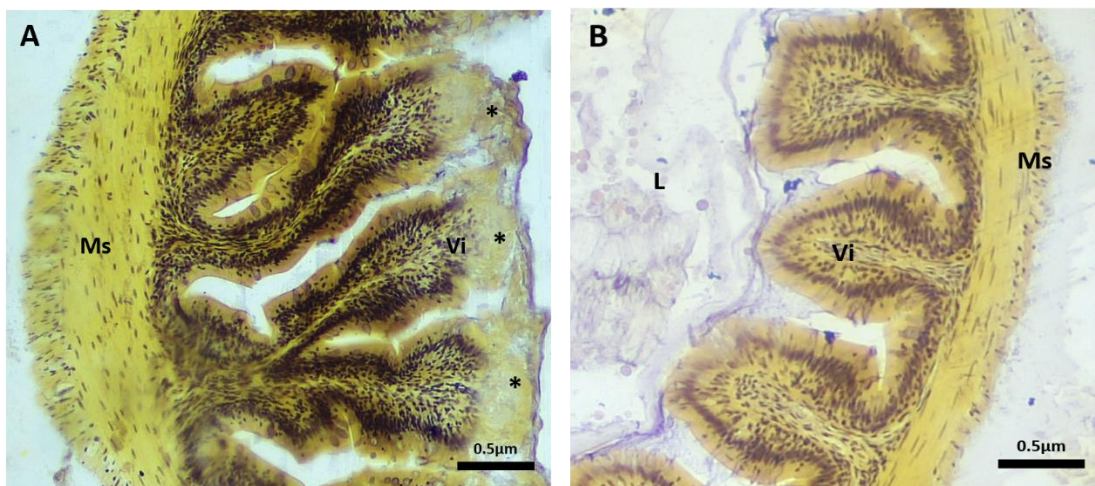
A tabela 6 expressa os resultados obtidos para altura, espessura da base e ápices das vilosidades do intestino médio. A ração com 0% de RM resultou em medidas significativas ( $P < 0,05$ ), em comparação com as medidas das vilosidades da dieta que teve 12% de inclusão de RM que apresentou redução das vilosidades em virtude da presença da pectina e das substâncias geleificantes.

As áreas de absorção do intestino médio foram maiores no tratamento em que não houve inserção de aditivo (0%), o que poderia, em tese, aumentar a absorção do alimento neste órgão. Contudo, apesar das diferenças das microvilosidades no intestino, os dados de desempenho não diferiram significativamente entre os tratamentos testados ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 6.** Média e desvio padrão das alturas, larguras e ápices das vilosidades do intestino médio de juvenis de *O. niloticus* submetidas a dieta com diferentes concentrações de resíduo de maracujá

Tratamentos	0%	12%	Valor-P
Altura- base	2,784 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>	1,905 $\pm$ 0,23 <sup>b</sup>	0
Largura-base	0,715 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	0,616 $\pm$ 1,11 <sup>b</sup>	0,023
Largura-ápice	1,227 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	0,941 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>	0

a,b Médias (Médias  $\pm$  Desvios) seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos. Tukey, diferem a 5%.



**Figura 5.** Fotomicrografias do intestino médio de *Oreochromis niloticus*. **A)** Vilosidades = (Vi) dos peixes alimentados com ração 0% RM, camada muscular (Ms), expansão das vilosidades (\*) em direção ao lúmen (L). **B)** Epitélio intestinal dos peixes alimentados com ração 12% RM, mostrando as vilosidades (Vi) de formato homogêneo, camada muscular bem desenvolvida= (Ms), lúmen = (L). Coloração hematoxilina e eusina (HE), fotografadas em aumento de 100x.

Segundo Chochemore et al. (2003) as espécies da família Passifloráceae, possui pectina que é uma fibra hidrossolúvel composta de diversas subunidades de ácidos, polissacarídeos e outras substâncias essa possui propriedades geleificantes, oferecendo sensação de maior saciedade. Esses fatores podem ter influenciado na morfometria dos resultados histológicos.

## 5|CONCLUSÕES

- A adoção do sistema RAS com a adição de alface-lisa é promissora para a diminuição dos níveis de amônia em um sistema de cultivo de tilápia do Nilo (*O. niloticus*).
- Houve uma boa aceitação e absorção do RM, entretanto não ocorreu diferenças entre os desempenhos dos peixes de ambos os tratamentos.

## REFERÊNCIAS

Amado L,L., M,L., Garcia, tc., Pereira, Js Yunes, Mr bogo & Jm., monserrat. (2011). Chemoprotection of lipoic acid against microcystin - (2011) induced toxicosis in common carp (*Cyprinus carpio*, Cyprinidae). *Comp 756 Biochem Phys C.*, 154: 146-153.

