



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

TAINARA DA SILVA COSTA

**ANÁLISE DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, PERFIL DE ENZIMAS
DIGESTIVAS E METABOLISMO PROTEICO NA SUBSTITUIÇÃO DE
FARINHA DE PEIXE POR FARINHA DE *Gryllus Assimilis* NA
ALIMENTAÇÃO DO PERÍODO LARVAL DE *Macrobrachium
rosenbergii* (CAMARÃO DE ÁGUA DOCE)**

LARANJEIRAS DO SUL (PR)

2023

TAINARA DA SILVA COSTA

ANÁLISE DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, PERFIL DE ENZIMAS DIGESTIVAS E METABOLISMO PROTEICO NA SUBSTITUIÇÃO DE FARINHA DE PEIXE POR FARINHA DE *Gryllus Assimilis* NA ALIMENTAÇÃO DO PERÍODO LARVAL DE *Macrobrachium rosenbergii* (CAMARÃO DE ÁGUA DOCE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Biólogo Licenciado.

Orientadora: Prof. Dra. Silvia Romão

Co-orientadora: Prof. Dra. Luisa Helena Cazarolli

LARANJEIRAS DO SUL (PR)

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

, Tainara da Silva Costa
ANÁLISE DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, PERFIL DE ENZIMAS
DIGESTIVAS E METABOLISMO PROTEICO NA SUBSTITUIÇÃO DE
FARINHA DE PEIXE POR FARINHA DE Gryllus Assimilis NA
ALIMENTAÇÃO DO PERÍODO LARVAL DE Macrobrachium
rosenbergii (CAMARÃO DE ÁGUA DOCE) / Tainara da Silva
Costa . -- 2023.
43 f.

Orientadora: Prof. Dra. Silvia Romão
Co-orientadora: Prof. Dra. Luisa Helena Cazarilli
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Licenciatura em Ciências Biológicas, Laranjeiras do
Sul, PR, 2023.

1. Produção Animal. 2. Biologia. 3. Aquicultura. I. ,
Silvia Romão, orient. II. Cazarilli, Luisa Helena,
co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul.
IV. Título.

TAINARA DA SILVA COSTA

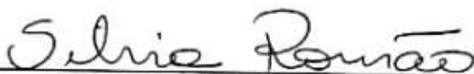
ANÁLISE DO DESEMPENHO ZOTÉCNICO, PERFIL DE ENZIMAS DIGESTIVAS E METABOLISMO PROTEICO NA SUBSTITUIÇÃO DE FARINHA DE PEIXE POR FARINHA DE *Gryllus assimilis* NA ALIMENTAÇÃO DO PERÍODO LARVAL DE *Macrobrachium rosenbergii* (CAMARÃO DE ÁGUA DOCE)

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para a obtenção do grau de Licenciado(a) em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul - *Campus* Laranjeiras do Sul.

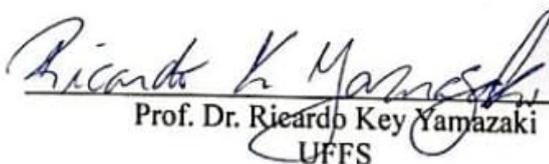
Orientadora: Silvia Romão

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 06/07/2023

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Silvia Romão
Orientador – UFFS



Prof. Dr. Ricardo Key Yamazaki
UFFS



Eng^a. Aquic. Milena Cia Retcheski
UFFS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade de está concluindo mais uma etapa na minha vida.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul, por essa e várias oportunidades satisfatórias no decorrer da minha vida acadêmica.

Agradeço à minha orientadora Silvia Romão e a co-orientadora Luisa Helena de forma especial por me prestigiarem neste momento de conclusão de curso e por fazerem ele acontecer.

Agradeço aos professores do corpo docente de Ciências Biológicas, que estiveram empenhados durante todos estes anos a me orientar como aluna e como aprendiz. Alguns professores, que fizeram os meus momentos se tornarem especiais dentro da academia e que me fizeram sentir uma conexão maior pela Biologia animal. A professora Aline e a professora Silvia que me deram a oportunidade de estar mais conectada com o laboratório e os projetos dentro da Universidade. Ao professor Ricardo e ao professor Monkolski que sempre fizeram um trabalho excelente dentro do curso como coordenador. E aos demais professores de Biologia.

Agradeço aos meus amigos Ellen Kovalski, Pedro Franco, Milena Cia, Caroline Ribeiro e Juan por estarem comigo nos momentos da correria dentro do laboratório, a contribuição de cada um foi essencial para este momento.

Agradeço ao Luis Carlos, por ter feito parte deste momento e ter me ajudado de tantas formas durante a minha vida acadêmica.

RESUMO

A dieta do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, em período de larvicultura, está principalmente baseada em alimento vivo (artemia) e flans fabricados à base de farinha de peixe. O uso de farinha de *Gryllus assimilis* na dieta das larvas de camarão é uma alternativa à dieta convencional, na busca de melhor desempenho produtivo, no âmbito zootécnico, fisiológico e econômico, assim como obtenção de proteína e lipídeos de origem animal de fonte mais sustentável. Neste contexto, o projeto teve como objetivo avaliar o potencial do uso de farinha do inseto *G. assimilis* como fonte de proteína na dieta de larvas, realizando larvicultura com dieta contendo farinha de grilo, com substituição da farinha de peixe (15, 80 e 100 % de substituição). Os tratamentos foram realizados em duplicata e comparados com 2 grupos controles. A alimentação com flan foi realizada 4 vezes ao dia, por 29 dias. Foram realizadas avaliações do desempenho zootécnico (sobrevivência e metamorfose), do perfil digestivo (enzimas tripsina, quimiotripsina, amilase, lipase) e metabolismo de proteína (AST e ALT) de juvenis de *M. rosenbergii*, após ao período da larvicultura. Os grupos de tratamento alimentados com dieta à base de farinha de grilo apresentaram período de larvicultura semelhante ao controle, sendo que as primeiras pós-larvas surgiram após 20 dias de larvicultura, período característico para a espécie. Os melhores resultados de metamorfose foram observados em grupos de tratamento alimentados com dietas contendo 80 e 100 % de substituição de farinha de peixe por farinha de grilo onde foram observadas incubadoras com 100 % dos animais na fase de pós-larvas. Os grupos de 10 % e 100 % de substituição de farinha de peixe por farinha de grilo apresentaram maiores níveis de sobrevivência quando comparados ao controle. As enzimas digestivas e do metabolismo de proteínas não apresentaram diferenças significativas entre os grupos experimentais. Os resultados indicam uma potencialidade da substituição total da farinha de peixe por farinha de grilo na alimentação de larvas de camarão durante a larvicultura.

Palavras-chave: farinha de inseto, enzimas digestivas, metabolismo de proteína, camarão, larvicultura.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Formulação da ração utilizada.....	20
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ALT	Alanina-aminotransferase
AST	Aspartato-aminotransferase
OD	Oxigênio Dissolvido
PL	Pós-larva
TGP	Transaminase glutâmico pirúvica
TGO	Transaminase Glutâmica oxalacética

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	JUSTIFICATIVA.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1	Cultivo e Características do Período Larval.....	12
2.2	Substituição da Alimentação.....	12
2.2.1	Nutrição Proteica no Período Larval.....	13
2.2.2	Atividade de Enzimas Digestivas em Diferentes Estágios.....	15
2.3	Enzimas Digestivas.....	15
2.3.1	Enzimas transaminases do Metabolismo de Proteínas.....	17
3	OBJETIVOS.....	18
3.1	Objetivo geral.....	18
3.1.1	Objetivos específicos.....	18
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4.1	Criação de <i>Gryllus assimilis</i>	19
4.2	ENSAIOS IN VIVO PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO NA RAÇÃO.....	19
4.2.1	Manutenção de reprodutores e reprodução.....	19
4.2.2	Preparo das rações.....	20
4.3	Procedimento experimental.....	21
4.4	ANÁLISES BIOQUÍMICAS.....	22
4.4.1	Enzimas digestivas.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
6	CONCLUSÃO.....	30
7	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos a aquicultura tem amparado de forma significativa a geração de empregos na área de produção de alimentos, renda e redução da fome. Como setor produtivo, a área vem se mostrando como uma atividade sustentável e competitiva na produção de alimentos saudáveis (SIQUEIRA 2017).

O camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) apresenta potencial de produção em águas continentais devido a suas características biológicas possibilidade de policultivo, cultivo consorciado com outras atividades, cultivo em áreas rurais (NEW e VALENTI, 2000), adaptação aos sistemas familiares de produção, atendimento aos preceitos da aquicultura sustentável, e a presença de índices econômicos que atestam a viabilidade econômica da atividade (VALENTI, 2002).

Uma das fases críticas da produção de *M. rosenbergii* é o período larval, principalmente pela dependência de água salinizada e limitação de estratégias alimentares, principalmente baseadas em uso de alimento vivo (*artemia sp*) e flan contendo farinha de peixe (NEW, 2010), sendo desenvolvido em ambiente laboratorial. Ao final do período larval, os juvenis (pós-larvas) são expostos a um grande estresse devido ao período de transporte para os ambientes de cultivo. Nesta etapa os animais são submetidos a grande movimentação, em ambiente de grande densidade de animais e baixa qualidade da água, sendo distribuídos através de transportes rodoviários ou aéreos que podem durar até 24 horas. Neste sentido, boas condições nutricionais no período larval poderão resultar em programação metabólica, com possibilidade de aumento de resistência a esta etapa da produção, portanto estudos de ampliação de alternativas de estratégias, com substituição de fontes de proteína e lipídeos, são de interesse para a potencialização da atividade produtiva da espécie.

