

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

AURIELE MACHADO VIEIRA

Proteína bruta na dieta do *Poecilia reticulata* (Peters, 1859), linhagem moscow
blue: Desempenho produtivo e reprodutivo

Toledo
2019

AURIELE MACHADO VIEIRA

Proteína bruta na dieta do *Poecilia reticulata* (Peters, 1859), linhagem moscow
blue: Desempenho produtivo e reprodutivo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Altevir Signor

Toledo

2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Vieira, Auriele Machado

Proteína bruta na dieta do *Poecilia reticulata* (Peters, 1859), linhagem moscow blue: Desempenho produtivo e reprodutivo / Auriele Machado Vieira; orientador(a), Altevir Signor, 2019.

50 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2019.

1. Alimentação. 2. Aquicultura. 3. Exigência proteica.
4. Peixe ornamental. I. Signor, Altevir. II. Título.

AURIELE MACHADO VIEIRA

Proteína bruta na dieta do *Poecilia Reticulata* (Peters, 1859), linhagem moscow blue: desempenho produtivo e reprodutivo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, área de concentração Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, linha de pesquisa Aquicultura, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:


Orientador(a) – Altevir Signor

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Toledo (UNIOESTE)


Nyamien Yahaut Sebastien

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Toledo (UNIOESTE)


Jackeline Marcante Dallagnol Brum

Toledo, 20 de março de 2019.

A *Deus*, por ter iluminado meu caminho durante esta caminhada, seguindo a meus pais, *Francisco Vieira e Ieda Machado*, obrigado por sempre terem me incentivado a ir em busca dos meus sonhos e por sempre estarem ao meu lado. Muitos obstáculos foram impostos para mim durante esses dois anos, mas graças a vocês eu não fraquejei. Amo vocês!

Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder saúde, persistência e alegria em todo momento para superar meus desafios. Sou grato por tudo que já me proporcionou. Obrigado Senhor!

À Michele Alves, filha querida, obrigado. Suas palavras de incentivo, otimismo e orgulho não me deixaram desistir do mestrado, muito menos desse trabalho de conclusão.

A meus pais Francisco Vieira e Ieda Machado que representam tudo em minha vida, sempre me incentivaram e torceram pela minha vitória.

Aos meus irmãos Aurélio Machado, Wilson Vieira, Fatima Vieira, Glicia Alves e Samuel Vieira pelo incentivo, apoio constante e o amor que nos uniu. A todos os meus sobrinhos que sempre foram especiais para mim e pelo carinho que sentem por mim.

Aos meus amigos vinculados a Unioeste: Rafael Soares, João Marcos Sena (*In Memoriam*), Silvana Resende, Cristine Zine, Mariana Lins, Janaína Rosseto, Kerolay Valadão, Grace Kelly Goudinho, Karla Fernanda, Fernando Dressler, Valdir Castro, Antonio Francisco da Silva e Rayana Vieira, agradeço a todos pela imensa ajuda e amizade!

Aos meus amigos Jardel Gehlen, Rafael Vargas, Marta Ferreira, Juliana Guerreiro, Mauricio Fichler pela amizade, companheirismo e ajuda proporcionada. Muito obrigado!

Ao meu orientador Prof. Dr. Altevir Signor pela oportunidade, incentivo, confiança e amizade.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná pelo programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, em especial a Carla Regina Meurer e Uilian Simões, assistentes do programa e a Capes pela bolsa de mestrado concedida.

Ao Grupo de Estudos em Manejo na Aquicultura – GEMAQ pelo acolhimento e por disponibilizar seus laboratórios para o desenvolvimento da pesquisa deste trabalho.

E aqueles que contribuíram direta ou indiretamente nesta etapa de crescimento profissional e pessoal.

A todos, os meus agradecimentos!

*Esforço-me para que eles sejam fortalecidos em
seu coração, estejam unidos em amor e
alcancem toda a riqueza do pleno
entendimento, a fim de conhecerem plenamente
o mistério de Deus, a saber, Cristo. Nele estão
escondidos todos os tesouros da sabedoria e do
conhecimento.*

Colossenses 2:2-3

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)*. Disponível em <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/about/submissions#authorGuidelines>>*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual e centesimal das dietas experimentais ofertadas aos <i>P. reticulata</i>	25
Tabela 2. Desempenho produtivo dos alevinos de <i>P. reticulata</i> alimentados com níveis crescentes de PB.....	31
Tabela 3. Índices somáticos dos reprodutores de <i>P. reticulata</i> alimentados com níveis crescentes de PB.....	34
Tabela 4. Número de proles e sobrevivência da primeira e segunda reprodução de <i>P. reticulata</i> alimentados com níveis crescentes de PB.	37
Tabela 5. Resultado das variáveis morfométricas dos reprodutores de <i>P. reticulata</i> alimentados com níveis crescentes de PB.	39
Tabela 6. Resultados das análises centesimais das carcaças evisceradas dos reprodutores de <i>P. reticulata</i> alimentados com	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Variáveis morfométricas utilizadas. Larva de *P. reticulata* com menos de 30 minutos de vida. Comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); altura do corpo (AC); diâmetro do olho (DO); comprimento da cabeça (CC); comprimento do focinho (CF). 30

Figura 2: Proles dos reprodutores alimentados com níveis crescentes de PB, ampliadas na lupa (1X). A – Tratamento com 28% de PB; B – Tratamento com 31% de PB; C – Tratamento com 34% de PB; D – Tratamento com 37% de PB; E – Tratamento com 40% de PB; F – Tratamento com 43% de PB; G – Tratamento com 46% de PB..... 41

SUMÁRIO

1. REFERENCIAL TEÓRICO	7
1.1 Piscicultura Ornamental	7
1.2 <i>Poecilia reticulata</i>	9
1.3 Dietas para Peixes Ornamentais	10
1.3.1 Exigência Proteica	11
2. REFERÊNCIAS	15
3. OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivo Geral	20
3.2 Objetivos Específicos	20
4. PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DO <i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859), LINHAGEM MOSCOW BLUE: DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO.....	21
RESUMO	21
<i>ABSTRACT</i>	22
5. Introdução.....	23
6. Material e Métodos.....	24
6.1 Dietas Experimentais.....	24
6.2 Qualidade de Água	26
6.3 Desempenho Produtivo.....	26
6.4 Desempenho Reprodutivo	27
6.4.1 Análises Morfométricas das Proles	29
6.5 Análise Estatística.....	30
7. Resultados e Discussão	30
7.1 Desempenho Produtivo.....	30
7.2 Desempenho Reprodutivo	33
8. Conclusões	44
9. Considerações Finais.....	44
10. Referências	46

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Piscicultura Ornamental

Decorrente ao aumento da procura por peixes ornamentais, principalmente por aquaristas de países desenvolvidos como o EUA, Japão, Alemanha, Itália, Reino Unido, Bélgica e França, desenvolveu-se a piscicultura ornamental que se alavancou na década de 90 em torno de 10% ao ano, de 1991 a 1996 (FAO, 2008).

Os peixes ornamentais representam o maior e mais diversificado grupo de animais exóticos utilizados como animais de estimação, sendo que atualmente são conhecidas mais de 4500 espécies de água doce e 1450 espécies marinhas que são mantidas em cativeiro e apresentam ampla variedade de adaptações anatômicas (Helen; Roberts-Sweeney, 2016).

Conforme a FAO (2016), o comércio de peixe vivo também integra peixe ornamental com elevado valor comercial, porém em quantidade quase insignificante. Algumas regiões, como no nordeste da Índia, vêm exportando inúmeras espécies com nomes comerciais ou genéricos, causando problemas na identificação das espécies (Dhar; Ghosh, 2017).

O comércio de peixes ornamentais em nível mundial chega a faturar mais de US\$ 6 bilhões por ano, embora alguns países possuem uma contribuição quase insignificativa, por exemplo, a Índia contribui com menos de 1% do comércio global de peixes ornamentais. Esse comércio passou por períodos de oscilações no passado, mas ao decorrer dos anos se manteve e prosseguiu de forma lenta, porém estável (Rani et al., 2013; Sekharan; Ramachandran, 2012).

O século XXI iniciou com uma exportação global de peixes ornamentais correspondente a US\$ 176 milhões em 2000. Ao longo de uma década, este comércio avançou a um percentual anual um pouco acima de 6%, atingindo um valor de US\$ 342 milhões em 2010. Nesse mesmo ano, Singapura chega a atingir US\$ 59 milhões que corresponde a 17% do valor total mundial. Esse país possuiu o maior índice de exportação de peixes ornamentais tropical para o comércio global (Sekharan; Ramachandran, 2012).

No Brasil, o estado do Amazonas é um dos mais importantes eixos de exportação de peixes ornamentais e depende exclusivamente do extrativismo praticado em inúmeras áreas da Bacia Amazônica. Estes animais são o terceiro principal produto extrativista exportado do Amazonas, sendo que quase não existe monitoramento de seu comércio (Dos Anjos et al., 2009).

Durante a escolha de espécies para ser inserida na piscicultura ornamental é essencial considerar características biológicas, tal como, hábitos alimentares e reprodutivos como

questos importantes para a criação de ovos e larvas (Ramos et al., 2015). O sistema de criação semi-intensivo em viveiros externos é o mais aplicado na piscicultura ornamental brasileira. Geralmente, seu uso é empregado em espécies de baixo valor comercial que demandam ser produzidas em grandes quantidades a um custo baixo (Vidal JR, 2006).

Este tipo de sistema caracteriza-se pelo uso de ração para complementar a alimentação natural e por intervenção parcial do produtor na correção de alguns parâmetros físico-químicos indicadores de qualidade de água (Vidal JR, 2006), além disso, há necessidade de implantar telas de proteção contra predadores, pouco ou sem uso de energia elétrica e exige pouca mão de obra quando comparado com o sistema intensivo (Ribeiro et al., 2008).

Para contribuir com o desenvolvimento da piscicultura ornamental, estudos vêm sendo desenvolvidos com diferentes densidades de estocagem com o objetivo de determinar a densidade adequada para a criação de alevinos em hapas de espécies ornamentais de valor comercial (Shajib et al., 2017; Zafar et al., 2017; Adhikary et al., 2018). Além disso, nos últimos anos os piscicultores de peixes ornamentais vêm investindo em sistemas de recirculação elaborados especialmente para esses animais para conseguirem aumentar a produção e assim suprir o aumento da demanda (Elalouf et al., 2017).

Pisciculturas especializadas na criação de peixes ornamentais representam um mercado estável em nível mundial. Entretanto, o manejo no confinamento pode ser um motivo causador de doenças (Santos et al., 2017). O acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) é uma das espécies ornamentais nativas de água doce com uma grande beleza e demanda no mercado nacional. É uma espécie que pode ser criada em vários sistemas de criação (Ribeiro et al., 2008).

De acordo com Hoshino et al. (2018), em todo o mundo há um interesse por peixes ornamentais de tal maneira que ocasionou o desenvolvimento de tecnologias de criação de espécies importantes para o comércio, porém os patógenos destes organismos estão se espalhando rapidamente devido ao manejo inadequado nas pisciculturas.

Os índices de exportação de peixes ornamentais provenientes do extrativismo têm diminuído devido à pressões internacionais pelo fim da pesca predatória, sendo que estudos vêm mostrando a redução da diversidade desses animais em seu ambiente natural (Gerstner et al., 2006). Assim, a criação desses organismos é essencial, exigindo que estudos sejam desenvolvidos para adquirir conhecimentos suficientes para desenvolver pacotes tecnológicos que possibilitem aumentar a competitividade no setor produtivo em relação ao mercado internacional, e redução da pesca extrativista de forma a contribuir com a preservação de espécies ornamentais nativas (Zuanon et al., 2011).

1.2 *Poecilia reticulata*

A família Poeciliidae possui uma grande diversidade de espécies com aproximadamente 27 gêneros e 299 espécies que se distribuem entre o continente africano e americano, sendo encontrados em água doce e salobras (Graça; Pavanelli, 2007; De Souza.; Tozzo, 2013). Entretanto várias espécies desta família foram introduzidas em inúmeras bacias hidrográficas no Brasil objetivando o controle de larvas de insetos (Britski et al., 2007).

Os guppies (*P. reticulata*) são peixes de água doce pertencentes a família Poeciliidae e fazem parte de um grupo popular de peixes ornamentais por apresentarem uma grande variedade de cores corporais (Fernando et al., 1991), e três das 10 espécies de peixes de aquário mais comercializadas no mundo são integrantes dessa família (Singh, 2005). Esta espécie é originária da América do Sul e destaca-se pela sua ampla distribuição geográfica (Pereira; Oliveira 2014), porém no Brasil o *P. reticulata* é uma espécie exótica (De Souza; Tozzo, 2013).

Esses peixes por conseguirem sobreviver em águas poluídas com baixa oxigenação e temperaturas mais elevadas, e por incluírem larvas de insetos em sua alimentação, passaram a ser usados frequentemente em várias regiões do mundo na predação de larvas dos mosquitos do gênero *Culex* que se reproduzem em águas poluídas (Opoye-Itoua et al., 2012; Mogas, 2016).

Os guppies apresentam boa adaptação e fácil reprodução em aquários, por isso, estão se tornando mais populares com preços acessíveis (Adil et al., 2014; Pereira; Oli'Veira 2014). Os Poeciliideos quando produzidos em escala comercial podem ser criados em viveiros escavados, tanques de cimento ou até mesmo em gaiolas (Singh, 2005).

