



**MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS**

EVELIZE CRISTINA RODRIGUES

**EFEITO DA TEMPERATURA DA ÁGUA SOBRE O DESEMPENHO,
COMPOSIÇÃO CORPORAL E UTILIZAÇÃO DO ALIMENTO EM JUVENIS DE
CURIMBA *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836)**

**BELÉM
2016**

EVELIZE CRISTINA RODRIGUES

EFEITO DA TEMPERATURA DA ÁGUA SOBRE O DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E UTILIZAÇÃO DO ALIMENTO EM JUVENIS DE CURIMBA *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836)

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais: área de concentração Aquicultura, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Takata.
Coorientador: Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta.

BELÉM
2016

Rodrigues, Evelize Cristina

Efeito da temperatura da água sobre o desempenho, composição corporal e utilização do alimento em juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) / Evelize Cristina Rodrigues. - Belém, 2016.

65 f.

Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2016.

Orientador: Rodrigo Takata.

1. Aquicultura - temperatura - controle 2. Energia 3. Aquicultura – nutrição - proteína I. Takata, Rodrigo, (orient.) II. Título.

CDD – 639.3

Agradecimento

A Deus, por guiar meus passos.

Aos meus pais e irmãos, pelo carinho e amor incondicional.

As minhas sobrinhas, Paloma e Júlia, por trazerem mais alegria a minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Takata, não só pela orientação, paciência, ensinamentos e experiências profissionais compartilhadas, mas também pela sua amizade, e dedicação destacada.

Ao Prof. Dr. Glauber Palheta, pela amizade e coorientação, ambas indispensáveis para o término deste trabalho.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos tropicais, pela contribuição a minha formação profissional.

Aos membros da banca avaliadora pela análise do trabalho e relevantes sugestões.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ, pelo auxílio no desenvolvimento do mestrado.

Aos amigos da turma de Mestrado, a Sintia Monteiro e a secretária Osmarina, pela amizade e ajuda.

Aos amigos Akira, Elias e Andrea pela grande amizade construída, disposição e troca de conhecimento.

Aos funcionários da Fundação Instituto de Pesca do Rio de Janeiro, escritórios de Friburgo (André, Emanuel, Lícius, Marcelo, Tiago) e Cordeiro (Amaro, Ana Paula, Dione, Eugênia, Gilson, Jéssica, Jobinho, Leão, Sérgio) pelos agradáveis momentos de convivência, pelo empréstimo de material consultado, ajuda durante o período experimental e contribuição sempre que solicitada.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e não foram citados nominalmente.

E ao meu marido, meu porto seguro, pelo companheirismo e apoio irrestrito aos meus sonhos, meu muito obrigada.

As minhas mães, Celeste, Terezinha e Maricélia por tudo que fizeram e fazem por mim,
Ao meu marido, Márcio Dayvid, por sempre me incentivar.
Dedico-lhes esta conquista com profundo respeito e admiração.

“Nenhum ser humano pode ser verdadeiramente grande sem que seja capaz de reconhecer os erros que cometeu na vida. Culpas nos paralisam. Arrependimentos não! Eles nos lançam pra frente, nos ajudam a corrigir os erros cometidos. Deus nos permite os erros pra que a gente aprenda a fazer do jeito certo.”

Padre Fábio de Melo

RESUMO

A região Norte do Brasil vem se destacando em relação à produção de peixes nativos, e o curimba, espécie do gênero *Prochilodus*, é um dos principais peixes capturados na pesca e apresenta grande aceitação pelo mercado consumidor. O aumento da sua produção pode contribuir para a redução da sobrepesca e incrementar a produção oriunda da aquicultura. No que diz respeito ao ambiente, um dos principais fatores abióticos que interferem na viabilidade comercial da produção é a temperatura da água, haja vista que, esse fator pode alterar o metabolismo dos nutrientes, a composição da carne e a fisiologia do animal, com consequências diretas no desempenho, no ciclo de produção, e na disponibilidade do peixe para o consumidor. A espécie pertence a um gênero que possui registro nas bacias Amazônica, do Orenoco, das Guianas, São Francisco, Paraná-Paraguai, Rio da Prata e Paraíba do Sul, por isso em virtude dessa ampla distribuição, informações sobre o efeito da temperatura poderá ajudar a compreender os limites adequados para a criação da espécie. Deste modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho, a composição corporal e a utilização dos nutrientes e energia do alimento pelos juvenis de *P. lineatus* submetidos a quatro temperaturas de água. Os animais foram expostos as temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C por um período de 60 dias. Ao final do experimento, observou-se que não houve influência da temperatura para conversão alimentar, fator de condição, sobrevivência, taxa de retenção em lipídio e ganho em lipídio. A temperatura que proporcionou o maior peso final, comprimento total, ganho em peso, taxa de crescimento específico e consumo de dieta foi de 31°C. O teor de umidade foi superior nas menores temperaturas (22 e 25°C) e o de lipídios e energia nas maiores temperaturas (28 e 31°C). A taxa de eficiência proteica, lipídica e energética foi maior na menor temperatura. A taxa de retenção proteica e o ganho em proteína foram superiores nas temperaturas de 28 e 31°C. A taxa de retenção de energia e o ganho em energia foram superiores nas menores temperaturas 22 e 25°C. Dessa forma, conclui-se que a temperatura exerce efeito primordial no desempenho de juvenis de curimba e esse efeito pôde ser observado na forma com que os animais utilizaram e depositaram os nutrientes e energia do alimento em seu corpo. Ainda, para um melhor desenvolvimento da espécie recomenda-se temperaturas entre 28 e 31°C.

Palavras-chave: Aquicultura; Energia; Proteína, Lipídeos.

ABSTRACT

The northern Brazil has improved production of native fish, and curimba, the *Prochilodus* genus, is one of the main fisheries resources and has great acceptance by market. Increased aquaculture production can contribute to reducing overfishing. With regard to the environment, a major abiotic factors affecting the commercial viability production is the water temperature, considering that this factor can change the metabolism of nutrients, the meat composition and animal physiology, with consequences on performance, production cycle and availability of fish to consumers. The species is found in the Amazon basin, the Orinoco, the Guianas, San Francisco, Paraná-Paraguay, River Plate and Paraíba do Sul, so because of this wide distribution, information on the effect of temperature can help understand the proper limits for species cultivation. This study aimed to evaluate the performance, body composition and use of nutrients and energy from food by *P. lineatus* juvenile submitted to four water temperatures. The animals were exposed to temperatures of 22, 25, 28 and 31° C for a period of 60 days. At the end of the experiment, there was no influence of temperature on feed conversion, condition factor, survival, lipid retention rate and lipid gain. The highest final body weight, total length, weight gain, specific growth rate and feed consumption was at 31°C. The moisture content was higher in low temperatures (22 and 25°C) and lipid and energy at high temperatures (28 and 31°C). Energy, lipid and protein efficiency rate were superior at lower temperature (22°C). Protein retention and protein gain were higher at 28 and 31°C. Energy retention and energy gain were superior at low temperatures (22 e 25°C). Thus, we can conclude that the temperature affect the performance of curimba juvenile and such effect could be observed in the use and deposition of nutrients and energy from food to fish body. Further, for a better species development it is recommended temperatures between 28 and 31°C.

Keywords: Aquaculture; Energy; Protein; Lipids.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Situação atual e perspectiva na aquicultura mundial, com ênfase no Brasil	10
2.2 Temperatura da água.....	13
2.3 Espécie estudada	21
3 OBJETIVOS	26
3.1 Objetivo geral.....	26
3.2 Objetivo específico	266
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Local do estudo.....	26
4.2 Manejo experimental	27
4.3 Parâmetros de crescimento, composição corporal e utilização de nutrientes e energia	218
4.4 Análise estatística	219
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
5 EFEITO DA TEMPERATURA DA ÁGUA SOBRE O DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E UTILIZAÇÃO DO ALIMENTO EM JUVENIS DE CURIMBA <i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	45
RESUMO	45
ABSTRACT	45
5.1 Introdução	46
5.2 Material e Métodos.....	47
5.3 Resultados.....	49
5.4 Discussão.....	55
5.5 Conclusões	600
Referências	600

1 INTRODUÇÃO

O consumo de pescado não somente tem contribuído na sobrevivência do homem, mas também ao desenvolvimento econômico e social, por isso os organismos aquáticos ainda constituem um recurso mundialmente extraído, para autoconsumo, comercialização e pesca esportiva. As espécies de peixes do gênero *Prochilodus* estão entre as mais importantes na pesca continental (CAMARGO et al., 2009; MPA, 2011) e sua produção em cativeiro tem sido incentivada pelo fácil manejo reprodutivo, rusticidade e bom desempenho zootécnico (IBGE, 2013).

O gênero *Prochilodus* está distribuído pelas principais bacias hidrográficas e rios no Brasil, sendo conhecidos vulgarmente como curimatãs, e regionalmente como: curimatã (*Prochilodus nigricans*), curimatã comum (*P. cearenses*), curimatã pacu (*P. magraviai*), curimatã piaia (*P. costatus*), curimatã (*P. affinis*) ou curimba (*P. lineatus*). As regiões Norte e Nordeste despontam como os maiores produtores, representados pelo Maranhão com 42,5%, Rondônia 21,8% e Acre com 14,4% da produção nacional (IBGE, 2013).

Como espécie nativa, o curimba merece destaque na piscicultura, devido a facilidade na criação, alta produtividade, e demanda, com a carne sendo apreciada principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país, e pelas comunidades ribeirinhas da região Sul, estando entre as espécies mais acessíveis economicamente (ORFÃO, 2006; EBLING et al., 2013; COSTA et al., 2015). Por isso, é essencial intensificar as pesquisas para viabilizar a produção do curimba em escala, para o consumo e o repovoamento, pois a espécie é relevante para composição do ecossistema fluvial, uma vez que está em declínio em algumas regiões (TAYLOR et al., 2006; CAMARGO et al., 2009), como por exemplo, na bacia hidrográfica do Rio Doce, após o desastre de Mariana, em Minas Gerais. O curimba está entre as espécies ameaçadas, sendo classificada na categoria vulnerável (IBAMA, 2015).

Um dos principais requisitos para o desenvolvimento da criação de peixes é o conhecimento da biologia, fisiologia, do manejo produtivo e da nutrição da espécie alvo. A interação com os parâmetros físicos e químicos da água podem apresentar diferentes respostas no animal, de modo a interferir na utilização de nutrientes e energia para o equilíbrio entre a síntese de tecido e energia, afetando a viabilidade comercial da produção (PERES; OLIVATELES, 1999; ROTTA, 2003). Dentro desse contexto, a criação em sistema intensivo permite um melhor controle desses parâmetros, em especial o monitoramento sistemático da temperatura, que é uma propriedade física que determina períodos de reprodução, ajuste na

alimentação, prevenção de doenças, estratégias de manuseio e transporte, além de influenciar outros atributos físicos e químicos da água e influir na produção de plâncton (REBELO NETO, 2013).

Deste modo, apesar de haver vários trabalhos relacionados a temperatura, pouco se sabe sobre sua ação no desenvolvimento do *Prochilodus lineatus* em cativeiro. Por isso, o objetivo do presente trabalho foi de compreender o seu efeito no desempenho, na composição corporal e na forma com que a espécie utiliza os nutrientes e energia do alimento em diferentes temperaturas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Situação atual e perspectiva na aquicultura mundial, com ênfase no Brasil

A aquicultura é a produção de organismos que tem o seu hábitat predominantemente aquático, em qualquer um de seus estágios de desenvolvimento (VALENTI, 2002). Dentre as modalidades de cultivos na aquicultura encontram-se a piscicultura, malacocultura, ranicultura, carcinicultura, herpetocultura e plantas aquáticas (BORGHETTI et al., 2003).

O potencial do Brasil na criação de peixes de água doce pode ser observado pela rica fauna de espécies nativas, sendo que apenas 1,5% do total das espécies conhecidas são utilizadas na aquicultura (GODINHO, 2007). Esses números são maiores do que os sugeridos a 20 anos por Saint-Paul (1986; 1990), em duas revisões a respeito do potencial aquícola das espécies neotropicais. Isso se deve, principalmente, a um aumento nos estudos para entender a biologia das espécies neotropicais, com ênfase para a padronização de pacotes tecnológicos para a criação.

O Brasil ocupa uma posição importante na produção aquícola entre os países latino-americanos. O país possui um grande potencial aquícola, com condições favoráveis ao desenvolvimento das mais diversas modalidades de aquicultura, com riqueza de espécies, potencial hídrico proveniente das bacias hidrográficas, numerosas represas espalhadas por todo país e da sua produtiva região costeira (CAMARGO; POUHEY, 2005). No entanto, a sua posição em relação aos maiores produtores do mundo ainda é baixa. Isso mostra a necessidade de um maior investimento no setor para o país deixar de ser uma potencialidade e tornar-se uma realidade no cenário aquícola internacional.

A aquicultura vem se tornando uma promissora alternativa para a pesca extrativista, haja vista que a atividade é capaz de abastecer à incessante demanda por produtos pesqueiros. O aumento na demanda mundial por peixe impulsionou a piscicultura nos últimos anos,

fazendo com que ela se tornasse uma das atividades agropecuárias que mais crescem por ano (MENDONÇA et al., 2009; FAO, 2012). Ao contrário da criação de animais terrestres, cujo total da produção global é baseado em um número limitado de animais e espécies, a aquicultura dispõe de mais de 240 espécies de organismos aquáticos e plantas empregadas diretamente na alimentação humana (CREPALDI et al., 2006; FAO, 2012).

A produção de pescado mundial tem crescido de forma constante nas últimas cinco décadas, com abastecimento aumentando a uma taxa média anual de 3,2%, ultrapassando o crescimento da população mundial em 1,6%. O consumo per capita aparente mundial de peixe aumentou de uma média de 9,9 kg em 1960 para 19,2 kg em 2012, e este desenvolvimento tem sido impulsionado por uma combinação de crescimento populacional, aumento da renda, urbanização e busca por alimentos saudáveis. Esse contexto só foi possível pela forte expansão da produção de peixes, pelo fortalecimento dos canais de distribuição, que encontram-se mais eficientes, e pelo aumento do número de pesquisas voltadas ao conhecimento da biologia das espécies e padronização de técnicas de criação (SANTOS; LUZ, 2009; ABIMORAD et al., 2010; GARCIA et al., 2013; FAO, 2014; PORTELLA et al., 2014).

O consumo de pescado é diferente entre continentes, países e regiões, e o que leva a essa diferença é o hábito do consumidor, a disponibilidade e o acesso ao produto (CREPALDI et al., 2006). A China é o maior produtor mundial de pescado proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura, com produção aproximada de 63,5 milhões de ton/ano. Em seguida aparece a Indonésia e Índia, com 11,7 milhões e 9,3 milhões de ton, respectivamente. O Brasil encontra-se na 19ª posição, com a produção de 1.264.765 ton, contribuindo com apenas 0,75% da produção mundial de pescado em 2010 (MPA, 2011). Em todo o mundo, 15 países produziram 92,7% da aquicultura mundial em 2012. Na América do Sul, apenas o Chile com 1.071.421 ton. produziu mais que o Brasil, com 707 461 ton. (FAO, 2014).

A análise da produção total da piscicultura brasileira por região e unidade da federação em 2014 mostrou que a região Norte produziu 29,3%, com 139.128,0 ton. O Estado do Pará contribuiu com 2,5% da produção nacional, totalizando 11.906 ton. (IBGE, 2014). No Estado predomina a piscicultura continental, com modalidades de criação bem diversificados, desde subsistência quanto empresarial, voltada para o mercado interestadual (DE - CARVALHO et al., 2013). Os principais polos de piscicultura paraense estão localizados nas microrregiões do salgado, nordeste paraense e baixo amazonas, estrategicamente, por apresentar melhor via de escoamento e infraestrutura necessária à comercialização e produção (SEPAq, 2016).

Segundo Silva et al. (2010) e O' de Almeida Junior e Lobão (2013) ao estudarem respectivamente a mesorregião sudeste e nordeste paraense, verificaram a utilização de mão de obra familiar e/ou contratada local, com a piscicultura sendo largamente empregada em sistema extensivo para subsistência e semi-intensivo em empreendimento comercial, com destaque para o tambaqui, pirarucu e tilápia, que apesar desta espécie no Estado do Pará apresentar restrições ao seu cultivo, pela lei nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005, são as espécies mais utilizadas em monocultivo e policultivo.

Ainda que o Estado do Pará apresente características naturais favoráveis à piscicultura, com diversidade de sistemas e modalidades de produção, quando comparado com outros estados da região norte, como Rondônia e Amazonas por exemplo, percebe-se que a cadeia produtiva se apresenta pouco estruturada (BRABO, 2014). Os principais entraves são a oferta de larvas, custo da ração e financiamento para os produtores (LEE; SARPEDONTI, 2008).

As razões para o baixo desenvolvimento do Brasil na produção aquícola estão na carência de pesquisa aplicada; deficiência técnica e estrutural do setor produtivo; grande número de intermediários; dificuldade de acesso ao crédito para investimento e custeio em aquicultura; e o problema político-administrativo, caracterizado pela falta de políticas públicas para o desenvolvimento da atividade (LOPERA-BARRERO et al., 2011).

Os principais sistemas de produção utilizados nas pisciculturas são o extensivo, o semi-intensivo (monocultivo, policultivo e criação consorciada) e o intensivo (tanque de concreto, gaiolas e circuito fechado). Esses sistemas apresentam vantagens e desvantagens, cada um com suas particularidades, variando de acordo com a espécie utilizada, produtividade, infraestrutura, manejos e utilização da dieta formulada e da água (CANTELMO, 2002; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2010).

O sistema de produção extensivo é aquele em que os espécimes cultivados dependem do alimento natural disponível e tem como característica a baixa densidade de estocagem. No sistema semi-intensivo, os espécimes criados dependem principalmente da oferta da dieta formulada, com uma baixa participação do alimento vivo, apresentando média ou baixa densidade de estocagem. O sistema intensivo tem se a dependência integral da dieta formulada, com alta densidade de estocagem (CONAMA, 2009).