A farinha de peixe é utilizada como principal fonte de proteína de origem animal para produção de ração para organismos aquáticos, isto por fornecer concentrações ideais de diferentes aminoácidos (metionina, lisina, triptofano, e treonina), além de fonte de minerais e vitaminas (ALVA 2010). Apesar das características serem importante para nutrição, a farinha de peixe possui

características desfavoráveis, como a sensibilidade a condições de armazenamento e transmissão de agentes patogênicos (ALVA 2010), além de alto custo. O alto custo da ração ainda é um entrave para que a criação de organismos aquáticos se tornem mais atrativa, principalmente para piscicultores de baixa renda. A utilização de subprodutos disponíveis em grandes quantidades têm sido objetivo de estudos em diferentes Instituições na região Norte do Brasil, com a finalidade de substituir, parcialmente, a proteína animal, principalmente farinha de peixe, que pode conter até 60 % da composição de uma ração, e que representa cerca de 80 % do custo da produção (MAEDA et al, 2009).

FAO (2013), estima que pelo menos 2 bilhões de pessoas utilizam-se de insetos na sua dieta alimentar tradicional, e que mais de 1900 espécies desta Classe têm sido usadas como alimento, principalmente devido aos insetos apresentarem-se como fonte alimentar altamente nutritiva e saudável, com elevado teor de lipídios, proteínas, vitaminas, fibras e conteúdo mineral. FAO (2013) Indica também, que os insetos mais consumidos pelo homem nesse ramo são os das ordens Coleoptera, Lepdoptera, Hymenoptera e Orthoptera. Estas, assim como outras ordens, tem se mostrado eficientes para alimentação humana e animal.

A comissão européia através do regulamento 893/2017 autorizou o uso de 7 espécies de insetos para alimentação, entre elas o grilo-doméstico (*Acheta domesticus*), grilo-raiado (*Grylodes sigillatus*) e grilo-do-campo (*Gryllus assimilis*) (Regulamento UE, 2017). A criação de grande parte dos insetos é realizada em empresas familiares de zonas tropicais, produzindo farinha a partir de larvas, gafanhotos e grilos em grande quantidade, e recentemente algumas dessas empresas conseguiram comercializar esses insetos como alimentos e rações, sendo que parte de sua produção é destinada ao consumo humano (FAO 2013).[1]

Considerando a importância de substituição e inclusão de novos ingredientes na dieta para compor estratégias alimentares que melhorem a condição produtiva da fase larval, neste estudo foi testada a hipótese de que juvenis de camarão alimentados com dieta contendo farinha de inseto durante o período larval, apresentam bons resultados de desempenho nesta fase de desenvolvimento. Para tanto foram realizadas análises de parâmetros zootécnicos, metabólicos e digestivos.

2. JUSTIFICATIVA

Considerando a importância dos estudos de novas fontes proteicas e lipídicas para o cultivo animal, principalmente focado em melhoria do desempenho produtivo e substituição de farinha de peixe na dieta de cultivos de organismos aquáticos, a utilização dos insetos na produção de ração para larvicultura de camarão torna-se uma alternativa potencial, principalmente em relação a questões nutricionais (altos níveis lipídicos e proteicos corporais) e econômicas (possibilidade de cultivos em pequenos espaços e com dietas à base de vegetais amplamente cultivados).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1.1 Cultivo e Características do Período Larval

Entre os aspectos positivos do cultivo de *M. rosenbergii* (camarão de água doce), quando comparado ao cultivo do camarão marinho, estão principalmente listados a menor suscetibilidade a doenças; o cultivo pode ser realizado longe de zonas costeiras evitando o conflito com áreas de grande exploração imobiliária e de preservação, possibilitando o policultivo e o cultivo consorciado com outras atividades (NEW & VALENTI, 2000). Outros pontos importantes são a adaptação aos sistemas familiares de produção, o atendimento aos preceitos da aquicultura sustentável e a presença de índices econômicos que atestam a viabilidade econômica da atividade (VALENTI, 2002).

Os ovos de *M. rosenbergii* são incubados nos pleiópodos de fêmeas, são ligeiramente elípticos e de cor laranja vivo, tornando-se cinza-negros nos últimos 3 dias antes da eclosão. As larvas são planctônicas, alimentando-se de zooplâncton, porém, na ausência de alimento vivo, são capazes de se alimentar de pequenas partículas de material orgânico (LING 1969). O desenvolvimento larval de *M. rosenbergii* é metamórfico dividido em 11 estádios e animais recém metamorfoseados são juvenis (pós-larvas) com cerca de 7 mm de comprimento (NEW, 2002).

O cultivo das larvas de *M. rosenbergii* é realizada sob condições controladas de incubação, incluindo água salina (12 ‰), temperatura entre 28 e 30 °C e estratégias de alimentação com alimento vivo (Brown et al, 2010; NEW, 2010). Devido a dificuldade de criação de estratégias alimentares para o período larval de *M. rosenbergii*, as artêmias (*Artemia* sp.) são consideradas a principal alternativa alimentar para esta fase de cultivo (NEW, 2010).

Estágios da vida pós-natal são caracterizadas por um alto grau de plasticidade, sendo considerados períodos críticos durante os quais podem ocorrer a programação metabólica (SILVEIRA et al., 2007). Segundo Conceição et al. (2009), a programação nutricional pode ser explicada como estímulos nutricionais que permitam programar os processos biológicos e metabólicos que ocorrem durante as fases precoces do desenvolvimento, como retenção proteica e miogênese de fibras musculares.

3.1.2 Substituição da Alimentação

Estudos relacionados à produção de biomassa protéica a base de insetos foram desenvolvidos nos últimos anos e entre os potenciais insetos analisados, são pontuados insetos das ordens Coleoptera (besouros), Orthoptera (grilos e gafanhotos) entre outros (FAO 2013). FAO (2013). Estima-se que pelo menos 2 bilhões de pessoas utilizam de insetos na sua dieta alimentar tradicional, e que mais de 1900 espécies desta classe têm sido usadas como alimento. Os insetos mais consumidos pelo homem nesse ramo, são os das ordens Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Orthoptera e outras ordens que tem se mostrado eficiente para alimentação humana e animal. FAO (2013) afirma que os insetos são fonte alimentar altamente nutritiva e saudável, com elevado teor de lipídios, proteínas, vitaminas, fibras e conteúdo mineral, e mesmo se encontrando dentro do mesmo grupo de insetos, alguns se diferem no valor nutricional pelos diferentes estágios metamórficos e habitats em que se encontram. A quantidade de insetos atualmente criados para ração é limitada, porém promover o uso de insetos como ração depende do desenvolvimento de cultivos preferencialmente à colheita da natureza (VAN HUIS 2020).

A criação de grande parte dos insetos é realizada em empresas familiares de zonas tropicais, produzindo farinha a partir de larvas, gafanhotos e grilos em grande quantidade. Recentemente produções comerciais foram desenvolvidas, comercializando esses insetos como alimentos e ração, sendo que parte de sua produção é destinada ao consumo humano. As vantagens ambientais na criação de insetos para alimentos e rações se estruturam na grande eficiência de conversão alimentar dos insetos, dessa forma os grilos necessitam apenas 2 quilos de ração para cada 1 quilo de obtenção de peso corporal (FAO 2013), sendo que os grilos necessitam de 12 vezes menos ração que o gado, quatro vezes menos do que ovelha e metade da ração de frangos e porcos para produzir a mesma quantidade de proteína.

O manejo no suprimento de alimentos é uma etapa essencial no cultivo de animais aquáticos, pois determinadas espécies necessitam de quantidades ideais para o melhor favorecimento de crescimento e desenvolvimento. É fundamental um manejo alimentar adequado para desenvolvimento larval dos camarões do gênero *Macrobrachium*. Nesse sentido, *Artêmias sp.* é apontada como principal alternativa de alimento vivo com valor nutricional adequado (RODRIGUES et al 2017).

A inclusão de uma proporção de insetos para alimentação de organismos aquáticos pode trazer vantagens para a saúde de uma variedade de espécies de peixes e camarões cultivados (FAO 2022), pois a farinha desses animais é vasta de proteínas e lipídeos e pode ser utilizada para alimentação de animais aquáticos cultivados (VASCONCELOS 2019).

Na busca por fontes alternativas de proteína de origem animal na composição das rações, vem se observando um interesse cada vez maior por parte de pesquisadores e indústria na aplicação de farinha de insetos para a alimentação, não só animal, mas também humana (BARROSO et al., 2014; GÓMEZ et al., 2019). A aplicação de insetos e/ou seus derivados na alimentação animal, em especial de peixes, apresenta grande potencial para contribuir com a produção aquícola. Primeiro, os insetos já fazem parte da dieta de algumas espécies de peixes em ambiente natural. Além disso, representam excelente fonte de proteína (entre 45 e 70 %), um bom perfil de aminoácidos essenciais e bom conteúdo de lipídios que varia entre 8 a 35% dependendo do método de extração (GASCO et al., 2018).