Os machos dessa espécie são mais exuberantes do que as fêmeas por terem cores mais vibrantes, e no geral, cauda maior, além de possuírem um gonopódio proporcional ao tamanho do corpo, devido a um conjunto de genes que é responsável por tais características nos machos adultos e que está ligado ao *locus gênico* decisivo do sexo no cromossomo “Y” (Tripathi et al., 2009). Algumas espécies de Poeciliideos apresentam estratégia reprodutiva vivípara e as fêmeas conseguem armazenar espermatozóides dentro do ovário para fertilizar óvulos de mais de uma reprodução (Dzikowski et al., 2001). Nos *P. reticulata* a transferência de espermatozóides para dentro da fêmea é facilitado pelo fato de que os machos possuem uma nadadeira anal modificada na forma de tubo, o gonopódio (Thipathi et al., 2009).

A espécie *P. reticulata* em todas as suas fases de seu ciclo de vida preferem se alimentar com larvas de insetos e quando em cativeiro exigem uma dieta bem equilibrada contendo níveis elevados de proteínas que sejam capazes de substituir esse alimento vivo, provavelmente essas

características nutricionais também podem ser observadas nas inúmeras linhagens existentes de guppy criadas a nível comercial (Mongas, 2016). Porém as informações existentes sobre a nutrição dessa espécie são insuficientes e inconsistentes para formular dietas de qualidade, havendo a necessidade de desenvolver estudos para definir as suas exigências nutricionais, principalmente para lipídeos, proteínas, aminoácidos e vitaminas para todas as fases de desenvolvimento do animal, e assim, formular dietas que supram suas necessidades, resultando em peixes mais resistentes e robustos com colorações mais vibrantes, caudas e nadadeiras mais desenvolvidas, de modo a beneficiar as pisciculturas e, conseqüentemente, a comercialização da espécie (Dahlgren, 1980; García-Ulloa; García-Olea, 2004; Harpaz et al., 2005; Tripathi et al., 2009; Mehrad; Sudagar, 2010; Kithsiri et al., 2010).

1.3 Dietas para Peixes Ornamentais

A alimentação de peixes ornamentais em produções comerciais é realizada quase que unicamente com rações para espécies de corte, visto que as rações comercializadas para peixes ornamentais são designadas ao comércio varejista, para uso em aquário, com preços mais elevados do que as rações para os demais peixes (Tamaru; Ako, 2000). Além disso, as rações para peixes de corte contêm baixo suprimento de carotenoides, e apresentam incompatibilidade entre estrutura física e composição química, quando usadas para alimentação de peixes ornamentais (Zuanon et al., 2011).

As rações comerciais com composição química mais próxima das exigências nutricionais dos peixes ornamentais nas fases juvenil e adulta não possuem o tamanho de pélete adequado para a abertura da boca, havendo a necessidade de triturar a ração conforme à abertura da boca dos animais, o pó proveniente desse processo não é aproveitado, resultando em desperdício e ocasionando uma depreciação na margem de lucro da criação (Zuanon et al., 2011; Zuanon et al., 2013).

A nutrição e a alimentação influenciam diretamente na saúde, no desempenho produtivo e reprodutivo dos peixes apresentando respostas positivas contra os agentes estressores fisiológicos, ambientais e patogênicos (Lall; Tibbets, 2009). Os macronutrientes que produzem energia (proteínas, lipídios e carboidratos) e os micronutrientes (ácidos graxos, aminoácidos, minerais e vitaminas) são indispensáveis para os peixes, assim, uma dieta deve conter todos os nutrientes essenciais e disponibilizar energia suficiente para suprir as necessidades dos peixes em crescimento, manutenção, reprodução e obtenção de proles com qualidade, além de manter todos os processos fisiológicos em bom funcionamento (Lall; Tibbets, 2009; Portz; Furuya, 2012).

As necessidades dietéticas dos peixes podem variar entre espécies ou até mesmo entre indivíduos da mesma espécie e são dependentes de inúmeros fatores, como dos estágios do ciclo de vida, sexo, hábito alimentar e meio ambiente (Hancz, 2011). A alimentação de espécies ornamentais tem sido baseada nas exigências nutricionais de peixes não ornamentais criados em sistemas intensivos, assim, objetivando maior crescimento em um curto período de criação (Sales; Janssens, 2003). No entanto, uma formulação precisa da dieta para peixes ornamentais supre as exigências metabólicas e aumenta a digestibilidade dos nutrientes, conseqüentemente, melhorando a qualidade da água e diminuindo o custo de manutenção (Santamaría; Santamaría, 2011).

As proteínas de origem animal apresentam maior valor biológico em relação as proteínas de origem vegetal por terem uma composição aminoacídica próxima do tecido animal (Ribeiro et al., 2012). O custo da inclusão de proteínas nas dietas para peixes é elevado e pode influenciar nos custos finais de produção de uma piscicultura, sendo que um dos principais objetivos da nutrição desses animais é obter uma máxima incorporação da proteína vinda da ração, resultando em bom aproveitamento para o crescimento e desempenho dos peixes (Gaylord; Barrows, 2009; Ribeiro et al., 2012).

Atualmente inúmeros ingredientes vêm sendo testados em dietas por apresentarem em suas composições elevado conteúdo lipídico, grande potencial energético, fonte de aminoácidos essenciais e por possuir proteínas com capacidade para responder as exigências nutricionais de peixes herbívoros e onívoros. Estes alimentos alternativos podem ser ajustados para compor a dieta de peixes ornamentais conforme sua exigência nutricional (Ove et al., 2003; Garcia-Vaquero; Hayes, 2016; Vucko et al., 2017).

A manutenção de peixes ornamentais e sua propagação é importante para os produtores e para os aquarofilistas, mas a criação desses animais a nível comercial tem sofrido problemas pela carência de dietas formuladas contendo os nutrientes essenciais exigidos em cada fase de produção das espécies ornamentais. Portanto é necessário estudos voltados para nutrição de peixes ornamentais que possam gerar informações importantes para auxiliar na formulação de dietas balanceadas (Sales; Janssens, 2003; Sumithra et al., 2014).

1.3.1 Exigência Proteica

A comercialização de peixes ornamentais requer despesca semanal, seguida do procedimento de embalagem e transporte, conseqüentemente esses processos deixam os peixes mais expostos ao estresse que os peixes de corte (Sales; Janssens, 2003). Por isso, as exigências

nutricionais dos peixes ornamentais podem ser maiores quando comparadas com as exigências dos peixes de corte, principalmente para proteína, lipídeos, carboidratos, vitaminas e minerais, essenciais para o crescimento e desenvolvimento das espécies (Zuanon et al., 2011).

A alimentação é um dos principais fatores para o sucesso da produção de peixes ornamentais, dessa forma, informações a respeito das exigências proteicas dos peixes é fundamental na formulação de dietas equilibradas em nutrientes importantes para o bom crescimento, bem como para uma boa reprodução, manutenção e saúde dos animais, além disso, o uso de dietas adequadas para diferentes espécies pode contribuir para a redução do uso de alimentos vivos (Zuanon et al., 2013).

O conhecimento a respeito do nível ótimo de proteína na dieta é importante para que os peixes tenham eficiência de utilização de nutrientes e rápido crescimento, além disso, reduz custos com ração, sendo fornecido somente a concentração de proteína exigida pelo animal (Zuanon et al., 2006).

Para os peixes, a proteína ideal é denominada como sendo a proporção correta de aminoácidos de modo a atender às exigências de todos os aminoácidos, para a produção e manutenção desses animais, através da proposta de que cada aminoácido essencial seja expresso em relação a um aminoácido de referência, a lisina, além disso, a proteína ideal também está relacionada com o balanço energético-proteico, composição e digestibilidade em aminoácidos (Wilson, 2002; Gaylord; Barrows, 2009). Nesse sentido, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, é importante que as dietas contenham proteínas em concentrações que atendam às exigências das espécies, de modo, a manter bom desempenho do animal e evitar desperdícios desse nutriente (Sá et al., 2008).

O excesso ou carência dos aminoácidos essenciais pode provocar um desbalanço entre os mesmos, ocasionando problemas metabólicos de toxicidade e antagonismo, podendo afetar o transporte de nutrientes, a taxa de ingestão, o catabolismo, formação de metabólitos tóxicos e degradação de tecido muscular (Miller et al., 2005). No metabolismo proteico em peixes, quando dois aminoácidos são absorvidos pelo mesmo transportador, a presença de grandes quantidades de um dos aminoácidos inibe a absorção do outro. Por isso, é necessária a correta formulação das dietas para peixes, quanto ao teor e proporção de aminoácidos (Ribeiro et al., 2012).

Em geral, o peso seco dos peixes inteiros contém em torno de 70% de proteína, entretanto, fica evidente que a taxa de proteína é um composto nutricional fundamental na alimentação destes animais, quando a dieta conter entre 20 a 40% de proteína bruta (PB) o crescimento dos animais será proporcional ao teor proteico de sua alimentação (Hancz, 2011).

Dentre os macronutrientes utilizados em dietas para peixes, a proteína é considerada de custo mais elevado, conseqüentemente, dietas com maiores concentração de PB resultam ser mais caras, porém o custo com ração contendo alto teor de proteína vai depender da espécie que se deseja criar, visto que as espécies carnívoras necessitam de maiores taxas de proteínas em suas dietas em relação a espécies onívoras e herbívoras (Ribeiro et al., 2007).

A espécie de *Poecilia reticulata* vem sendo usada como modelo animal em estudos com a finalidade de encontrar novas fontes alternativas de proteína para integrar em dietas para peixes ornamentais, dentre os ingredientes estudados, destacam-se a farinha de camarão, farinha de peixe, farinha de carne e ossos, subproduto de surimi, farinha de lula e farinha de mexilhão. Estes ingredientes promovem melhor desempenho produtivo para guppy (*P. reticulata*) (Anka et al., 2016; Mohanta et al., 2016; Sharon et al., 2016).

O uso de uma dieta contendo os níveis inadequados dos macronutrientes e micronutrientes pode levar os peixes a um baixo desempenho produtivo e reprodutivo, logo, o produtor precisaria de um maior número de reprodutores e locações de maior área para suprir a demanda comercial (Kithsiri et al., 2010).

Os peixes nas fases iniciais necessitam de dietas com maiores concentrações de proteína por apresentarem uma elevada taxa de crescimento e de síntese de proteínas, uma vez que seus órgãos estão em formação, assim, a demanda por alimentos de qualidade e em quantidade passa a ser alta (Jomori et al., 2008; Sousa, 2016). Alevinos oriundos de reprodutores alimentados com uma boa dieta contendo o nível de proteína exigido apresentam melhor sobrevivência e crescimento, além de serem mais resistentes a debilitação (Gisbert et al., 2000; Kithsiri et al., 2010).

Os peixes reprodutores têm mostrado carência de suplementação de nutrientes de boa qualidade, principalmente no início do desenvolvimento gonadal e no período da vitelogênese. Alguns sinais de atraso no desenvolvimento gonadal, baixa motilidade espermática, redução na fertilização, baixa eclodibilidade são efeitos que demonstram a importância da nutrição no desenvolvimento reprodutivo desses animais (Navarro et al., 2010). A falta de proteínas na dieta de reprodutores provoca entraves na criação, visto que nos ovos, as proteínas estão presentes como enzimas, hormônios, lipoproteínas. No entanto, o tamanho e composição do ovo são indicadores importantes de boa qualidade de alevinos (Al Hafedh et al., 1999; Gisbert et al., 2000).

Segundo Zuanon et al. (2011), a evolução de estudos voltados para os sistemas de criação, processamento de ração, exigências nutricionais e digestibilidade de nutrientes para peixes ornamentais permitirá reduzir o fornecimento de alimentos vivos e expandir o uso de

sistemas intensivos de criação desses organismos. E possibilitará o desenvolvimento de pacotes tecnológicos que serão propícios na criação sustentável de peixes ornamentais com ênfase nos aspectos social, econômico e ambiental, assim, aumentando a competitividade do setor produtivo em relação ao mercado internacional, além de minimizar a pesca extrativista contribuindo com a preservação de espécies nativas.

2. REFERÊNCIAS

- ADHIKARY, J. K.; KAR, S.; FARUK, A.; HOSSAIN, A.; BHUIYAN, M. D. N. M.; ASIF, A. A. Contribution of aquaculture on livelihood development of fish farmer at Noakhali, Bangladesh. **Asian-Australasian Journal of Bioscience and Biotechnology**, v. 3, n. 2, p. 106-121, 2018.
- ADIL, S.; ŞIŞMAN, T.; INCEKARA, Ü. An investigation on the growth and reproductive performance of *Poecilia reticulata* Peters (Cyprinodontiformes: Cyprinidae) fed diets with dried insects. **Munis Entomology e Zoology**, v. 9, p. 638-644, 2014.
- AL HAFEDH, Y.S.; SIDDIQUI, A. Q.; AL-SAYDY, M.Y. Effects of dietary protein levels on gonad maturation, size and age at first maturity, fecundity and growth of Nile tilapia. **Aquaculture International**. v. 7, p. 319– 332., 1999.
- ANKA, I. Z.; JOTHI, J. S.; SARKER, J.; TALUKDER, A.; ISLAM, M. S. Growth performance and survival of guppy (*Poecilia reticulata*): different formulated diets effect. **Asian Journal of Medical and Biological Research**, v. 2, n. 3, p. 451-457, 2016.
- BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal: Manual de identificação**. 2. Ed. EMBRAPA Informação Tecnológica, Brasília, 2007, 227p.
- DAHLGREN, B.T, The effects of three different dietary protein levels on the fecundity in the guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). **Journal of Fish Biology**. v. 16, p. 83– 97, 1980.
- DHAR, B.; GHOSH, S. K. Mini-DNA barcode in identification of the ornamental fish: A case study from Northeast India. **Gene**, v. 627, p. 248–254, 2017.
- DE SOUZA, F.; TOZZO, R. A. *Poecilia reticulata* Peters 1859 (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) como possível bioindicador de ambientes degradados. **Revista meio ambiente e sustentabilidade**, v. 3 n. 2, p. 1-14, 2013.
- DOS ANJOS, H. D. B.; AMORIM, R. M. S.; SIQUEIRA, J. A.; DOS ANJOS, C. R. Exportação de peixes ornamentais do estado do Amazonas, bacia amazônica, Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 35, n. 2, p. 259 - 274, 2009.
- DZIKOWSKI, R.; HULATA, G.; KARPLUS, I.; HARPAZ, S. Effect of temperature and dietary L-carnitine supplementation on reproductive performance of female guppy (*Poecilia reticulata*). **Aquaculture**, v. 199, p. 323– 332, 2001.
- ELALOUF, H.; KASPI, M.; ELALOUF, A.; HALACHMI, I. Optimal operation policy for a sustainable recirculation aquaculture system for ornamental fish: Simulation and response surface methodology. **Computers and Operations Research**, v. 000, p. 1–11, 2017.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fishstat plus: Universal software for fishery statistical time series**. Fisheries Department Fishery Information, Rome, Italy, 2008.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. **Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos**. Roma, 2016, 224 p.