A produção no Brasil está baseada nas espécies exóticas, principalmente a tilápia, e em sistemas semi-intensivos e intensivos de produção. Porém, pela atual legislação, em alguns estados a criação de espécies exóticas não é permitida ou está restrita, em virtude disso, as espécies nativas vêm ganhando adeptos para seu cultivo (SIGNOR, 2011). Os dados

da produção brasileira evidenciaram algumas espécies nativas em posição de destaque na produção nacional (MPA, 2011), e o curimba é uma dessas espécies que podem alavancar a piscicultura continental, a partir de um maior investimento nas pesquisas para padronizar pacotes tecnológicos para a criação dessa espécie nos diferentes sistemas de criação. Essa padronização ocorre a partir de um maior entendimento da biologia da espécie e de como essa se comporta em relação aos desafios impostos pelo ambiente de criação.

Quanto a produção de pescado continental do país, o curimba foi a espécie que apresentou maior volume de desembarque, com 28.643,0 ton., representando 11,47% da pesca extrativa, e 7.143,1 ton., o que representou 1,31% da produção aquícola (MPA, 2011). Segundo o IBGE (2013) as regiões Nordeste, Norte e Sul com respectivamente 48,8%, 45,0% e 2,7% foram os principais produtores aquícolas do curimba, com o Pará contribuindo na região Norte com 2,4% da produção.

As perspectivas são de que o país melhore a qualidade e a quantidade da produção de pescado, a partir da união do governo com os órgãos que regulamentam a produção e os produtores, de forma a programar novas estratégias, recursos, pesquisas e planejamentos (MASUDA, 2009; LOPERA-BARRERO, 2011). Além disso, espera-se que a atividade aquícola e os setores vinculados à cadeia de produção apresentem um desenvolvimento sustentável, produzindo organismos aquáticos sem degradar o meio ambiente, com lucro e com benefícios sociais (VALENTI, 2002; SCORVO FILHO, 2004).

2.2 Temperatura da água

De acordo com a capacidade de adaptação às variações de temperatura do meio ambiente, os peixes podem ser divididos em dois grupos: heterotermos e ectotermos. Os heterotermos são os peixes que produzem e conseguem reter calor em partes distintas do corpo, sendo uma conquista marcante para os peixes escombróides, como o atum, que conseguem manter a temperatura de alguns de seus músculos de 10 a 15°C acima da temperatura da água, promovendo uma contração muscular mais eficiente, com natação rápida e contínua (SCHMIDT-NIELSEN, 2002). Nesse caso, os animais conseguem estabilizar o metabolismo e as funções sensoriais e digestivas. Já os ectotermos, mantém a temperatura corporal dentro de uma faixa mais ampla, a qual é dependente da temperatura ambiente, sendo o mais comum para a maioria dos peixes (ALMEIDA, 2006; BALDISSEROTO, 2009).

Dentro da zona de adaptação à variação da temperatura, tem-se: os ajustes comportamentais, onde o organismo se desloca em busca da temperatura desejada; a temperatura de tolerância, que é uma faixa de temperatura na qual o organismo resiste e pode

sobreviver indefinidamente; a temperatura de preferência, que compreende a região de melhor desempenho para o organismo, ou seja, é a temperatura “ótima” (VAN MAAREN et al., 1999; WILLMER et al., 2005; BALDISSEROTO, 2009), conforme visualizado na Tabela 1. Ainda, existem os ajustes fisiológicos, que podem ser pelo torpor¹, pelo frio, metabolismo celular e adaptação de órgãos e tecidos (BALDISSEROTO, 2009).

Os peixes dispõem do mecanismo comportamental para regulação da temperatura corpórea, sendo que isso pode ser variável entre espécies (GUAN et al., 2008). E dentre esse mecanismo, o comportamento de seleção da temperatura ambiente de preferência é o mais eficiente e econômico, entretanto, em sistema de criação esse fator é uma problemática, devido as limitações do espaço físico dos viveiros e da uniformidade das variáveis físico-químicas da água. Isso impossibilita os peixes a procurarem a termorregulação em águas com temperatura próxima ao conforto térmico, diferentemente do que ocorre no habitat natural, onde os peixes tendem a fugir de condições adversas (WATTS et al., 2001; ALI et al., 2003), como baixos níveis de oxigênio e temperaturas fora do conforto térmico. Além disso, a temperatura preferencial otimiza o crescimento, estando intimamente ligada a taxa de crescimento específico e ao aproveitamento do alimento. Khan et al. (2014) ao estudar o Hapuku, *Polyprion oxygeneios* em temperaturas de 12 a 24°C verificaram que a 12°C a espécie apresentou uma eficiente taxa de conversão alimentar e um baixo desempenho de crescimento. Por outro lado, a 21°C o crescimento é otimizado, contudo passando a requerer em média mais de 30% da alimentação por kg de biomassa quando comparada a 12°C.

¹ É um estado comportamental e fisiológico que indica inatividade e redução da taxa metabólica (WITHERS; COOPER, 2008).

Tabela 1- A temperatura da água indicada para crescimento das espécies de peixes.

Espécie	Temperatura adequada	Fase de desenvolvimento	Referência
<i>Colossoma macropomum</i> (tambaqui)	28,9	Juvenil (86g)	Arbeláez-Rojas et al. (2002)
<i>Pseudoplatystoma sp.</i> (surubim)	27	Juvenil (33g)	Lima et al. (2006)
<i>Oreochromis niloticus</i> (tilápia)	32	Larva (0,9g)	Justi et al. (2005)
		Larva (0,8g)	Moura et al. (2007)
	28	Juvenil (11g)	Qiang et al. (2014)
<i>Rhamdia quelen</i> (jundiá)	23,7	Juvenil (24g)	Piedras et al. (2004)
<i>Lates calcarifer</i> (barramundi)	29	Juvenil (100g)	Rupasinghe e Kennedy (2006)
<i>Ictalurus punctatus</i> (catfish)	26	Juvenil (25g)	Piedras et al. (2006)
<i>Mugil platanus</i> (tainha)	30	Juvenil (0,8g)	Okamoto et al. (2006)
<i>Lates calcarifer</i> (barramundi)	31	Juvenil (3g)	Katersky e Carter (2007)
<i>Centropomus parallelus</i> (robalo-peva)	30	Larva (0,04g)	Ferraz et al. (2011)
<i>Lophiosilurus alexandri</i> (pacamã)	27-28	Juvenil (30g)	Costa et al. (2014)
	29-32	Larva (0,02g)	Takata et al. (2014)
<i>Rachycentron canadum</i> (bijupirá)	33	Juvenil (10-200g)	Sun e Chen (2014)

A tolerância térmica para um animal não é fixa, podendo ser alterada durante o curso de desenvolvimento, havendo diferenças marcantes nos limites de tolerância nos diferentes estágios do ciclo de vida, dependendo da espécie, do período de aclimação a que foram submetidos os organismos, e da aclimatização, pois o intervalo de tolerância térmica é diferente para a mesma espécie no verão e no inverno (SCHMIDT-NIELSEN, 2002). O

conhecimento dos limites de tolerância de peixes à temperatura é de importância ecológica para avaliar a distribuição dos peixes, migração e seu impacto nos ecossistemas.

Variações de temperatura exercem efeitos consideráveis sobre o consumo alimentar (HIDALGO et al., 1987) atuando como fator de controle do crescimento. Quando os animais são expostos a temperaturas abaixo do seu ótimo, a sua taxa metabólica torna-se limitada, reduzindo ou cessando a alimentação resultando na redução ou até mesmo na interrupção do crescimento; em temperaturas ideais, o alimento consumido é otimizado, de forma a absorver a energia necessária para um bom crescimento; e, em elevadas temperaturas ocorre um maior desvio energético para captação de oxigênio, manutenção nas condições desfavoráveis, reduzindo o consumo de alimento, e em casos extremos pode levar o animal a morte (SCHIMITTOU, 1993; CAMPANA et al., 1996; GOMES et al., 2000; PIEDRAS et al., 2004). Zhi-Hui et al. (2014) estudando a interação da temperatura (17 a 25°C) e salinidade (19 a 40‰) no desenvolvimento do *Scophthalmus maximus*, verificaram que as condições ideais para o crescimento foram na salinidade de 24 ‰ e temperatura de 21°C, com uma curva de tendência decrescente a partir de 23°C, mostrando o quão a temperatura é relevante, influenciando o crescimento. González-Mayor (2007) avaliou o efeito da temperatura sobre a energia e respiração de guppies (*Poecilia reticulata*), e observou aumento significativo na taxa de respiração e redução na taxa de ingestão dado ao aumento da temperatura de 19°C para 24 e 21°C, respectivamente.

Quando o peixe não está na sua faixa ótima de temperatura as dietas ricas em lipídeos podem aumentar a deposição de gordura na cavidade visceral. Isso indica uma utilização ineficaz dos nutrientes, como acontece com espécie de clima temperado em águas frias (BOWYER et al., 2013), mostrando a baixa tolerância ao elevado teor de lipídeo na dieta. Luzia et al. (2003) estudando o efeito do verão e inverno sobre os perfis lipídicos das principais espécies de pescado comercialmente importantes em São Paulo, observaram que mesmo não sofrendo influência das estações, o *Prochilodus* spp., apresentou maior média lipídica no período do verão, com 9,7%, em comparação com as espécies de sardinha *Sardinella* spp, corvina *Micropogonias furnieri*, tilápia *Oreochromis* spp., e do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri*. Azevedo et al. (1998) observaram que a temperatura influenciou no aumento da energia bruta e do nível de lipídios na composição da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) quando submetidas a 15°C, diferentemente dos peixes alocados nas temperaturas 6, 9 e 12°C, em que apresentaram um teor elevado de umidade.

Para Shearer (1994) o conteúdo proteico dos salmonídeos está correlacionado com o tamanho do peixe e é endogenamente controlada, enquanto o seu teor de lipídios é influenciado por vários fatores endógenos, como por exemplo a genética; e exógenos, através do ambiente e da dieta (Figura 1). Segundo o autor, o conhecimento da composição é importante pois permite avaliar a saúde dos peixes e a determinação da eficiência na transferência de nutrientes da alimentação para os peixes, tornando possível modificar previsivelmente a composição da carcaça via alimentação.

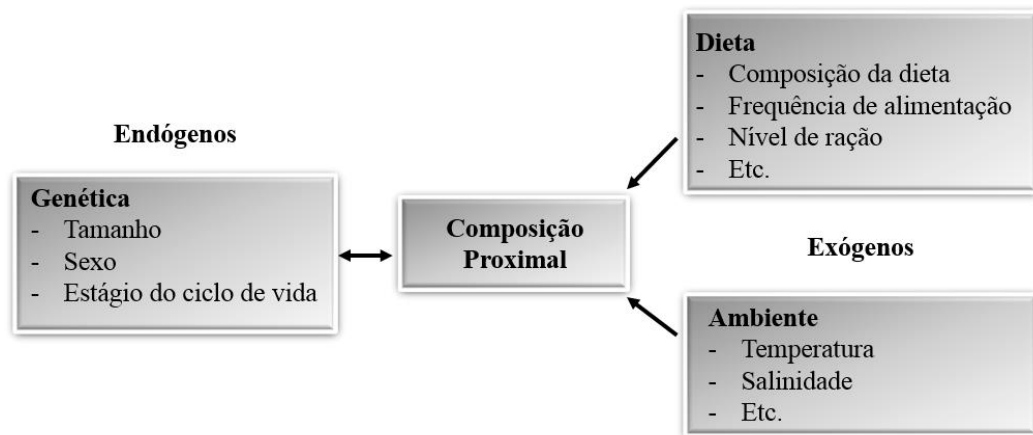


Figura 1: Fatores que afetam a composição centesimal de peixes. Fonte: Shearer, 1994.

Os peixes carnívoros utilizam mais a proteína dietética como fonte de energia, e em menor quantidade o carboidrato e o lipídio (FRASER; DAVIES, 2009), em comparação aos peixes de diferente hábito alimentar, os quais obtêm energia através do metabolismo de glicose, lipídeo e proteína, o que é interessante na redução dos gastos com alimentação durante o cultivo, sendo conveniente por poupar a proteína dietética, reduzindo o catabolismo de proteína para energia (BOWYER et al., 2013).

As exigências energéticas de manutenção dos processos vitais são mais baixas para os peixes, quando comparado aos animais terrestres, uma vez que esses gastam menos energia para a locomoção no meio aquático e não necessitam manter a temperatura corporal interna (LOGATO, 2011). Contudo, essa exigência pode variar de espécie para espécie, os peixes chatos por exemplo, gastam relativamente menos energia no metabolismo, destinando relativamente mais da energia do alimento para o crescimento (FONDS et al., 1992). A temperatura pode influenciar o particionamento da quantidade de energia consumida para o crescimento, a perda de calor, a excreção de nitrogênio ou perda fecal (BERMUDES et al., 2010).

Em estudo de particionamento de energia com juvenis de bijupirá, *Rachycentron canadum*, em temperatura de 23 a 35°C, Sun et al. (2006) sugeriram que a espécie não foi eficiente na conversão da energia consumida para o crescimento, com a energia do alimento atribuído de 4,9-6,4 em fezes e 9,5-27,9 alocado para o crescimento, com máxima a 27° C, sendo que grande parte foi destinada para excreção e metabolismo basal, componentes estes que foram medidos indiretamente, através da diferença entre os componentes do balanço de energia (fezes e crescimento). Keembiyehetty e Wilson (1998) verificaram para *sunshine bass* (*Morone chrysops*- fêmea x *Morone saxatilis* – macho) que o aumento da temperatura de 26 para 32°C levou a uma redução na utilização da proteína e menor eficiência de conversão de energia para crescimento. Katersky e Carter (2005) avaliando a eficiência de crescimento em barramundi, *Lates calcarifer*, sob elevadas temperaturas observaram que os peixes cultivados a 39°C tiveram uma taxa de eficiência proteica significativamente menor do que nas temperaturas de 27, 33 e 36° C. Ainda para essa mesma espécie, Katersky e Carter (2007) observaram que as maiores médias de valor proteico produtivo manteve-se entre 27,3 e 35°C, enquanto a resposta ótima do valor energético produtivo ocorreu entre 26,2 e 34,1 °C, quando submetidos a temperaturas entre 21 e 39°C. Isso demonstra o quão eficientemente os peixes fazem uso dos nutrientes disponíveis na dieta, ao longo de um intervalo amplo de temperatura.

Segundo Van Ham et al. (2003) estudando a influência de duas temperaturas de água (16 e 22°C) em *Scophthalmus maximus*, alimentados com diferentes taxas de alimentação (100% saciedade aparente, 65% e 35%) observaram efeito negativo na utilização de nutrientes na temperatura de 22°C, com baixa retenção de energia e proteína. Isso indicou que uma fração substancial da energia consumida foi utilizada para cobrir o metabolismo de manutenção à custa do crescimento somático. Para Shiau e Lin (2002) em garoupa *Epinephelus malabaricus*, a utilização de carboidratos é afetada pela temperatura, apresentando melhor utilização da glicose e amido na temperatura de 29°C, em comparação a temperatura de 23°C.

A influência da temperatura na utilização de nutrientes depende do nível de ingestão de proteína (HIDALGO; ALLIOT, 1988). Peres e Oliva-Teles (1999) estudando a utilização da proteína dietética pelo robalo *Dicentrarchus labrax*, nas temperaturas de 18 e 25°C observaram que independente da temperatura da água, as exigências de proteína na dieta para o crescimento foram satisfeitas com uma dieta contendo 48% de proteína bruta. A utilização de proteína foi mais eficiente na menor temperatura. Singh et al. (2009) estudando a

influência do nível de proteína na dieta (28, 32, 36, 40%) e temperatura da água (28, 32° C) no *catfish* asiático *Clarias batrachus*, constataram que na temperatura de 28°C a retenção máxima de proteína foi estimando em 31,7% de proteína dietética, reduzindo com o incremento de proteína na dieta; enquanto que em 32°C a retenção é crescente, com valor máximo obtido em 39,9% de proteína na dieta.

Os peixes são considerados ótimos modelos para estudos fisiológicos por estarem restritos à água e sujeitos a qualquer alteração que nela ocorra, podendo através de variações na temperatura da água apresentarem um impacto direto e inevitável nas células e nos tecidos do animal (RIBEIRO; MOREIRA, 2012). O tecido muscular esquelético, denominado também de musculatura miotomal, é uma excelente fonte de proteína na alimentação humana e compreende cerca de 60% da massa corporal do peixe (SANTOS, 2007; FERNANDÉZ; CALVO, 2009; SOARES; GONÇALVES, 2012). Esse tecido cresce por hiperplasia (recrutamento de fibras musculares) e hipertrofia (aumento no diâmetro ou área da fibra muscular), mecanismos que contribuem por todo o período de crescimento pós-embrionário e que interagem com vários fatores extrínsecos, dentre eles a temperatura (JOHNSTON, 1999; ASSIS et al., 2004; ALMEIDA et al., 2008; MARECO, 2012).

Muitos trabalhos tem demonstrado o fator temperatura relacionado a densidade e distribuição de ovos e larvas (NASCIMENTO; NAKATANI, 2005; CORRÊA, 2008; SUZUKI, 2010; SUIBERTO, 2011); assim como, as fases iniciais do ciclo de vida dos peixes, condizentes por exemplo, ao tempo de duração embrionária e larval (LONGO; NUNER, 2010), à sobrevivência embrionária e velocidade de absorção do saco vitelínico (HART; PURSER, 1995), à eclosão e o tempo de abertura da boca (FERREIRA et al., 2001) e ao desenvolvimento inicial de larvas quando combinados a concentrações de alimento vivo (TAKATA et al., 2014).

A temperatura também pode interferir na determinação do sexo em muitos peixes gonocorísticos (BAROILLER et al., 1999; BAROILLER; D'COTTA, 2001; DEVLIN; NAGAHAMA, 2002). Estudos de inversão sexual com tilápias submetidas a elevadas temperaturas mostraram o uso dessa variável como uma alternativa para o controle do sexo na produção de populações monossexo, a partir da termossensibilidade (BORGES, 2005; MACIEL JÚNIOR, 2006; AZAZA et al., 2008), permitindo obter as melhores características zootécnicas que estejam associadas ao sexo do animal (TABATA, 1995). Além disso, vêm aumentando os estudos em várias espécies de peixes sobre os efeitos de fatores ambientais na diferenciação gonadal e da proporção sexual (BAROILLER et al., 1999; DEVLIN;

NAGAHAMA, 2002; MAGERHANS et al., 2009). Entretanto, Longo e Nuner (2010) ao analisarem as temperaturas para a fertilização e incubação dos ovos de jundiá (*Rhamdia quelen*) observaram que não houve alteração na proporção entre os sexos.