Ainda, os insetos servem como fonte de minerais como selênio, potássio, magnésio, cálcio e ferro e diversas vitaminas. A comissão européia através do regulamento 893/2017 autorizou o uso de 7 espécies de insetos para alimentação de peixes, entre elas o grilo-doméstico (*Acheta domesticus*), grilo-raiado (*Grylloides sigillatus*) e grilo-do-campo (*Gryllus assimilis*) (Regulamento UE, 2017)0

.3.1.3 Nutrição Proteica

O conhecimento das necessidades proteicas e de perfil de aminoácidos nas larvas de *M. rosenbergii* no período da fase zoea até o momento da metamorfose das pós larvas é essencial para equilibrar a dieta (ALVARADO 2009). Em relação ao perfil de aminoácidos, ROUSTAIAN et al, (2000) demonstrou que há uma relativa constância nas concentrações de aminoácidos essenciais durante o desenvolvimento larval, sendo que os aminoácidos essenciais arginina, isoleucina, leucina, fenilalanina + cisteína, treonina, triptofano e valina não variaram ao longo do período larval, histidina e metionina sofreram pequena queda e a lisina apresenta um pequeno aumento de prevalência durante o período. Já dentro dos aminoácidos não essenciais, apenas a alanina apresentou constância, sendo que ácido aspártico, ácido glutâmico e serina apresentaram pequeno aumento de prevalência e glicina e tirosina sofreram queda ao longo do desenvolvimento larval. Ainda, o ácido glutâmico (13,4-16,6 %) e a fenilalanina + cisteína (9,7-11,5 %) são os aminoácidos mais abundantes e o triptofano (1,4-1,6 %), a metionina (1,4-2,7 %) e a histidina (2,9-4,2%) são os menos abundantes nas larvas de *M. rosenbergii*. Os resultados sugerem que os requisitos de aminoácidos do camarão de água doce são relativamente constantes durante o desenvolvimento larval e pode ser satisfeito por uma fonte de proteína adequada que se assemelha ao perfil de aminoácidos encontrado.

3.1.4 Enzimas Digestivas

O estudo do sistema digestivo e suas funções na secreção de enzimas e absorção de nutrientes com vistas para necessidades nutritivas do *M. rosenbergii* é de grande utilidade (SANTOS 2017). O trato digestivo de camarões adultos é subdividido em três partes conhecidas como intestino anterior, intestino médio e intestino posterior. Associado ao intestino médio está localizado o hepatopâncreas,

desenvolvendo funções metabólicas e pode ser chamado também de glândula digestiva, local onde há produção das enzimas digestivas (PICOLO 2013).

As larvas apresentam hepatopâncreas e o intestino pouco desenvolvidos até o estágio V a VI (Deru 1990). Estudo da variação ontogenética da atividade de enzimas digestivas de *M. rosenbergii* alimentados com Artêmias foi realizado por Kamarudin, et al (1994). Os resultados demonstraram alta atividade de tripsina e esterases, com pico ocorrendo nos estádios V e VI. A enzima amilase apresenta baixa atividade durante os primeiros estádios de desenvolvimento, ocorrendo aumento da atividade a partir dos estádios VI e VII e tendo a máxima atividade no final do período larval, estágio XI. Estes resultados indicam que nos primeiros estádios de desenvolvimento as larvas de *M. rosenbergii* são exclusivamente carnívoras. Os autores relacionam o aumento das atividades das enzimas digestivas com o desenvolvimento das hepatopâncreas.

As enzimas digestivas com maior importância são: i) amilase que hidrolisa amido em maltose; ii) lipase que quebra os triglicerídeos em lipídios menores; iii) tripsina que faz a degradação das proteínas em peptídeos. O pâncreas é a glândula que produz as enzimas tratadas acima (JUNIOR CAM, 2021).

No intestino a enzima Amilase hidrolisa amidos e glicogênio, formando os dissacarídeos maltose, trissacarídeos, maltotriose e oligossacarídeos (SMITH 2007). A lipase pancreática é secretada na sua forma ativa juntamente com a colipase, para que a lipase se torne ativa ela só necessita se ligar ao substrato e à colipase, que é responsável por aumentar a quebra de triacilgliceróis ao se ligar com a lipase. A lipase hidrolisa ácidos graxos de todos os comprimentos de cadeia nas posições 1 e 3 da porção de glicerol do triacilglicerol. Além de fazer com que a atividade da lipase se torne maior, a colipase atenua a inibição dos sais biliares (inibidores da atividade da lipase no substrato) sobre a lipase fazendo com que os triacilgliceróis entrem no sítio ativo da lipase (SMITH et al, 2007).

A quimotripsina e a tripsina são endopeptidases. A tripsina é específica em ligações peptídicas adjacentes a aminoácidos imprescindíveis (lisina e arginina). A quimotripsina é específica para ligações peptídicas próximas a aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano), e para ligações peptídicas adjacentes

a asparagina e histidina (CHAMPE, 2009). A tripsina tem um papel maior na digestão, pois além de clivar proteína das dietas, ela catalisa as reações de clivagem de outras proteínas digestivas inativas e as converte em sua forma ativa (SMITH 2007).

3.1.5 Enzimas transaminases do Metabolismo de Proteínas

As proteínas realizam inúmeras funções nos seres vivos, tais como catalisadoras (enzimas), defesa, estrutural, transportadoras de nutrientes e armazenamento. Grande parte das reações químicas que ocorrem nas células e nos seres vivos envolve proteínas (VERLENGIA 2012). Portanto é importante a atuação do metabolismo de proteínas e aminoácidos que garante a disponibilização de aminoácidos em concentração adequada para a produção das proteínas.

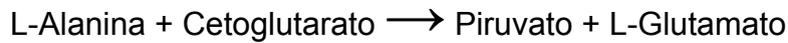
Os aminoácidos liberados em excesso oriundos da proteólise tecidual intensa são reutilizados e têm numerosos destinos, como gliconeogênese e síntese proteica. Por outro lado, o grupo amino, que é tóxico para o organismo, é convertido em amônia no fígado e, posteriormente, eliminado pelas glândulas verdes. Não existe reserva de aminoácidos e proteínas livres no organismo, sendo que uma ingestão proteica superior às necessidades do organismo será metabolizada. Em casos de deficiência proteica ou desnutrição extrema, o organismo recorre a mecanismos adaptativos, os quais são regulados pela presença de nutrientes ou de hormônios (tanto anabólicos quanto catabólicos), com a finalidade de preservar a massa proteica. Quando esse processo é muito intenso, ocorrem alterações bioquímicas, fisiológicas e morfológicas (TIRAPEGUI & ROGERO 2007).

As transaminases podem ser utilizadas como marcadores do metabolismo de proteínas. As transaminases ou aminotransferase são enzimas que fazem a transferência de um grupo amino do aminoácido doador para um receptor. Este processo compreende duas etapas: **a)** desaminação de um aminoácido; **b)** aminação de um cetoácido, cetona ou aldeído; dessa forma um novo aminoácido é gerado e surge um novo α -cetoácido pela ação de aminotransferases (GUO & BERGLUND; 2017).

A alanina-aminotransferase (ALT), também conhecida como transaminase glutâmico pirúvica (TGP), catalisa a reação do α -cetoglutarato com alanina, o

α -cetogluturato recebe em seu segundo carbono o grupo amina da alanina e é convertido em glutamato com formação de piruvato.

ALT



Pela via de transaminação, o aspartato-aminotransferase (AST), também conhecida como transaminase glutâmico oxalacética (TGO), catalisa a reação de transferência do grupamento amino do aspartato para o cetogluturato formando oxalacetato e glutamato (MOTA, 2011).

AST



3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Estudar a influência da substituição de fonte de proteína animal (farinha de peixe por farinha de *Gryllus assimilis*) em ração de larva de *M. rosenbergii*, em aspectos do perfil zootécnico e metabólico destes animais.

3.1.1 Objetivos Específicos

Avaliar a influência da utilização de dieta a base de *G. assimilis* como fonte de proteína, na sobrevivência e metamorfose de larvas do camarão *M. rosenbergii*.

Estudar a influência da utilização de dieta a base de *G. assimilis* para larvas de *M. rosenbergii*, no perfil das enzimas digestivas (tripsina, quimiotripsina, amilase e lipase) de juvenis do camarão *M. rosenbergii*.

Estudar a influência da utilização de dieta a base de *G. assimilis* para larvas de *M. rosenbergii*, em marcadores do metabolismo de proteínas (AST e ALT) em juvenis do camarão *M. rosenbergii*.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Criação de *Gryllus assimilis*

A espécie da ordem Orthoptera, *Gryllus assimilis* foi manejada no laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) campus Laranjeiras do Sul-PR, em sala climatizada (T: $28 \pm 2^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$, Fotofase: 12h). Para a criação, as gaiolas foram confeccionadas utilizando caixas plásticas de 50 L, com a tampa perfurada e recoberta com tela anti mosquitos, a fim de permitir trocas gasosas. O fundo da caixa foi revestido com vermiculita para impedir a contaminação por microrganismos. Dentro das caixas foram dispostas caixas de ovos, para que os insetos possam se esconder. Ninfas e adultos foram alimentados com uma dieta padronizada composta por farelo de milho (1,650 kg), Farelo de soja (1,050 kg), Óleo de milho (180 g), Fosfato bicálcico (60 g), Carbonato de cálcio (30 g), Sal (30 g) e Vitamina C (30g). Foram dispostos recipientes com substrato umedecido para oviposição. Posteriormente a oviposição, o recipiente contendo os ovos foram retirados e acondicionados em uma nova caixa até a eclosão das ninfas. Nas caixas de criação (ninfas), a população foi de aproximadamente 500 insetos por gaiola. Os insetos adultos foram abatidos por congelamento (-80°C) seguido de secagem em estufa a $50 - 55^\circ\text{C}$ durante 24 horas e, em seguida, foram moídos em moinho analítico para produção de farinha. As amostras foram armazenadas em freezer a -80°C até a confecção das rações.

4.2 ENSAIOS IN VIVO PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO NA RAÇÃO

4.2.1 Manutenção de reprodutores e reprodução de *M. rosenbergii*

Os camarões de água doce *M. rosenbergii* utilizados durante a execução do presente trabalho, foram provenientes da unidade amostral de carcinicultura de água doce em estufa agrícola da UFFS campus Laranjeiras do Sul.

