

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO IV - CHAPADINHA
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

MARIA GOMES DA SILVA NETA

EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS PARA PEIXES REDONDOS

CHAPADINHA – MA

2022

MARIA GOMES DA SILVA NETA

EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS PARA PEIXES REDONDOS

Monografia apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Delmontes Bomfim

Coorientador: Me. Rafael Silva Marchão

CHAPADINHA – MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva Neta, Maria Gomes Da. Exigência de
aminoácidos essenciais para peixes redondos /
Maria Gomes Da Silva Neta. - 2022. 40 p.

Orientador(a): Marcos Antonio Delmontes Bomfim.
Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universi-
dade Federal do Maranhão, Chapadinha- MA, 2022.

1. Colossoma macropomum. 2. Nutrição de peixes. 3.
Piaractus brachypomu. 4. Piaractus mesopotamicus. I.
Bomfim, Marcos Antonio Delmontes. II. Título.

MARIA GOMES DA SILVA NETA

EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS PARA PEIXES REDONDOS

Monografia apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Delmontes Bomfim

Coorientador: Me. Rafael Silva Marchão

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmontes Bomfim
(Orientador/Universidade Federal do Maranhão)

Prof. Dr. Alécio Matos Pereira
(Membro Interno/Universidade Federal do Maranhão)

Me. Janayra Cardoso Silva
(Membro Externo/Universidade Federal do Maranhão)

CHAPADINHA – MA

2022

AGRADECIMENTOS

Com o coração agradecido e com muita emoção, quero aqui deixar gravadas as pessoas que me incentivaram, me apoiaram e junto comigo dividiram momentos inexplicáveis, dias de choros, alegrias, dias de lutas e de muitas histórias para contar, mas que eu agradeço pelas experiências vividas e por todos aqueles que de alguma forma somaram na minha trajetória.

Primeiramente agradeço a meu Deus, que sem Ele nada disso seria possível, esteve comigo em todos os momentos, me concedeu forças e animo sempre me sustentou quando precisei para que eu pudesse continuar, e por nunca ter deixado faltar nada nessa caminhada, sempre me ensinando a viver um dia após o outro e a aprender com os meus erros.

Aos meus Pais, Antonio Gomes Da Silva e Franciane de Sousa Silva, por me ensinarem o caminho certo por lutarem sempre comigo pelos meus sonhos me ajudando a nunca desistir, me apoiando e me incentivando. Vocês são a minha inspiração e minha motivação de todos os dias, não tenho palavras que possam descrever minha gratidão, essa conquista é nossa.

A minhas irmãs, Fabiola Silva e Heigla Marcia, pelo carinho, cuidado, preocupação e por me apoiarem sempre me incentivando nessa caminhada.

Ao meu querido esposo Reginaldo da Silva Santos Gomes, pelo apoio, carinho, compreensão e pelas palavras, ao me dizer que tudo ia dar certo. Pelos esforços pra fazer sorrir quando a vontade simplesmente era de chorar, agradeço pelas mensagens de conforto nos momentos que eu mais precisei.

A minha prima Maria das Dores, por me acolher em sua casa no início dessa caminhada me apoiando. Obrigado pela amizade, carinho e preocupação.

Aos meus amigos, Maylanne, Mayara, Maylla, Sabrina, Thiago, Antonio, Rodolfo e Eduarda. Obrigada por me proporcionarem momentos únicos, esses quais jamais serão esquecidos, momentos em que choramos e sorrimos, nos alegamos e passamos pelas dificuldades juntos, um sempre ajudando o outro. Obrigada pela amizade e companheirismo, tenho muito orgulho de vocês.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pela paciência, apoio, e pelos ensinamentos e oportunidade de conhecer um ótimo profissional que nunca mediu esforços para me ajudar, sempre disponível para que eu tirasse minhas dúvidas. Meus sinceros agradecimentos.