O estresse pode ser definido como um conjunto de respostas do organismo animal a situações que alterem a sua homeostase, em decorrência de estímulos desagradáveis, agressivos e ameaçadores (WENDEELAR-BONGA, 1997; BARTON, 2002; URBINATI; CARNEIRO, 2004). Na aquicultura, os peixes enfrentam constantes desafios que podem ocasionar estresse nos animais e que são decorrentes de diversos fatores, desde o estado nutricional, interações agonistas como também da variação dos aspectos físicos e químicos da água (SILVA, 2010; NAVARRO; NAVARRO, 2012; URBINATI et al., 2014). No processo de produção, a temperatura, abaixo ou acima da faixa de conforto, é considerada um agente estressor por afetar o metabolismo, o crescimento, a reprodução, e a resistência dos animais, tornando o peixe susceptível a enfermidades (Figura 2) e levando ao aumento da mortalidade (WENDELAAR-BONGA, 1997; DEBNATH et al., 2006; LUSHCHAK, 2011).

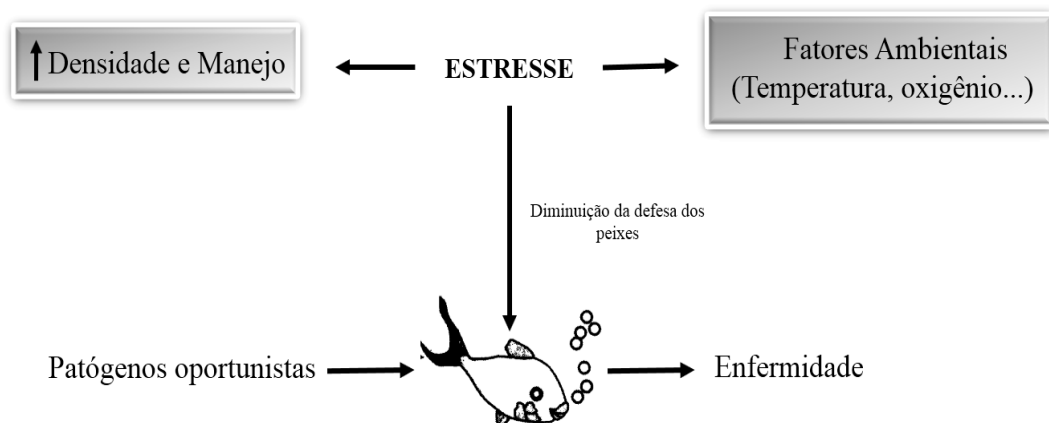


Figura 2: Esquema de fatores que implicam na aparição de enfermidade em peixes. Fonte: Adaptado de Toranzo et al. (2004).

Além de fatores genéticos, a presença de anomalias em peixes também pode estar associada a condições ambientais desfavoráveis. Uma correlação positiva entre a temperatura (16 a 23°C) e a incidência e severidade de anomalias em bica *Pagellus erythrinus* foi demonstrada por Sfakianakis et al. (2004).

Desta forma, considerando a vasta influência da temperatura da água sobre o desenvolvimento dos animais e a incorporação de nutrientes e energia dos alimentos, o

presente estudo visa elucidar o efeito dessa variável para o curimba, espécie importante da fauna aquática do continente, com grande potencial para a aquicultura.

2.3 Espécie estudada

A espécie *Prochilodus lineatus* foi chamada por indígenas da tribo mundurucu, na linguagem tupi Kurumatã, como Curimatã-a (ALLAMAN, 2008), apresentando no Brasil outras sinonímias como: curimatã, curimbatá, curimba, grumatã, chira e papa-terra (MPA, 2011) e, nos países de língua espanhola este gênero é conhecido como: sabalo, coporo, boquichico ou bocachico (ITUASSÚ et al., 2005). É um peixe teleósteano com corpo cinza-prateado, e faixas transversais escuras e inconspícuas no dorso (Figura 3), denota como característica marcante boca terminal com lábios espessos, com capacidade de protração e retração, equipados com duas séries de dentes diminutos, formando um disco oral quando protraídos (NAKATANI et al., 2001; GRAÇA; PAVANELLI, 2007; VASCONCELOS, 2014).

Segue a seguinte classificação taxonômica:

Reino: Animalia;

Filo: Chordata;

Classe: Actinopterygii;

Ordem: Characiformes;

Família: Prochilodontidae;

Subfamília: Prochilodontinae;

Gênero: *Prochilodus*;

Espécie: *Prochilodus lineatus*, Valenciennes, 1836.



Figura 3: Exemplar juvenil de curimba (*Prochilodus lineatus*). Fonte: Própria autora, 2015.

O gênero *Prochilodus* possui representantes em toda América do Sul, contabilizando um total de 13 espécies descritas, com a ocorrência de 10 espécies no Brasil, sendo o *P. lineatus* nativo da bacia do rio da Prata e Paraíba do Sul (CASTRO; VARI, 2004).

Os peixes deste gênero vêm apresentando-se como uma boa opção de espécie nativa para a piscicultura, devido a vários fatores, como: alta palatabilidade; rápido crescimento, podendo atingir em baixas densidades aproximadamente 0,8 kg/ano; e rusticidade (LOPERA-BARRERO, 2011; REBELO NETO, 2013; SANTOS, 2014a) dada a facilidade de adaptação em ambientes e condições diversas, particularmente baixos níveis de oxigênio e variação de pH de 4,08 a 9,84 (ZANIBONI-FILHO et al., 2002; VAL et al., 2015). Sendo interessante notar que, a qualidade da água é fundamental para a saúde e condição fisiológica dos peixes, pois em condições inadequadas pode ocorrer prejuízo no crescimento, sobrevivência, e na resistência a parasitas, com depressão do sistema imune (URBINATI; CARNEIRO, 2004; ITUASSÚ et al., 2005). Na reprodução, a baixa qualidade da água pode levar a disfunções endócrinas e reprodutivas conforme reportado por Arantes et al. (2010) em uma população selvagem de *P. argenteus*.

Os peixes iliófagos/detrítivos desempenham importante papel nos ecossistemas onde vivem, atuando na fase de pré-mineralização da matéria orgânica presente no lodo, o que confere grande importância a este grupo, devido à sua atuação na ciclagem de nutrientes (GNERI; ANGELESCU, 1951; LOWE-MACCONNEL, 1999; ITUASSÚ et al., 2005). Para Jensch-Junior et al. (2006) essa habilidade alimentar depende do sistema imune, ao apresentar grande possibilidade de consumir organismos patogênicos.

O curimba é uma espécie que se alimenta basicamente de diatomáceas, fauna bentônica, partículas orgânicas e inorgânicas (FUGI et al., 1996; LOGATO, 2011), conforme observado por Marçal-Simabuku e Peret (2002) ao encontrar no conteúdo estomacal de *P. lineatus* predominantemente sedimento, o que torna seu estômago um órgão com baixa capacidade de armazenamento, contudo musculoso e bem desenvolvido, auxiliado por uma estrutura chamada de moela (BOWEN, 1984). Segundo Gneri e Angelescu (1951) o substrato ingerido pelo *P. lineatus* representa entre 2% e 5% do total do peso corporal. Além disso, vale ressaltar que o curimba também apresenta uma boa aceitação à dieta formulada (DIAS-KOBERSTEIN; DURIGAN, 2001; ITUASSÚ et al., 2005).

Bomfim et al. (2005) obtiveram ótimas respostas em ganho em peso e composição de carcaça em *Prochilodus afins*, com dieta contendo 26% e 2.700 kcal/kg de proteína bruta e energia digestível, respectivamente. Embora alguns trabalhos tenham demonstrado a

inviabilidade da substituição total da farinha de peixe, o curimba pode ser alimentado com dietas contendo níveis elevados de proteína vegetal na dieta (GALDIOLI et al., 2000; 2002; FABREGAT et al., 2011). Santos (2014b) também observaram que a inclusão de até 25% de casca de banana na dieta não interfere no desenvolvimento do *Prochilodus argenteus*, possibilitando a utilização de fonte proteica alternativa na redução de custo na alimentação e promovendo a sustentabilidade na aquicultura (HARDY, 2008).

Quanto aos aspectos reprodutivos pode-se dizer que é uma espécie prolífica, de fecundação externa, desova total, não apresenta cuidados parentais e reofílica (VAZZOLER, 1996; DE PAULA, 2006), com padrões migratórios altamente complexos, apta a percorrer grandes rotas até o local de desova (GODINHO; POMPEU, 2003; BARRADAS et al., 2009). Tais migrações são influenciadas diretamente pelo aumento do nível das águas, ocasião em que os machos emitem sons característicos que provavelmente servem como forma de agrupamento e chamados para reprodução (SANTOS; FERREIRA; 1999; MOREIRA et al., 2001). Macho e fêmea são idênticos externamente, ocorrendo com cerca de 24 cm aos dois anos a maturação do macho e 31 cm de comprimento aos três anos a da fêmea (CEMIG/CETEC, 2000). A reprodução ocorre entre os meses de outubro e janeiro, com picos nos meses de novembro e dezembro (RAMOS et al., 2010). Entretanto, a poluição e o represamento dos rios podem interromper ciclos reprodutivo e afetar a sobrevivência da espécie (SATO et al., 2003; HATANAKA et al., 2006; VIVEIROS et al., 2009).

Devido a facilidade de resposta à indução hormonal, as espécies desse gênero vêm apresentando um alto sucesso na reprodução em cativeiro. Nesse sentido vários trabalhos de otimização no processo de indução hormonal e demais manejos reprodutivos vêm sendo realizados (NAVARRO et al., 2007; COSTA et al., 2012; SILVA et al., 2014), para conservação da ictiofauna através do repovoamento dos rios e para sua criação em cativeiro (IWERSEN, 2010; REBELO NETO, 2013).

No que se refere a larvicultura, o curimba assemelha-se a piapara *Leporinus elongatus* e o piavuçu *Leporinus macrocephalus* (MOREIRA et al., 2001). As larvas, em sistema intensivo, podem ser estocadas em densidade de 0,5 larva/litro, com taxa de sobrevivência de 94,45 (DIAS-KOBERSTEIN; DURIGAN, 2001), assim como servir de alimento para espécies carnívoras como, por exemplo, a piracanjuba *Brycon orbignyanus* e o jaú *Zungaro jahu* (ORFÃO, 2006; VIVEIROS et al., 2009).

A produção de curimba pode ser realizada em tanque-rede (COSTA et al., 2015), onde tem papel de peixe sanitário ao promover a limpeza nas malhas do tanque que contem algas,

bactérias e matéria orgânica (ZANIBONI FILHO, 1997); em sistemas de consorciação; em policultivos, ao incrementar a biomassa, contribuindo para produção sustentável e com maior valor agregado (SANTOS, 2014a); e, em cultivo único, utilizando-se de 0,8 a 1 peixe/m² (MOREIRA et al., 2001). A rentabilidade do sistema em monocultivo pode ser influenciada pelo grande número de espinhas intramusculares e o “tabu alimentar”, sendo considerado dentre os peixes de escama um alimento reimoso² (MURRIETA, 1998; REIDEL et al., 2004). Hainfellner (2011) ao comparar o efeito do sistema de criação para o *Prochilodus lineatus*, recomendou-se a manutenção dos reprodutores em viveiros escavados em baixas densidades de estocagem, com 0,27 kg/m³, quando comparado ao sistema em tanque rede, na densidade de 6,8 kg/m³. Neste caso, o sistema de tanque rede comprometeu o desempenho zootécnico, o bem-estar e o desenvolvimento ovocitário dos animais. Já para juvenis em tanques com sistema de recirculação e aquecimento de água, não houve prejuízo no desempenho em densidade de 40 peixes por 0,5 m³ (EBLING et al., 2013).

Em relação ao policultivo, Graeff et al. (2013) mostraram que a coabitação da carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) com o curimba (*Prochilodus lineatus*) influenciou a produção de biomassa final, sendo diretamente proporcional à porcentagem de curimba. Nunes et al. (2006) obtiveram resultados satisfatórios no crescimento e produtividade dos peixes criados em policultivo formado por tilápia (*Oreochromis niloticus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), carpa comum (*Cyprinus carpio*), tucunaré (*Cichla ocellaris*) e curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*), com biomassa inicial de 75 kg/ha, contudo o curimba especificamente apresentou melhor desempenho no tratamento de biomassa inicial de 207 kg/ha, devido à maior oferta de alimento natural, proporcionado pelo maior aporte de matéria orgânica no fundo dos viveiros. Quando criados em consórcio com suínos, Silva et al. (1990) obtiveram para o *Prochilodus marggravii*, parâmetros biométricos aceitáveis quando comparados aos de outras espécies, como a tilápia e a pirapitinga; qualidade bacteriológica da carne; média de proteína de 18% na porção muscular e, rendimento médio de carcaça de 67%.

O rendimento de filé está relacionado a fatores ligados a características da espécie, período de captura, desenvolvimento gonadal, grau de mecanização, método de filetagem, e destreza do operador (MACEDO-VIÉGAS; SOUZA, 2004; MACHADO; FORESTI, 2009). Reidel et al. (2004) observaram em *P. lineatus* provenientes de piscicultura, que as fêmeas apresentaram um melhor rendimento de filé que os machos, com 46 e 44%, respectivamente. Por outro lado, Machado e Foresti (2009), considerando o sexo e o estoque residente em um

² Segundo Silva (2007) “É a relação do alimento com a situação da pessoa que o ingere, mostrando uma capacidade de perturbar o fluxo normal do organismo quando este está vulnerável”.

único período e migradores em diferentes períodos (dezembro, janeiro e março) observaram para os peixes pertencentes ao estoque migrador I, maiores rendimentos de filé para os machos e fêmeas com 46% e 43%, respectivamente, em comparação ao estoque migrador II com 42% e 38% e migrador III com 37% e 38%.

O transporte como prática de manejo pode ter duração variada dependendo da finalidade, levando os peixes a um processo estressante, sendo necessário considerar o próprio transporte em si, o jejum e a melhor relação de número de peixes transportados/m³, visando não afetar a qualidade da água e o bem-estar do animal, para que o mesmo chegue no destino em boas condições fisiológicas (URBINATI; CARNEIRO, 2004; ITUASSÚ et al, 2005). Para juvenis de *Prochilodus lineatus*, submetidos ao transporte de 6 horas na temperatura de 27,5°C a densidade mais indicada foi a de 100 g L⁻¹, com base na sobrevivência e nos resultados hematológicos após 96 horas de descanso (GONÇALVES et al., 2010).

Tratando-se de anestésicos para evitar injúrias físicas e o estresse durante o manejo de muitos peixes, como exemplo reprodutores de *Prochilodus lineatus*, Valente (2009) usando borrifador para aspersão de soluções anestésicas diretamente nas brânquias, observou que a benzocaína apresentou maior tempo de sedação, com 4,5 minutos em média, quando comparado com o óleo de cravo e o mentol, não sendo verificado efeito da concentração e da interação anestésico x concentração. Guarnieri e Streit Júnior (2012) obtiveram pouca eficiência de compostos de cajueiro para induzir o efeito anestésico desejado para o curimba, sugerindo a realização de novos testes com ajustes na dosagem do extrato resultante da maceração, seja da casca ou da folha ou mesmo a trituração e infusão.

Como o curimba é um peixe sensível à qualidade da água e bioacumulador, podendo estar em contato com xenobióticos em água e em sedimentos, ele tem sido amplamente utilizado a fim averiguar o efeito de herbicida e inseticida, os níveis de poluição no ambiente aquático e o risco que possivelmente poderia trazer a população, uma vez que esta espécie faz parte da alimentação humana, sendo irrefutável a compreensão do seu acúmulo e dos efeitos tóxicos causados (PRETTI et al., 2007; LANGIANO; MARTINEZ, 2008; MADUENHO; MARTINEZ, 2008; RABITTO et al., 2011). Ao testar a bioacumulação de níquel e seus efeitos no curimba, Palermo et al. (2015) observaram que o níquel apresenta potencial genotóxico e que ele se acumulou nos órgãos em diferentes proporções, variando de acordo com o tempo de exposição. Ainda, foi observado que o máximo permitido de níquel definido pelo CONAMA (25mg L⁻¹) para águas doces não é seguro para *P. lineatus*. Segundo Pereira et al. (2013) a exposição durante 96 h ao herbicida clomazona nas concentrações de 5 e 10 mg

L⁻¹ pode comprometer a saúde do *P. lineatus*, através de alterações nos parâmetros hematológicos e bioquímicos.

Logo, as informações mencionadas neste tópico demonstram a variedade de trabalhos que tem sido desenvolvido em várias áreas de pesquisa. Contudo, mais estudos na área de produção, com ênfase nos fatores ambientais, como a temperatura, devem ser realizados para entender o desenvolvimento da espécie e os benefícios que podem acarretar no manejo dos peixes do gênero *Prochilodus*, incrementando conseqüentemente a produção aquícola no país.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Avaliar o efeito da temperatura da água no desempenho, composição corporal e utilização de nutrientes e energia do alimento em juvenis de curimba.

3.2 Objetivo específico

- Determinar a temperatura mais adequada para o desempenho dos animais;
- Avaliar a sobrevivência de juvenis de curimba submetidos as temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C;
- Determinar a composição centesimal e a utilização de nutrientes e energia do alimento em juvenis de curimba submetidos as temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do estudo

O Experimento foi realizado na Unidade de Pesquisa e Reprodução de Peixes Vereador João Correa da Silva, da Unidade Didática de Piscicultura de Cordeiro (UDPC), pertencente a Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Fig.4). Os juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* utilizados no experimento foram oriundos de piscicultura comercial.



Figura 4: Localização. Fonte: Própria autora, 2015.