FERNANDO A. A.; PHANG V.P.E.; CHAN S.Y. Diets and feeding regimes of Poeciliid fishes in Singapore. **Asian Fisheries Science**, v. 4, p. 99-107, 1991.

GARCÍA-ULLOA, M.; GARCÍA-OLEA, C. J. Reproductive performance of the guppy fish *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) fed with live *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) cultured with inert and live diets. **Avances en Investigación Agropecuaria**, v. 8, n. 3, 2004.

GARCIA-VAQUERO, M.; HAYES, M. Red and green macroalgae for fish and animal feed and human functional food development. **Food Reviews International**, v. 32, n. 1, p.15-46, 2016.

GAYLORD T. G.; BARROWS, F. T. Multiple amino acid supplementations to reduce dietary protein in plant-based rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, feeds. **Aquaculture**, v. 287, p. 180-184, 2009.

GERSTNER, C. L.; ORTEGA, H.; SANCHEZ, H.; GRAHAM, D. L. Effects of the freshwater aquarium trade on wild fish populations in differentially-fished areas of the Peruvian Amazon. **Journal of Fish Biology**, v. 68, p. 862–875, 2006.

GISBERT, E.; WILLIOT, P.; ORVAY-CASTELLO, F. Influence of egg size on growth and survival of early stages of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) under small scale hatchery conditions. **Aquaculture**, v. 183, p. 83–94, 2000.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá: EDUEM, 2007, 241p.

HANCZ, C. **Fish nutrition and feeding**. 2011, 15 p.

HARPAZ, S.; SLOSMAN, T.; SEGEV, R. Effect of feeding guppy fish fry (*Poecilia reticulata*) diets in the form of powder versus flakes. **Aquaculture Research**, v. 36, p. 996–1000, 2005.

HELEN E.; ROBERTS-SWEENEY, D.V.M. Anatomy and Disorders of the Oral Cavity of Ornamental Fish. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 19, p. 669–687, 2016.

HOSHINO, E, M.; HOSHINO, M. D. F. G; MARCOS TAVARES-DIAS, M. Parasites of ornamental fish commercialized in Macapá, Amapá State (Brazil). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 27, n. 1, p. 75-80, 2018.

JOMORI, R. K.; DUCATTI, C.; CARNEIRO, D. J.; PORTELLA, M. C. Stable carbono ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) larval tissue. **Aquaculture Research**, v. 39, p. 370-381, 2008.

KITHSIRI, H. M. P.; SHARMA, A. P.; ZAIDI, S. G. S PAL, A. K.; VENKATESHWARLU, G. Growth and reproductive performance of female guppy, *Poecilia reticulata* (Peters) fed diets with different nutrient levels. **Indian Journal of Fisheries**, v. 57, n. 1, p. 65-71, 2010.

LALL, S. P.; TIBBETS, S. M. Nutrition, feeding, and behavior of fish. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 12, p. 361–372, 2009.

MEHRAD, B.; SUDAGAR, M. Dietary vitamin E requirement, fish performance and reproduction of guppy (*Poecilia reticulata*). **AAFL Bioflux**, v. 3, n. 3, 2010.

MILLER, C. L.; DAVIS, D. A.; PHELPS, R. P. The effects of dietary protein and lipid on growth and body composition of juvenile and-adult red sapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860). **Aquaculture Research**, v. 36, p. 52-60, 2005.

MOGAS, A. R. M. Y. **A combinação simultânea de peixes larvívoros com pesticidas como uma estratégia de controlo de vetores da malária — Um estudo experimental com *Poecilia reticulata* e três pesticidas**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar) - Universidade do Porto, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, 2016.

MOHANTA, K. N.; SUBRAMANIAN, S.; KORIKANTHIMATH, V. S. Effect of different animal protein sources on growth and nutrient utilization of guppy, *Poecilia reticulata* fingerlings. **Proceedings of the Zoological Society**, v. 69, n. 1, p. 96–103, 2016.

NAVARRO, R. D.; NAVARRO, F. K. S. P.; SEIXAS FILHO, J. T.; RIBEIRO FILHO, O. P. Nutrição e alimentação de reprodutores de peixes. **Revista Augustus**, v. 15, n. 30, p. 108-118, 2010.

OPOYE-ITOUA.; MAMONEKENE, V.; MALONGA, A. B. H.; NGALLAYATERE, N.; OLLOY, A.; VOUIDIBIO, J. Stades aquatiques pre-imaginaux des moustiques de brazzaville: methodes de prelevement et d'elevage. **Annales de l'université Marien Nguabi**, v. 12-13, n. 4, p. 108-124, 2012.

OVE, J. E.; INGE, K.R, OLSENA, Y. Copepods as live food organisms in the larval rearing of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) with special emphasis on the nutritional value. **Aquaculture**, v. 227, p. 191–210, 2003.

PEREIRA, B. B.; OLIVEIRA, E. A. Larvovirus potencial of *Poecilia reticulata* at domestic biological control conditions. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 22, n. 3, p. 241-245, 2014.

PORTZ, L.; FURUYA, W. M. Energia, proteína e aminoácidos. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1. ed. Florianópolis: Sociedade brasileira de aquicultura e biologia aquática, 2012. cap. 4, p. 65-77.

RAMOS, F. M.; ARAÚJO, M. L. G.; PRANG, G.; FUJIMOTO, R. Y. Ornamental fish of economic and biological importance to the xingu river. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. S95-S98, 2015.

RANI, P.; IMMANUEL, S.; ANANTHAN, P. S.; OJHA, S. N.; KUMAR, N. R.; KRISHNAN, M. Export performance of Indian ornamental fish - an analysis of growth, destination and diversity. **Indian Journal of Fisheries**, v. 60, n. 3, p. 81-86, 2013.

RIBEIRO, F. A. S.; PRETO, B. L.; FERNANDES, J. B. K. Sistemas de criação para o acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 459-466, 2008.

RIBEIRO, F. A. S.; RODRIGUES, L. A.; FERNANDES, J. B. K. Desempenho de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 33, n. 2, p. 195-203, 2007.

RIBEIRO, P. A. P.; MELO, D. C.; COSTA, L. S. TEIXEIRA, E. A. **Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce**. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2012.

SÁ, R.; POUSAO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELE, A. Dietary protein requirement of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v. 14, p. 309–317, 2008.

SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Nutrient requirements of ornamental. **Aquatic Living Resources**, v. 16, p. 533–540, 2003.

SANTAMARÍA, Y. V.; SANTAMARÍA, W. C. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a review. **Revista MVZ Córdoba**, v.16, n. 2, p. 2458-2469, 2011.

SANTOS, M. A.; JERÔNIMO, G. T.; CARDOSO, L.; TANCREDO, K. R.; MEDEIROS, P. B.; FERRAREZI, J. V.; GONÇALVES, E. L. T.; ASSIS, G. C.; MARTINS, M. L. Parasitic fauna and histopathology of farmed freshwater ornamental fish in Brazil. **Aquaculture**, v. 470, p. 103–109, 2017.

SEKHARAN, M. N.; RAMACHANDRAN, A. **Sustainable Ornamental Fisheries**. SOFI-Way Forward: 2012. School of Industrial Fisheries, Cochin University of Science and Technology, 2012, 160 p.

SHAJIB, M. S. H.; SARKER, B.; ASIF, A. A.; RAHMAN, M. M.; ZAFAR, M. A.; HOSSAIN, A. Effects of stocking density on the growth rate of gold fish fry reared in hapa. **Asian Journal of Medical and Biological Research**, v. 3, p. 504-515, 2017.

SHARON, G.; FRIDMAN, S.; REISS-HEVLIN, N.; SINAI, T.; BOISOT, P.; ZILBERG, D. Effects of different commercial diets on growth performance, health and resistance to Tetrahymena sp. infection in guppies, *Poecilia reticulata* (Peters). **Aquaculture Research**, p. 1–11, 2016.

SINGH, T. Emerging trends in world ornamental fish trade, **INFOFISH International**, v. 3. p.15-18, 2005.

SOUSA, J. A. **Exigência de proteína bruta na dieta de alevinos e juvenis do ornamental amazônico acará severo (*Heros severus*) (Heckel, 1840)**. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Campus de Castanhal, Programa de Pós-graduação em Ciências animal, Belém, 2016.

SUMITHRA, V.; JANAKIRAMAN, A.; ALTAFF, K. Influence of different type of feeds on growth performance in black molly, *Poecilia sphenops*. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 1, n. 6, p. 24-26, 2014.

TAMARU, C. S.; AKO, H. Using commercial feeds for the culture of freshwater ornamental fishes in Hawaii. In: TAMARU, C. C. T.; TAMARU, C. S.; MCVEY, J (Eds.). **Spawning and maturation of aquatic species**. Hawaii: University of Hawaii Sea Grant College Program, 2000. p. 109-120.

TRIPATHI, N.; HOFFMANN, M.; WEIGEL, D.; DREYER, C. Linkage analysis reveals the independent origin of Poeciliidae sex chromosomes and a case of atypical sex inheritance in the guppy (*Poecilia reticulata*). **Genetics**, v. 182, p. 365–374, 2009.

VIDAL JR., M.V.V. Sistemas de produção de peixes ornamentais. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n. 51, p. 62-74, 2006.

VUCKO, M. J.; COLE, A. J.; MOORHEAD, J. A.; PIT, J.; DE NYSA, R. The freshwater macroalga *Oedogonium intermedium* can meet the nutritional requirements of the herbivorous fish *Ancistrus cirrhosis*. **Algal Research**, v. 27, p. 21–31, 2017.

WILSON, R. P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. 3. ed. **Fish nutrition**, v. 3, p. 144-179, 2002.

ZAFAR, M. A.; HASAN, M. Z.; ALI, M. M.; ASIF, A. A. Growth and production performance of Vietnamese koi (*Anabas testudineus*) with Magur (*Clarias batrachus*) at different stocking densities. **Asian-Australasian Journal of Bioscience and Biotechnology**, v. 2, p. 226-237, 2017.

ZUANON, J. A. S.; CARNEIRO, A. P. S.; NASCIMENTO, L. S.; SILVA, D. A.; PONTES, M. D.; KANASHIRO, M. Y.; SALARO, A. L. Protein requirement for *Trichogaster lalius*, blue variety. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 2, p.144-147, 2013.

ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; BALBINO, E. M.; SARAIVA, A.; QUADROS, M.; FONTANARI, R. L. Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1893-1896, 2006.

ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; FURUYA, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 165-174, 2011.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar níveis crescentes de proteína bruta na dieta de guppies (*P. reticulata*) da linhagem moscow blue sobre os parâmetros de desempenho produtivo e reprodutivo.

3.2 Objetivos Específicos

1) Avaliar o desempenho produtivo de alevinos de guppies alimentados com dietas contendo níveis crescentes de proteína bruta.

- a. Sobre as respostas de ganho em peso;
- b. Taxa de eficiência proteica;
- c. Conversão alimentar aparente;
- d. Taxa de crescimento específico;
- e. Sobrevivência;
- f. Comprimento total e padrão.

2) Avaliar o desempenho reprodutivo de guppies alimentados com dietas contendo níveis crescentes de proteína bruta.

- a. Sobre as respostas do peso dos ovários e testículos;
- b. Índices gonadossomáticos;
- c. Índices hepatossomáticos;
- d. Produção de larvas em duas subseqüentes reproduções;
- e. Sobrevivência das larvas em duas subseqüentes reproduções;
- f. Variáveis morfométricas de proles em duas subseqüentes reproduções.

4. PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DO *Poecilia reticulata* (Peters, 1859), LINHAGEM MOSCOW BLUE: DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de guppies (*Poecilia reticulata*) alimentados com dietas contendo níveis crescentes de proteína bruta. Foram formuladas sete dietas isoenergéticas com níveis crescentes de PB (28, 31, 34, 37, 40, 43 e 46%) e ofertadas a grupos aleatórios de peixes durante 192 dias. No desempenho produtivo dos alevinos, a conversão alimentar aparente melhorou significativamente ($p < 0,05$) conforme aumentou os níveis de PB nas dietas até 40%. O ganho em peso melhorou significativamente ($p < 0,05$) até 37% de PB, enquanto que a dieta contendo 40% de PB proporcionou 100% da sobrevivência dos alevinos. No desempenho reprodutivo, fêmeas alimentadas com a dieta contendo 43% de proteína, apresentaram maiores ($p < 0,05$) índices gonadossomáticos e peso das gônadas. Enquanto que os maiores ($p < 0,05$) índices hepatossomáticos foram observados na dieta com 46% de proteína. O maior número de proles foi obtido pelas fêmeas alimentadas com a dieta contendo 43% de PB. Nas variáveis morfométricas das proles, os melhores valores ($p < 0,05$) foram encontrados naquelas provenientes das fêmeas alimentadas com 43% de PB. Nos machos, observou-se que aqueles alimentados com dietas contendo 34% de PB apresentaram os maiores ($p < 0,05$) índices gonadossomáticos e peso dos testículos. Nos índices hepatossomáticos, observou-se que houve efeito significativo ($p < 0,05$) no tratamento com 43% de PB. Com base nos resultados, estima-se 40% de PB em dieta para alevinos, 43% de PB em dieta para fêmeas reprodutoras e 34% de PB em dieta para machos reprodutores de guppy da linhagem moscow blue.

Palavras-chave: alimentação, aquicultura, exigência proteica, peixe ornamental.

CRUDE PROTEIN IN THE DIET OF *Poecilia reticulata* (Peters, 1859), MOSCOW BLUE
LINEAGE: PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the productive and reproductive performance of guppies (*Poecilia reticulata*) fed diets containing increasing levels of crude protein. Seven isoenergetic diets were formulated with increasing PB levels (28, 31, 34, 37, 40, 43 and 46%) and offered to random fish groups for 192 days. In the productive performance of the fingerlings, the apparent feed conversion improved significantly ($p < 0.05$) as the PB levels in the diets increased up to 40%. The weight gain improved significantly ($p < 0.05$) up to 37% PB, whereas the diet containing 40% PB gave 100% survival of the fingerlings. In the reproductive performance, females fed the diet containing 43% of protein presented higher ($p < 0.05$) gonadosomatic indexes and gonads weight. While the highest ($p < 0.05$) hepatosomatic indices were observed in the diet with 46% protein. The highest numbers of offspring were obtained by females fed a diet containing 43% PB. In the morphometric variables of the offspring, the best values ($p < 0.05$) were found in females fed with 43% PB. In males, it was observed that those fed with diets containing 34% of PB had the highest ($p < 0.05$) gonadosomatic indices and testis weight. In the hepatosomatic indices, it was observed that there was a significant effect ($p < 0.05$) in the treatment with 43% PB. Based on the results, it is estimated that 40% PB in diet for fingerlings, 43% of PB in a diet for breeding females and 34% of PB in a diet for guppy breeding males of the moscow blue line.

Key words: feeding, aquaculture, protein requirement, ornamental fish.

5. Introdução

Em vários países a criação e o extrativismo de peixes ornamentais são responsáveis pelo crescimento do comércio internacional de peixes em geral. Sendo que a criação desses animais é um dos ramos mais econômicos e lucrativos das atividades vinculadas a piscicultura (Ghosh et al., 2008). Embora o comércio global de peixes ornamentais tenha sofrido oscilações, conseguiu prosseguir lentamente, mas estável, chegando a faturar mais de US\$ 6 bilhões por ano (Rani et al., 2013).

Espadas (*Xiphophorus helleri*), platys (*Xiphophorus maculatus*), molinésias (*Poecilia latipinna*, *Poecilia sphenops*) e guppies (*Poecilia reticulata*) pertencem a família Poeciliidae e são espécies ornamentais bastante conhecidas e comercializadas por apresentarem uma grande variedade de cores e estrutura corporal padronizada (Fernando et al., 1991). Dietas de boa qualidade para indivíduos comercialmente criados dessa família são indispensáveis para aumentar a produtividade das espécies (Fernando et al., 1991; Santamaría; Santamaría, 2011).

O conhecimento das exigências nutricionais em peixes ornamentais é fundamental para melhorar o desenvolvimento produtivo das espécies, porém as informações nutricionais desses animais são insuficientes e as vezes as rações são formuladas com base nas informações disponíveis para espécies não ornamentais (Santamaría; Santamaría, 2011).

Os peixes requerem em suas dietas principalmente carboidratos, lipídeos, proteínas, aminoácidos, vitaminas, fibras e minerais (Portz; Furuya, 2012; Zuanon et al., 2013). As concentrações de cada um desses nutrientes podem variar, não somente entre as espécies, mas dentro das espécies, como também pela idade, funções produtivas e condições ambientais, sendo que peixes jovens em crescimento requerem níveis mais elevados de proteína que os peixes adultos; machos e fêmeas no período de maturação gonadal requerem maiores níveis de nutrientes do que peixes em repouso gonadal, porém essas necessidades nutricionais não estão estabelecidas para a grande maioria das espécies ornamentais comercializadas (Santos, 2007).

A maior parte dos poeciliídeos aceita ampla variedade de alimentos e possui fácil capacidade de se adaptar a substituições de alimentos de seu ambiente natural por formulados, de forma, que não interfira em suas exigências nutricionais, evidenciando a chance de usar fontes de baixo custo de proteína e lipídios (Ling et al., 2006). Porém quando uma dieta for formulada para o *P. reticulata*, é importante que contenha principalmente, os níveis de lipídeos e de proteínas, uma vez que esses nutrientes são fundamentais ao desempenho produtivo e reprodutivo da espécie (Kithsiri et al., 2010).

Os produtores não fornecem ração de qualidade, ou seja, nutricionalmente equilibrada para o guppy por reproduzir-se facilmente e pela carência de informações consistentes que estejam disponíveis sobre as exigências nutricionais da espécie, conseqüentemente, devido à falta de dietas balanceadas na alimentação desses peixes surgem inúmeros problemas, como alevinos pequenos, deformados e com baixa sobrevivência (Kithsiri et al., 2010; Mohanta et al., 2016).

Na criação de peixes ornamentais, é essencial que ocorra o avanço tecnológico na nutrição e na alimentação, tanto no desempenho produtivo como no desenvolvimento reprodutivo, qualidade de espermatozoides e de óvulos, objetivando garantir maior produção de gametas, e assim, maior desenvolvimento de larvas e alevinos, de forma, a reduzir as dificuldades no desenvolvimento de larviculturas e na criação de alevinos (Navarro et al., 2010; Zuanon et al., 2011).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar níveis crescentes de proteína bruta na dieta de guppy (*P. reticulata*) da linhagem moscow blue sobre os parâmetros de desempenho produtivo e reprodutivo.

6. Material e Métodos

Os estudos foram conduzidos no laboratório de peixes ornamentais pertencente ao Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura- GEMAQ da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Unioeste/*Campus* de Toledo. O projeto da presente pesquisa foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná por estar de acordo com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

6.1 Dietas Experimentais

Foram formuladas sete dietas isoenergéticas (3500 Kcal/kg) com níveis crescentes de PB (28, 31, 34, 37, 40, 43 e 46%) utilizando farelo de soja, farinha de vísceras de aves, farinha de tilápia, hidrolisado proteico de vísceras de aves (HPVA) e glúten de milho como fontes de proteínas. As rações foram formuladas com base nas exigências em energia digestível para tilápia (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual e centesimal das dietas experimentais ofertadas aos *P. reticulata*.

INGREDIENTES	NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA						
	28%	31%	34%	37%	40%	43%	46%
Farelo de soja (48%)	11,99	15,46	18,93	22,39	25,86	29,33	32,80
Farinha de vísc. Aves	7,40	8,16	8,92	9,68	10,44	11,20	11,95
Grão de milho	13,98	12,37	10,77	9,16	7,56	5,95	4,35
Farelo de trigo	35,00	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00
Farinha tilápia (58%) ¹	6,30	7,01	7,72	8,43	9,13	9,84	10,55
HPVA ²	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Arroz quirera	2,00	3,14	4,27	5,41	6,55	7,68	8,82
F. glúten milho (60%)	7,45	9,54	11,63	13,73	15,82	17,91	20,00
Óleo de soja	8,59	7,27	5,94	4,61	3,28	1,95	0,63
L-Lisina HCL	0,49	0,53	0,57	0,61	0,65	0,69	0,73
Calcário	1,06	0,88	0,71	0,53	0,35	0,18	0,00
Cloreto de Sódio	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Levedura. Dest. álcool	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sup. Min. e vitamínico ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosforo bicalcico	0,65	0,54	0,43	0,33	0,22	0,11	0,00
Vitamina C ⁴	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,29
DL-Metionina	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Cloreto de colina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antifúngico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100	100	100	100	100	100	100
Nutrientes							
Amido	22,76	21,46	20,17	18,88	17,59	16,29	15,00
Arginina total	1,76	1,93	2,10	2,26	2,43	2,60	2,76
Cálcio	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
ED (kcal/kg) ⁵	3500,00	3500,00	3500,00	3500,00	3500,00	3500,00	3500,00
Fósforo total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gordura	12,48	11,22	9,95	8,69	7,42	6,16	4,89
Lisina total	1,68	1,85	2,02	2,19	2,36	2,53	2,70
Metionina total	0,56	0,62	0,67	0,73	0,79	0,84	0,90
Proteína bruta	28,00	31,00	34,00	37,00	40,00	43,00	46,00
Treonina total	1,26	1,39	1,52	1,65	1,77	1,90	2,03
Composição Centesimal⁶							
Cinzas (%)	7,89	8,15	8,36	8,18	8,65	8,77	8,63
Matéria seca (%)	95,49	95,77	95,23	96,00	95,68	95,17	95,61
Proteína bruta (%)	27,67	30,69	33,40	36,84	39,31	42,48	45,50
EB (Kcal/g ⁻¹)	4,98	4,83	5,03	5,07	4,92	4,84	4,96
Gordura (%)	14,19	14,96	12,01	10,22	8,41	7,17	6,26

¹Farinha de tilápia (ANKA, et al., 2016);²HPVA- Hidrolisado protéico de vísceras de aves;³Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.750.000UI; Vit. D3, 375.000UI; Vit. E, 20.000UI; Vit. K3, 500mg; Vit. B1, 2.000mg; Vit. B2, 2.500mg; Vit. B6, 2.500mg; Vit. B12, 5.000mg; Ac. Fólico, 625mg; Pantotenato Ca, 7.500mg; Vit. C, 37.500mg; Biotina, 50mg; Inositol, 12.500mg; Niacina, 8.750mg; Co, 50mg; Cu, 1.250mg; Fe, 15.000mg; I, 100mg; Mn, 3.750mg; Se, 75mg; Zn, 17.500mg⁴Valores sugeridos por Reis et al., 2011;⁵Energia digestível (ED)- Calculada com base nos valores de carboidrato, lipídio e proteína para tilápia.⁶Valores com base na matéria seca. EB- Energia Bruta.

Para a elaboração das dietas, os ingredientes foram moídos em moinho tipo martelo, de forma a conter diâmetro igual ou inferior a 0,3 mm. Posteriormente, foram pesados, e homogeneizados em misturador tipo “Y”. Em seguida as dietas foram extrusadas (3,0 mm), e secas em estufa de ventilação forçada (55°C/24h). As dietas foram fracionadas para obtenção de grânulos de 500, 600 e 1000 µm, e armazenadas a -20 °C até o início do experimento. As rações foram analisadas (Tabela 1) quanto aos valores de cinzas, matéria seca, proteína bruta, energia bruta e gordura, conforme a metodologia da Association of Official Analytical Chemists, AOAC (2005).

6.2 Qualidade de Água

A fim de verificar a qualidade de água do sistema de criação, realizou-se a mensuração duas vezes por semana da condutividade elétrica ($188,72 \pm 71,34 \mu\text{s}/\text{cm}$) e oxigênio dissolvido ($4,59 \pm 0,65 \text{ mg}/\text{L}^{-1}$), e diariamente da temperatura ($27,12 \pm 0,58 \text{ }^\circ\text{C}$) e pH ($7,37 \pm 0,48$). Estes parâmetros foram aferidos com auxílio de uma sonda multiparâmetro digital YSI 556. A amônia ($0,014 \pm 0,02 \text{ ppm}$) também foi mensurada duas vezes por semana utilizando kits colorimétricos. Estes parâmetros permaneceram dentro dos limites toleráveis para as espécies mantidas em cativeiro (Souza et al., 2005), a temperatura se manteve próxima do ideal para os guppies (Dzikowski et al., 2001).

6.3 Desempenho Produtivo

Foram utilizadas 336 larvas de *P. reticulata* da linhagem moscow blue com idade entre 2 a 24 horas de vida com peso e comprimento inicial médio de $7,83 \pm 0,72 \text{ mg}$ e $10,00 \pm 0,00 \text{ mm}$ respectivamente, distribuídas em 28 unidades experimentais (12 peixes/aquário), sendo sete tratamentos e quatro repetições, em um delineamento inteiramente casualizado. Os aquários apresentavam capacidade de 15 litros de água, mas foram mantidos com 10 litros em um sistema de recirculação com aeração constante. Diariamente, no final da última alimentação, todos os aquários foram sifonados (1/3 da água) e realizada a reposição da água.

Durante a primeira semana, os peixes foram alimentados com ± 500 náuplios de artêmia por larva de peixe divididos em seis aplicações diárias (Sharon et al., 2016), juntamente com os náuplios, foi fornecido as dietas granuladas em 500 µm. Após a primeira semana, os animais foram alimentados somente com ração, sendo que a cada duas semanas os indivíduos receberam

as dietas granuladas com tamanho crescente. O arraçoamento foi realizado seis vezes ao dia às 8h00, 10h00, 12h00, 14h00, 16h00 e 18h00 até saciedade aparente durante período de 42 dias.