A água utilizada foi oriunda do abastecimento da própria universidade. A fim de garantir a qualidade e visando a economicidade da água do meio ambiente, foi utilizado processo de recirculação com biofiltros em fluxo contínuo, utilizando bomba

com capacidade de vazão média de 200 L/h. Os biofiltros foram montados em caixas de água com capacidade para 100 L. No interior dos biofiltros foram inseridas pedras britadas e partículas/pedaços de tubulações de eletrodutos, cortados de maneira homogênea, com dimensões de 2 cm. Os biofiltros ainda contaram com aeração contínua e aquecedor com termostato, visando a manutenção de boas taxas de oxigênio dissolvido (OD) e temperatura da água constante (28° C). Foram montados dois sistemas: o primeiro formado por 08 caixas de polipropileno de 30 L e o segundo formado por 02 caixas d`água de 500 L. O primeiro sistema foi usado para a manutenção das larvas e pós-larvas, e o segundo sistema foi usado para manutenção e reprodução dos adultos. Diariamente foi coletada e registrada a temperatura da água, bem como semanalmente foram mensurados os parâmetros de qualidade de água: amônia, nitrito, pH e oxigênio dissolvido (OD) no sistema de cultivo. Para o sistema utilizado no desenvolvimento larval, foi realizado também, monitoramento da salinidade, que foi mantida a 12 ‰.

4.2.2 Preparo das rações

A alimentação das larvas foi realizada nos primeiros 08 dias utilizando artemia (*Artemia salina*), em proporção de 5 artêmias por larva, e após, foi introduzida ração tipo “flan”, constituída por ovo de galinha, farinha de peixe, leite em pó, farinha de trigo, óleo de fígado de bacalhau, pré-mix de vitaminas e minerais e água de acordo com Dhont et al. (2010), sendo realizada substituição isoproteica de ingrediente de origem animal (farinha de peixe) por farinha de *Gryllus assimilis* 10, 80 e 100 %. Estas rações foram fornecidas às larvas a partir do oitavo dia, concomitante com artemia até o décimo dia, e exclusivamente flan a partir do décimo primeiro dia. As rações foram armazenadas em potes com tampa do tipo rosca e para o armazenamento ideal, os potes foram alocados em refrigerador.

Tabela 1. Formulação da ração utilizada

	Controle	10%	80%	100%
Farinha peixe	70 g	63g	14g	0
Farinha trigo	7,5 g	7,5 g	9,5 g	10,5 g

Farinha grilo	0	7 g	56 g	70 g
Leite	7 g	7 g	5 g	4 g
Vitamina mix	1 g	1 g	1 g	1 g
ovo	1	1	1	1
óleo peixe	0,8 g	0,8 g	0,8 g	0,8 g

Formulação do preparo das rações para introdução da dieta em *M. rosenbergii*, representação em gramas. Fonte: Adaptada a partir de: DHONT, J.; WILLE, M.; FRINSKO, M.; COYLE, S.D.; SORGELOOS, P. Larval Feeds and Feeding. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.; D'ABRAMO, L. R.; KUTTY, M.N. (Ed.) Freshwater prawns: Biology and Farming. 1. ed. Oxford: Wiley-blackwell, 2010, 560p.

4.3 Procedimento experimental

O sistema do larvicultura foi preparado 1 mês antes de começar o experimento, neste foi realizada a limpeza de todas as caixas, as mesmas foram cheias de água e salinizadas, em cada caixa foi distribuído aquecedores com temperatura média de 28 °C, em seguida foi feita montagem de aeração sendo realizada a distribuição de oxigênio em cada caixa.

O procedimento experimental foi realizado utilizando-se quatro dietas (controle com farinha de peixe; 10%, 80% e 100 % substituição por farinha de grilo), com duas repetições dispostas de forma completamente aleatória. Após eclosão foi realizada alimentação com *Artemia sp.* Os animais foram contados e separados em 8 grupos (700 animais por grupo) em incubadoras de 30 litros, sendo grupos controle e tratados 10%, 80% e 100%. Os grupos foram mantidos em sistema de recirculação até o final do desenvolvimento larval. A alimentação com flan foi realizada 4 vezes ao dia, por 29 dias, foi usada uma colher de medida para medir a quantidade de ração a cada alimentação. Houve efetivação da limpeza por sifonamento 1 vez ao dia, antes da cada alimentação.

Após 29 dias com alimentação experimental foi feita a coleta dos animais, contagem total, havendo separação entre larvas e pós larvas, após a contagem os

animais foram alocados em microtúbulos e armazenados em freezer -85° C até ao início das análises experimentais.

Ao final foi realizado cálculo de sobrevivência relativa e de taxa de metamorfose final. O cálculo de sobrevivência relativa foi realizado considerando a média dos animais dos grupos controles como 100 %.

4.4 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Foram separados 5 amostras por grupo experimental, contendo 4 animais por amostra, sendo realizado homogeneização em 500 µL de tampão PBS pH 7,2 e centrifugação das amostras a 11.000 Xg , 4°C, por 10 minutos, com separação do sobrenadante. Foi realizada determinação de concentração de proteína pelo método de Bradford, utilizando proteína albumina bovina como curva padrão e leitura em comprimento de onda de 595 nm.

4.4.2 Enzimas digestivas

A determinação da atividade da enzima lipase foi realizada utilizando o kit Gold Analisa 304, seguindo orientação do fabricante e adaptado para microplaca de 96 poços (Seixas-Filho et al., 2003). A lipase hidrolisa especificamente um tioéster, liberando o tioálcool correspondente e ácido butírico. O tioálcool reage com ácido 5,5-ditio-bis-2-nitrobenzóico em meio tamponado formando um ânion de coloração amarela, cuja intensidade de cor é proporcional à concentração da enzima e apresenta a absorção máxima em 412 nm. Os resultados foram expressos como U/mg de proteína.

A determinação da enzima amilase foi realizada através do uso de kit colorimétrico Gold Analisa 311, seguindo as instruções do fabricante e adaptado para microplaca de 96 poços (Seixas-Filho et al., 2003). Os resultados foram expressos como U/mg de proteína. A amilase hidrolisa o amido liberando moléculas de açúcares e dextrina. Após a adição da solução de iodo ocorre a formação de cor azul com o amido não hidrolisado do substrato. Nesta técnica, a atividade da amilase é inversamente proporcional à intensidade da cor azul formada e é calculada em comparação com um controle de substrato. A determinação é realizada em leitura em comprimento de onda de 660 nm.

Quimiotripsina

A atividade da quimiotripsina foi determinada segundo o método de Hummel (1959) adaptado para microplaca. Para a determinação da atividade dessa enzima foi utilizado o substrato benzoyl tyrosine ethyl ester (BTEE), a incubação das amostras foi feita em meio de reação contendo BTEE e metanol, em tampão Tris/CaCl₂ com pH 7,8 por dois minutos em microplaca com leituras de dez segundos em comprimento de onda ajustado para 256 nm em temperatura de 30 °C. O resultado foi expresso em U/mg de proteína, sendo uma unidade de quimiotripsina a quantidade de enzima necessária para formar 1 μmol de etanol/minuto. O coeficiente de extinção molar do etanol utilizado para o cálculo da enzima foi 964 M.

Tripsina

A atividade da tripsina foi determinada segundo o método de Hummel (1959) adaptado para microplacas. A leitura foi realizada em 247 nm em temperatura de 30 °C. O resultado foi expresso em U/mg de proteína, sendo uma unidade de tripsina a quantidade de enzima necessária para formar 1 μmol de Na-p-Tosyl-L-Arginine/minuto. O coeficiente de extinção molar do Na-P-Tosyl-L-Arginine utilizado para o cálculo da enzima será 540 M.

Atividade Alanina-aminotransferase e Aspartato-aminotransferase

Para análise da alanina-aminotransferase (ALT) e aspartato –aminotransferase (AST) foi utilizado o kit colorimétrico da Gold Analisa. O kit TGP (Ref:353) para alanina-aminotransferase, e para aspartato –aminotransferase foi utilizado o Kit TGO (Ref:352). Para cada Kit foi realizada uma curva de calibração para determinação da atividade e realizada leitura espectrofotométrica a 505 nm.

Tratamento estatístico

Os dados serão avaliados quanto à homocedasticidade e normalidade, sendo posteriormente testadas por análise de variância ANOVA.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O experimento teve duração de 36 dias, sendo 29 dias de inclusão da alimentação contendo farinha de grilo. Na primeira semana após a eclosão, as larvas foram alimentadas exclusivamente com artêmias. A partir do 10° dia após início da alimentação com farinha de grilo (20° dia de larvicultura) já foi possível observar pós-larvas nos tratamentos 80% e 100%, porém, no tratamento 10% de substituição e no controle observou-se um atraso de 2 dias, apresentando animais jovens a partir do 12° dia (22° dia de larvicultura). Apenas 2 tratamentos (80% e 100%) tiveram grupos de desenvolvimento total das larvas em pós-larvas no período do ensaio, 36 dias de larvicultura (Quadro 1).