4.2 Manejo experimental

No laboratório os peixes foram aclimatados por um período de 30 dias, com temperatura média de 27°C, aeração constante provida por soprador de ar em caixas d'água de 310 L, recobertas por telas para que os animais não pulassem e com utilização de 120 L de água (Fig.5). Após a aclimação, ao longo de 3 dias gradativamente a temperatura da água foi ajustada para as temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperaturas) e três repetições. As temperaturas foram mantidas por meio de termostato elétrico de 110 e 220 volts e a densidade inicial foi de 25 peixes/unidade experimental.



Figura 5: Unidades experimentais. Fonte: Própria autora, 2015.

A dieta formulada comercial foi oferecida três vezes ao dia, sendo farelado no período da aclimação e extrusado, peletes entre 0,5 a 1 μm , ao iniciar o experimento. As alimentações foram realizadas manualmente por um período de 15 minutos, até a saciedade aparente. Os níveis de garantia da dieta formulada foram de 10% de umidade, 40% de proteína bruta, 6,5% de extrato etéreo, 16% de matéria mineral, 6% de matéria fibrosa (dados do fabricante) e 16,23 MJ Kg⁻¹. Para o cálculo da conversão alimentar e consumo, removia-se o excesso de alimento trinta minutos após cada alimentação. Esse excesso foi seco em estufa para correção da quantidade de alimento consumida.

A temperatura da água foi aferida três vezes ao dia e os demais parâmetros, como pH, oxigênio dissolvido e saturado, amônia, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos foram monitorados semanalmente. Para as análises utilizou-se o fotômetro HANNA (modelo HI 83203-01, *Aquaculture bench photometer*), oxímetro HANNA (modelo HI9146) e combo multiparâmetro HANNA (modelo HI 98130).

Para evitar problemas com a qualidade da água as unidades experimentais foram sifonadas duas vezes ao dia, depois da primeira e após a última alimentação, repondo-se imediatamente o volume de água com a temperatura correspondente aos tratamentos.

4.3 Parâmetros de crescimento, composição corporal e utilização de nutrientes e energia

O experimento teve duração de 60 dias, sendo que em seu final foi realizada biometria (peso e comprimento) e avaliada a sobrevivência. Com os dados de comprimento e peso finais e consumo de dieta foram calculados: ganho em peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), fator condição (K) e conversão alimentar (CA) (Tab. 2). Ainda, parte dos animais de cada réplica (n=3) passaram pelo processo de eutanásia por meio de overdose de anestésico (300 mg de benzocaína L⁻¹) para os cálculos do índice hepatossomático (IHS %) e para a análise da composição corporal.

Os peixes coletados para composição corporal foram congelados e processados para posterior análise, conforme metodologias propostas pela AOAC (2005) e em duplicata para porcentagens de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e energia bruta. Os dados de lipídeo, proteína e energia foram utilizados para o cálculo da taxa de retenção lipídica (TRL), taxa de eficiência lipídica (TEL), ganho em lipídeo (Glip); taxa de retenção proteica (TRP), taxa de eficiência proteica (TEP), ganho em proteína (Gprot); taxa de retenção energética (TRE), taxa de eficiência energética (TEE) e ganho em energia (Generg) (Tab.3).

Tabela 2: Índices avaliados com suas respectivas equações.

Índices	Equações
GP	peso final - peso inicial
TCE	$\text{Ln peso final} - \text{Ln peso inicial} / \text{tempo em dias}$
K	$100 \times (\text{peso médio final} / \text{comprimento médio total final}^b)$
CA	consumo de dieta/ganho em peso
IHS	peso do fígado/peso corporal x 100

Tabela 3: Equações das taxas de utilização de nutrientes e energia.

Índices	Equações
TRL	$100x [(\text{lipídio final} \times \text{peso final} - \text{lipídio inicial} \times \text{peso inicial}) \times (\text{consumo de lipídeo})^{-1}]$
TEL	$[(\text{ganho em peso} / \text{lipídeo consumido}) \times 100]$
Glip	$[\text{quantidade de lipídeo final} \times \text{peso final} - \text{quantidade de lipídeo inicial} \times \text{peso inicial}] / \text{tempo em dias}$
TRP	$100x [(\text{proteína final} \times \text{peso final} - \text{proteína inicial} \times \text{peso inicial}) \times (\text{consumo de proteína})^{-1}]$
TEP	$[(\text{ganho em peso} / \text{proteína consumida}) \times 100]$
Gprot	$[\text{quantidade de proteína final} \times \text{peso final} - \text{quantidade de proteína inicial} \times \text{peso inicial}] / \text{tempo em dias}$
TRE	$100x [(\text{energia final} \times \text{peso final} - \text{energia inicial} \times \text{peso inicial}) \times (\text{consumo de energia})^{-1}]$
TEE	$[(\text{ganho em peso} / \text{energia consumida}) \times 100]$
Generg	$[\text{quantidade de energia final} \times \text{peso final} - \text{quantidade de energia inicial} \times \text{peso inicial}] / \text{tempo em dias}$

4.4 Análise estatística

Para as análises foi utilizado o programa estatístico “Statistical Analysis System” (SAS Institute, versão 8.0). Todas as análises foram submetidas à avaliação da normalidade dos erros (Cramer-von Mises) e da homocedasticidade das variâncias (Levene’s). Os dados foram comparados por one-way ANOVA e posteriormente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Os

dados apresentados em porcentagem foram previamente transformados em arco seno para as análises estatísticas. E para estimar a temperatura adequada para o curimba, os resultados de desempenho e ganho em nutrientes e energia foram analisados por regressão não linear para a função com melhor ajuste dos dados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMORAD, E.G.; FAVERO, G.C.; SQUASSONI, G.H.; CARNEIRO, D.J. Dietary digestible lysine requirement and essential amino acid to lysine ratio for pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Aquaculture nutrition*. 16:370-377. 2010.

ALI, T.S.; MOÑINO, A.; CERDA, M.J. Primeros ensayos de determinación del consumo de oxígeno de juveniles de tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) bajo diferentes condiciones de temperatura y frecuencia alimentaria. In: Congreso Iberoamericano virtual de Acuicultura, 2. Anais. 885-890. 2003.

ALLAMAN, I.B. Efeito materno e paterno em curimatã *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836). Dissertação (Mestrado). Lavras: UFLA, 87p. Universidade Federal de Lavras, 2008.

ALMEIDA, M.C. Vias Efetoras no Controle da Termogênese e Termorregulação Comportamental: Participação do Locus Coeruleus e Núcleo Hipotalâmico Dorsomedial. (Tese de doutorado) -Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP – Área: Fisiologia) Ribeirão Preto, 138 p. 2006.

ALMEIDA, F.L.A.; CARVALHO, R.F.; PINHAL, D.; PADOVANI, C.R.; MARTINS, C. PAI-SILVA, M.D. 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*, 39: 1306–1311, 2008.

ARANTES, F.P.; SANTOS, H.B.; RIZZO, E.; SATO, Y. BAZZOLI, N. Profiles of sex steroids, fecundity, and spawning of the curimatã-pacu *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, downstream from the Três Marias Dam, Southeastern Brazil. *Animal Reproduction Science* 118. 330–336. 2010.

ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M.; FIM, J.D.I. Composição Corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.

ASSIS, J.M.F.; CARVALHO, R.F.; BARBOSA, L.; AGOSTINHO, C.A.; PAI-SILVA, M.D. Effects of incubation temperature on muscle morphology and growth in the pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Aquaculture*, 237: 251–267, 2004.

AZAZA, M.S.; DHRAIEF, M.N.; KRAIEM, M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, 33:98–105, 2008.

AZEVEDO, P.A.; CHO, C.Y.; LESSON, S.; BUREAU, D.P. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*). *Aquaculture Living Resource*, v.11, p.232-238, 1998.

BALDISSEROTO, B. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria: ED. UFSM. 352p. 2009.

BAROILLER, J.F.; GUIGEN, Y.; FOSTIER, A. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. *Cellular Molecular Life Sciences*, v.55, p.910-931, 1999.

BAROILLER, J.F.; D'COTTA, H. Environment and sex determination in farmed fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*, v.130, p.399-409, 2001.

BARRADAS, J.R.S.; SILVA, L.G. da; FOUNTOURA, N.F. Distribuição presumida do grumetã (*Prochilodus lineatus*) na bacia hidrográfica do rio Uruguai. In: Salão de iniciação científica, 10, 2009, porto alegre. *Anais...Porto Alegre: PUCRS*, P.213-215. 2009.

BARTON, B.A. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology*, v.42, p. 517-525, 2002.

BERMUDES, M.; GLENCROSS, B.; AUSTEN, K.; HAWKINS, W. The effects of temperature and size on the growth, energy budget and waste outputs of barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*. 306, 160-166, 2010.

BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; SERAFINI, M.A.; RIBEIRO, F.B.; PENA, K.S. Proteína Bruta e Energia Digestível em Dietas para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus affinis*). *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.1795-1806, 2005.

BORGES, A.M.; MORETTI, J.O.C.; McMANUS, C.; MARIANTE, A.S. Produção de populações monosséxo macho de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.40, n.2, p.153-159, fev. 2005.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. *Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo*. Curitiba: GIAEA. 2003.

BOWEN, S.H. Detritivory in neotropical fish communities. In: *Evolutionary Ecology of Neotropical Freshwater Fish* (Zaret, T. M., ed.), pp. 59–66. The Hague: Dr W. Junk Publishers, 1984.

BOWYER, J.N.; QIN, J.G.; STONE, D.A.J. Protein, lipid and energy requirements of cultured marine fish in cold, temperate and warm water. *Reviews in Aquaculture* (2013) 5, 10–32.

BRABO, M.F. *Piscicultura no Estado do Pará: situação atual e perspectivas*. *Acta Fish. Aquat. Res.*, 2 (1): i-vii, 2014.

CAMARGO, S.G.O.; POUHEY, J.L.O.F. *Aqüicultura - um mercado em expansão*. *R. bras. Agrociência, Pelotas*, v. 11, n. 4, p. 393-396, out-dez, 2005.

CAMARGO, M. GONÇALVES, A.P.; CARNEIRO, C.C.; CASTRO, G.T.N. Pesca de consumo. In: CAMARGO, M; GHILARDI Jr. (eds). Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio Rio Xingu- Uma abordagem ecológica. 329 p. 2009.

CAMPANA, S.E.; MOHN, R.K.; SMITH, S.J.; CHOUINARD, G.A. Reply: Spatial implications of a temperature-based growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*) off the eastern coast of Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 2912–2914 (1996).

CANTELMO, O. A. Sistemas de produção de peixes tropicais em cativeiro: aspectos de manejo e instalações. CEPTA/IBAMA, Pirassununga-SP, p.8, 2002.

CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. Detritivores of the South American fish family prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study. *Smithsonian Contributions to Zoology*, v.622, p.83-89, 2004.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande. Belo Horizonte: CEMIG/CETEC, 144 p. 2000.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- Resolução nº 413, de 26 de Junho de 2009. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Ministerios/MMA/2009/RESOLUCAO_CONAMA_413_2009_LICENCIAMENTO_DE_PISCICULTURA.pdf. Acesso em: 03 de nov. 2014.

CORRÊA, R.N. Distribuição e abundância de ovos e larvas de peixes em três tributários do alto rio Uruguai. Dissertação (mestrado) -Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, 32p, 2008.

COSTA, R.B.; SALES, R.O.; MAGGIONI, R.; VIDAL, D.L.; FARIAS, J.O. Estudo preliminar na indução reprodutiva da curimatã comum (*Prochilodus cearaensis* steindachner, 1911). *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 06, n. 2, p. 77-91, jul-dez, 2012.

COSTA, D.P.; LEME, F.O.P.; TAKATA, R.; COSTA, D.C.; SILVA, W.S.; MELILLO FILHO, R.; ALVES, G.M.; LUZ, R.K. Effects of temperature on growth, survival and physiological parameters in juveniles of *Lophiosilurus alexandri*, a carnivorous neotropical catfish. *Aquaculture Research*, 1–10, 2014.

COSTA, R.B.; CARVALHO, M.A.M.; ABREU, K.L.; SENA, A.M.; FARIAS, J.O.F.; VIDAL, D.L.; SALES, R.O.; MAGGIONI, R. Criação da curimatã comum, *Prochilodus cearaensis* Steindachner, 1911, em tanque rede. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.9, n.1) 482-492. 2015.

CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L.P.; COSTA, A.A P.; MELO, D. C.; CINTRA, A.P.R.; PRADO, S.A.; COSTA, F.A.A.; DRUMOND, M. L.; LOPES, V.E.; MORAES, V.E. A Situação da Aquacultura e da Pesca no Brasil e no Mundo. *Rev Bras Reprod Anim*, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.81-85, jul./dez. 2006.

DEBNATH, D., A.K.; PAL, N.P.; SAHU, K.; BARUAH, S.; YENGGOKPAM, T. MANUSH, S.M. Thermal tolerance and metabolic activity of yellowtail catfish *Pangasius*

pangasius (Hamilton) advanced fingerlings with emphasis on their culture potential. *Aquaculture*, 258: 606-610.2006.

DE-CARVALHO, H.R.L.; SOUZA, R.A.L.; CINTRA, I.H.A. A aquicultura na microrregião do Guamá, Estado do Pará, Amazônia Oriental, Brasil. *Rev. Cienc. Agrar.*, v. 56, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2013.

DE PAULA, F. M. Diversidade genética de *Prochilodus lineatus* (Pisces, Characiformes) das escadas de transposição de peixes das usinas hidroelétricas do complexo Canoas - Rio Paranapanema. Dissertação de Mestrado em Genética e Biologia Molecular. 178f. Universidade Estadual de Londrina, 2006.

DEVLIN, R.H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208:191–364, 2002.

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.D.; DURIGAN, J.G. Produção de larvas de curimatã (*Prochilodus scrofa*) submetidas a diferentes densidades de estocagem e níveis de proteína bruta nas dietas. *Ciência Rural*, v. 31, n. 1, 2001.

EBLING, E.D.; BEM, L.H.; BRUM, O.B.; SISTI, J.N.; SANTOS, R. Desenvolvimento do grumatã (*Prochilodus lineatus*) em viveiros de criação. *Vivências*. Vol.9, N.16: p. 115-122, Maio/2013.

FABREGAT, T.E.P; PEREIRA, T.S.; BOSCOLO, C.N.; ALVARADO, J.D.; FERNANDES, J.B.K. Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para juvenis de curimba. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.37, n.3, p.289–294, 2011.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA). Opportunities and challenges. ROME, FAO. 243 p. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>. Acesso em: 03 de nov. 2014.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - Fishery and Aquaculture Statistics: yearbook. 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/3/478cfa2b-90f0-4902-a836-94a5dddd6730/i3740t.pdf>. Acesso em: 03 de nov. 2014.

FERRAZ, E.M.; CARVALHO, G.C.S.; SCHAEFER, A.L.C.; NARAHARA, M.Y.; CERQUEIRA, V.R. Influência da temperatura de cultivo sobre crescimento e diferenciação sexual de robalo-peva, *Centropomus parallelus* POEY, 1860. *Rev. Bras. Eng. Pesca* 6(1): 1-16, 2011.

FERREIRA, A.A.; NUÑER, A.P.O.; ESQUIVEL, J.R. Influência do pH sobre ovos e larvas de jundiá, *Rhamdia quelen* (Osteichthyes, Siluriformes). *Acta Scientiarum Maringá*, v. 23, n. 2, p. 477-481, 2001.

FERNANDÉZ, D. A.; CALVO, J. Fish muscle: the exceptional case of notothenioids. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 35, p. 43-52, 2009.

FRASER, T.W.K.; DAVIES, S.J. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. *Aquaculture Research* 40: 1219–1234. (2009).

FONDS, M.; CRONIE, R.; VETHAAK, A.D.; VAN DER PUYL, P. Metabolism, food consumption and growth of plaice (*Pleuronectes platessa*) and flounder (*Platichthys flesus*) in relation to fish size and temperature. *Neth. J. Sea Res.* 29, 127–143. 1992.

FUGI, R.; HAHN, N.S.; AGOSTINHO, A.A. Feeding of five species of bottom feeding fish on the Paraná River (PR, MS, Brasil). *Environmental Biology of Fishes*, n.46, v.3.p.297-307. 1996.

GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, W.M.; NAGAE, M.Y. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.). *Acta Scientiarum* 22(2):471-477, 2000.

GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, V.R.B.; FARIA, A.C.E.A. Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Canola em Rações para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus lineatus* V.). *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.2, p.552-559, 2002.

GARCIA, F.; ROMERA, D.M.; GOZI, K.S.; ONAKA, E.M.; FONSECA, F.S.; SCHALCH, S.H.C.; CANDEIRA, P.G.; GUERRA, L.O.M.; CARMO, F.J.; CARNEIRO, D.J.; MARTINS, M.I.E.G.; PORTELLA, M.C. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. *Aquaculture*. 410-411:51-56. 2013.

GNERI, F.S.; ANGELESCU, V. La nutrición de los peces iliofagos en relacion con el metabolismo general del ambiente acuatico. *Rev. Inst. Invest. Mus. Argent. Cienc. Nat. Ciencias Zoológicas*, v.2, n.1, 1-44, 1951.

GODINHO, H.L.; POMPEU, P.S. A importância dos ribeirões para os peixes de piracema. In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (Org.). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco de Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC-Minas, p. 361-372, 2003.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aqüicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Rev Bras Reprod Anim*, Belo Horizonte, v.31, n.3, p.351-360, jul./set. 2007.

GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.; GOMES, A.R.C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.

GONZÁLEZ MAYOR, G. Efectos de la temperatura sobre la alimentación y la respiración de los gupis *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae). *Anales Universitarios de Etología*, 1:27-31, 2007.

GONÇALVES, A.F.N.; TAKAHASHI, L.S.; URBINATI, E.C.; BILLER, J.D.B.; FERNANDES, J.B.K. Transporte de juvenis de curimatá *Prochilodus lineatus* em diferentes densidades. *Maringá*, v. 32, n. 2, p. 205-211, 2010.