Ao final do experimento, os indivíduos foram mantidos em jejum por 24 horas, posteriormente, anestesiados em solução de eugenol na dosagem de 100 mg L^{-1} (Cunha et al., 2015), pesados e medidos com auxílio de uma balança digital centesimal e de um paquímetro digital, respectivamente para avaliar o desempenho produtivo dos peixes na fase de alevinos. Em seguida, os peixes foram alocados em suas respectivas unidades experimentais para serem submetidos ao ensaio de desempenho reprodutivo.

Foram determinados os seguintes parâmetros de crescimento e de utilização do alimento: Comprimento total e padrão; Ganho em peso ($\text{GP (mg) = peso final (mg) - peso inicial (mg)}$); Taxa de crescimento específico ($\text{TCE (\% dia}^{-1}\text{) = } 100 \times [(\ln \text{ peso final (mg) - ln peso inicial (mg)}) / \text{período experimental}]$); Conversão alimentar aparente ($\text{CAA = alimento fornecido (mg) / ganho em peso (mg)}$); Taxa de eficiência proteica ($\text{TEP (\%)} = 100 \times ((\text{ganho em peso (mg)}) / (\text{Consumo de ração (mg) x \%PB}))$) e Sobrevivência ($\text{SO (\%)} = (\text{N}^\circ \text{ final de peixes} / \text{N}^\circ \text{ inicial de peixes}) \times 100$).

6.4 Desempenho Reprodutivo

Para estudar a influência da PB na reprodução dos guppies, utilizou-se os mesmos indivíduos que foram submetidos ao estudo de desempenho produtivo. Os indivíduos foram mantidos em seus respectivos aquários por 30 dias, período em que ocorreu a maturação dos ovócitos e fertilização dos óvulos. Durante esse tempo, receberam as mesmas dietas granuladas (28, 31, 34, 37, 40, 43 e 46%) às 9h00, 12h00, 15h00 e 18h00.

Ao final desse período, coletou-se cinco fêmeas por tratamento, sendo que duas fêmeas foram coletadas aleatoriamente no aquário correspondente a repetição com maior sobrevivência, e nas demais repetições, coletou-se aleatoriamente somente uma fêmea. Esse critério de coleta foi aplicado porque o experimento de desempenho produtivo continha quatro repetições de cada tratamento, e havia alguns com repetições que apresentaram baixa sobrevivência, por isso, a necessidade de coletar duas fêmeas na repetição que apresentou maior sobrevivência em cada tratamento. Para estudar a primeira e a segunda reprodução, essas fêmeas foram mantidas individualmente em parideiras com capacidade de 250 ml que foram alocadas em aquários de 15 L com recirculação de água e aeração constante. As parideiras apresentavam o fundo revestido por uma malha de tecido com abertura de 8 mm que seria maior

que a largura das proles, dessa forma, facilitando o escape das mesmas e evitando a predação por parte das fêmeas.

As fêmeas mantidas nas parideiras passaram por observação durante os primeiros 15 dias, pois o isolamento ocasionou estresse. Para a reposição das fêmeas em caso de mortalidade durante o período de observação, foi necessário manter um plantel de cada tratamento, sendo que os peixes que restaram das quatro repetições de cada tratamento foram mantidos em um aquário, ou seja, para cada tratamento havia um plantel. Os sete plantéis como foram compostos por machos e fêmeas foram mantidos até o final do desempenho reprodutivo. Ao completar 20 dias em que as fêmeas estavam nas parideiras, aquelas que não estavam gravidas foram colocadas com um macho por cinco dias para garantir o acasalamento. Nesse caso, as fêmeas eram retiradas de dentro das parideiras e liberadas dentro do mesmo aquário com um macho selecionado aleatoriamente do tratamento correspondente ao das fêmeas.

Tanto os peixes mantidos nos plantéis como as fêmeas submetidas no ensaio de reprodução, foram alimentados com as mesmas dietas granuladas (1000 μm) quatro vezes ao dia às 9h00, 12h00, 15h00 e 18h00. A cada dois dias, após a última alimentação, as parideiras foram retiradas dos aquários para que suas paredes internas e o fundo de malha pudessem ser escovados para retirar os restos de ração que ficavam incrustados. Diariamente após a última refeição, os aquários com as parideiras e os planteis foram sifonados e realizado a reposição da água (1/3).

Após 30 dias de confinamento nas parideiras, as fêmeas começaram a se reproduzir, a medida em que se reproduziam, efetuava-se a coleta e contagens do número de proles por fêmeas, nesse momento, aleatoriamente, dependendo do número de larvas, retirava-se 3 a 5 amostras para análise das variáveis morfométricas, as demais larvas eram transferidas e mantidas durante 10 dias em aquários de 15 L com recirculação de água e aeração constante para avaliar a Taxa de sobrevivência ($\text{SO} (\%) = (\text{N}^\circ \text{ final de peixes} / \text{N}^\circ \text{ inicial de peixes}) \times 100$). As proles foram alimentadas seis vezes ao dia às 8h00, 10h00, 12h00, 14h00, 16h00 e 18h00, em cada refeição receberam ± 170 náuplios de artêmia, conforme quantidade usada por Sharon et al. (2016) para alimentar alevinos recém-nascidos de *P. reticulata*. No final da última refeição, os aquários foram sifonados e realizado a troca de água. Foram estudadas duas reproduções seguidas de cada fêmea por tratamento.

Após as duas reproduções, as fêmeas ficaram em repouso por um período de 15 dias para evitar a coleta de gônadas esgotadas. O experimento de desempenho reprodutivo durou 150 dias, incluindo todas as etapas. Ao final desse período, cinco machos de cada plantel (Tratamento) e as cinco fêmeas de cada tratamento submetidas ao estudo de reprodução, foram

mantidos em jejum por 24 horas, posteriormente, eutanasiados em solução de eugenol 200 mg L⁻¹ (Cunha et al., 2015) e realizada a coleta de material celomático para o cálculo dos índices somáticos: índices gonadossomático (IGS (%)) = (peso da gônada (g) x 100 / peso corporal (g)), índice hepatossomático (IHS (%)) = (peso do fígado (g) x 100 / peso corporal (g)) e o índice viscerossomático (IVS (%)) = (peso visceral (g) x 100 / peso corporal (g)).

Para determinar a análise centesimal das carcaças evisceradas dos reprodutores, os exemplares sacrificados foram congelados em temperatura a -20 °C para posterior análise da composição corporal. O teor de umidade foi obtido por meio da secagem das amostras em estufa a 55 °C por 72 horas. O teor de cinzas foi obtido por incineração da amostra em mufla a 550 °C por 6 horas. A proteína bruta foi obtida por meio do método Kjeldahl, usando-se o fator PB = (N x 6,25). As análises foram realizadas conforme metodologias descritas pela Association of Official Analytical Chemists, AOAC (2005).

6.4.1 Análises Morfométricas das Proles

Para as análises dos parâmetros de morfometria das proles, foram coletadas 3 a 5 unidades amostrais por reprodução de cada fêmea por tratamento, a coleta das proles procedeu-se no momento em que nasceram. Em seguida as larvas foram submetidas a eutanásia (100 mg L⁻¹ de eugenol) e mantidas em formol tamponado a 4% até realização das medidas morfométricas. Estes parâmetros foram mensurados com auxílio de uma lupa da marca Olympus (SZ2-LGB) equipada com uma câmera digital (1600 X 1200- pixel), e com auxílio do software cellSens Standard 1.15®. O peso foi obtido utilizando uma balança analítica da marca Shimadzu (AUY220).

A metodologia proposta por Ahlstrom et al. (1976) e modificada por Souza (2015), foi utilizada para obter a morfometria das proles. Foram mensurados (µm). comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); altura do corpo (AC); diâmetro do olho (DO); comprimento da cabeça (CC); comprimento do focinho (CF) (Figura 1), e peso (PS).

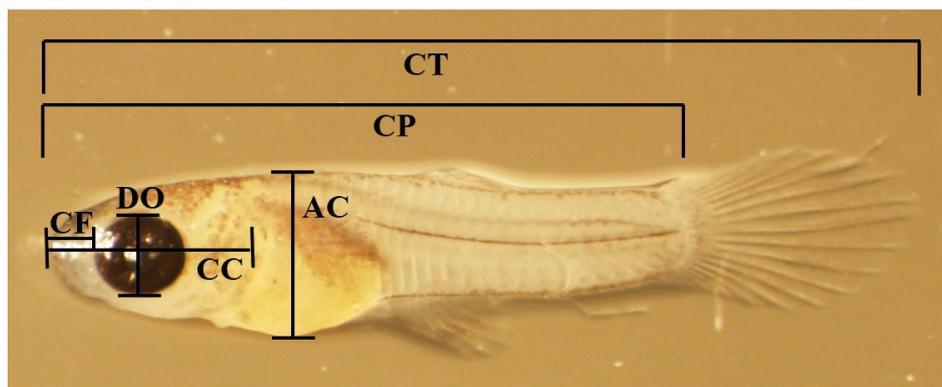


Figura 1: Variáveis morfométricas mensuradas. Larva de *P. reticulata* com menos de 30 minutos de vida. Comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); altura do corpo (AC); diâmetro do olho (DO); comprimento da cabeça (CC); comprimento do focinho (CF).

6.5 Análise Estatística

Os dados obtidos nos ensaios de desempenho produtivo e reprodutivo foram submetidos ao teste de Levene para checar a homogeneidade e, quando não atenderam os pressupostos de homogeneidade, foram transformados em Log, em seguida, procedeu-se à ANOVA. As variáveis em que constatou-se efeito significativo aplicou-se o teste de Duncan a 5% de significância para a comparação das médias. Os dados que não apresentaram distribuição normal, mesmo aplicando as possíveis transformações, fez-se necessário aplicar a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis seguida do teste de comparações de Mann-Whitney. Os resultados são apresentados como média \pm desvio padrão para variáveis com distribuição normal e média \pm desvio padrão seguidas da (mediana) para variáveis com distribuição não normal. Na análise estatística, utilizou-se o *software* Statistica 7.0®.

7. Resultados e Discussão

7.1 Desempenho Produtivo

A conversão alimentar aparente melhorou significativamente ($p < 0,05$) conforme aumentou os níveis de PB nas dietas até 40% (Tabela 2). O ganho em peso melhorou significativamente ($p < 0,05$) até 37% de PB. Sousa (2016), estudando a exigência de PB na dieta do acará severo, obteve valores próximos aos encontrados no presente estudo para estas variáveis quando alimentados com ração contendo de 28 a 44% de PB.

Alevinos e juvenis consomem maior percentual de ração em relação a biomassa do que peixes adultos por possuírem maior exigência de PB, devido apresentarem maior crescimento muscular e metabolismo acelerado (Lee et al., 2000; Fernandes et al., 2016). Quando são

fornecidas dietas deficientes de proteínas, os peixes podem promover uma maior conversão alimentar e redução de seu crescimento em consequência da transferência da proteína de alguns tecidos para a manutenção do corpo e funções vitais (Wilson, 2002; Piedras et al., 2004; Fernandes et al., 2016). No presente estudo, os menores ganho em peso e maior conversão alimentar aparente foram encontrados nas dietas com baixos níveis de PB, provavelmente porque estas dietas não continham a proteína necessária para que os animais pudessem crescer, e por isso, foi necessário maior consumo de ração, porém não foi convertida em peso.

Tabela 2. Desempenho produtivo dos alevinos de *P. reticulata* alimentados com níveis crescente de PB.

<i>Variável</i>	<i>% Níveis Proteicos</i>						
	28	31	34	37	40	43	46
GP (mg)	49,39±6,88bc	38,91±9,04c	47,28±2,87bc	65,15±3,57a	67,23±7,03a	70,11±5,83a	54,93±1,18b
TCE (%/dia ⁻¹)	4,69±0,28b	4,19±0,45d	4,61±0,12c	5,27±0,12ab	5,34±0,23ab	5,43±0,18a	4,92±0,05bc
CAA (mg)	4,23±0,17c	5,49±0,17a	4,69±0,10b	3,51±0,17e	3,15±0,06f	3,10±0,04f	3,91±0,03d
TEP (%)	0,85±0,11a	0,54±0,09b	0,64±0,04b	0,79±0,06a	0,80±0,06a	0,76±0,05a	0,56±0,03b
SO (%)	83,33±14,43ab	86,00±12,77ab	66,67±16,50b	94,67±4,62a	100,0±0,00a	91,67±8,50a	91,67±14,43a
CT F (mm)	16,58±0,92	16,98±1,21	15,62±1,93	17,14±2,36	16,68±1,62	18,16±1,78	16,80±1,28
CP F (mm)	13,00±0,38c	12,62±0,27cd	12,24±0,26	14,28±0,19a	12,39±0,15d	14,46±0,47a	13,74±0,28b

Letras distintas na mesma linha diferem significativamente (Duncan, $p < 0,05$). PF – Peso Final; GP – Ganho em peso (mg); TCE - Taxa de Crescimento Específico (% dia⁻¹); CAA – Conversão Alimentar Aparente; TEP – Taxa de Eficiência Proteica (%); SO – Sobrevivência (%); CT F – Comprimento Total Final; CP F – Comprimento Padrão Final.

A partir de determinada concentração de nutrientes, a dieta passa a ser prejudicial ao crescimento dos peixes, sendo que esses animais demandam energia para metabolizar e excretar o excesso de nutrientes da ração (Signor et al., 2010). Essa ocorrência explica a redução do peso dos indivíduos alimentados com a dieta com 46% de PB em relação aqueles que receberam os níveis 40 e 43% de PB.