Ao meu Coorientador Rafael Silva Marchão, pelos ensinamentos, paciência e pela grande ajuda, pois sempre que o procurava estava pronto a me ajudar. Meus sinceros agradecimentos, tenho muito orgulho de você.

A toda minha família de forma especial e todos aqueles que contribuíram de forma direta e indiretamente, me apoiando nessa fase importante da minha vida para a realização deste sonho.

RESUMO

Dentre as mais variadas espécies nativas, destacam-se os peixes redondos (tambaqui, pirapitinga e pacu) e seus híbridos (tambacu e tambatinga). Estas espécies possuem características zootécnicas favoráveis para a aquicultura, onde se torna essencial obter dados relevantes sobre as exigências nutricionais, com destaque a exigência aminoacídica, para melhorar a qualidade da proteína da ração e proporcionar melhoria dos índices zootécnicos associado a menor excreção de resíduos nitrogenados. Objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica da exigência dos aminoácidos essenciais na dieta para peixes redondos. Os valores encontrados não variam quanto á exigência de lisina para tambaqui, pacu e tambatinga. Para a fase de alevinos, valores de lisina digestível variam de 1,60 a 1,80% e para a fase juvenil os valores variam de 1,50 a 1,76% de lisina digestível, valores de treonina foi observado que há uma relativa similaridade entre as recomendações para tambaqui e tambatinga, encontrando valores significativos entre 1,20 a 1,40% para alevinos, a mesma similaridade também foi observada entre as recomendações para tambaqui e tambatinga quanto á exigência de metionina mais cistina com valores entre 0,86 a 0,96%. Conclui-se que os estudos estão mais direcionados para as espécies tambaqui e pacu, e poucos voltados para tambatinga, não se tem dados de todos os aminoácidos essenciais para as demais espécies e para faixas de peso maiores (> 100 gramas). Em geral, as recomendações de cada aminoácido variam pouco entre os peixes redondos de mesma faixa de peso corporal. Mais estudos devem ser conduzidos visando avaliar a determinação de aminoácidos essenciais limitantes para as demais espécies, levando em consideração, inclusive, faixas de peso maiores.

Palavras-Chave: Nutrição de peixes. *Colossoma macropomum*. *Piaractus mesopotamicus*. *Piaractus brachypomu*

ABSTRACT

Among the most varied native species, round fish (tambaqui, pirapitinga and pacu) and their hybrids (tambacu and tambatinga) stand out. These species have favorable zootechnical characteristics for aquaculture, where it is essential to obtain relevant data on the nutritional requirements, with emphasis on the amino acid requirement, to improve the quality of the protein in the feed and to provide an improvement in the zootechnical indexes associated with less excretion of nitrogenous residues. The objective was to carry out a literature review of the requirement of essential amino acids in the diet of round fish. The values found do not vary in terms of lysine requirement for tambaqui, pacu and tambatinga. For the fingerling phase, digestible lysine values ranged from 1.60 to 1.80% and for the juvenile phase the values ranged from 1.50 to 1.76% of digestible lysine, threonine values were observed to exist a relative similarity between the recommendations for tambaqui and tambatinga, finding significant values between 1.20 to 1.40% for fingerlings, the same similarity was also observed between the recommendations for tambaqui and tambatinga regarding the requirement of methionine plus cystine with values between 0.86 to 0.96%. It is concluded that the studies are more directed to the species tambaqui and pacu, and few are directed to tambatinga, there is no data on all essential amino acids for the other species and for larger weight ranges (> 100 grams). In general, the recommendations for each amino acid vary little among round fish in the same body weight range. More studies should be carried out in order to evaluate the determination of limiting essential amino acids for the other species, even taking into account larger weight ranges.