Antonopoulou, E, E Kentepozidou, K Feidantsis, C ROUFIDOU, S DESPOTI & S CHATZIFOTIS. (2013). Starvation and re-feeding affect Hsp expression, MAPK activation and antioxidant enzymes activity of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Comp Biochem Phys A.*, 165: 79-88.

Ouadi, D, G., Luciano, V vasta, S Nasri, D,M Brogna, S Abidi, A Priolo & H,B Salem. (2014). The antioxidant status and oxidative stability of muscle from lambs receiving oral administration of *Artemisia herba alba* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Meat Sci.*, 97: 237-243

Bayir, A, A Sirkecioglu, M Bayir, HI Haliloglu, EM Kocaman & Nm Aras. (2011). Metabolic responses to prolonged starvation, food restriction, and refeeding in the brown trout, *Salmo trutta*: oxidative stress and antioxidant defenses. *Comp Biochem Phys B.*, 159: 191-196.

Carvalho, S. P.; Silveira, G. S. R. Cultura da alface. Departamento Técnico da Emater.2017.

Cheng, C.H.; F. F.; Ling, R. Z.; Miao, Y. T.; YE. C. X.; Wang, A. L. Effects of ammonia exposure on apoptosis, oxidative stress na immune response in pufferfish (*Takifugu obscurus*). *Aquat. Toxicol.*, v 164, p. 61-71,2015.

Crochemore, M. L.; Molinari, H. B.; Maria, N.; Stenzel, C. Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 1., p. 5–10, 2003. Disponível em: . Acesso em: 17 out. 2019

Dickson, M., Nasr-Allah, A., Kenawy, D., & Kruijssen, F. (2016). Increasing fish farm profitability through aquaculture best management practice training in Egypt. *Aquaculture*, 465, 172–178. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.201.09.015>

El-sayed, A. F. M., Dickson, M. W., & El-Naggar, G. O. (2015). Value chain analysis of the aquaculture feed sector in Egypt. *Aquaculture*, 437, 92–101.

FAO, 2016. The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges. 243 p 18/04/17 | Pesca e aquicultura

Ferreira, M. F. P.; Pena, R. S. (2010) Estudo da secagem da casca do maracujá. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande*, 12,15-28.

FERRO, C. O.; CHAGAS, V. L. A.; OLIVEIRA, M. F.; OLIVEIRA, P. L.; SCHANAIDER, A. Atividade da catalase no pulmão, rim e intestino delgado não isquemiado de ratos após reperfusão intestinal. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 37, n. 1, p. 031-038, 2010

Gondim, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 25, n. 4, p. 825-827, out./dez. 2005

Jones AC, Mead A, Kaiser MJ et al (2014) Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture: a national and global perspective. *Fish Fish*. doi:10.1111/faf.12086.

Johnson, D.A.; Andrews, G.K.; Xu, W.; Johnson, J.A. (2002). Activation of the antioxidant response element in primary cortical neuronal cultures derived from transgenic reporter mice. *J Neurochem*, 81:1233-1241

Lafka, T. L. et al. (2011) Phenolic and antioxidant potential of olive oil mill wastes. *Food Chemistry, London*, v. 125, n. 1, p. 92-98, Mar..

Livingstone, D.,R. (2003). Oxidative stress in aquatic organisms in relation to pollution and aquaculture. *Rev Med Vet.*, 6: 427-430

Lushchak V. (2011). Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquat Toxicol.*, 101: 10-18.

Mathiesen, A. M. (2012). *The state of the world fisheries and aquaculture*. Italy, Rome: Food and Agriculture Organization.

Oliveira, M.M., Ribeiro, T., Orlando, T.M., de Oliveira, D.G.S., Drummond, M.M., de Freitas, R.T.F., Rosa, P.V., (2014). Effects crude protein levels on female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reproductive performance parameters. *Anim. Reprod. Sci.* 150, 62–69. doi:10.1016/j.anireprosci.2019.10.17

Pintado, M. E e Teixeira, J. A. (2015). Valorização de subprodutos da indústria alimentar: obtenção de ingredientes de valor acrescentado. *Boletim de Biotecnologia*, 6, pp. 11-19.

Hundley, G.C. et al. (2013) Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjerona (*Origanum majorana*) e manjeriço (*Origanum basilicum*) em sistemas de Aquaponia. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.3, p.51-55.

Scaglione, M. C. et al. Acuaponia, nueva tecnología de producción agropecuaria. In: *jornada de difusión de la investigación y extensión*, v.3 2017 Acesso em: 12 set 2019.

Soares, E. C. et al. (2015) Peixe com salada: aquaponia possibilita o cultivo de peixes e alfaces sem agrotóxicos. *Panorama da Aquicultura*. v.148, p. 24-29, março/abril.