Quadro 1. Porcentagem de Pós-larva ao fim do experimento

Tratamentos	Porcentagem de pós-larvas
T10%	44
T10%	30
T80%	100
T80%	28
T100%	31
T100%	100
Controle	80
Controle	64

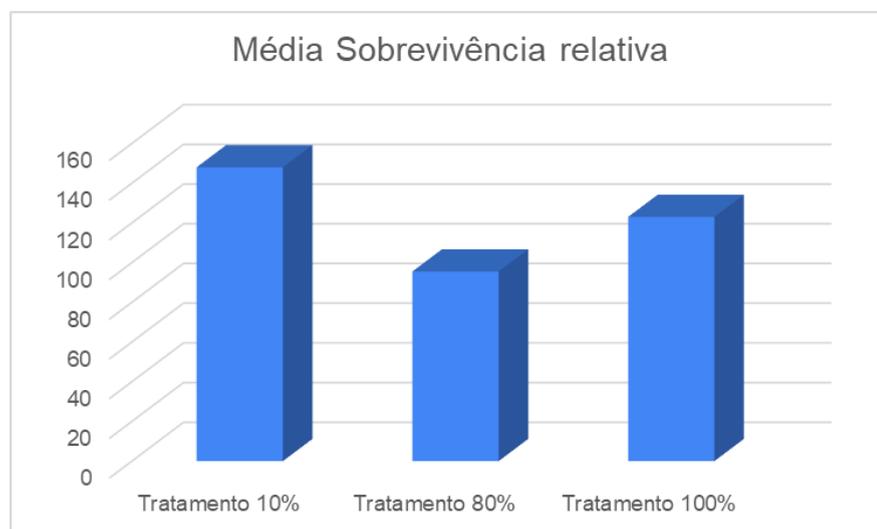
Porcentagem do desenvolvimento final das larvas em pós-larvas dos tratamentos e do controle ao fim do experimento. Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro acima mostra os dados do final do experimento com alimentação das larvas com ração à base de grilo. Os dados estão organizados em porcentagem de pós-larvas.

Sobrevivência relativa

Os dados de sobrevivência relativa estão presentes na figura 1, indicando maior sobrevivência média dos grupos de substituição de farinha de grilo 10% e 100% comparado ao grupo controle.

Figura 1. Média da Sobrevivência Relativa



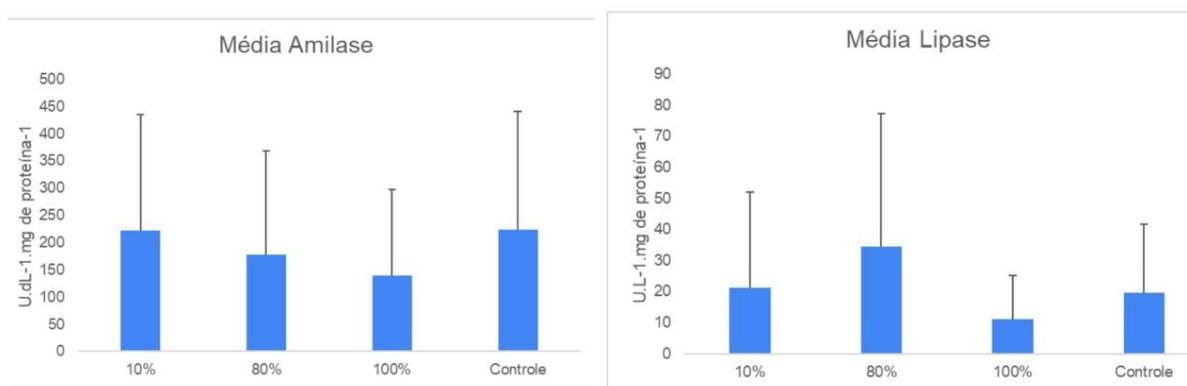
Média da sobrevivência relativa entre os grupos de tratamentos em relação ao controle
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Durante o experimento com alimentação das larvas com farinha de grilo foi possível notar um comportamento de canibalismo entre as larvas. Este tipo de comportamento pode ter condicionado a diminuição dos indivíduos do experimento. Brugiolo et al (2007), afirma que os animais da espécie *M. rosenbergii* ficam mais expostos ao canibalismo no período da muda, ou troca da carapaça, pois a necessidade do crescimento depende de uma dieta intensa, outro aspecto citado pelo autor é agressividade que esses indivíduos têm, ao se aproximarem um do outro.

Enzimas Digestivas

As enzimas digestivas analisadas nos animais foram a lipase, amilase, tripsina e quimotripsina. As enzimas amilase e lipase não apresentaram mudanças significativas nas atividades (Figura 2). A substituição de fonte proteica de farinha de peixe por farinha de grilo (*G. assimilis*), realizada com *M. rosenbergii* não acarretou variações nos perfis destas enzimas (lipase e amilase), portanto, a substituição tem um potencial interessante, sem alterar o perfil digestivo dos animais .

Figura 2. Atividade das enzimas digestivas Lipase e Amilase



A figura acima apresenta os dados do desvio padrão da amostra (parte azul), e os dados das médias da atividade das enzimas. Fonte: Elaborado pelo Autor.

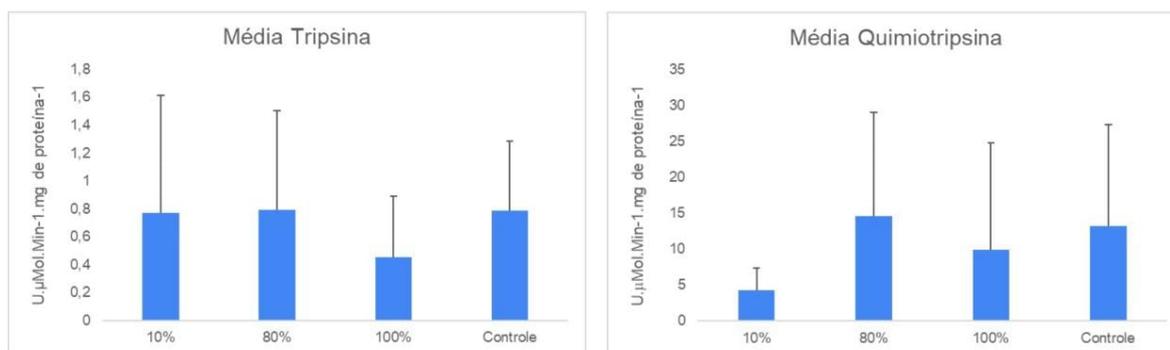
Assim como a introdução de *G. assimilis* na dieta de *M. rosenbergii* não afetou o desenvolvimento e a atividade de amilase e lipase, o estudo de LIU et al (2023), investigou o potencial enzimático na digestão de juvenis do peixe-cabeça-de-cobra (*Channa argus*), a partir da utilização da farinha de grilo (*Gryllus testaceus*), nos resultados o conteúdo lipídico bruto foi significativamente maior no T45 e T60, e as atividades de amilase e lipase foram significativamente maior em T60. SHIN & LEE (2021), avaliaram 7 tipos de farinha de insetos para alimentação de camarão branco (*L. vannamei*), entre estas, está o grilo de duas pintas (*Gryllus bimaculatus*), o estudo buscou analisar a digestibilidade das diferentes dietas, o coeficiente de digestibilidade dos camarões alimentados com o *G. bimaculatus* foi de 83,7% de proteína, e 95% para lipídios, todas as farinhas de insetos apresentaram alta disponibilidade de taurina, o que pode ser uma vantagem no uso da farinha de insetos na alimentação de camarões. Porém a atividade das enzimas digestivas não foi testada.

Assim como RIOS (2017) que realizou estudos de alimentação do camarão branco (*L. vannamei*) com larvas do inseto *Tenebrio molitor* concluiu-se que a substituição da ração não alterou os níveis da atividade das enzimas lipase e amilase, os animais apresentaram ganho no peso e a taxa de sobrevivência não foi afetada, portanto, a farinha do inseto *Gryllus assimilis* na alimentação do camarão da malásia (*M. rosenbergii*) não alterou a taxa de sobrevivência dos animais, e o uso do inseto se mostrou eficaz no crescimento das larvas. MOLINA et al (2000), avaliou o efeito do ritmo circadiano e do ciclo de muda de camarões *L. vannamei* na atividade enzimática de lipase e amilase, ele utilizou 40% de proteína na alimentação dos camarões. No artigo foi observado que as maiores atividades específicas de amilase e lipase ocorreram nos estágios D0 e D2 e as menores no D3 durante o ciclo de muda, os camarões alimentados das 12:00 às 20:00 produziram a maior atividade específica da amilase e da lipase. Enquanto que a maior atividade específica das proteases foram identificadas nos estágios B, C e D0, que coincide com o estágio em que o camarão consome 18% a mais de alimento.

Enzimas Digestivas Proteolíticas: Tripsina e Quimotripsina

A atividade da tripsina e da quimotripsina não apresentaram diferenças entre os grupos tratados com farinha de grilo e os grupos controles (Figura 3). Os estudos de SHIN & LEE (2021) também constatou o coeficiente de digestibilidade do camarão branco utilizando a dieta da farinha do grilo de duas pintas, durante a análise de digestibilidade do camarão, os coeficientes de digestibilidade de aminoácidos essenciais ficaram entre 83,6 e 94,2%, os não essenciais ficaram com 80,8 e 96,2%; a dieta a base do grilo se destacou em relação ao controle no coeficiente de digestibilidade de *L. vannamei*.

Figura 3. Atividade das enzimas digestivas Tripsina e Quimotripsina



A figura acima apresenta os dados do desvio padrão da amostra (parte azul), e os dados das médias da atividade das enzimas. Fonte: Elaborado pelo Autor.

NASCIMENTO (2021), Alguns estudos identificaram que a atividade da enzima tripsina é significativamente maior em juvenis de camarão que em adultos de camarão. O autor citado acima realizou um estudo com o gênero *Macrobrachium*, identificando efeitos de diferentes níveis de proteína bruta na alimentação da espécie, *M. carcinus* foi o camarão analisado, apresentou maior atividade da quimotripsina com maior quantidade de proteína. Enquanto que a tripsina não apresentou variação estatisticamente significativa, a dieta com *Gryllus assimilis* também não alterou os níveis de proteínas totais no camarão.