GRAEFF, A.; TOMAZELLI, A. SERAFINI, R.L. Influência da densidade do curimatã (*Prochilodus lineatus*) como espécie principal de um policultivo de carpas (*Cyprinideos*). REDVET - Revista eletrônica de Veterinária. Volumen 15. Nº 01. 2013.

GRAÇA, W.J.; PAVANELLI, C.S. Peixes da planície de inundação do Alto Rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: Eduem, 2007.241 p.

GUAN, L.; SNELGROVE, P.V.R.; GAMPERL, A.K. Ontogenetic changes in the critical swimming speed of *Gadus morhua* (Atlantic Cod) and *Myoxocephalus scorpius* (Shorton sculpin) and the hole of temperature. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v.360, p.31-38, 2008.

GUARNIERI, G. C.; STREIT JÚNIOR, D.P. Compostos do cajueiro como anestésico para alevinos de curimã. Salão de Iniciação Científica. 24:1-5 : UFRGS, Porto Alegre, RS. 2012.

HAINFELLNER, P. Desenvolvimento ovariano do *Prochilodus lineatus* em dois sistemas de produção: tanques rede e viveiros escavados. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista. 75. 2011.

HARDY, R. Utilization of Plant Proteins in Fish Diets; Effects of Global Demand and Supplies of Grains and Oilseeds. In: Avances en Nutricion Acuicola IX. IX Simposio Internacional de Nutricion Acuicola. 6-12p. 2008.

HART, P.R.; PURSER, C.J. Effects of salinity and temperature on eggs and yolk sac larvae of the greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Günther, 1862). Aquaculture, v.136, p.221-230, 1995.

HATANAKA, T.; HENRIQUE-SILVA, F.; GALETTI JR, P.M. Population substructuring in a migratory freshwater fish *Prochilodus argenteus* (Characiformes, Prochilodontidae) from the São Francisco River. Genetica, v.126, n.1-2, p.513-517, 2006.

HIDALGO, F. ALLIOT, E. THEBAULT, H. Influence of Water Temperature on Food Intake, Food Efficiency and Gross Composition of Juvenile Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 64, 199-207, 1987.

HIDALGO, F.; ALLIOT, E. Influence of Water Temperature on Protein Requirement and Protein Utilization in Juvenile Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 72: 115-129. 1988

ITUASSÚ, R. D.; CAVERO, B. A. S.; FONSECA, F. A. L.; BORDINHON, A. M. Cultivo de curimatã (*Prochilodus spp*) in: Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: editora UFSM. p.67-80. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS- IBAMA. Laudo Técnico Preliminar. Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. 2015. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf , Acesso em: 02.02. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2013.pdf. Acesso em: 02.02.2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf. Acesso em: 16.05.2016.

IWERSEN, L.H.L. Diversidade genética em curimba *Prochilodus lineatus* (pisces, characiformes) na bacia do alto Rio Uruguai, Brasil. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias- Florianópolis, SC. 76p. 2010.

JENSCH-JUNIOR, B. E.; PRESSINOTTI, L. N.; BORGES, J. C. S.; SILVA, J. R. M. C. Characterization of macrophages phagocytosis of the tropical fish *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881). *Aquaculture*, v. 251, n. 1, p. 509-515, 2006.

JOHNSTON, I.A. Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. *Aquaculture*, v.177, p.99–115, 1999.

JUSTI, K.C.; PADRE, R.G.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci. Anim. Sci. Maringá*, v. 27, n. 4, p. 529-534, Oct./Dec., 2005.

KATERSKY, R.S.; CARTER, C.G. Growth efficiency of juvenile barramundi, *Lates calcarifer*, at high temperatures. *Aquaculture*, 250: 775–780, 2005.

KATERSKY, R.S.; CARTER, C.G. High growth efficiency occurs over a wide temperature range for juvenile barramundi *Lates calcarifer* fed a balanced die, *Aquaculture* 272: 444–450, 2007.

KHAN, J.R.; PETHER, S.; BRUCE, M.; WALKER, S.P.; HERBERT, N.A. Optimum temperatures for growth and feed conversion in cultured hapuku (*Polyprion oxygeneios*) — Is there a link to aerobic metabolic scope and final temperature preference? *Aquaculture* 430: 107–113. 2014.

KEEMBIYEHETTY, C.N.; WILSON, R.P. Effect of water temperature on growth and nutrient utilization of sunshine bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*) fed diets containing different energy/ protein ratios. *Aquaculture* 166: 151–162, 1998.

LANGIANO, V.C.; MARTINEZ, C.B.R. Toxicity and effects of a glyphosate-based herbicide on the Neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 147 222–231. 2008.

LEE, J.; SARPEDONTI, V. Diagnóstico, tendência, potencial, e políticas públicas para o desenvolvimento da aquicultura. *SEPAq*, vol. 6 de 7, Belém, Pará, 109 p, 2008.

- LIMA, L.C.; RIBEIRO, L.P.; MALISON, J.A.; BARRY, T.P.; HELD, J.A. Effects of Temperature on Performance Characteristics and the Cortisol Stress Response of Surubim *Pseudoplatystoma* sp. *Journal of the World Aquaculture Society*. 37 (1): 89-95, 2006.
- LOGATO, P.V.R. *Nutrição e alimentação de peixes de água doce*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 130p, 2011.
- LONGO, R.S; NUÑER, A.P.O. Temperatures for fertilization and hatching and their influence on determining the sex ratio of the silver catfish *Rhamdia quelen*. *Acta Scientiarum*, v.32, n.2, p.107-111, 2010.
- LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; MENDEZ, L.D.V.; POVEDA-PARRA, A.R. *Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo*. Guaíba, RS: Agrolivros, 320p, 2011.
- LOWE-MACCONNEL, R.H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução de Anna Emília A.M. Vazzoler; Ângelo Antônio Agostinho; Patrícia T.M. Cunningham. São Paulo: EDUSP, 535p. Título original: *Ecological studies in tropical fish communities*. 1999.
- LUSHCHAK, V. I. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic toxicology*, 101(1), 13-30. 2011.
- LUZIA, L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, C.M.N.; TORRES, E.A.F.S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry* 83: 93–97, 2003.
- MACEDO-VIÉGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo: TecArt; Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, p. 171-194. 2004.
- MACHADO, M.R.F.; FORESTI, F. Rendimento e composição química do filé de *Prochilodus lineatus* do Rio Mogi Guaçu, Brasil. *Arch. Zootec.* 58 (224): 663-670. 2009.
- MACIEL JÚNIOR, A. Efeitos da temperatura no desempenho e na morfometria de tilápia, *Oreochromis niloticus*, de linhagem tailandesa. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa. 66p. 2006.
- MADUENHO, L.P.; MARTINEZ, C.B.R. Acute effects of diflubenzuron on the freshwater fish *Prochilodus lineatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* (2008).
- MAGERHANS, A.; MÜLLER-BELECKE, A.; HÖRSTGEN-SCHWARK, G. Effect of rearing temperatures post hatching on sex ratios of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) populations. *Aquaculture*, 294: 25-29. 2009.
- MARÇAL-SIMABUKU, M.A.; PERET, A.C. Alimentação de peixes (Osteichthyes, Characiformes) em duas lagoas de uma planície de inundação brasileira da Bacia do Rio Paraná. *INCI* vol.27 no.6 Caracas June 2002.

- MARECO, E.A. Efeitos da temperatura na expressão de genes relacionados ao crescimento muscular em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem GIFT. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 66p, 2012.
- MASUDA, C.T. Tendências e Perspectivas de Produção Pescado no Brasil. Monografia (graduação) - Curso de Medicina Veterinária. Centro Universitário da Faculdade Metropolitanas Unidas. 55p. 2009.
- MENDONÇA, P.P.; FERREIRA, R.A.; VIDAL JUNIOR M.V.; ANDRADE D.R.; SANTOS M.V.B.; FERREIRA, A.V.; REZENDE F.P. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Arch. Zootec. 58 (223): 323-331. 2009.
- MOREIRA, H.L.M. VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S. Fundamentos da Moderna Aquicultura. Canoas: Ed. ULBRA. 200p. 2001.
- MOURA, G.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; LANNA, E.T.A.; MACIEL Jr., A.; MACIEL, C.M.R.R. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.42, n.11, p.1609-1615, nov. 2007.
- MPA. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA –Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura - 2011. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 60 p. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011_FINAL.pdf. Acesso em: 23 de set. 2015.
- MURRIETA, R.S.S. O dilema do papa-chibé: consumo alimentar, nutrição e práticas de intervenção na Ilha de Ituqui, baixo Amazonas, Pará. Rev. Antropol. vol.41 n.1 São Paulo 1998.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G. et al. Ovos e Larvas de Peixes de Água Doce. Maringá: EDUEM, 2001. 378p.
- NASCIMENTO, F.L.; NAKATANI, K. Variação temporal e espacial de ovos e de larvas das espécies de interesse para a pesca na sub-bacia do rio Miranda, Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Maringá, v. 27, n. 3, p. 251-258, July/Sept., 2005.
- NASCIMENTO, F.L.; OLIVEIRA, M.D. Noções básicas sobre piscicultura e cultivo em tanques-rede no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 28 p. 2010.
- NAVARRO, R.D.; OLIVEIRA, A.A.; RIBEIRO FILHO, O.P.; CARRARA, F.P.; PEREIRA, F.K.S.; SANTOS, L.C. Reprodução induzida de curimatá (*Prochilodus affinis*) com uso de extrato bruto hipofisário de rã touro (*Rana catesbeiana*). Zootecnia Trop., 25(2): 143-147. 2007.
- NAVARRO, F.K.S.P; NAVARRO, R.D. Importância do fotoperíodo no crescimento e na reprodução de peixes. Revista Brasileira Reprodução Animal, v.36, n.2, p.94-99. 2012.
- NUNES, Z.M.P.; LAZZARO, X.; PERET, A.C. Influência da biomassa inicial sobre o crescimento e a produtividade de peixes em sistema de policultivo. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 30, n. 6, p. 1083-1090, nov./dez., 2006.

- O' DE ALMEIDA JUNIOR, C.R.M.; LOBÃO, R.A. Aquicultura no Nordeste Paraense, Amazônia Oriental, Brasil. Bol. Téc. Cient. Cepnor, v. 13, n. 1, p: 33 - 42, 2013.
- OKAMOTO, M.H.; SAMPAIO, L.A.; MAÇADA, A.P. Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880. Atlântica, Rio Grande, 28(1): 61-66, 2006.
- ORFÃO, L.H Resfriamento e criopreservação de sêmen de curimba *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES, 1836). Dissertação (Mestrado) – UFLA. Universidade Federal de Lavras, 86p, 2006.
- PALERMO, F.F.; RISSO, W.E.; SIMONATO, J.D.; MARTINEZ, C.B.R. Bioaccumulation of nickel and its biochemical and genotoxic effects on juveniles of the neotropical fish *Prochilodus lineatus*. Ecotoxicology and Environmental Safety- 116. 19–28. 2015.
- PEREIRA, L.; FERNANDES, M.N.; MARTINEZ, C.B.R. Hematological and biochemical alterations in the fish *Prochilodus lineatus* caused by the herbicide clomazone. Environmental toxicology and pharmacology, 36, 1-8, 2013.
- PERES, H.; OLIVA-TELES, A. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 179: 325–334 . 1999.
- PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. B. Inst. Pesca, São Paulo, 30(2): 177 - 182, 2004.
- PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F. desempenho de juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) em diferentes temperaturas. R. Bras. Agrobiologia, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 367-370, jul-set, 2006.
- PORTELLA, M.C.; JOMORI, R.K.; LEITÃO, N.J.; MENOSSE, O.C.C.; FREITAS, T.M.; KOJIMA, J.T.; LOPES, T.S; CLAVIJO-AYALA, J.A.; CARNEIRO, D.J. Larval development of indigenous South American freshwater fish species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A review. Aquaculture. 432, 402-417, 2014.
- PRETTI, E.; CAVALCANTE, D.; SIMONATO, J.D.; MARTINEZ, C.B.R. ensaio do cometa e indução de anormalidades eritrocíticas nucleares para detecção de genotoxicidade e mutagenicidade no peixe neotropical *Prochilodus lineatus* expostos à fração solúvel da gasolina. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, , Caxambu – MG. 23 a 28 de Setembro de 2007.
- QIANG, J.; HE, J.; YANG, H.; WANG, H.; KPUNDEH, M. D.; XU, P.; ZHU, Z.X. Temperature modulates hepatic carbohydrate metabolic enzyme activity and gene expression in juvenile GIFT tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed a carbohydrate enriched diet. Journal of Thermal Biology, Oxford, v. 40, n. 1, p. 25-31, 2014.
- RAMOS, R.O.; PERET, A.C.; RAMOS, S.M.; MELO, J.S.C. Parâmetros reprodutivos do curimatá no rio Mogi-Guaçu. Rev. Ceres, Viçosa, v. 57, n.4, p. 520-525, jul/ago, 2010.

RABITTO, I. S.; BASTOS, W. R.; ANJOS, R. A., A.; HOLANDA, Í.B. B.; GALVÃO, R. C. F.; FILIPAK NETO, F.; MENEZES, M. L.; SANTOS, C. A. M.; OLIVEIRA RIBEIRO, C. A. Mercury and DDT exposure risk to fish-eating human populations in Amazon. *Environ. Int.*, v.37, p. 56-65, 2011.

REBELO NETO, P.X. *Piscicultura no Brasil Tropical*. São Paulo: Hemus, 266p, 2013.

REIDEL, A.; OLIVEIRA, L.G.; PIANA, P.A.; LEMAINSKI, D.; BOMBARDELLI, R.A.; BOSCOLO, W.R. Avaliação de rendimento e características morfológicas do curimatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836), e do piavuçu *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988) machos e fêmeas. *Revista Varia Scientia* v. 04, n. 08, p. 71-78. 2004.

RIBEIRO, C.S.; MOREIRA, R.G. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. *Revista da Biologia*. V.8: 58-61p. 2012.

ROTTA, M.A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura / Marco Aurélio Rotta. – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.

RUPASINGHE, J.W.; KENNEDY, J.O.S. Optimal batch lengths for barramundi farming under seasonal variations: a dynamic programming approach. IIFET. Portsmouth Proceedings. 2006.

SAINT-PAUL, U. Potencial for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. *Aquaculture*. 54:205:240. 1986.

SAINT-PAUL, U. Advantages of Neotropical fish species for aquaculture development in Amazonia. *Bull. Eco*. 21:77-80. 1990.

SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.J.G. Peixes da bacia amazônica. In *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Lowe-McCONNELL, R.H. São Paulo: Edusp, 1999.

SANTOS, V.B. Aspectos morfológicos da musculatura lateral dos peixes. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 33(1): 127 - 135, 2007.

SANTOS, J.C.E.; LUZ, R.K. Effect of salinity and prey concentrations on *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus costatus* and *Lophiosilurus alexandri* larviculture. *Aquaculture*, 287:324-328, 2009.

SANTOS, L.C. Crescimento de juvenis de curimba (*Prochilodus vimboides*, Kner, 1859) no inverno, em diferentes densidades de estocagem. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de Lavras, 40p., Lavras: UFLA, 2014a.

SANTOS, P.H.P. Utilização de casca de banana na alimentação de Curimatã- Pacu. Monografia (Trabalho de Conclusão de curso). Universidade Estadual de Montes Claros- Janaúba, 23p, 2014b.

SATO, Y., BAZZOLI, N., RIZZO, E., BOSCHI, M.B.; MIRANDA, M.O.T. Impacto a jusante do reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe reofílico curimatá-pacu

(*Prochilodus argenteus*). In Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais (H.P. Godinho; A.L. Godinho, orgs.). PUC Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 327-345. 2003.

SCHIMITTOU, H.P. High density fish culture in low volume cages. Singapore, American Soybean Association. 78 p. 1993.

SCHMIDT-NIELSEN, K. Fisiologia animal. Adaptação e meio ambiente. São Paulo. Editora Santos, 611p, 2002.

SCORVO FILHO, J.D. O Agronegócio da aqüicultura: perspectivas e tendências. (Zootecnia e o Agronegócio – Zootec. Brasília, 28-31/mai./2004). Disponível em: ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/agronegocio_aquicultura.pdf. Acesso em: 06 de nov. 2014.

SEPAQ- Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura. Diagnóstico da Pesca e da Aqüicultura no Estado do Pará. Disponível em <http://www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/pesca.swf>. Acesso em: 1 de jul. 2016.

SFAKIANAKIS, D.G., KOUMOUNDOUROS, G., DIVANACH, P., KENTOURI, M. Osteological development of the vertebral column and of the fins in *Pagellus erythrinus* (L. 1758). Temperature effect on the developmental plasticity and morpho-anatomical abnormalities. Aquaculture 232, 407–424, 2004.

SHEARER K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. Aquaculture, 119, 63-88.1994.

SHIAU, S.Y.; LIN, Y.H. Utilization of glucose and starch by the grouper *Epinephelus malabaricus* at 23 C. Fisheries Science 68: 991–995. (2002)

SIGNOR, A. A. Vitamina A na alimentação do Pacu *Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá. 65p. 2011.

SILVA, P.C.; MESQUITA, A.J.; NICOLAU, E.S.; NUNES, I.A.; OLIVEIRA, G.J. Parâmetros biométricos, bacteriológicos e físico-químicos do curimatã-pacu (*Prochilodus marggravii*) criado em consórcio com suínos. Anais Esc. Agron. E Vet. 20 (1): 59-64, jan./dez.1990.

SILVA, A.L. Comida de gente: preferências e tabus alimentares entre os ribeirinhos do Médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). Rev. Antropol. vol.50 no.1 São Paulo Jan./June 2007.

SILVA, R. D. Parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) sob estresse por exposição ao ar. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 48 p. 2010.

SILVA, A.C.; GALVÃO, J.A.S.; TEIXEIRA, E.G.; FARIAS, W.R.L. Caracterização e resfriamento do sêmen de curimatã, *Prochilodus brevis* (Steindachner, 1874). Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 08, n. 3, p. 105-129, jul-set, 2014.

SILVA, A.M.C.B.; SOUZA, A.L.; MELO, Y.P.C.; ZACARDI, D.M.; PAIVA, R.S.; NAKAYAMA, L. Diagnóstico da piscicultura na mesorregião sudeste do estado do Pará. Bol. Téc. Cient. Cepnor, v. 10, n. 1, p: 55 - 65, 2010.