A taxa de crescimento específico foi influenciada pelos níveis crescentes de PB nas dietas. O comprimento padrão também apresentou efeito ($p < 0,05$) quanto aos níveis de PB. O comprimento final não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A dieta contendo 40% de PB proporcionou 100% da sobrevivência dos alevinos (Tabela 2), porém só diferiu do nível de 34% de inclusão de PB.

Os níveis elevados de proteína exigidos pelos peixes em sua dieta provavelmente estão relacionados ao hábito alimentar e a fase de vida da espécie, visto que peixes carnívoros e peixes mais jovens demandam uma maior concentração de proteína na dieta. No entanto, alevinos possuem maior exigência de PB quando comparados com juvenis e adultos por apresentarem maior crescimento muscular (Veras et al., 2010; Fernandes et al., 2016), visto que nas fases larval, alevino e juvenil, a musculatura branca se desenvolve, principalmente pelo surgimento de novas fibras musculares que caracterizam o estado de crescimento por hiperplasia (Almeida et al., 2008). Os resultados do estudo mostraram que a taxa de crescimento específico aumentou significativamente até 37% de PB, e que o melhor ($p < 0,05$) comprimento padrão foi encontrado nos animais alimentados com 43% de PB.

Além disso, os parâmetros de crescimento dos alevinos sofreram efeitos das dietas pelo fato dos guppies crescerem rápido e serem larvívoros, e considerando que no ambiente natural costumam se alimentar de larvas de mosquitos, certamente suas exigências proteicas são elevadas na fase de alevinos e juvenil para suprir o crescimento muscular e provável gastos de energia (Mogas, 2016).

A digestibilidade da proteína contida nos ingredientes na dieta, a constituição dos aminoácidos e a concentração de energia podem prejudicar na taxa de sobrevivência, no peso final do animal, conseqüentemente influenciando no ganho em peso, conversão alimentar aparente, podendo interferir na determinação da exigência proteica das espécies (Zuanon et al., 2006). As formulações das dietas do presente estudo foram desenvolvidas com base nas exigências nutricionais e digestibilidade dos nutrientes para tilápias, pois encontram-se poucas informações disponíveis sobre exigências nutricionais e digestibilidade de nutrientes para alevinos ou juvenis de espécies ornamentais do gênero *Poecilia*, porém possivelmente a digestibilidade dos ingredientes e as exigências por aminoácidos não prejudicaram na

sobrevivência dos guppies, tendo em vista que somente o tratamento com 34% diferiu dos demais tratamentos.

A taxa de eficiência proteica apresentou diferença ($p < 0,05$) entre os níveis de PB estudados. Sendo que os melhores valores foram encontrados nas dietas com 28, 37, 40 e 43% de PB (Tabela 2).

O aumento da concentração de energia não proteica na alimentação reduz as perdas e melhora a retenção de nitrogênio, podendo ocasionar perdas na ação da degradação dos aminoácidos do fígado e conseqüentemente reduzir a taxa de excreção de nitrogênio, assim, resultando em uma maior taxa de eficiência proteica (Shimeno et al., 1981; Mohanta et al., 2016). Este fato justifica a taxa de eficiência proteica encontrada no tratamento com menor nível de PB, sendo que essa dieta apresentava o maior percentual de gordura, e maior quantidade de grão de milho que provavelmente aumentou a concentração do carboidrato.

Sousa (2016), estudando a exigência proteica de alevinos de acará severo, observou que as proteínas das dietas com menores níveis proteicos foram direcionadas para promover a síntese proteica, sendo o carboidrato do milho usado como grande parte da energia, ocasionando o efeito poupador de proteínas.

Quando são utilizados níveis crescentes de farinha de peixes em dietas para peixes é normal que ocorra a redução da taxa de eficiência proteica e ocorra o aumento dos teores de proteína (Pontes et al., 2010). No presente estudo, as concentrações de farinha de peixe nos tratamentos aumentaram conforme elevou-se os níveis de proteína, porém ocorreu aumento significativo e não a redução da taxa de eficiência proteica da dieta com 31% até a dieta contendo 40% de PB.

7.2 Desempenho Reprodutivo

Os machos alimentados com ração contendo 34% de PB apresentaram os maiores ($p < 0,05$) índices gonadossomáticos, viscerossomáticos e peso dos testículos. Os melhores ($p < 0,05$) índices hepatossomáticos foram encontrados nos peixes alimentados com a dieta contendo 43% de PB (Tabela 3).

As fêmeas que receberam a dieta com 43% de PB apresentaram maiores ($p < 0,05$) índices gonadossomáticos e peso das gônadas. Os maiores ($p < 0,05$) índices hepatossomáticos foram encontrados na dieta com 46% de PB. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos índices viscerossomáticos (Tabela 3).

Tabela 3. Índices somáticos dos reprodutores de *P. reticulata* alimentados com níveis crescentes de PB.

Índice (%)	% Níveis Proteicos						
	28	31	34	37	40	43	46
IGS ^M	22,39±3,55bc	27,07±2,83b	32,91±5,72a	26,26±3,97b	21,12±1,9cd	22,95±3,48bc	17,45±2,50d
IHS ^{M*}	1,89±0,30b	1,81±0,38b	2,18±0,37ab	2,45±0,75ab	2,74±0,48ab	3,97±0,47a	2,79±0,72ab
IVS ^M	2,10±1,14c	5,51±1,22ab	6,05±1,42a	2,92±1,68c	3,41±0,96bc	3,92±1,48bc	3,33±2,35bc
IGS ^F	11,01±2,18bc	9,85±3,67c	12,56±2,38abc	14,55±4,58abc	16,55±4,63ab	18,22±3,33a	17,11±6,97a
IHS ^F	1,70±0,12e	2,01±0,23de	2,45±0,28d	3,01±0,31c	3,51±0,79b	3,58±0,16b	4,10±0,41a
IVS ^F	5,20±2,25	7,51±4,37	8,06±2,94	9,05±3,59	7,52±2,05	8,32±2,64	7,99±2,91
<i>Gônadas (mg)</i>							
Testículos	42,4±4,28c	64,40±6,39ab	75,20±6,72a	61,12±15,91b	61,60±9,81b	58,40±8,56b	54,60±10,71bc
Ovários	44,40±11,67d	41,80±19,19d	55,20±11,48cd	60,00±19,01cd	79,40±35,93bc	111,20±29,59a	104,60±24,69ab

Letras distintas na mesma linha diferem significativamente (Duncan, $p < 0,05$). IGS – Índice Gonadossomático; IHS – Índice Hepatossomático; IVS – Índice Viscerosomático; M = macho; F = fêmea. *Dados transformados em Log.

Os dados obtidos das fêmeas para o peso dos ovários e índices gonadosomáticos estão próximos e apresentam o mesmo comportamento do que os dados encontrados por Kithsiri et al. (2010) para *P. reticulata* alimentados com dietas contendo diferentes níveis de nutrientes, incluindo de proteína.

Ling et al. (2006), alimentando fêmeas da espécie *X. helleri* (Poeciliidae) com dietas com diferentes níveis de lipídeos e proteínas, obteve valores similares nos parâmetros avaliados na reprodução de fêmeas de *P. reticulata* do presente estudo.

Matielo (2014), em seu estudo não observou diferença significativa nos índices hepatossomáticos e gonadosomáticos em machos de acará-bandeira alimentados com níveis crescentes de proteína, mas concluiu que o nível mais próximo da exigência proteica das matrizes seria 30,5% de PB por ter gerado melhores resultados em outros parâmetros avaliados. No presente estudo, os melhores valores encontrados nos índices gonadosomáticos e hepatossomáticos dos machos foram 34% e 43% de PB, respectivamente, porém não houve diferença significativa entre os níveis 34 a 46% de PB para os índices hepatossomáticos.

O fígado possui o papel importante de decidir o destino dos aminoácidos provenientes da quebra de proteínas, podendo ser enviados para o desenvolvimento gonadal, além de utilizar a proteína de forma dinâmica na síntese de tecidos (Rinchard; Kestemont, 2003). As funções do fígado que estão ligadas ao desempenho reprodutivo em peixes provavelmente justificam os maiores índices hepatossomáticos, gonadosomáticos, peso das gônadas e maior número de alevinos encontrados nas fêmeas de *P. reticulata* alimentadas com níveis mais elevados de proteína, e talvez esteja relacionada aos valores encontrados para os índices hepatossomáticos e gonadosomáticos encontrados nos machos.

Provavelmente, quando se alimenta reprodutores com dietas contendo concentrações de PB extremamente altas ou baixas, resultará em influências negativas sobre o desenvolvimento dos órgãos que agem sobre a fecundidade dos peixes (Dahlgren, 1980; Kithsiri et al., 2010; Chong et al., 2004).

Segundo Kithsiri et al. (2010), dietas com baixos teores de proteína prejudicam a reprodução de *P. reticulata*, causando baixo desempenho ovariano, consequentemente, demandando um maior período para a manutenção das gônadas, enquanto que níveis próximos do ideal influenciam positivamente proporcionando maior volume do vitelo, desenvolvimento precoce dos oócitos, portanto, melhor desempenho reprodutivo. Esse fato também pode ser o responsável por ter gerado melhores resultados nos pesos das gônadas e nos índices gonadosomáticos nas fêmeas, conforme elevou-se os níveis de PB nas dietas.

Sendo assim, peixes reprodutores quando recebem uma boa alimentação, produzem ovos e larvas em maior quantidade e qualidade, devido ao peso das gônadas e a fecundidade serem afetadas positivamente pelos nutrientes essenciais, principalmente pelos aminoácidos constituintes das proteínas contidas nas dietas desses animais (Izquierdo et al., 2001; Furuita et al., 2002).

Os níveis de PB influenciaram significativamente ($p < 0,05$) o número de proles por reprodução, mas não influenciaram na sobrevivência dos indivíduos (Tabela 4).

Tabela 4. Número de proles e sobrevivência da primeira e segunda reprodução de *P. reticulata* alimentados com níveis crescentes de PB.

Variáveis	% Níveis Proteicos						
	28	31	34	37	40	43	46
1ª REP	7,00±4,08c	7,00±4,64c	6,40±3,21c	7,80±1,79c	8,80±1,10bc	17,75±3,40a	12,60±3,05b
1ª SO (%)	93,33±11,55	96,88±6,25	95,83±8,33	96,00±8,94	92,67±10,11	98,21±3,57	93,75±7,98
2ª REP	8,00±4,58c	8,33±4,04c	5,00±2,65c	12,00±5,23abc	11,00±4,36bc	18,33±1,53a	17,33±1,15a
2ª SO (%)	91,67±14,43	95,24±8,25	100,00±0,00	91,67±16,67	95,83±7,22	95,24±8,25	93,75±10,83

Letras distintas na mesma linha diferem significativamente (Duncan, $p < 0,05$). 1ª REP – Primeira Reprodução; 1ª SO (%) – Sobrevivência da Primeira Reprodução; 2ª REP – Segunda Reprodução; 2ª SO (%) – Sobrevivência da Segunda Reprodução.

Concentrações elevadas de proteína na dieta de fêmeas de tilápias deixam as gônadas mais pesadas, assim, maior número de larvas, e eventualmente maior teor proteico na gema, demandando um período mais longo para a absorção do vitelo, enquanto que níveis baixos de PB deixam as gônadas mais leves e produzem menos larvas (El-Sayed; Kawanna, 2008). Neste estudo, os níveis baixos e intermediários de PB na dieta das fêmeas de *P. reticulata* resultaram em uma redução de alevinos, presumivelmente porque estes teores de PB estão distantes do exigido pela espécie para desempenhar um ótimo desempenho reprodutivo, já os níveis elevados, produziram um maior número de proles, possivelmente por estarem próximos do nível ideal de PB.

Os nutrientes absorvidos pelo oócito durante o seu desenvolvimento e manutenção são um dos principais fatores que afetam a qualidade do ovo (Navarro et al., 2010). A transferência de proteínas do organismo dos reprodutores para os gametas influencia em grande parte a qualidade das gônadas, a fecundidade, a qualidade dos ovos, o desenvolvimento embrionário, a porcentagem de fertilização, a eclosão e sobrevivência de larvas (Zuanon et al., 2011; Zimbar, 2016). Estes efeitos positivos explicam o maior número de proles obtidos das fêmeas alimentadas com a dieta contendo 43% de PB.

Uma estratégia observada em alguns Poeciliídeos quando alimentados com dietas com baixa quantidade de nutrientes essenciais é produzir o menor número de alevinos para não comprometer a qualidade da prole, esse fenômeno deve-se ao fato de que como as gônadas não possuem os nutrientes necessários para produzir um número maior de alevinos com qualidade, a fêmea absorve nutrientes de outras partes do corpo para o desenvolvimento do oócito, levando sempre em consideração não o número, mas a qualidade do óvulo (Milton; Arthigon, 1983; Kithsiri et al., 2010). Possivelmente a espécie estudada quando recebe dietas com concentrações inferiores de proteína ao exigido, passa a produzir menos alevinos para manter a qualidade dos mesmos, por isso, a diferença observada no número de alevinos produzidos por tratamentos.

Nas duas reproduções as variáveis comprimento total, comprimento padrão, altura do corpo e peso aumentaram até o nível 43% de PB. Na primeira reprodução, o diâmetro do olho cresceu até 43% de PB. Na segunda reprodução não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no diâmetro do olho. Em ambas as reproduções não houve diferença significativa no comprimento do focinho das proles (Tabela 5).

Tabela 5. Resultado das variáveis morfométricas dos reprodutores de *P. reticulata* alimentados com níveis crescentes de PB.