Keywords: Fish nutrition. *Colossoma macropomum*. *Piaractus mesopotamicus*. *Piaractus brachypomus*

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Aminoácidos essenciais e não essenciais, seguidos de suas abreviações.....	18
Tabela 2 - Estimativa de exigência de lisina digestível para peixes redondos	26
Tabela 3- Estimativa de exigência de triptofano digestível para peixes redondos.....	28
Tabela 4 - Estimativa de exigência de treonina digestível para peixes redondos.....	29
Tabela 5 - Estimativa de exigência de valina digestível para peixes redondos.....	30
Tabela 6 - Estimativa de exigência de metionina +cistina (met + cist) digestível para peixes redondos	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1	Piscicultura no Brasil	14
3.2	Os peixes redondos (tambaqui, pirapitinga, pacu, tambacu e tambatinga).....	14
3.3	Aminoácidos (essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais).....	17
3.4	Métodos para determinar exigências de aminoácidos	21
3.5	Fatores que influenciam na exigência de aminoácidos.....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
5	RESULTADOS E DISCURSÃO	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é umas das atividades que se desenvolve pelas condições em nosso país, por apresentar disposições hídricas favoráveis juntamente com os seus vários microclimas, aumentando oportunidades de empregos. O aumento significativo dessa atividade deve-se a uma procura por um produto de qualidade, saudável e devido as mudanças do hábito alimentar da população (BARÇANTE e SOUSA, 2015).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), é a principal espécie de peixe nativa cultivada no Brasil e em outros países da América do Sul, onde a sua demanda é expressiva e crescente (FERNADES et al., 2010). Espécie nativa da região amazônica, apresenta características muito importante como rusticidade, adaptabilidade a produção intensiva, possui um crescimento rápido, boa qualidade de carne, alto valor comercial, aceitação da ração industrial, fazendo com que se tenha uma grande produção desta espécie. (ARAUJO-LIMA, 2005; SILVA, 2016).

Além do tambaqui, destacam-se como peixes redondos de importância para a piscicultura nacional a pirapitinga (*Piaractus brachipomus*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e os diferentes híbridos possíveis entre estas três espécies. A soma da produção dos peixes redondos, representado pelo tambaqui, pacu, pirapitinga e seus híbridos, foi de 154 mil toneladas, uma redução de 1,5% na produção de redondos, em relação ao ano anterior (IBGE, 2016).

O pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) é considerada a terceira maior entre os peixes de escamas da Amazônia. Chega a atingir 80 cm de comprimento e pesar 20 Kg, é natural dos rios Amazonas, Solimões, Orinoco e respectivos afluentes. Possui hábito alimentar onívoro, naturalmente se alimentam de frutas, sementes, folhas e micro crustáceos (LIMA, 2014).

A tambatinga é um peixe híbrido resultante do cruzamento da fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho da pirapitinga (*Piaractus brachipomus*). Ambas as espécies parentais da tambatinga apresentam hábito alimentar onívoro, elevada taxa de crescimento e fácil adaptação a diferentes sistemas de cultivo. É um híbrido que possui rastros branquiais mais desenvolvidos que em pirapitinga, possibilitando uma maior eficiência do processo de filtragem do plâncton existente no meio (GUERRA et al., 1992).

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é um peixe da família Characidae, largamente distribuído em território brasileiro, sendo originalmente encontrado na Bacia do Prata e no Pantanal (BORGETTI e CANZI, 1993). É considerado um peixe onívoro, com forte tendência a herbívoro, alimentando-se de frutos, detritos orgânicos, crustáceos, moluscos e pequenos peixes.

Seu corpo apresenta forma de disco, com escamas pequenas e numerosas e possui dentes molariformes que podem quebrar pequenos frutos fibrosos e duros.

O tambacu é um híbrido resultante do cruzamento da fêmea do *Collossoma macropomum*(tambaqui) com o macho do *Piaractus mesopotamicus* (pacu). O tambacu é um híbrido de grande importância econômica na piscicultura brasileira, pois juntamente a tambatinga representa aproximadamente 8,9% da produção nacional de peixes, ocupando o terceiro lugar no ranking (IBGE, 2016).