SINGH; R.K.; DESAI, A.S.; CHAVAN, S.L.; KHANDAGALE, P.A. Effect of water temperature on dietary protein requirement, growth and body composition of Asian catfish, *Clarias batrachus* fry. Journal of Thermal Biology 34: 8–13. 2009.

SOARES, K.M.P.; GONÇALVES, A.A. Qualidade e segurança do pescado. Rev Inst Adolfo Lutz, 71(1):1-10. 2012.

SUIBERTO, M.R. A estrutura da comunidade ictioplanctônica na região de desembocadura do rio Paranapanema no reservatório de Jurumirim (São Paulo). Tese (doutorado) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 142p. 2011.

SUN, L.H., CHEN, H.R., HUANG, L.M. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture 261, 872–878. 2006.

SUN, L.; CHEN, H. Effects of water temperature and fish size on growth and bioenergetics of cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 426-427, 172-180, 2014.

SUZUKI, F.M. Dinâmica de ovos e larvas de peixes a cia do Alto Rio Grande, a montante do reservatório de Faz, Minas Gerais, Brasil. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 114p. 2010.

TABATA, Y. A. Sobrevivência, crescimento e desenvolvimento gonadal em lotes monossexos femininos e de sexos mistos de truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss*, diplóides e triplóides. São Paulo. 82p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. 1995.

TAKATA, R.; SILVA, W.S.; COSTA, D.C.; MELILLO FILHO, R.; LUZ, R.K. Effect of water temperature and prey concentrations on initial development of *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Siluriformes: Pseudopimelodidae), a freshwater fish. Neotropical Ichthyology, 12(4): 853-859, 2014.

TAYLOR, B. W.; FLECKER, A. S.; HALL, R. O. Loss of a harvested fish species disrupts carbon flow in a diverse tropical river. Science, v. 313, n. 5788, p. 833-836, 2006.

TORANZO, A.E.; BARJA, J.L.; DOPAZO, C.P.; ROMALDE, J.L. Enfermedades bacterianas y víricas de peces marinos. In: RAZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.A.P. Sanidade de organismos aquáticos. São Paulo: Livraria Varela, 2004.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt; Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, p. 171-194, 2004.

URBINATI, E.C.; ZANUZZO, F.S.; TAKAHASHI, J.D.B. Estresse e sistema imune em peixes. In: BALDISSEROTO, B.; CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C. *Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. Jaboticabal: FUNEP; UNESP, 336p. 2014.

VAL, A.L.; GOMES, K.R.M.; ALMEIDA-VAL, V.M.F. Rapid regulation of blood parameters under acute hypoxia in the Amazonian fish *Prochilodus nigricans*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 184. 125–131. 2015.

VALENTE, C.O. Uso de três anestésicos pelo método de aspersão branquial em adultos de peixes de produção. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. 79p. 2009.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p.111-118. Disponível em: http://ucbweb2.castelobranco.br/webcaf/arquivos/23503/9291/Aquicultura_Sustentavel.PDF. Acesso em: 08 nov. 2014.

VAN HAM, E.H.; BERNTSSEN, M.H.G. ALBERT K. IMSLAND, A.K.; ALKISTIS C. PARPOURA, A.C.; BONGA, A.S.E.W.; STEFANSSON, S.O. The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 217, 547–558. 2003.

VAN MAAREN, C.C.; KITA, J.; DANIELS, H.V. Temperature tolerance and oxygen consumption rates for juvenile southern flounder *Paralichthys lethostigma* acclimated to five different temperatures. UJNR Technical Report, No. 28, P. 135-140. 1999.

VASCONCELOS, A.C.N. Criopreservação e vitrificação de sêmen de curimba (*Prochilodus lineatus*): Uso de diferentes crioprotetores na solução diluidora. Mestrado (Dissertação). Universidade Federal de Lavras –UFLA, 73p., 2014.

VAZZOLER, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática*. Maringá: EDUEM; São Paulo: 169p. 1996.

VIVEIROS, A.T.M.; ORFÃO, L.H.; MARIA, A.N.; ALLAMAN, I.B. simple, inexpensive and successful freezing method for curimba *Prochilodus lineatus* (Characiformes) semen. *Animal Reproduction Science* 112. 293–300. 2009.

WATTS, M.; MUNDAY, B.L.; BURKE, C.M. Immune responses of teleost fish. *Aust. Vet. J.*, n.8, v.79, p.570-574, 2001.

WENDEELAR BONGA, S.E. The stress response in fish. *Physiol Rev*, v.77, p.591-625, 1997.

WILLMER P., GRAHAM S.; JOHNSTON, I. *Environmental physiology of animals – 2nd edition* Blackwell Publishing. Pages 179-215. 2005.

WITHERS, P.C.; COOPER, C.E. *Encyclopedia of Ecology*. 952–957, 2008.

ZANIBONI FILHO, E. *Apostila: Piscicultura das espécies nativas de água doce*. UFSC, Florianópolis, 10p., 1997.

ZANIBONI-FILHO, E.; MEURER, S.; GOLOMBIESKI, J. I.; SILVA, L. V. F.; BALDISSEROTO, B. Survival of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) fingerlings exposed to acute pH changes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 24, p. 917-920, 2002.

ZHI-HUI, H.; AI-JUN, M.; XIN-AN, W.; JI-LIN, L. The interaction of temperature, salinity and body weight on growth rate and feed conversion rate in turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 432: 237–242. 2014.

5. Efeito da temperatura da água sobre o desempenho, composição corporal e utilização do alimento em juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836)³

RESUMO - Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da temperatura da água no desempenho, composição corporal e utilização de nutrientes e energia do alimento pelos juvenis de *Prochilodus lineatus*. O experimento foi conduzido por 60 dias em delineamento inteiramente casualizado, com quatro temperaturas (22, 25, 28 e 31°C). Observou-se que não houve influência da temperatura para conversão alimentar, fator de condição, sobrevivência, taxa de retenção e ganho em lipídio. A temperatura que proporcionou o maior peso final, comprimento total, ganho em peso, taxa de crescimento específico e consumo de dieta foi de 31°C. O teor de umidade corporal foi superior nas menores temperaturas e o de lipídios e energia nas maiores temperaturas. A taxa de eficiência proteica, lipídica e energética foi maior na menor temperatura. A taxa de retenção proteica e o ganho em proteína foram superiores nas temperaturas maiores. A taxa de retenção de energia e o ganho em energia foram superiores nas menores temperaturas. Dessa forma, conclui-se que a temperatura exerce efeito primordial no desempenho do *P. lineatus* e esse efeito pôde ser observado na forma com que os animais utilizaram e depositaram os nutrientes e energia do alimento em seu corpo.

Palavras-chave: ENERGIA, PROTEÍNA, SOBREVIVÊNCIA, ESPÉCIE NEOTROPICAL, CLIMA.

Effect of temperature on growth, body composition and food utilization in curimba juvenile *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836)

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the effect of water temperature on performance, body composition and use of nutrients and energy from food in *Prochilodus lineatus* juveniles. The experiment was conducted for 60 days in a completely randomized design with four temperatures (22, 25, 28 and 31°C). There was no influence of temperature for feed conversion, condition factor, survival, lipid retention rate and lipid gain. The temperature which provided the highest final weight, total length, weight gain, specific growth rate and diet consumption was 31°C. The body moisture content was higher at low temperatures and lipid and energy at high temperatures. The protein, lipid and energy efficiency were superior at lower temperature. The protein retention and protein gain were superior at higher temperatures. The energy retention and energy gain were superior at low temperatures. Therefore, it is concluded that the temperature affect the performance of *P. lineatus* juvenile and such effects could be observed in the use and deposition of nutrients and energy from food in fish body

Keywords: ENERGY. PROTEIN, SURVIVAL, NEOTROPICAL SPECIES, CLIMATE.

³ Artigo formatado segundo as normas da Revista Neotropical Ichthyology.

5.1 INTRODUÇÃO

A temperatura é um fator determinante que influencia o desempenho, a composição corporal (Solbakken et al., 1994; Sadati et al., 2011; Costa et al., 2014; De Paula et al., 2014, Takata et al., 2014), a reprodução (Ojolic et al., 1995), a alimentação e nutrição (Guerreiro et al., 2015a; 2015b; Tromp et al., 2016), o comportamento (Tsuchida, 1995; Rijnsdorp et al., 2009), o metabolismo e o desempenho de natação (Christianse et al., 1991; Yang et al., 2015).

Os peixes apresentam amplas faixas de tolerância térmica contudo, a faixa ótima para o bem estar e/ou melhor desempenho do animal é específica (Jobling, 1981), sendo que na faixa ideal os animais apresentam crescimento e parâmetros fisiológicos dentro da normalidade para um adequado desenvolvimento dos órgãos e da sua higidez. As espécies de clima tropical expostas a temperatura baixa apresentam taxas metabólicas, de crescimento e de ingestão de alimento reduzidas (Sun et al., 2006). A elevação da temperatura pode levar a um melhor desempenho do animal até certo limite, podendo reduzir com o incremento da temperatura, resultado do estresse térmico proporcionado ao animal (Costa et al., 2014; Sun; Chen, 2014). Nessas condições, a partição energética é alterada visando a manutenção da homeostase (Bermudes et al., 2010).

A região da ictiofauna neotropical é restrita às porções tropicais e subtropicais, excluindo as áreas mais frias e /ou mais áridas do cone sul, as encostas do Pacífico do Chile e do Peru e a região Andina. Inclui 17 ordens de peixes, no qual o grupo Ostariophysi (Siluriformes, Characiformes e Gymnotiformes) contém aproximadamente 75% de todas as espécies neotropicais (Hoorn; Wesselingh, 2010). O gênero *Prochilodus* possui ampla distribuição geográfica e adaptabilidade as condições ambientais, é um dos principais peixes capturados na pesca com grande aceitação pelo mercado consumidor, além do mais, apresenta elevado potencial para a piscicultura. As espécies do gênero apresentam hábitos bentônicos que estimulam a ciclagem de nutrientes, levando a um maior aproveitamento dos compostos orgânicos, cuja eficácia baseia-se numa cadeia alimentar que depende principalmente de processos ocorrentes na interface sedimento-água (Moav et al., 1977).

O curimba *Prochilodus lineatus* vem despertando interesse e reconhecimento de sua importância na aquicultura nacional ao ser criado comercialmente em vários Estados, com produção relevante nas regiões Norte e Nordeste. Muitos estudos relacionados ao curimba tem sido desenvolvido com o intuito de maximizar o potencial da espécie em termos produtivos, contudo são escassas as informações a respeito do efeito da temperatura da água no seu desenvolvimento.

Dessa forma, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da temperatura sobre o desempenho, composição corporal e utilização de nutrientes e energia do alimento pelos juvenis de curimba. Além disso, a ampliação do entendimento dos efeitos da temperatura sobre o desempenho do animal irá auxiliar com informações que forneçam suporte para futuros trabalhos, bem como beneficiar o estudo comparativo entre espécies de peixes neotropicais.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os peixes foram aclimatados ao laboratório, por um período de 30 dias, com temperatura média de $27 \pm 0,1$ °C, em caixas d'água de 310 L e aeração constante provida por soprador de ar. Após a aclimação, a temperatura da água foi ajustada, gradativamente ao longo de 3 dias, para as temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (22, 25, 28, 31° C) e três repetições. As temperaturas foram mantidas por meio de termostato elétrico e a densidade inicial foi de 25 peixes/unidade experimental ou aproximadamente 0,21 peixes L⁻¹. No início do experimento os juvenis de curimba apresentaram média de peso e comprimento total de 4,8g e 4,4cm, respectivamente. O alimento (dieta formulada comercial) foi oferecido três vezes ao dia, 8:00, 12:00 e 17:00 h, sendo farelado no período da aclimação e extrusado, peletes entre 0,5 a 1 µm, ao iniciar o experimento. As alimentações foram realizadas manualmente por um período de 15 minutos, até a saciedade aparente. Os níveis de garantia da dieta formulada foram de 10% de umidade, 40% de proteína bruta, 6,5% de extrato etéreo, 16% de matéria mineral, 6% de matéria fibrosa e 16,23 MJ Kg⁻¹. O excesso de alimento foi removido trinta minutos após cada alimentação, para o cálculo da conversão alimentar e consumo de dieta. Esse excesso foi seco em estufa para correção da quantidade de alimento consumida.

A temperatura da água foi aferida três vezes ao dia e os demais parâmetros, como oxigênio dissolvido e saturado, pH, amônia, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos foram monitorados semanalmente. Para as análises utilizou-se o fotômetro HANNA (modelo HI 83203-01, *Aquaculture bench photometer*), oxímetro HANNA (modelo HI9146) e combo multiparâmetro HANNA (modelo HI 98130). Para evitar problemas com a qualidade da água as unidades experimentais foram sifonadas duas vezes ao dia, repondo-se imediatamente o volume de água com a temperatura correta para cada tratamento.

O experimento teve duração de 60 dias, sendo que em seu final foi realizada biometria (peso e comprimento) e avaliada a sobrevivência. Com os dados de comprimento e peso finais e consumo de dieta foram calculados: ganho em peso (GP: peso final - peso inicial), taxa de crescimento específico (TCE: \ln peso final - \ln peso inicial/ tempo em dias), fator de

condição (K) = $100 \times (\text{peso médio final} / \text{comprimento médio total final})^b$, consumo de dieta (g) e conversão alimentar (CA=consumo de dieta/ganho em peso). Ainda, parte dos animais de cada réplica (n=3) passaram pelo processo de eutanásia por meio de overdose de anestésico (300 mg de benzocaína L⁻¹) para os cálculos do índice hepatossomático (IHS, %): (peso do fígado/peso corporal) x 100 e para a análise da composição corporal.

Os peixes coletados para composição corporal foram congelados e processados para posterior análise. As amostras moídas foram analisadas em duplicata segundo metodologias propostas pela AOAC (2005), para porcentagens de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e energia bruta. A umidade foi determinada pelo método de Weende, com a pré-secagem, por meio da liofilização das amostras, e a determinação da matéria seca obtida a partir da diferença do peso da amostra após secagem na estufa a 105°C. A proteína foi determinada pelo método de micro-Kjedahl. O extrato etéreo foi determinado por meio do extrator Soxhlet com éter de petróleo. A matéria mineral foi obtida por meio da incineração da amostra em mufla à temperatura de 600°C durante 4 horas. A energia (MJ kg⁻¹) foi determinada em bomba calorimétrica de Parr.

Os dados de lipídeo, proteína e energia foram utilizados para o cálculo da taxa de retenção lipídica (TRL): $100 \times [(\text{lipídio final} \times \text{peso final} - \text{lipídio inicial} \times \text{peso inicial}) \times (\text{consumo de lipídeo})^{-1}]$; taxa de eficiência lipídica (TEL): $[(\text{ganho em peso/lipídio consumido}) \times 100]$; e, ganho em lipídeo (Glip): $[\text{quantidade de lipídeo final} \times \text{peso final} - \text{quantidade de lipídeo inicial} \times \text{peso inicial}] / \text{tempo em dias}$. Taxa de retenção proteica (TRP): $[100 \times (\text{proteína bruta final} \times \text{peso final} - \text{proteína bruta inicial} \times \text{peso inicial}) \times \text{consumo de proteína bruta}^{-1}]$; Taxa de eficiência proteica (TEP): $[(\text{ganho em peso/proteína consumida}) \times 100]$; e, ganho em proteína (Gprot): $[(\text{quantidade de proteína final} \times \text{peso final}) - (\text{quantidade de proteína inicial} \times \text{peso inicial})] / \text{tempo em dias}$. Taxa de retenção energética (TRE): $[100 \times (\text{energia bruta final} \times \text{peso final} - \text{energia bruta inicial} \times \text{peso inicial}) \times (\text{consumo de energia})^{-1}]$. Taxa de eficiência energética (TEE): $[(\text{ganho em peso/energia consumida}) \times 100]$; e ganho em energia (Generg): $[(\text{quantidade de energia final} \times \text{peso final} - \text{quantidade de energia inicial} \times \text{peso inicial})] / \text{tempo em dias}$.

Os dados foram comparados por one-way ANOVA e posteriormente pelo teste de Tukey (P<0,05). Para as análises foi utilizado o programa estatístico “Statistical Analysis System” (SAS Institute, versão 8.0). Os dados apresentados em porcentagem foram previamente transformados em arco seno para as análises estatísticas. Todas as análises foram submetidas à avaliação da normalidade dos erros (Cramer-von Mises) e da homocedasticidade das

variâncias (Levene's). Para estimar a temperatura adequada para o curimba, os resultados de desempenho e ganho em nutrientes e energia foram analisados por regressão não linear para a função com melhor ajuste dos dados.

5.3 RESULTADOS

As médias dos parâmetros da água estão apresentados na Tabela 1 e 2. As temperaturas mensuradas permaneceram próximas das temperaturas pré determinadas dos tratamentos. As concentrações de amônia aumentaram nas temperaturas de 28 e 31°C ($P < 0,05$). A temperatura de 31°C proporcionou diminuição nas concentrações de sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e de oxigênio dissolvido e saturado ($P < 0,05$).

Tabela 1. Valores estatísticos dos dados de qualidade da água de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* mantidos nas temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C.