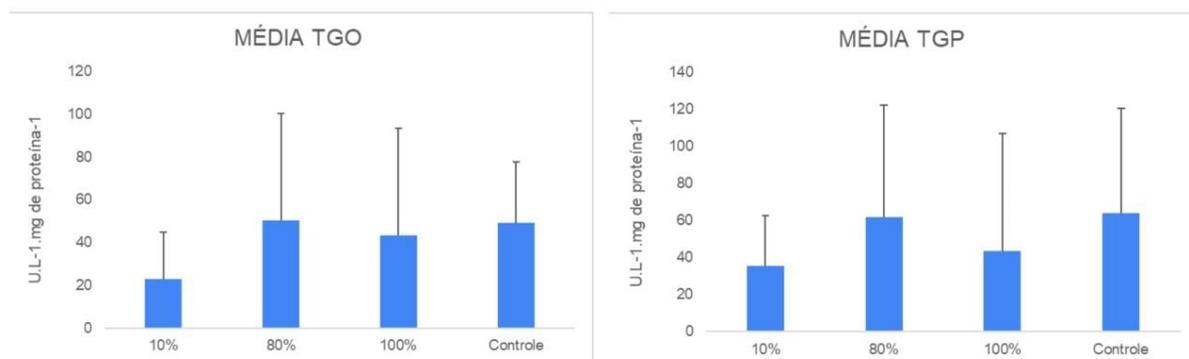
HERNÁNDEZ & MURUETA (2009), identificou que a mudança da tripsina em *L. vannamei* está relacionada à mudanças na taxa de transcrição das isoenzimas estabelecidas, a atividade desta enzima ainda é modulada por fatores genéticos e pelo tipo de dieta durante a ontogenia. A inclusão de *T. molitor* na alimentação de truta arco-íris não afetou a atividade enzimática da tripsina e quimotripsina nos estudos de COUTINHO et al (2021). PEH et al (2021) fez o teste de alimentação nos juvenis do mesmo camarão utilizando *G. bimaculatus*, ao final do teste os tratamentos 10, 20, 30, 40 e 50% de farinha de grilo obtiveram maior ganho no peso, taxa de crescimento e porcentagem e de sobrevivência em relação ao controle, no entanto, os animais alimentados com 50% da farinha tiveram maiores resultados que todos os outros tratamentos acima. O autor afirma que a substituição pode ser feita sem que o camarão sofra efeitos adversos sobre o desempenho de crescimento e sobrevivência. O estudo de LIU et al (2023) concluiu que a farinha de *Gryllus testaceus* substitui 30% da farinha de peixe sem comprometer o desempenho de crescimento e atividades enzimáticas no peixe-cabeça-de-cobra. PEH et al (2021), concluiu que a farinha do grilo pode substituir 50% da farinha de

peixe na dieta do camarão branco (*L. vannamei*). PEREIRA E BHUJEL (2022), incluiu a farinha do grilo doméstico (*Acheta domesticus*), e o grilo do campo (*G. bimaculatus*), na dieta de guppy (*Poecilia reticulata*), para testar o desempenho de crescimento e pigmentação, ele concluiu que ambas as farinhas de inseto podem substituir 100% a farinha de peixe sem efeitos adversos no crescimento da fase de berçário. A utilização da farinha de grilo na dieta de *M. rosenbergii*, também não apresentou mudanças significativas nas enzimas tripsina e quimotripsina, podendo a farinha fazer parte da dieta do camarão, pelos benefícios de baixo custo do cultivo por meio da introdução da dieta.

Enzimas do Metabolismo de Proteínas

Os resultados de atividade enzimáticas encontradas (Figura 4), demonstram que a alanina-aminotransferase (ALT/TGP), e aspartato-aminotransferase (AST/TGO), não sofreram mudanças significativas nos grupos de animais alimentados com flan contendo farinha de grilo em relação ao grupo controle no estudo de COUTINHO et al (2021) as enzimas aminotransferases citadas acima também tiveram os mesmo resultados acima, pois o autor avaliou o efeito da substituição da farinha de peixe por farinha de *T. molitor* em juvenis de corvina no desempenho da atividade de enzimas digestivas e do catabolismo de aminoácidos. A composição da dieta não afetou a atividade da alanina-aminotransferase e da aspartato-aminotransferase.

Figura 4. Atividade das enzimas do Metabolismo de Proteínas: Alanina-aminotransferase (TGP) e aspartato-aminotransferase (TGO).



A figura acima apresenta os dados do desvio padrão da amostra (parte azul), e os dados das médias da atividade das enzimas. Fonte: Elaborado pelo Autor.

As transaminases alanina-aminotransferase e aspartato-aminotransferase são enzimas que participam da síntese e degradação de aminoácidos, por vias de transaminação são capazes de transferir o amino de um aminoácido que sofre a desaminação para um cetoácido, este que por sua vez é receptor do grupo amino formando um novo aminoácido (SOUZA 2018). Nos estudos de SMITH et al (2007), a regulação da biossíntese dos aminoácidos pode ser muito complexa, mas a característica dominante é que as vias são reguladas por feedback, de forma que, quando a concentração de aminoácido livre aumenta, a enzima-chave de biossíntese é alostérica ou transcricionalmente inibida. ROUSTAN et al (2007), analisou os principais aminoácidos que fazem parte do período larval de *M. rosenbergii*, durante o estudo ele conseguiu observar que alguns aminoácidos essenciais sofrem mudanças nos diferentes estágios larvais do camarão, a composição dos aminoácidos são relativamente inalteradas durante o crescimento larval, apesar das mudanças observadas nos níveis de aminoácidos. No entanto, este camarão tem uma constância de aminoácidos no período larval que pode ser saciada por fonte de proteínas adequadas ao seu ciclo de vida.

Outro estudo que avaliou a atividade das aminotransferases AST e ALT e concluiu que a dieta com inseto não alterou as atividades dessas enzimas, foi o de CHEMELLO et al (2020), que avaliou o efeito da substituição da farinha de peixe por *T. molitor* em truta arco-íris, eles concluíram que a substituição total da farinha é viável uma vez que não afetou a digestibilidade da maioria dos nutrientes e que a atividade catabólica de aminoácidos hepáticos por alanina-aminotransferase e aspartato-aminotransferase não apresentaram mudanças significativas.

A introdução da dieta do grilo em *M. rosenbergii* aponta que o grilo tem o potencial de está substituindo a farinha de peixe, pois estudo como o de HANAN et al (2021), que fez uso da farinha de grilo (*G. bimaculatus*), em tilápia vermelha híbrida (*Oreochromis sp.*), identificou que o percentual de lipídio e proteína aumentou significativamente na tilápia vermelha híbrida com a substituição de 100%. ARAÚJO (2019), também comprova que a farinha pode ser substituída quando ele avaliou a composição química e a qualidade nutricional biológica da proteína da farinha do grilo preto (*Gryllus assimilis*), com os resultados obtidos, embora a metionina, um aminoácido essencial, se mostrou como o mais deficiente

na farinha, o animal se apresentou como ótima fonte de treonina, valina, isoleucina, leucina, lisina, histidina, fenilalanina e tirosina, que segundo o autor os teores foram superiores aos indicados pela FAO. Bicalho (2022) fez um estudo em que identificou 38,41% de lipídeos em 3 g de farinha de grilo, um valor bem alto em relação ao valor da literatura (21,8%) que buscou como base. Os estudos de PEREIRA E BHUJEL (2022), concluíram que a farinha de peixe pode ser substituída totalmente por farinha de grilo na alimentação de peixes, pois a farinha não apresenta efeitos significativos nas taxas nutricionais a base da dieta. *Gryllus assimilis* também demonstrou potencial da substituição total ou parcial na dieta de *M. rosenbergii*.

Os resultados de ausência de alterações nas atividades enzimáticas das enzimas digestivas e das transaminases em animais alimentado com ração de grilo, além da manutenção do período característico de larvicultura nos grupos tratados com ração de grilo, são importantes indicações de que a farinha de grilo apresenta os componentes nutricionais necessários para suprir a fase larval de *M. rosenbergii*. Estudos de composição corporal de juvenis de *M. rosenbergii* alimentados com ração à base de farinha de grilo poderão ser planejados para confirmar esta indicação.

6 CONCLUSÃO

A farinha de grilo foi efetiva como componente nutricional para a larvicultura dos camarões, tendo garantido que a metamorfose final ocorresse no período característico para a espécie e sobrevivência nos mesmos níveis dos grupos alimentados com farinha de peixe. A farinha de grilo não alterou o comportamento digestivo referente às enzimas lipase, amilase, tripsina e quimotripsina. A farinha de grilo não alterou o comportamento do metabolismo de proteína identificado nas vias enzimáticas AST e ALT.

A substituição da dieta não afetou o desenvolvimento dos animais. As taxas de metamorfose totais de larvas em pós-larvas nos tratamentos 80% e 100% mostraram que a farinha de grilo como dieta tem o potencial de auxiliar no crescimento de juvenis de *M. rosenbergii*.

7 REFERÊNCIAS

ALBERTS, Bruce. **Biologia molecular da célula** . [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2017. E-book. ISBN 9788582714232. Disponível em: [https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582714232/Bruce Alberts et al.-Biologia Molecular da Célula-Artmed \(2017\).pdf](https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582714232/Bruce%20Alberts%20et%20al.-Biologia%20Molecular%20da%20Célula-Artmed%20(2017).pdf). Acesso em: 28 mai. 2023.