<i>Variáveis</i>	<i>% Níveis Proteicos</i>						
	<i>1ª REP</i>	28	31	34	37	40	43
CT (µm)*	6588,10±391,55 (6609,88e)	6803,49±193,08 (6839,59de)	6898,25±180,50 (6868,66dc)	7058,99±178,30 (6976,18c)	7588,86±422,17 (7581,43b)	8563,12±290,87 (8592,16a)	7634,85±474,49 (7550,51b)
CP (µm)	4691,39±459,99c	4994,38±479,92c	5055,01±220,48bc	4950,09±1262,80c	5715,85±374,92b	6721,82±400,70a	5738,76±312,85b
AC (µm)	1186,91±86,40f	1253,39±78,37f	1391,36±108,05e	1602,84±120,23d	1780,07±99,49b	2007,95±131,95a	1685,84±80,77c
DO (µm)	772,87±59,53c	798,11±5882bc	800,18±49,19bc	804,16±46,98bc	815,85±28,26b	854,82±21,49a	819,25±24,67b
CC (µm)	1638,48±357,68c	1681,61±111,88bc	1743,77±139,79abc	1773,03±106,08abc	1796,16±88,58ab	1867,31±145,61a	1794,27±100,23ab
CF (µm)	455,16±38,42	455,15±45,11	454,04±35,50	460,58±41,51	463,20±46,70	463,51±34,46	460,2±31,83
PS (mg)*	5,07±0,16 (5,10f)	5,45±0,16 (5,40e)	6,03±0,27 (6,00d)	6,67±0,10 (6,70c)	7,17±0,27 (7,20b)	8,25±0,33 (8,40a)	7,15±0,20 (7,32b)
<i>2ª REP</i>							
CT (µm)*	6420,61±347,98 (6406,81e)	6840,97±148,14 (6802,21d)	6990,34±170,63 (6942,76cd)	7146,17±159,79 (7139,44c)	7636,85±314,77 (7525,42b)	8468,74±217,83 (8595,21a)	7646,85±102,87 (7627,02b)
CP (µm)	4828,82±129,24f	5071,13±131,21ef	5359,26±437,35de	5607,56±343,08cd	5759,84±278,59bc	6448±219,53a	5985,90±223,29b
AC (µm)	1214,23±90,09d	1270,3±92,91cd	1417,33±116,06c	1610,17±213,90b	1774,98±78,48b	2019,38±165,25a	1715,20±120,84b
DO (µm)	797,58±35,04	796,27±34,99	796,27±29,97	811,51±177,02	816,13±50,15	850,07±35,93	813,42±41,57
CC (µm)	1674,78±28,70b	1683,9±72,64b	1749,37±141,88ab	1791,05±114,76a	1798,14±52,48a	1855,41±79,11a	1788,17±51,81a
CF (µm)	471,54±38,16	443,88±35,64	463,75±44,99	456,36±40,77	465,67±29,42	445,24±24,24	448,78±31,66
PS (mg)	5,00±0,17f	5,54±0,23e	5,96±0,11d	6,58±0,27c	7,22±0,29b	8,37±0,26a	7,21±0,28b

*Dados submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis seguida do teste de comparações de Mann-Whitney. Letras distintas na mesma linha diferem significativamente (Duncan, $p < 0,05$). Valores entre parênteses é a mediana das variáveis submetidas à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis. 1ª REP - Primeira Reprodução; 2ª REP - Segunda reprodução; CT- Comprimento Total; CP- Comprimento Padrão; AC- Altura do Corpo; DO- Diâmetro do Olho; CC- Comprimento da Cabeça; CF - Comprimento do Focinho; PS- Peso.

Estudos mostram que níveis crescentes de PB na dieta de reprodutores afetam o desenvolvimento de suas proles, consequentemente, interferindo nas variáveis morfométricas, como na altura do corpo, comprimento, diâmetro do olho (Khan et al., 2004; El-sayed; Kawanna, 2008; Mylonas et al., 2010; De Oliveira et al., 2014), esses efeitos ocorrem porque quanto mais próximo o nível de PB estiver das exigências proteicas dos reprodutores maior será a síntese e liberação da vitelogenina pelo fígado, promovendo a inclusão de vitelo no ovócito e consequentemente o aumento de seu tamanho, assim resultando em proles maiores (Furuya, 2001; Khan et al., 2004; Coldebella et al., 2011; Morais et al., 2014). Provavelmente esse fato explica os melhores resultados encontrados nas proles das fêmeas alimentados com a dieta com 43% de PB, para o comprimento total, comprimento padrão e peso nas duas reproduções, e diâmetro do olho na 1ª reprodução. Em ambas as reproduções, acredita-se que os valores encontrados para o comprimento da cabeça nos tratamentos entre 34 e 46% de inclusão de PB é consequência da produção de proles mais robustas, porém não houve diferença entre estes tratamentos.

Nos peixes, as fêmeas reprodutoras quando alimentadas com dietas contendo os níveis ideais de PB, exigidos para um bom desempenho reprodutivo, e contendo em sua composição os principais aminoácidos essenciais, como a lisina, metionina e treonina, nas concentrações adequadas resultam em proles com sacos vitelínicos com maior concentração de vitelo podendo influenciar na altura do corpo das proles (Camargo; Urbinati, 2008; Coldebella et., 2011; De Oliveira, 2012; Orlando et al., 2017). No presente estudo, observou-se durante a mensuração das variáveis morfométricas que as fêmeas de *P. reticulata* alimentadas com a dieta com 43% de PB haviam produzido proles com maior saco vitelínico, consequentemente, apresentaram maior altura do corpo, uma vez que para medir a altura do corpo, considera-se o diâmetro da base da nadadeira dorsal até a região abaixo da nadadeira ventral.(Figura 2).

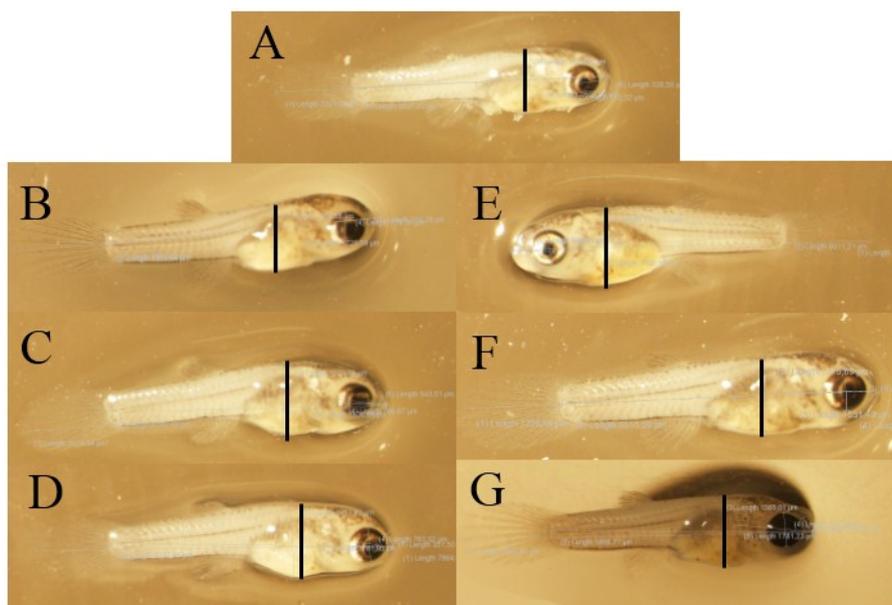


Figura 2: Proles dos reprodutores de *P. reticulata* alimentados com níveis crescentes de PB, ampliadas na lupa (1X). A – Tratamento com 28% de PB; B – Tratamento com 31% de PB; C – Tratamento com 34% de PB; D – Tratamento com 37% de PB; E – Tratamento com 40% de PB; F – Tratamento com 43% de PB; G – Tratamento com 46% de PB.

Dietas para reprodutores contendo níveis baixos de PB em relação as suas exigências proteicas resultam em larvas menores, além de apresentar grandes quantidades de larvas deformadas, pois o fígado não irá produzir a quantidade de vitelogenina necessária para que a fêmea possa produzir ovócitos e larvas de boa qualidade com maior saco vitelínico (Guzman et al., 2008; Coldebella et., 2011; Morais et al., 2014; Orlando et al., 2017). Os reprodutores de *P. reticulata* alimentados com os menores níveis de PB produziram proles menores, de forma que, os valores encontrados para as variáveis morfométricas foram menores em relação aos resultados encontrados naquelas provenientes das fêmeas alimentadas com a dieta com 43% de PB.

O vitelo é um material nutritivo composto por proteínas e lipídeos, que será consumido pelo embrião desde a fecundação até o momento em que for capaz de capturar o alimento (Baldisseroto, 2002). Para a produção de proles de *P. reticulata* que apresentem boa qualidade morfológica, é indispensável uma dieta de qualidade para os reprodutores com o nível ideal de PB contendo os principais aminoácidos essenciais, sendo que esses nutrientes são importantes na produção de vitelo.

Os resultados das análises de proteína nas carcaças dos reprodutores apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). As concentrações de proteína nas carcaças aumentaram conforme aumentou os níveis proteicos nas dietas (Tabela 6).

Tabela 6. Resultados das análises centesimais das carcaças evisceradas dos reprodutores de *P. reticulata* alimentados com níveis crescentes de PB.

<i>Variáveis (%)</i>	<i>% Níveis Proteicos</i>						
	28	31	34	37	40	43	46
Proteína Bruta*	11,40±0,19f	12,24±0,14e	13,14±0,26d	14,19±0,03c	15,03±0,02b	15,38±0,03a	14,38±0,02c
Umidade	77,40±0,05a	76,40±0,03b	75,53±0,02c	73,76±0,04e	73,24±0,10f	72,96±0,05g	74,84±0,13d
Matéria Mineral*	2,63±0,02f	2,67±0,01f	3,05±0,03e	3,40±0,01b	3,59±0,04a	3,19±0,00d	3,33±0,01c

*Dados convertidos na matéria natural. Letras distintas na mesma linha diferem significativamente (Duncan, $p < 0,05$).

O comportamento observado nos teores de proteína nas carcaças dos reprodutores no presente estudo foi similar ao encontrado por Chong et al. (2004) que estudaram níveis crescentes de PB na dieta de reprodutores de *X. helleri*. Os mesmos autores, relatam que os menores teores de proteína obtidos na carcaça destes peixes quando alimentados com níveis baixos de proteína provavelmente indicam proteína limitada ou insuficiente para a manutenção e desenvolvimento das gônadas, afetando a qualidade dos oócitos e óvulos.

De acordo com Pontes et al. (2010), em peixes, o excesso de proteína ou aminoácido não pode ser estocado, uma vez que estes nutrientes são utilizados preferencialmente como fonte de energia ao invés de lipídeos e carboidratos. No presente estudo, os animais alimentados com a dieta contendo 43% de PB apresentaram os maiores teores de proteína na carcaça, provavelmente utilizaram boa parte da proteína consumida para a manutenção e desenvolvimento gonadal, enquanto que o restante pode ter sido convertido em gordura e armazenada nas vísceras ou ser metabolizado como energia. Enquanto que nos peixes alimentados com a dieta com 46% de PB apresentaram um teor de proteína na carcaça inferior ao encontrado no tratamento contendo 43% de PB, devido o excesso de proteína na dieta, conseqüentemente, os animais gastaram energia para excretar o excesso de micronutrientes da dieta.

As dietas apresentaram efeitos significativos ($p < 0,05$) na umidade e matéria mineral das carcaças evisceradas. A umidade da carcaça reduziu conforme aumentou os níveis de proteína na dieta, até 43% de PB. A matéria mineral apresentou comportamento inverso ao da umidade, porém aumentou até 40% de PB.

Alimentos de origem animal resultam em alto teor de matéria mineral na carcaça dos peixes (Pontes et al., 2010; Moretto, 2008). Nas formulações das dietas experimentais, conforme elevou-se o teor de PB, aumenta os níveis de farinha de tilápias e farinha de vísceras de aves, o que pode explicar o aumento da porcentagem de cinzas na carcaça dos *P. reticulata* até a dieta com 40% de PB, e conseqüentemente a umidade reduziu com o aumento do teor de matéria mineral.

8. Conclusões

Com base no ganho em peso, taxa de eficiência proteica, conversão alimentar aparente e sobrevivência estima-se 40% de PB na dieta de alevinos de guppy da linhagem moscow blue.

Conforme o peso dos ovários, índices gonadossomáticos, número de proles, e parâmetros morfométricos, estima-se 43% de PB na dieta de fêmeas reprodutoras de guppy da linhagem moscow blue.

Com base no peso dos testículos e dos índices gonadossomáticos, estima-se 34% de PB na dieta de machos reprodutores de guppy da linhagem moscow blue.

9. Considerações Finais

Uma das dificuldades enfrentadas pelos criadores de peixes ornamentais é a escassez de informações sobre suas exigências nutricionais. As informações existentes sobre a nutrição dos guppies são insuficientes para formular dietas contendo todos os nutrientes essenciais para um bom desempenho das espécies em todas as suas fases de vida.

Com este estudo definiu-se as exigências proteicas para alevinos (40% PB), fêmeas (43% PB) e machos (34% PB) reprodutores da espécie *P. reticulata*, linhagem moscow blue. Estes resultados poderão contribuir com informações para futuras pesquisas em exigências proteicas para outras linhagens da espécie estudada e para espécies do gênero *Poecilia* ou até mesmo para outros peixes ornamentais onívoros, visando o melhor desempenho produtivo de alevinos e melhor desempenho reprodutivo de reprodutores objetivando proles de qualidade para o comércio de peixes ornamentais.