Tratamentos (temperaturas)	Prob.	Valor de F	Coef. variação	Equação	R ²
Temperatura mensurada (°C)	<0,0001	25,01	12,60	$y = 1,0733x - 1,4433$	0,99
pH	0,76	1,27	5,09	-	-
Amônia total (mg L ⁻¹)	<0,0001	37,89	45,15	$y = 0,0283x^2 - 1,3937x + 17,026$	0,94
Condutividade (mS/cm)	0,0136	20,91	29,78	$y = -0,0053x^2 + 0,2701x - 2,5683$	0,84
Sólidos totais dissolvidos (g L ⁻¹)	0,0011	19,33	21,56	$y = -0,0028x^2 + 0,1426x - 1,3858$	0,92
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	0,0023	49,36	57,09	$y = -0,0406x^2 + 1,9148x - 11,8$	0,83
Oxigênio saturado (%)	0,0080	36,62	71,91	$y = -0,7833x^2 + 37,65x - 333,52$	0,95

Tabela 2. Médias dos parâmetros de qualidade da água (temperatura, pH, amônia total, condutividade, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido e saturado). Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Variáveis	Temperaturas nominais			
	T 22°C	T 25°C	T 28°C	T 31°C
Temperatura mensurada (°C)	22,4 ± 0,3a	25,1 ± 0,1b	28,5 ± 1,0c	31,7 ± 0,1d
pH	6,9 ± 0,2a	6,9 ± 0,1a	6,9 ± 0,1a	6,8 ± 0,1a
Amônia total (mg L ⁻¹)	0,03 ± 0,01c	0,04 ± 0,01c	0,07 ± 0,02b	1,1 ± 0,02a
Condutividade (mS cm ⁻¹)	0,83 ± 0,02a	0,85 ± 0,01a	0,89 ± 0,03a	0,72 ± 0,05b
Sólidos totais dissolvidos (g L ⁻¹)	0,41 ± 0,01a	0,43 ± 0,01a	0,44 ± 0,02a	0,36 ± 0,02b
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	10,87 ± 0,20a	10,20 ± 0,82a	10,54 ± 0,56a	8,41 ± 0,64b
Oxigênio saturado (%)	117,1 ± 2,2a	113,8 ± 15,8a	110,9 ± 2,4a	79,4 ± 8,2b

A análise de variância revelou efeito significativo para o peso final, comprimento total, ganho em peso, taxa de crescimento específico (TCE) e consumo de dieta (Tabela 3 e 4). A temperatura de 31°C proporcionou maiores médias ($P < 0,05$) para os parâmetros mencionados nos juvenis de curimba. Os juvenis dos tratamentos de 25 e 28°C apresentaram médias inferiores aos animais que estavam a 31°C; no entanto, semelhantes entre si para as variáveis peso, comprimento total (CT), ganho em peso e taxa de crescimento específica (TCE). Apenas o consumo de dieta apresentou diferenças estatísticas nos peixes das temperaturas de 25 e 28°C, sendo que maiores médias ($P < 0,05$) foram obtidas pelos animais a 28°C. As menores médias ($P < 0,05$) de peso, CT, ganho em peso e TCE foram encontradas nos juvenis dos tratamentos de 22 e 25°C. O índice hepatossômico foi maior ($P < 0,05$) na menor temperatura e menor ($P < 0,05$) nas temperaturas de 28 e 31°C. A conversão alimentar, fator de condição e sobrevivência não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 3 e 4).

Tabela 3. Valores estatísticos do peso, comprimento total (CT), ganho em peso, taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar, consumo de dieta, fator de condição, sobrevivência e índice hepatossomático (IH) de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* mantidos nas temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C.

Tratamentos (temperaturas)	Prob.	Valor de F	Coef. variação	Equação	R ²
Peso final	<0,0001	31,57	30,56	$y = 0,0521x^2 - 3,2965x + 41,73$	0,99
CT (cm)	0,0003	23,25	8,18	$y = 0,003x^2 - 0,1914x + 9,3005$	0,97
Ganho em peso	<0,0001	31,57	50,25	$y = 0,0531x^2 - 3,2049x + 36,932$	0,99
TCE	<0,0001	37,95	33,01	$y = 0,0025x^2 - 0,1573x + 1,7244$	0,98
Conversão alimentar	0,0714	3,455	19,48	-	
Consumo dieta	<0,0001	211,3	51,46	$y = 0,9081x^2 - 55,392x + 555,19$	0,95
Fator condição	0,782	0,3625	8,44	-	
Sob.	0,58	0,64	3,38	-	
IH (%)	0,000654	17,93	40,74	$y = 0,0003x^2 - 0,016x + 0,2408$	0,99

Tabela 4. Médias de peso, comprimento total (CT), ganho em peso, taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar, consumo de dieta, fator de condição, sobrevivência e índice hepatossomático (IH) de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* criados nas temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Tratamentos (temperaturas)	T 22°C	T25°C	T28°C	T31°C
Peso final (g)	8,4 ± 0,8 c	10,1 ± 0,5 bc	13,0 ± 0,8 b	17,5 ± 2,1 a
CT (cm)	8,7 ± 0,3 c	9,3 ± 0,1 bc	9,8 ± 0,2 b	10,7 ± 0,4 a
Ganho em peso (g)	3,6 ± 0,8 c	5,2 ± 0,5 bc	8,2 ± 0,8 b	12,7 ± 2,1 a
TCE (%)	0,9 ± 0,2 c	1,2 ± 0,1 bc	1,7 ± 0,1 b	2,2 ± 0,2 a
Conversão alimentar	0,8 ± 0,2 a	0,9 ± 0,04 a	1,1 ± 0,03 a	1,2 ± 0,2 a
Consumo de dieta (g)	76,6 ± 2,8 d	124,1 ± 8,1 c	203,6 ± 6,5 b	306,1 ± 21,3 a
Fator condição	4,3 ± 0,7 a	4,1 ± 0,2 a	4,3 ± 0,3 a	4,3 ± 0,2 a
Sob. (%)	94,7 ± 4,6 a	97,3 ± 2,3 a	90,7 ± 10,1 a	92,4 ± 6,9 a
IH (%)	2,3 ± 0,4 c	1,4 ± 0,1 b	0,9 ± 0,1 a	1,1 ± 0,2 a

Os valores estatísticos da quantidade de umidade, lipídios, proteína, matéria mineral e energia corporal e a taxa de eficiência de proteína, de lipídio e de energia, a taxa de retenção de proteína, de lipídeo e de energia, o ganho de proteína, de lipídeo e de energia estão apresentados na Tabela 5.

A quantidade de umidade, lipídeo, matéria mineral e energia corporal apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. A taxa de eficiência de proteína, de lipídio e de energia, a taxa de retenção de proteína e de energia e o ganho em proteína e em energia apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P<0,05$).

Em relação à composição corporal, a umidade foi maior ($P<0,05$) nos peixes dos tratamentos de menor temperatura (22 e 25°C) em comparação aos animais mantidos nas maiores temperaturas (28 e 31°C) e observou-se um aumento ($P<0,05$) na concentração de proteína, lipídeos e energia nos juvenis de curimba criados nas temperaturas de 28 e 31°C em comparação aos demais tratamentos. A quantidade de matéria mineral foi maior nos juvenis

de curimba mantidos nas temperaturas de 22 e 25°C; no entanto, sem diferença estatística em comparação aos animais mantidos nas temperaturas de 22, 28 e 31°C (Tabela 5 e 6).

A taxa de retenção de lipídeos e o ganho em lipídeos não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. As taxas de eficiência proteica, lipídica e energética foram superiores nos juvenis de curimba mantidos na menor temperatura, 22°C. O aumento da temperatura proporcionou valores menores para essa variável ($P < 0,05$). As taxas de retenção e o ganho em proteína apresentaram maiores médias ($P < 0,05$) nas maiores temperaturas. As menores temperaturas proporcionaram menores médias ($P < 0,05$) de taxa de retenção e ganho em energia (Tabela 5 e 6).

Tabela 5. Valor de F, probabilidade (Prob), coeficiente de variação (c.v.), equação e R² para as análises de composição corporal (umidade, proteína, lipídeos, cinzas e energia), taxa de eficiência proteica (TEP), lipídica (TEL) e energética (TEE), taxa de retenção de proteína (TRP), lipídeos (TRL) e energia (TRE) e ganho em proteína (Gprot), lipídeo (Glip) e energia (Generg).

Variáveis	Estatística				
	Valor de F	Prob.	c.v.	Equação	R ²
Umidade	39,06	<0,0001	3,70	$y = 0,0719x^2 - 4,4564x + 142,07$	0,72
Proteína	20,76	0,0003936	10,46	$y = -0,0404x^2 + 2,4524x - 19,515$	0,44
Lipídeos	23,02	0,0002736	26,23	$y = -0,046x^2 + 2,8794x - 36,51$	0,77
Matéria mineral	12,15	0,002387	15,22	$y = -0,0099x^2 + 0,4705x - 3,6954$	0,59
Energia	15,57	0,001058	7,16	$y = 0,009x^2 - 0,0959x + 17,052$	0,79
TEP	19,87	0,0004592	20,97	$y = 0,0158x^2 - 0,9871x + 17,586$	0,89
TEL	19,46	0,0004937	12,21	$y = 0,0975x^2 - 6,0744x + 108,22$	0,88
TEE	217,9	< 0,0001	78,54	$y = 0,0908x^2 - 5,5561x + 85,941$	0,98
TRP	43,62	< 0,0001	69,12	$y = -0,2736x^2 + 17,716x - 256,04$	0,84
TRL	1,353	0,3245	14,53	-	-
TRE	8,362	0,007551	32,30	$y = -0,0152x^2 - 0,3773x + 36,339$	0,68
Gprot	162,4	< 0,0001	68,98	$y = -0,1056x^2 + 7,1518x - 105,57$	0,87
Glip	0,22	0,8823	9,28	-	-
Generg	13,16	0,001843	28,02	$y = -0,031x^2 - 1,435x + 70,213$	0,85

Tabela 6. Composição corporal (umidade, proteína, lipídeos, matéria mineral e energia), taxa de eficiência proteica (TEP), lipídica (TEL) e energética (TEE), taxa de retenção de proteína (TRP), lipídeos (TRL) e energia (TRE) e ganho em proteína (Gprot), lipídeo (Glip) e energia (Generg). Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

	Tratamentos				
	Inicial	T22°C	T25°C	T28°C	T31°C
Umidade (%)	69,1 ± 1,6	78,3 ± 0,9a	78,1 ± 0,7a	72,0 ± 0,8b	73,6 ± 1,0b
Proteína (%)	26,5 ± 1,9	15,4 ± 0,5b	15,0 ± 0,9b	19,0 ± 0,4a	17,2 ± 0,9ab
Lipídeos (%)	3,6 ± 0,4	4,9 ± 0,9b	5,9 ± 0,1b	8,9 ± 0,3a	8,3 ± 0,1a
Matéria mineral (%)	2,3 ± 0,2	1,8 ± 0,2ab	2,1 ± 0,1a	1,6 ± 0,1b	1,5 ± 0,1b
Energia (MJ kg ⁻¹)	17,1±0,2	19,4 ± 0,4b	19,78 ± 0,8b	21,9 ± 0,9a	22,5 ± 0,3a
TEP		3,5 ± 0,2a	2,8 ± 0,1b	2,4 ± 0,1b	2,2 ± 0,4b
TEL		21,8 ± 6,0a	17,2 ± 0,7b	14,6 ± 0,4b	13,6 ± 2,4b
TEE		7,7 ± 1,5a	3,7 ± 0,4b	1,7 ± 0,2bc	0,9 ± 0,2c
TRP		3,1 ± 1,6c	10,7 ± 2,7b	30,8 ± 2,7a	28,5 ± 5,8a
TRL		12,0 ± 4,2	16,3 ± 1,7	14,2 ± 2,3	12,8 ± 2,1
TRE		20,1 ± 5,2a	19,2 ± 1,8ab	12,1 ± 1,6bc	10,6 ± 1,0c
Gprot		1,5 ± 0,4c	4,7 ± 1,3b	14,4 ± 1,1a	13,8 ± 0,4a
Glip		31,7 ± 4,1a	32,3 ± 3,2a	30,6 ± 2,2a	30,5 ± 3,2
Generg		34,7 ± 5,0a	34,0 ± 4,4a	22,1 ± 1,2b	21,2 ± 1,7b

5.4 DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água permaneceram estáveis durante o período experimental e estão dentro do recomendado por Boyd (1998).

No presente estudo as temperaturas testadas não afetaram a sobrevivência dos juvenis de *P. lineatus*, sendo encontrado valores elevados para essa variável, acima de 90%, mostrando que a espécie é tolerante às temperaturas de 22 e 31°C utilizadas neste experimento. Costa et al. (2014) avaliando o desempenho de juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri* em temperaturas variando de 23 a 32°C obtiveram sobrevivência de 100% dos animais ao final de

35 dias de cultivo. Tidwell et al. (2003) não verificaram diferenças significativas na sobrevivência de *Micropterus salmoides* quando mantidos por 60 dias em temperaturas variando de 20 a 32°C, com uma média de sobrevivência de 97%. Por um período maior de experimento, 84 dias, Person-Le Ruyet et al. (2004) observaram que a sobrevivência foi crescente para o robalo europeu *Dicentrarchus labrax* mantidos nas temperaturas entre 13 e 28°C.

O fator de condição dos juvenis de curimba não diferiu quando expostos a temperaturas variando de 22 a 31°C por um período de 60 dias. Resultados semelhantes foram encontrados por Barron et al. (2012) e Bendhack et al. (2013) para juvenis de "North American burbot" *Lota lota maculosa* e robalo-peva *Centropomus paralelus*, respectivamente. Nos casos mencionados, as temperaturas avaliadas não foram o fator limitante para alterar a higidez dos animais em cultivo.

Os resultados de desempenho mostraram que a temperatura da água é fator determinante para o desenvolvimento dos juvenis de curimba. Após 60 dias de alimentação, os juvenis mantidos na menor temperatura, 22°C dobraram o seu peso em relação ao peso inicial, diferentemente dos animais mantidos nas maiores temperaturas, no caso 28 e 31°C, em que o aumento do peso foi cerca de três e quatro vezes a mais em relação ao inicial, respectivamente. Em um estudo avaliando a densidade de estocagem para juvenis de *Prochilodus vimboides*, no período do inverno, temperatura média de 22°C, Santos (2014) observou que os animais não apresentaram diferenças no desempenho e recomendaram a maior densidade, no caso 1 peixe m². O autor destaca que a espécie tolerou a baixa temperatura em condições de cultivo e isso deve ser considerado para o potencial da espécie para a aquicultura. Ainda, vale a pena ressaltar que em baixas temperaturas os juvenis de *Prochilodus vimboides*, com peso inicial de 25g, dobraram o seu peso entre 60 e 90 dias de experimento (Santos, 2014). No presente estudo, juvenis de *Prochilodus lineatus* com peso médio inicial de 4,8g, dobraram o peso após 60 dias de criação em temperatura de 22°C. Isso mostra que mesmo em baixas temperaturas o curimba apresenta crescimento, o que denota o seu potencial para criação em locais em que o inverno é relativamente rigoroso. Resultados semelhantes foram observados por Ferraz et al. (2011) e Okamoto et al. (2006), ao estudarem o robalo-peva *Centropomus parallelus* e tainha *Mugil platanus*, respectivamente, em temperaturas de 20, 25 e 30°C. Apesar do crescimento ter sido proporcional a temperatura, os peixes apresentaram na menor temperatura crescimento de duas a cinco vezes em relação ao peso inicial, demonstrando também a possibilidade de criação em ambientes que apresente esta condição climática.

Apesar da temperatura influenciar o ganho em peso neste estudo, esta não afetou a conversão alimentar. Pandit e Nakamura (2010) observaram que tilápia *Oreochromis niloticus* de nove dias após eclosão criadas em temperaturas de 27 a 37°C não apresentaram diferenças na conversão entre as temperaturas de 27 e 32°C, com reduzido ganho em peso a 35 e 37°C. Sun e Chen (2014) ao estudar o efeito da temperatura (23-35°C) sob diferentes tamanhos (10-200 g) de bijupirá *Rachycentron canadum* verificaram que a eficiência da conversão do alimento foi menor nas temperaturas extremas 23 e 35°C e maximizada a 31°C em cada grupo de tamanho, não havendo diferença significativa entre 27, 31 e 33°C. No presente estudo, a diminuição no consumo dos peixes mantidos a 22 e 25°C foi suficiente para manter a eficiência na conversão alimentar em comparação aos peixes mantidos nas temperaturas maiores, não havendo diferença significativa entre os tratamentos, e mantendo-a dentro do esperado (0,8 a 1,2) para animais nessa fase de crescimento (Silva et al., 2013).

Os resultados de conversão alimentar do presente estudo foram semelhantes ao encontrado por Almeida et al. (2015) para *Prochilodus argenteus*, que variou de 0,85 a 1,19 em sistema de monocultivo e policultivo com camarão canela *Macrobrachium acanthurus*, respectivamente, sob temperatura de 25°C. Por outro lado, Bomfim et al. (2005) ao testarem níveis de proteína bruta e energia digestível, a menor conversão alimentar obtida para o *Prochilodus afins* foi de 2,63. Galdioli et al. (2000) avaliando fontes proteicas na alimentação de *P. lineatus* observaram altos valores de conversão alimentar (3,54 a 4,56). Os autores atribuíram isto às condições experimentais, pois a temperatura média manteve-se em torno de 18°C. De acordo com o observado neste estudo, temperaturas variando entre 22 e 31°C não podem ser consideradas um fator para piora da conversão alimentar e fatores como o controle na alimentação devem ser considerados para o cálculo correto dessa variável.

Considerando que as reservas do fígado são consideradas fontes iniciais de energia endógena para os peixes, as temperaturas testadas afetaram o índice hepatossomático, que relaciona o peso desse órgão com corpo do animal. A diminuição do índice com o aumento da temperatura pode estar ligado a uma maior mobilização das reservas energéticas associado a um aumento na atividade do órgão, devido a um maior consumo de alimento. Ainda, as menores temperaturas proporcionaram uma queda no metabolismo do animal e, como consequência fisiológica, uma não mobilização dessas reservas para produção de energia. Sob temperatura variando de 23 a 32°C, juvenis de pacamã *Lophiosilurus alexandri*, com peso aproximado entre 36 e 45 g, não apresentaram alteração no índice hepatossomático após 35 dias de criação (Costa et al., 2014). A diferença encontrada entre as espécies neotropicais

mencionadas pode estar relacionado ao hábito alimentar, com uma conseqüente diferença na digestão e utilização dos nutrientes do alimento, ao tamanho dos animais, sendo que os curimbas terminaram com peso médio variando de 8 a 17g, metade do peso dos pacamãs, e ao tempo de criação, pois juvenis de *P. lineatus* foram expostos às temperaturas testes pelo dobro do tempo que o pacamã.