ALVARADO C. E. G.; **Níveis de cálcio, fósforo, lipídeo e proteína na dieta inerte do camarão-da-malásia *M. rosenbergii*, na fase larval**. UNESP, 2009. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100238/guerreroalvarado_ce_dr_jabo.pdf?sequence=1.

ARAÚJO, RAFAEL RIBEIRO SOARES. **Avaliação da composição química, da qualidade nutricional biológico da proteína da farinha do grilo preto (*Gryllus assimilis*), e das suplementação com metionina e farinha de trigo**. Ed. UFOP, 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/12679>. Acesso em: 26 de junho de 2023.

ARRESE, E. L; WELLS, M. A. **Purification and properties of a phosphorylatable triacylglycerol lipase from the fat body of an insect, *Manduca sexta***. J. lipid. Res. 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7806979/>. Acesso em 26 de junho de 2023.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.

BABILON J. C. S.; FERRARI J. L. **Potencialidade do uso de insetos para alimentação na aquicultura**. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2114/Artigo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 jul. 2022.

BARROSO, F. G., DE HARO, C., SÁNCHEZ-MUROS, M.-J., VENEGAS, E., MARTÍNEZ SÁNCHEZ, A., PÉREZ-BAÑÓN, C. **The potential of various insect species for use as food for fish.** *Aquaculture*, v. 422-423, p. 193–201, 2014.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification.** *Canadian Journal Biochemistry Physiological*, Ottawa, v. 27, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRADFORD, M. **A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.** *Analytical Biochemistry*, v. 72, p. 248- 254, 1976.

BROWN, J. H.; NEW, M. B.; ISMAEL, B. **Biology. In Freshwater Prawns Biology and Farming.** Edited by New, M. B; Valenti, W. C; Tidwell, J. H.; D'Abramo, L. R; Kutty, M. N. Blackwell Publishing Ltd. 2010.

Brugiolo, SÔNIA. S. S.; BARBOSA, JOSÉ MILTON.; BLAZ-QUEZ, FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ.; NASCIMENTO, PAULO AM. **Canibalismo em fêmeas de *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN, 1879) (CRUSTACEA PALAEMONIDAE), efeito da retirada de quelas cannibalism in *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN, 187900.** RPCV, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325661743_Canibalismo_em_femeas_de_Macrobrachium_rosenbergii_De_Man_1879_Crustacea_Palaemonidae_efeito_da_retirada_das_quelas_Cannibalism_in_Macrobrachium_rosenbergii_De_Man_1879_females_Crustacea_Palaemonidae. Acesso em: 25 de junho de 2023.

CASTRO, PATRÍCIA F; JR, AUGUSTO CV FREITAS.; SANTANA, WERLAYNE M.; COSTA, HELANE MS.; JR CARVALHO, LUIZ B.; BEZERRA RANILSON S.; **Comparative Study of Amylases from the Midgut Gland of Three Species of Penaeid Shrimp.** *Journal of Crustacean Biology*, 2012. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcb/article/32/4/607/2419466>. Acesso em: 23 de junho de 2023.

CHEMELLO, GIULIA., et al. **Partially Defatted *Tenebrio molitor* Larva Meal in Diets for Grow-Out Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): Effects on Growth Performance, Diet Digestibility and Metabolic Responses.** MDPI 2020. Disponível em: https://www-mdpi-com.translate.goog/2076-2615/10/2/229?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc. Acesso em 01 de julho de 2020.

Comissão de Nutrição da SSP. **Alimentação e nutrição do Lactente. Acta Pediátrica Portuguesa.** Rev. Medicina da Criança e do adolescente, 2012. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/65752/2/47089.pdf>

COUTINHO, FELIPE et al. **Mealworm larvae meal in diets for meagre juveniles: Growth, nutrient digestibility and digestive enzymes activity.** Elsevier Aquaculture 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848621000247?casa_token=f8Ui1Yq9jgEAAAAA:PFmVQs7IsWqEvSiJx9kz0plgAOLjw6bZZNV_TbPiIYALmWtQa652_-Tc2ydO8X7k7XRIMATDDDo2#ab0005. Acesso em 01 de julho de 2023.

DAHLQVIST, A. **Assay of intestinal disaccharidases.** Scandinavia Journal Clinical Laboratory Investigation, v. 44, p. 169-172, 1984.

DHONT, J; WILLE, M.; FRINSKO, M.; COYLE, S.D.; SORGELOOS, P. **Larval Feeds and Feeding.** In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.; D'ABRAMO, L. R.; KUTTY, M. N. (Ed.) Freshwater prawns: Biology and Farming. 1. ed. Oxford: Wileyblackwell, 2010, 560p.

FAO FORESTRY PAPER- **Edible insects Future prospects for food and feed security.** 2013. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2022

FAO - **FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.**The state of world fisheries and aquaculture, 2016.

FAO. 2022. **Is the time ripe for using insect meal in aquafeeds?** Bangkok. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb9023en/cb9023en.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2022.

FIGUEIREDO, MARIA SANTOS REIS BONORIO; ALEX J ANDERSON; **Digestive enzyme spectra in crustacean decapods (Paleomonidae, Portunidae and Penaeidae) feeding in the natural habitat.** Aquaculture Reserch 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2109.2008.02087.x>. Acesso em: 22 de junho de 2023

GASCO, L., BELFORTI, M., ROTOLO, L., LUSSIANA, C., PARISI, G., TEROVA, G., et al. **Mealworm (Tenebrio molitor) as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (Oncorhynchus mykiss).** In: Insects to Feed the World, The Netherlands, pp. 78; 2015a. disponível em: https://www.researchgate.net/publication/288267673_Mealworm_Tenebrio_molitor_a_s_a_potential_ingredient_in_practical_diets_for_rainbow_trout_Oncorhynchus_mykiss.

GUO, Fei; BERGLUND, Per. **Biocatálise de transaminases: otimização e aplicação.** Química Verde , v. 19, n. 2, pág. 333-360, 2017. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2016/gc/c6gc02328b>. Acesso em: 31 de maio de 2023.

Gropper, Sareen, S. et al. **Nutrição avançada e metabolismo humano: Tradução da 5ª edição norte-americana.** Disponível em: Minha Biblioteca, Cengage Learning Brasil, 2016. Acesso em: 30 de maio de 2023.

GLOCK GE.; McLEAN P. **Further studies on the properties and assay of glucose 6-phosphate dehydrogenase and 6-phosphogluconate dehydrogenase of rat liver.** Biochem J. 1953. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1269290/>. Acesso em 23 de julho de 2022.

HANAN, MOHD YUSOF., et al. **The effects of field cricket (*Gryllus bimaculatus*) meal substitution on growth performance and feed utilization of hybrid red tilapia (*Oreochromis* spp.).** Applied food research 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502222000300>. Acesso em 03 de julho de 2022.

HUMMEL, BC. **A modified spectrophotometric determination of chymotrypsin, trypsin, and thrombin.** Can J Biochem Physiol. 1959 Dec;37:1393-9. PMID: 14405350. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14405350/>.

SANTOS, IANA TALITA FERNANDES. **Avaliação da atividade de enzimas digestivas em hepatopâncreas de juvenis de camarão de água doce (*macrobrachium rosenbergii*).** Ed. UFPB 2017. https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/4372?locale=pt_BR. Acesso em 22 de junho de 2023.

JANNATHULLA, R., RAJARAM, V., KALANJIAM, R., AMBASANKAR, K., MURALIDHAR, M., & DAYAL, J. S. **Fishmeal availability in the scenarios of climate change: Inevitability of fishmeal replacement in aquafeeds and approaches for the utilization of plant protein sources.** Aquaculture Research, v. 50, p. 3493-3506, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/are.14324>.

Jr., Carlos Alberto M. **Fisiologia Humana** . Disponível em: Minha Biblioteca, (2ª edição). Grupo GEN, 2021. See More. Acesso em: 30 de maio de 2023.

KAMARUDIN, MOHD SALLEH.; JONES, DAVID. A.; VAY LE LEWIS.; ABIDIN, AIZIM ZAINAL. **'Ontogenetic change in digestive enzyme activity during larval development of *Macrobrachium rosenbergii*.** Disponível em: [Aquaculture 123. 323-333. 1994.](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484869490068X)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484869490068X>.

KRISMAN, CLARA R. **A method for the colorimetric estimation of glycogen with iodine.** Analytical Biochemistry. v. 4:17–23, 1962. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0003269762900143>.

LIU, YUANYI., DING XINYU., BROWN, PAUL B.; BAI, YUHE., LIU, ZEZHONG., SHEN, JUFELI., LIU, HUI., HUANG, YOUNG. **The digestive enzyme activity, intestinal microbiota and immune-related genes expression of snakehead fish (*Channa argus*) juveniles affected by dietary cricket (*Cryllus testaceus*) meal.** Science Direct 2023. Disponível em: https://www-sciencedirect-com.translate.goog/science/article/abs/pii/S0377840123001554?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc. Acesso em 01 de julho de 2023.

MAEDA, GISELE FREITAS; AFFONSO, ELIZABETH GUSMÃO. **Parâmetros fisiológicos de juvenis de Matrinxã (*Brycon amazonicus*), alimentados com substituição parcial da farinha de peixe por farelo de castanha da amazônia (*Bertholletia excelsa*) na ração.** XVIII Jornada de Iniciação Científica PIBIC CNPq/FAPEAM/INPA 2009. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/4548>. Acesso em; 26 de junho de 2023

MOLINA, CÉSAR; CADENA, EDUARDO; FERMIN, ORELLANA. **Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática con una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda.** CENAIM 2000. Disponível em: https://nutricionacuicola-uanl-mx.translate.goog/index.php/acu/article/view/284?_x_tr_sl=es&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc. Acesso em : 30 de junho de 2023.