Para pesquisas futuras é importante seguir as seguintes recomendações para evitar eventuais problemas que possam vir a surgir:

No desempenho produtivo de alevinos, é necessário pelo menos 40 a 60 indivíduos por unidade experimental, dependendo do número de repetições por tratamento, objetivando ter amostras suficientes para as análises bromatológicas da carcaça no final do experimento, incluindo lipídeos e energia;

No desempenho produtivo, realizar análise histológica do músculo dos indivíduos no final do experimento;

No desempenho reprodutivo, é necessário 15 a 30 fêmeas por unidade experimental, e a mesma quantidade para machos, dependendo do número de repetições por tratamento, visando ter amostras suficientes para as análises de bromatologia da carcaça;

Estudar pelo menos oito reproduções das fêmeas submetidas ao ensaio experimental, com o intuito de observar o comportamento das variáveis estudadas em todas as reproduções;

Nas fêmeas submetidas ao desempenho reprodutivo, realizar análises dos hormônios responsáveis pela formação da vitelogenina pelos hepatócitos do fígado, principalmente o 17β -estradiol;

Mensurar o diâmetro (μm) e a área (μm^2) do saco vitelínico das proles.

10. Referências

- AHLSTROM, E. H.; BUTLE, J. L.; SUMIDA, B. Y. Pelagic stromateoid fishes (*Pisces, Perciformes*) of the eastern Pacific: kinds, distributions, and early life histories and observations on five of these from the northwest Atlantic. **Bulletin of Marine Science**, v. 26, n. 3, p. 285-402, 1976.
- ALMEIDA, F. L. A.; CARVALHO, R. F.; PINHAL, D.; PADOVANI, C. R.; MARTINS, C.; DAL PAI-SILVA, M. Differential expression of myogenic regulatory factor MyoD in pacu skeletal muscle (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887: Serrasalminae, Characidae, Teleostei) during juvenile and adult growth phases. **Micron**, v. 39, p. 1306-1311, 2008.
- ANKA, I. Z.; JOTHI, J. S.; SARKER, J.; TALUKDER, A.; ISLAM, M. S. Growth performance and survival of guppy (*Poecilia reticulata*): different formulated diets effect. **Asian Journal of Medical and Biological Research**, v. 2, n. 3, p. 451-457, 2016.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.
- BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria: UFSM, 2002. 211 p.
- CAMARGO, A. C. S.; URBINATI, E. C. Influence of food restriction on the reproduction and larval performance of matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix and Agassiz, 1829). **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 869-873, 2008.
- CHONG, A. S. C.; ISHAK, S. D.; OSMAN, Z.; HASHIM, R. Effect of dietary protein level on the reproductive performance of female swordtails *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae). **Aquaculture**, v. 234, p. 381-392, 2004.
- COLDEBELLA, I. J.; RADÜNZ NETO, J.; MALLMANN, C. A.; VEIVERBERG, C.; BERGAMIN, G. T.; F. A. PEDRON, F. A.; FERREIRA, D.; BARCELLOS, L. J. G. The effects of different protein levels in the diet on reproductive indexes of *Rhamdia quelen* females. **Aquaculture**, v. 312, n. 1, p. 137-144, 2011.
- CUNHA, L.; GERALDO, A. M. R.; DA SILVA, V. C.; CARDOSO, M. S.; TAMAJUSUKU, A. S. K.; HOSHIBA, M. A. Clove oil as anesthetic for guppy. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 41, n. esp., p. 729 - 735, 2015.
- DAHLGREN, B.T, The effects of three different dietary protein levels on the fecundity in the guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). **Journal of Fish Biology**. v. 16, p. 83- 97, 1980.
- DE OLIVEIRA, M. M.; RIBEIRO, T.; ORLANDO T. M.; DE OLIVEIRA, D. G. S. Effects crude protein levels on female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reproductive performance parameters. **Animal Reproduction Science**, v. 150, n. 1-2, 2014.
- DZIKOWSKI, R.; HULATA, G.; KARPLUS, I.; HARPAZ, S. Effect of temperature and dietary L-carnitine supplementation on reproductive performance of female guppy (*Poecilia reticulata*). **Aquaculture**, v. 199, p. 323- 332, 2001.

EL-SAYED, A. M.; KAWANNA, M. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, v. 280, p. 179–184, 2008.

FERNA NDES, H.; PERES, H.; CARVALHO, A. P. Dietary protein requirement during juvenile growth of zebrafish (*Danio rerio*). **Fish Haus**, v. 13, n. 6, p. 548-555, 2016.

FERNANDO A. A.; PHANG V.P.E.; CHAN S.Y. Diets and feeding regimes of Poeciliidae fishes in Singapore. **Asian Fisheries Science**, v. 4, p. 99-107, 1991.

FURUITA, H.; TANAKA, H.; YAMAMOTO, T; SUZUKI, N.; TAKEUCHI, T. Effects of high levels of n-3 HUFA in broodstock diet on egg quality and egg fatty acid composition of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. **Aquaculture**, v. 210, p. 323–333, 2002.

FURUYA, W.M. Nutrição de peixes. In: MOREIRA, H.L.M. VARGAS, L.; RIBEIRO.R.P., ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da Moderna Aqüicultura**. Canoas: Editora da Ulbra. 2001. Cap. 8, p.59-68.

GHOSH. S.; SINHA, A.; SAHU, C. Dietary probiotic supplementation in growth and health of live-bearing ornamental fishes. **Aquaculture Nutrition**, v. 14, p. 289-299, 2008.

GUZMAN, J. M.; NORBERG, B.; RAMOS, J.; MYLONAS, C. C.; MAÑANÓS, E. Vitellogenin, steroid plasma levels and spawning performance of cultured Senegalese sole (*Solea senegalensis*). **General and Comparative Endocrinology**, v. 156, p.285-297, 2008.

IZQUIERDO, M. S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of feed type on growth and reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v. 197, p. 25-42, 2001.

KHAN, M.A.; JAFRI, A.K.; CHADHA, N.K. Effects of varying dietary protein levels on growth, reproductive performance, body and egg composition of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). **Aquaculture Nutrition**, v.11, p.11-17, 2005.

KITHSIRI, H. M. P.; SHARMA, A. P.; ZAIDI, S. G. S PAL, A. K.; VENKATESHWARLU, G. Growth and reproductive performance of female guppy, *Poecilia reticulata* (Peters) fed diets with different nutrient levels. **Indian Journal of Fisheries**, v. 57, n. 1, p. 65-71, 2010.

LEE, S.M.; HWANG, U.G.; CHO, S.H. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes shlegeli*). **Aquaculture**, v. 187, p. 3099-4009, 2000.

LING, S.; HASHIM, R.; KOLKOVSKI, S.; SHU-CHIEN, A. C. Effect of varying dietary lipid and protein levels on growth and reproductive performance of female swordtails *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae). **Aquaculture Research**, v. 37, p. 1267-1275, 2006.

MATIELO, M. D. 51 f. **Níveis proteicos nos índices produtivos e reprodutivos do Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, 2014.

MILTON, D. A.; ARTHINGTON, A. H. Reproductive biology of *Gambusia affinis* Holbrooki Baird and Girard, *Xiphophorus helleri* (Gunther) and *X. maculatus* (Heckel) (Pisces: Poecillidae) in Queensland, Australia. **Journal of Fish Biology**, v. 23, p. 23-41, 1983.

MOGAS, A. R. M. Y. **A combinação simultânea de peixes larvívoros com pesticidas como uma estratégia de controlo de vetores da malária — Um estudo experimental com *Poecilia reticulata* e três pesticidas**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar) - Universidade do Porto, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, 2016.

MOHANTA, K. N. M.; SUBRAMANIAN S.; KORIKANTHIMATH, V. S. Effect of Different Animal Protein Sources on Growth and Nutrient Utilization of Guppy, *Poecilia reticulata* Fingerlings. **Proceedings of the Zoological Society**, v. 69, n. 1, p. 96–103, 2016.

MORAIS, S.; ARAGÃO, C.; CABRITA, E.; CONCEIÇÃO, L. E. C.; CONSTENLA, M.; COSTAS, B.; DIAS, J.; DUNCAN1, N.; ENGROLA, S.; ESTEVEZ, A.; GISBERT, E.; MAÑANÓS, E.; VALENTE, L. M. P.; YUFERA, M.; DINIS, M. T. New developments and biological insights into the farming of *Solea senegalensis* reinforcing its aquaculture potential. **Reviews in Aquaculture**, v. 6, p. 1–37, 2014.

MORETO, E. **Introdução à ciências de alimentos**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. **General and comparative endocrinology**, v. 165, n. 3-4, p. 379-392, 2010.

NAVARRO, R. D.; NAVARRO, F. K. S. P.; SEIXAS FILHO, J. T.; RIBEIRO FILHO, O. P. Nutrição e alimentação de reprodutores de peixes. **Revista Augustus**, v. 15, n. 30, p. 108-118, 2010.

ORLANDO, T. M.; DE OLIVEIRA.; PAULINO, R. R.; COSTA, A. C.; ALLAMAN, I. B.; ROSA, P. V. Reproductive performance of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different digestible energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 1, p. 1-7, 2017.

PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. F.; Juvêncio, L. O. F.; RUTZ, F. Efeito de eficientes níveis de proteína bruta e energia digestível na dieta sobre o desenvolvimento de alevinos do peixe-rei. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, p. 97-101, 2004.

PONTES, E. C.; OLIVEIRA, M. M. O.; ROSA, P. V.; FREITAS, R. T. F.; PIMENTA, M. E. S. G.; RODRIGUES, P. B. Níveis de farinha de peixe em rações para juvenis de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1626-1632, 2010.

PORTZ, L.; FURUYA, W. M. Energia, proteína e aminoácidos. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1. ed. Florianópolis: Sociedade brasileira de aquicultura e biologia aquática, 2012. cap. 4, p. 65-77.

REIS, E. S.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; ZAMINHAN, M., FINKLER, J. K.; BOSCOLO, W. R. Suplementação de vitamina c na dieta para larvas de jundiá *Rhamdia voulezi*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 83-89, 2011.

RIBEIRO, F. A. S.; RODRIGUES, L. A.; FERNANDES, J. B. K. Desempenho de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 33, n. 2, p. 195-203, 2007.

RIBEIRO, P. A. P.; MELO, D. C.; COSTA, L. S.; TEIXEIRA, E. A. **Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce**. Belo Horizonte, 2012.

RINCHARD, J.; KESTEMONT, P. Liver changes related to oocyte growth in roach, a single spawner fish, and a bleak and white bream two multiple spawner fish. **International Review of Hydrobiology**, v. 88, p. 68-76, 2003.

SANTAMARÍA, Y. V.; SANTAMARÍA, W.C. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a review. **Revista MVZ Córdoba**, v.16, n. 2, p. 2458-2469, 2011.

SANTOS, F. W. B. **Nutrição de peixes de água doce: definições, perspectivas e avanços científicos**. Rio de Janeiro, Brasil, 2007.

SASSI, G. E. **Exigências Proteicas de Juvenis de Zebrafish (*Danio rerio*)**. 49 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2016.

SHARON, G.; FRIDMAN, S.; REISS-HEVLIN, N.; SINAI, T.; BOISOT, P.; ZILBERG, D. Effects of different commercial diets on growth performance, health and resistance to *Tetrahymena* sp. infection in guppies, *Poecilia reticulata* (Peters). **Aquaculture Research**, p. 1–11, 2016.

SHIMENO, S.; TAKEDA, M.; TAKAYAMA, S.; SASAKI, H. Response of nitrogen excretion to change of dietary composition in carp. **Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish**, v. 47, p. 191-195, 1981.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Proteína e energia na dieta de *pacu pacu* criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, 2336-2341, 2010.

SOUSA, J. A. **Exigência de proteína bruta na dieta de alevinos e juvenis do ornamental amazônico acará severo (*Heros severus*) (Heckel, 1840)**. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Campus de Castanhal, Programa de Pós-graduação em Ciências animal, Belém, 2016.

SOUZA, G. **Ecologia e ontogenia inicial de ovos e larvas de peixes do curso médio inferior do rio paraíba do sul e dos seus tributários**. 92 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, Centro de Biociências e Biotecnologia, Rio de Janeiro, 2015.

SOUZA, L.S.; POUHEY, J.L.O.F.; CAMARGO, S.O.; et al. Crescimento e sobrevivência do catfish de canal (*Ictalurus punctatus*) e jundiá (*Rhamdia sp*) no outono-inverno do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 891-896, 2005.

VERAS, G. C.; SALARO, A. L. ZUANON, J. A. S.; CARNEIRO, A. P. Z.; CAMPELO, D. A. V. MURGAS, L. D. S. Growth performance and body composition of giant trahira fingerlings fed diets with different protein and energy levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 1021-1027, 2010.

WILSON, R. P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. 3. ed. **Fish nutrition**, v. 3, p. 144-179, 2002.

ZIMBA, R. D. **Desempenho produtivo e reprodutivo de lambaris-de-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de zootecnia e engenharia de alimentos, Pirassununga, 2016.

ZUANON, J. A. S.; CARNEIRO, A. P. S.; NASCIMENTO, L. S.; SILVA, D. A.; PONTES, M. D.; KANASHIRO, M. Y.; SALARO, A. L. Protein requirement for *Trichogaster lalius*, blue variety. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 2, p.144-147, 2013.

ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; BALBINO, E. M.; SARAIVA, A.; QUADROS, M.; FONTANARI, R. L. Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1893-1896, 2006.

ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; FURUYA, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 165-174, 2011.