A composição corporal e a modo com que os peixes utilizam os nutrientes e energia do alimento são uma forma de entender como os animais respondem às condições ambientais (Arthur e Phillips, 1969; Santos et al., 1993). No presente estudo, a umidade corporal variou de 73 a 78% nos juvenis de curimba mantidos nas temperaturas de 31 e 22°C, respectivamente. Diferente deste trabalho, Maia et al. (1994) relataram que juvenis de *Prochilodus scrofa* obtidos do rio Mogi-Guaçu, Pirassununga, em intervalo de temperatura de 15-23°C, apresentaram médias de umidade corporal entre 73 e 74%. Essa diferença pode estar relacionada à qualidade do alimento consumido e a fase de desenvolvimento do animal. Comparando com o estudo de Maia et al. (1999), o teor de matéria mineral encontrado no presente estudo foi similar ao observado para *Prochilodus cearenses*, que variou de 1,5 a 2,1%.

A retenção de nutrientes e energia varia de acordo com a qualidade do alimento (Einen; Roem, 1997), podendo ser afetada pela velocidade na absorção e oxidação de aminoácidos disponibilizados no intestino (Cahu et al., 1999; Berge et al., 1999), pela temperatura, que apresenta correlação positiva com a digestibilidade (Watanabe et al., 1996) e a taxa de evacuação gástrica (He; Wurtsbaugh, 1993). O elevado metabolismo e atividade natatória dos peixes nas temperaturas de 28 e 31°C, aliado a uma melhor absorção dos nutrientes (Watanabe et al., 1996) podem ter levado a um maior gasto de energia, aumentando o consumo de dieta para satisfazer a sua demanda energética, causando elevação no teor de lipídio e energia na composição corporal. A taxa de eficiência e retenção de energia e o ganho em energia foram elevadas nas menores temperaturas. Isso sugere que os peixes converteram uma maior quantidade de nutrientes do alimento em energia corporal com menor consumo de dieta. De fato, para os peixes submetidos à menor temperatura (22°C), a diminuição do consumo somado às condições de baixo metabolismo ou atividade pode ter levado a uma diminuição no incremento calórico e no gasto energético para manutenção, de forma que a dieta consumida provavelmente foi suficiente para garantir a demanda de energia da espécie. Para que os peixes estejam prontos para a síntese de tecidos e produtos corporais essenciais, como por exemplo hemoglobina, hormônios, enzimas, dentre outros, as condições ambientais

devem estar adequadas as necessidades dos animais (Phillips Jr., 1969; Holt e Jørgensen, 2016) e terem acesso a alimentos que atendam às suas exigências nutricionais (Keembiyehetty e Wilson, 1998; Cormom et al., 2016). No presente estudo, apesar do aumento de lipídio corporal e, conseqüentemente, de energia, os valores de eficiência e retenção lipídica e energética diminuíram com aumento da temperatura. Isso evidencia um melhor aproveitamento da energia do alimento para o crescimento dos juvenis, haja vista que nesses índices o peso corporal dos animais e a quantidade de nutrientes e energia consumidos são fatores preponderantes para o resultado final.

Bermudes et al. (2010) ao estudarem o particionamento de energia do barramundi, *Lates calcarifer*, em temperaturas de 23 a 38°C, observaram que a espécie mostrou um elevado nível de retenção de energia entre 29,1 a 34,9°C e maior perda de energia através da excreção de nitrogênio quando expostos a 37,9°C. Nesse caso, a perda de energia foi relacionada com a excreção dos compostos e ao gasto energético para a atividade, pois pertencente a regiões de clima tropical e subtropical, esta espécie demonstrou sofrer estresse térmico quando a temperatura ultrapassou os 32°C, no qual o consumo e a taxa de eficiência alimentar diminuíram, ocasionando redução no crescimento. De fato, os juvenis de curimba não foram expostos a temperaturas extremas, como o barramundi, *Lates calcarifer*, o que poderia levar os animais ao estresse térmico e prejudicar o crescimento dos mesmos. No entanto, o aumento da excreção de compostos nitrogenados foi observado no presente estudo com o aumento das médias de amônia no ambiente dos animais mantidos nas maiores temperaturas, e o gasto energético para tal atividade pode ter sido um fator adicional para o aumento na demanda energética dos animais mantidos nas maiores temperaturas (28 e 31°C), devido principalmente ao aumento de suas atividades de catabolismo e anabolismo nessas temperaturas. Essas características também foram observadas para outras espécies, como o caso do "sunshine bass" (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*) (Keembiyehetty e Wilson, 1998) e o bijupirá *Rachycentron canadum* (Sun et al., 2006) quando expostas a temperaturas ideais para o seu desenvolvimento.

O aumento da eficiência e retenção de proteína corporal foi relacionada a um maior crescimento dos juvenis de curimbas. Esses resultados corroboraram com Tidwell et al. (2003) e Person-Le Ruyet et al. (2004), que avaliaram os efeitos da temperatura da água no crescimento, composição corporal e retenção de proteína em achigã *Micropterus salmoides* e o robalo europeu *Dicentrarchus labrax*. Os autores observaram que entre as temperaturas estudadas (20 a 32°C para o achigã e 13 a 29°C para o robalo) a retenção de proteína foi maior

nas temperaturas em que os animais apresentaram maior crescimento, no caso 26°C para o achigã e superior a 22°C para o robalo europeu. Em consoante ao presente estudo, os peixes que se encontravam em condições de temperatura favoráveis para o crescimento tiveram melhor aproveitamento da proteína dietética para a deposição corporal do nutriente. Fang et al. (2010) ao estudarem a relação entre temperatura (16, 22 e 28°C) e níveis de alimentação (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de saciação) observaram um aumento no teor de proteína corporal em *Cynoglossus semilaevis* com o aumento da temperatura de 22 para 28°C nos níveis de 75 e 100% de alimentação. Situação similar foi observada no presente estudo, em que ocorreu um aumento no teor de proteína corporal nas temperaturas mais elevadas (28 e 31°C), o que pode ser explicado pelo maior desenvolvimento do tecido muscular. O elevado consumo nestas temperaturas (28 e 31°C) deixou os peixes mais aptos em utilizar com eficiência a fração proteica e energética do alimento, sendo mais eficaz do que os peixes mantidos nas menores temperaturas (22 e 25°C).

5.5 CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou que o desempenho, a composição corporal e a utilização de proteína, lipídeos e energia em juvenis de *Prochilodus lineatus* são influenciadas pela temperatura da água. A espécie tolera temperaturas da água entre 22 e 31°C por 60 dias, no entanto, o recomendado para o crescimento é entre 28 e 31°C, com um melhor aproveitamento do alimento para o desenvolvimento dos juvenis. Estes resultados poderão fornecer subsídios para um maior entendimento sobre a biologia do *P. lineatus* e, ao mesmo tempo, auxiliar na padronização dos pacotes tecnológicos para a criação do curimba em diferentes regiões, bem como auxiliar em estudos comparativos entre espécies de peixes neotropicais.

AGRADECIMENTOS

A UFRA, CAPES, FIPERJ e FAPERJ por apoiar esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

Almeida, E. O.; Santos, R. B.; Coelho Filho, P. A.; Cavalcante Junior, A.; Souza, A.P.L.; Soares, E.C. 2015. Policultivo do curimatã pacu com o camarão canela. Bol. Inst Pesca, São Paulo, 41(2): 271 – 278.

Association Official Analytical Chemistis - AOAC. Official methods of Analysis of the Association Chemistis, 20 ed. Washington, 2005.

- Bendhack, F.; Peczek, V.; Gonçalves, R.; Baldan, A. P. 2013. Desempenho do robalo-peva em diferentes temperaturas de cultivo. *Pesq. agropec. bras.* vol.48 no.8 Brasília Aug.
- Barron, J. M.; Jensen, N. R.; Anders, P. J.; Egan, J. P.; Ireland, S. C.; Cain, K. D. 2012. Effects of temperature on the intensive culture performance of larval and juvenile North American Burbot (*Lota lota maculosa*). *Aquaculture*, 364-365: 67-73.
- Berge, G. E.; Bakke-Mckellep, A. M.; Lied, E. 1999. In vitro uptake and interaction between arginine and lysine in the intestine of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture* 179: 181–193.
- Bermudes, M.; Glencross, B.; Austen, K.; Hawkins, W. 2010. The effects of temperature and size on the growth, energy budget and waste outputs of barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*. 306, 160-166.
- Bomfim, M. A. D.; Lanna, E. A. T.; Serafini, M. A.; Ribeiro, F. B.; Pena, K. S. 2005. Proteína Bruta e Energia Digestível em Dietas para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus affinis*). *R. Bras. Zootec.*, 34 (6): 1795-1806.
- Boyd, C.E. Water Quality for pond aquaculture. 1998. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Research and Development Series, 708 (43): 37.
- Buckup, P. A.; Menezes, N. A.; Ghazzi, M. S. 2007. Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil. Rio de Janeiro, Museu Nacional. 195p. (Série Livros, 23).
- Cahu, C.; Zambonino-Infanti, J. L.; Quazuguel, P.; Le Gall, M. M. 1999. Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. *Aquaculture* 171(1):109-119.
- Christiansen, J.S.; Johnsen, H.K.; Jobling, M. 1991. The combined effects of ambient temperature and enforced sustained swimming activity on body temperatures of arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *J. therm. Biol.* Vol. 16, No. 6, pp. 351-355.
- Cormon, X.; Ernande, B.; Kempf A.; Vermard, Y.; Marchal, P. 2016. North Sea saithe *Pollachius virens* growth in relation to food availability, density dependence and temperature. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 542:141-151.
- Costa, D. P.; Leme, F. O. P.; Takata, R.; Costa, D. C.; Silva, W. S.; Melillo Filho, R.; Alves, G. M.; Luz, R. K. 2014. Effects of temperature on growth, survival and physiological parameters in juveniles of *Lophiosilurus alexandri*, a carnivorous neotropical catfish. *Aquaculture Research*, 1–10.

- De Paula, T. G.; Almeida, F. L. A.; Carani, F. R.; Vechetti-Júnior, I. J.; Padovani, C. R.; Salomão, R. A. S.; Mareco, E. A.; Santos, V. B.; Silva, M. D. P. 2014. Rearing temperature induces changes in muscle growth and gene expression in juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 169, 31-37.
- Einen, O.; Roem, A. J. 1997. Dietary protein/energy ratios for Atlantic salmon in relation to fish size: growth, feed utilization and slaughter quality. *Aquaculture Nutrition* 3; 115–126.
- Fang, J.; Tian, X.; Dong, S. 2010. The influence of water temperature and ration on the growth, body composition and energy budget of tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). *Aquaculture* 299: 106–114.
- Ferraz, E. M.; Carvalho, G. C. S.; Schaefer, A. L. C.; Narahara, M. Y.; Cerqueira, V. R. 2011. Influência da temperatura de cultivo sobre crescimento e diferenciação sexual de robalo-peva, *Centropomus parallelus* POEY, 1860. *Rev. Bras. Eng. Pesca* 6(1): 1-16.
- Fonds, M.; Cronie, R.; Vethaak, A. D.; Van der Puyl, P. 1992. Metabolism, food consumption and growth of plaice (*Pleuronectes platessa*) and flounder (*Platichthys flesus*) in relation to fish size and temperature. *Neth. J. Sea Res.* 29: 127–143.
- Galdioli, E. M.; Hayashi, C.; Soares, C. M.; Furuya, W. M.; Nagae, M. Y. 2000. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.). *Acta Scientiarum* 22(2): 471-477.
- Guerreiro, I.; Enes, P.; Oliva-Teles, A. 2015a. Effects of short-chain fructooligosaccharides (scFOS) and rearing temperature on growth performance and hepatic intermediary metabolism in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. *Fish Physiol Biochem.* 41(5):1333-44.
- Guerreiro, I.; Oliva-Teles, A.; Enes, P. 2015b. Improved glucose and lipid metabolism in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed short-chain fructooligosaccharides and xylooligosaccharides. *Aquaculture.* 441: 57-63.
- He, E.; Wurtsbaugh, W. A. 1993. Gastric evacuation rates in fish: An empirical model of the effects of temperature and prey size, and an analysis of digestion in piscivorous brown trout. *Trans. Am. Fish. Soc.* 122: 717-730.
- Holt, R. E.; Jørgensen, C. 2016. Climate change in fish: effects of respiratory constraints on optimal life history and behaviour. *Biol. Lett.* 11: 20141032.
<http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.1032>
- Hoorn, C.; Wesselingh, F. P. 2010. Amazonia, landscape and species evolution: A look into the past. Wiley-Blackwell, Oxford. 447.
- Jobling, M. 1981. Temperature tolerance and the final preferendum-rapid methods for the assessment of optimum growth temperatures. *J. Fish Biol.* 19: 439-455.

- Keembiyehetty, C. N.; Wilson, R. P. 1998. Effect of water temperature on growth and nutrient utilization of sunshine bass *Morone chrysops* x *Morone saxatilis* fed diets containing different energy:protein ratios. *Aquaculture* 166: 151–162.
- Maia, E. L.; Rodriguez-Amaya, D. B.; Franco, M. R. B. 1994. Fatty Acids of the Total, Neutral and Phospholipids of the Brazilian Freshwater Fish *Prochilodus scrofa*. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 7, p. 240-251.
- Maia, E. L.; Oliveira, C. C. S.; Santiago, A. P.; Cunha, F. E. A.; Holanda, F. C. A. F.; SOUSA, J. A. 1999. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce Curimatã comum, *Prochilodus cearenses*. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol.19 n.3 Campinas Sept./Dec.
- Moav, R.; Wohlfarth, G.; Schroeder, G. L.; Hulata, G.; Barash, H. 1977. Intensive polyculture of fish in freshwater ponds. I. Substitution on expensive feeds by liquid cow manure. *Aquaculture*, 10:35-43.
- Ojolic E. J.; Cusack, R.; Benfey, T. J.; Kerr, S. R. 1995. Survival and growth of all-female diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared at chronic high temperatures. *Aquaculture* 131:177-187.
- Okamoto, M. H.; Sampaio, L. A.; Maçada, A. P. 2006. Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880. *Atlântica*, Rio Grande, 28(1): 61-66.
- Pandit, N.P.; Nakamura, M. 2010. Effect of High Temperature on Survival, Growth and Feed Conversion Ratio of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Our Nature* 8: 219-224.
- Person-Le Ruyet, J.; Mahé, K.; Le Bayon, N.; Le Delliou, H. 2004. Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*. 237, 269-280.
- Phillips, Jr., M. A. Nutrition, digestion and energy utilization. 1969. In: *Fish Physiology: Excretion, Ionic Regulation and Metabolism*. 1: 391-342.
- Rego, A. C. L.; Pinese, O. P.; Magalhães, P. A.; Pinese, J. F. 2008. Relação peso-comprimento para *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) e *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) (Characiformes) no reservatório de Nova Ponte –EPDA de Galheiro, rio Araguari, MG. *Revista Brasileira de Zootecias* 10: 13-21.
- Rijnsdorp, A. D.; Peck, A.; Engelhard, G. H.; Möllmann, C.; Pinnegar J. K. 2009. Resolving the effect of climate change on fish populations. *Ices Journal of Marine Science*, v.66, p.1570-1583.

Sadati, M. A.Y.; PourkazemI, M.; Shakurian, M.; Hasani, M. H.S.; Poural, H. R.; Pourasaadi, M.; Yousefi, A. 2011. Effects of daily temperature fluctuations on growth and hematology of juvenile *Acipenser baerii*. J. Appl. Ichthyol. 27, 591–594.

Santos, L.C. 2014. Crescimento de juvenis de curimba (*Prochilodus vimboides* Kner, 1859) no inverno, em diferentes densidades de estocagem. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal de Lavras: UFLA.

Santos, J.; Burkow, I. C.; Jobling, M. 1993. Patterns of growth and lipid deposition in cod (*Gadus morhua*L.) fed natural prey and fish-based feeds. Aquaculture. 110: 173-189.

Silva, E. M.; Sampaio, L. A.; Martins, G. B.; Romano, L. A.; Tesser, M. B. 2013. Desempenho zootécnico e custos de alimentação de juvenis de tainha submetidos à restrição alimentar Pesq. agropec. bras., Brasília, 48 (8): 906-912.

Solbakken, V. A., Hansen, T., Stefansson, S. O. 1994. Effects of photoperiod and temperature on growth and parr–smolt transformation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and subsequent performance in seawater. Aquaculture 121:13–27.

Sun, L. H., Chen, H. R., Huang, L. M. 2006. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture 261: 872–878.

Sun, L.; Chen, H. 2014. Effects of water temperature and fish size on growth and bioenergetics of cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 426-427, 172-180.

Takata, R.; Silva, W. S.; Costa, D.C.; Melillo filho, R.; Luz, R. K. 2014. Effect of water temperature and prey concentrations on initial development of *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Siluriformes: Pseudopimelodidae), a freshwater fish. Neotropical Ichthyology, 12(4): 853-859.

Tidwell, J. H.; Coyle, S. D.; Bright, L. A.; Vanarnum, A.; Yasharian, D. 2003. Effect of Water Temperature on Growth, Survival, and Biochemical Composition of Largemouth Bass *Micropterus salmoide*. Journal of the World Aquaculture Society. 34(2): 175-183.

Tromp, J. J.; Jones, P. L.; Symonds, J. E.; Walker, S. P.; Pope, A.; Pether, S. M. J.; Afonso, L. O. B. 2016. Effects of commercial diets and temperature on the growth performance and stress response of hapuku (*Polyprion oxygeneios*). Aquaculture. 452: 128-133.

Tsuchida, S. 1995. The relationship between upper temperature tolerance and final preferendum of japanese marine fish. J. therm. Eiol. Vol. 20, No. 1/2, pp. 3541.

Watanabe, T.; Takeuchi, T.; Satoh, S.; Kiron, V. 1996. Digestible crude protein contents in various feedstuffs determined with four freshwater fish species. Fish. Sci. 62: 278- 282.

Yang, Y. Cao, Z. D.; Fu, S. J. 2015. Variations in temperature acclimation effects on glycogen storage, hypoxia tolerance and swimming performance with seasonal acclimatization in juvenile Chinese crucian carp. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 185: 1623.