MOTA, Valter. **Bioquímica** . Disponível em: Minha Biblioteca, (2ª edição). MedBook Editora, 2011.

NASCIMENTO, JÉSSICA LUCIANE. **Influência do nível de proteína bruta em dietas práticas isocalóricas no desempenho zootécnico e na atividade das enzimas digestivas das pós-larvas do camarão-pitu (*Macrobrachium carcinus*).** Ed. UFAL 2021. Disponível em:

<https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/3895>. Acesso em: 23 de junho de 2023.

NETO ALMEIDA, MÁRIO EUGÊNIO. **Relação entre padrão comportamental, estágios do ciclo de muda e atividade de enzimas digestivas proteolíticas em juvenis do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (CRUSTACEA: PENAEIDAE).** Ed. UFRN 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/17215>. Acesso em 30 de junho de 2023.

NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; 2000. **Grow-out systems - monoculture.** In M.B. New & W.C. Valenti, eds. Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*, Oxford, England, Blackwell Science, 2000, p. 157- 176.

NEW, M. B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J. H.; D'ABRAMO, L.R.; KUTTY, M. N. **Freshwater Prawns Biology and Farming.** Editora: Wiley-Blackwell - John Wiley & Sons, Ltd. p. 544. 2010.

PEH, KAH LIANG., SHAPAWI, ROSSITA., LIM, LEONG-SENG. **Black cricket (*Gryllus bimaculatus*) meal as a protein source in the practical diets for juvenile whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*).** Research gate 2021. Disponível em: https://www-researchgate-net.translate.google.com/publication/351681960_Black_cricket_Gryllus_bimaculatus_meal_as_a_protein_source_in_the_practical_diets_for_juvenile_whiteleg_shrimp_Litopenaeus_vannamei. Acesso em: 01 de julho de 2023.

PEREIRA, DANIELLE FONTANA., CAZAROLLI, LUÍSA HELENA.; LAVADO, CRISTIANE.; MENGATTO VANESSA.; FIGUEIREDO, MARIA SANTOS REIS BONORINO.; GUEDES A., GUEDES, ALEXANDRE.; PIZZOLATTI, MOACIR, GERALDO.; SILVA, FATIMA REGINA MENA BARRETO. **Effects of flavonoids on α -glucosidase activity: Potential targets for glucose homeostasis.** Nutrition 27: 1161-1167, 2011. DISPONÍVEL EM: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21684120/>

PEREIRA, GS CHAMPIKA., BHUJEL RAM C. **Replacement of fishmeal by house cricket (*Acheta domestica*) and field cricket (*Gryllus bimaculatus*) meals: Effect for growth, pigmentation, and breeding performances of guppy (*Poecilia reticulata*).** Journals e Books 2022. Disponível em: <https://www-sciencedirect-com.translate.goog/science/article/pii/S2352513422002563?xtr=sl=en&xtr=tl=pt&xtr=hl=pt-BR&xtr=pto=sc>. acesso em 01 de Julho de 2023.

PICOLO, JANAÍNA MUNIZ. **Estrutura funcional do hepatopâncreas no processo digestivo em *Macrobrachium amazonicum*.** Jaboticabal Ed. UNESP 2013 f. 73: il.; 29cm. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87666/picolo_jm_me_jabo_parcial.pdf?sequence=1. Acesso em 19 de julho de 2022.

PIMENTEL, SABRIA AUED; CARUSO, MIRIAM SOLANGE FERNANDES; KUMAGAI, EDNA, EMY; RUVIERI, VALTER; ZENEBON, ODAIR. **Ácidos graxos saturados em produtos alimentícios: comparação de procedimentos na análise por cromatografia gasosa.** Revista Instituto Adolfo Lutz, 64(2):167-172, 2005. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial64_2_completa/1035.pdf. Acesso em 25 de julho de 2022.

REGULAMENTO (UE) 2017/893 DA COMISSÃO. Jornal Oficial da União Europeia 25.5.2017 Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0893&from=ES>. Acesso em 29/03/2021.

RIOS, CRISTINA; **Perfil de Enzimas digestivas em juvenis de camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição de farinha de peixe por farinha das larvas do inseto *Tenebrio molitor*.** Ed. UFSC 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182576>. Acesso em: 21 de junho de 2023.

RIOS, JUAN CARLOS ALVA.; **Farinha de peixe e ração com proteína de origem vegetal formuladas com base na proteína ideal: desempenho, rendimento de carcaça e análise sensorial de carne de frango de corte.** Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/95251>

RODRIGUES, ROBERTA ALMEIDA; VETORELLI, MICHELLE PINHEIRO; ARAÚJO, PEDRO FELIPE RIBEIRO. **Regime alimentar na larvicultura de Macrobrachium acanthurus (WIEGMANN, 1836) em sistema aberto.** Rev. Bras. Eng. Pesca 10(1): 17-30, 2017. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/1119>. Acesso em: 28 jul. 2022.

ROUSTAIAN, P; KAMARUD, M. S.; OMA, H. B.; SAA, C. R.; AHMAD, M. H. **Amino Acid Composition of Developing Larval Freshwater Prawn Macrobrachium rosenbergii.** Journal Of The World Aquaculture Society . Vol. 31, No. 1, 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.2000.tb00708.x>. Acesso em 23 de julho de 2022.

ROUSTAIAN, P.; KAMARUD, M. S.; OMAR, H. B.; SAA, C. R.; AHMA, M. H. **Biochemical Changes in Freshwater Prawn Macrobrachium rosenbergii During Larval Development.** Journal Of The World Aquaculture Society Vol. 32, No. 1 March, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230209966_Biochemical_Changes_in_Freshwater_Prawn_Macrobrachium_rosenbergii_During_Larval_Development.

Roustaian, P.; Kamarudin, M. S.; Omar, H.; Saad, C. R.; Ahmad, M. H. **Changes in fatty acid profile during larval development of freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (de Man).** Aquaculture Research, 1999, 30, 815-824. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2109.1999.00403.x>

SANTOS I. T. F. **Avaliação da atividade de enzimas digestivas em hepatopâncreas de juvenis de camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*)**. Ed. UFPB/CCA, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/4372?locale=pt_BR . Acesso em 24 de junho de 2023.

SEIXAS-FILHO, J.T. **Revisão sobre as enzimas digestivas nos peixes teleostei e seus métodos de determinação**. Augustus, v. 08, 2003. Acesso disponível em: https://ppgaquicultura.furg.br/images/Dissertacoes/2013/Dissertacao_Fernanda_Candiotto_2013.pdf

SHIN, JAEHYEONG; LEE KYEONG-JUN. **Evaluating digestibility and performance of insect meals in diets for pacific white shrimp**. Global seafood alliance 2021. Disponível em: <https://www.globalseafood.org/advocate/evaluating-digestibility-and-performance-of-insect-meals-in-diets-for-pacific-white-shrimp/>. Acesso em 01 de julho de 2023.

SIQUEIRA, TAGORE VILLARIM. **Aquicultura: A nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável**. Boletim Regional, Urbano E Ambiental jul.-dez. 2017. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8142/1/BRU_n17_Aquicultura.pdf

SMITH, Colleen; MARKS, Allan D.; LIEBERMAN, Michael. **Bioquímica médica básica de Marks**. Grupo A, 2007. E-book. ISBN 9788536309415. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536309415/>. Acesso em: 30 jun. 2023.

SOUSA, PAULA NOVELLI RAMALHO. **Parametros bioquímicos e enzimáticos para Jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados em alta e baixa frequência com diferentes níveis de proteínas**. Ed. UNESP 2012. Disponível em : <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/95289>. Acesso em 24 de junho de 2023.

SOUZA, DÉBORA GUERINI. **Bioquímica aplicada**. Porto Alegre Ser - Sagah 2018. Minha Biblioteca.

THUESEN, E. V.; MCCULLOUGH, K. D.; CHILDRESS, J. J. **Metabolic enzyme activities in swimming muscle of medusae: is the scaling of glycolytic activity related to oxygen availability?** J Mar Biol. v.85, p.603-611, 2005. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-marine-biological-association-of-the-united-kingdom/article/metabolic-enzyme-activities-in-swimming-muscle-of-medusae-is-the-scaling-of-glycolytic-activity-related-to-oxygen-availability/4E9E823E14703A6E2F36858BCD452C5A>.

TIRAPEGUI, JULIO; ROGERO, MARCELO MACEDO. **Metabolismo de Proteína.** cap. 6. 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/download/32334459/Proteinas_lindo.pdf. Acesso em 24 de junho de 2023.

VAN HOUIS. A.; **Prospects of insects as food and feed.** Organic Agriculture 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00290-7>. Acesso em: 28 jul. 2022.

VALENTI, WAGNER COTRONI. **Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para produção de camarões de água doce.** In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura. Goiânia, 2002. Anais. p. 99- 106. Disponível em: https://www.caunesp.unesp.br/Home/publicacoes/cpil_valenti_situacao-atual-perspectivas-e-novas.pdf. Acesso em 10 de junho de 2022.

VASCONCELOS GUILHERME TRINDADE. **USO DE FARINHA DE INSETOS NA NUTRIÇÃO DE PEIXES.** 2019-10-31. UNESP 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192774/vasconcelos_gt_me_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 28 jul. 2022.

VERLENGIA, ROSÂNGELA. **Análises de RNA, Proteínas e Metabólitos - Metodologia e Procedimentos Técnicos.** Rio de Janeiro: Grupo GEN; 2012. Acesso em: 27 mar. 2023.

WANTERLAND & GARZA. **Potential mechanisms of metabolic imprinting that lead to chronic disease.** Am J Clin Nutr. 1999. disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9989679/>.