Atualmente as pesquisas sobre as exigências nutricionais de peixes vem sendo a determinação das exigências de aminoácidos essenciais (WILSON, 2002; FURUYA et al., 2011; NRC, 2011; HUA et al., 2019; LIEBL, 2019). Uma vez que os peixes não possuem demanda metabólica de proteína, mas de aminoácidos essenciais e não essenciais (BOMFIM et al.,2010 e SILVA,2016), pois uma ração formulada somente com base no teor de proteína bruta pode não atender as exigências nutricionais dos peixes para todos os aminoácidos, em especial os essenciais. Além disso, a limitação de um único aminoácido essencial na dieta, pode afetar a utilização de toda a proteína da dieta pelos peixes (FURUYA et al., 2001; FURUYA et al., 2006).

Diante disso, se faz necessário a determinação das exigências dos aminoácidos essenciais para verificar a necessidade de suplementação de aminoácidos limitantes nas rações, para garantir a otimização do desempenho.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica da exigência dos aminoácidos essenciais na dieta para peixes redondos.

2.2 Objetivos específicos

- Levantar publicações de trabalhos sobre a exigência de aminoácidos na dieta para os peixes redondos;
- Organizar em função da espécie (ou híbrido) e faixa de peso;
- Viabilizar informações que possibilite a elaboração de rações de proteína de melhor valor biológico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Piscicultura no Brasil

O Brasil se destaca dentre os países com potencial para a piscicultura, pois apresenta características importantes como: disponibilidade hídrica, clima favorável e uma ocorrência natural de espécies aquáticas que possuem interesse zootécnico no mercado, contribuindo para alcançar uma ótima produção (TROMBETA et al., 2020).

A piscicultura no Brasil teve seu desenvolvimento no mercado em 1904, com dificuldades enfrentadas pelos piscicultores como o financiamento e a colocação dos produtos no mercado (FRANÇA e PIMENTA, 2012). A partir de 1990 houve um crescimento de 0,4% ao ano, colocando o Brasil na 13ª posição de produção aquícola no mundo (FAO, 2016; IBGE, 2016; VIDAL, 2016).

Dentre espécies que contribuem para o crescimento deste setor estão a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em primeiro lugar representando 47,1%, tambaqui em segundo lugar com 27,0% e seus híbridos (tambacu e tambatinga) ocupando o terceiro lugar atingindo 8,9%, carpa com 4,0%, e o pintado, cachara com 3,1%, ocupando as primeiras posições no ranking nacional (IBGE, 2016).

O ranking internacional da produção de peixes tem como os três maiores produtores, a China com 48.905 mil toneladas seguido por União Europeia, com 22.434 mil toneladas e os Estados Unidos apresentando 10.442 mil toneladas, sendo o Brasil o quarto maior produtor lugar com apenas 3.130 mil toneladas (SIDONIO et al., 2012).

No ranking nacional, a região Nordeste representa a maior produtora de pescado com 34%, já a região Sul, apresenta 25%, e o Norte com 21%. Entre os estados da região Nordeste, o Maranhão lidera a produção com 24.426.806 toneladas, seguido do Ceará com 17.371.068 ton, Bahia ocupando o terceiro lugar com 10.761.932 ton, Piauí com 8.807.318 ton e Pernambuco com 6.579.888 ton (IBGE, 2016). Esses dados refletem o avanço que esta atividade teve com o passar dos anos, como a criação de peixes em viveiros, tanques-rede dentre outros sistemas. A produção de alevinos foi de 955,6 milhões de alevinos com um aumento de 19,84% com relação a 2014 (IBGE, 2016).

3.2 Os peixes redondos (tambaqui, pirapitinga, pacu, tambacu e tambatinga)

Nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco pertencente à classe Osteichthyes, da ordem Characiformes e família Serrasalmidae, o tambaqui se destaca como o segundo maior

peixe de escamas de água doce da América do Sul, que com o crescimento e desenvolvimento da piscicultura vem sendo amplamente expandido para diversas regiões do país (DAIRIKI et al., 2011; BARÇANTE e SOUSA, 2015).

O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) apresenta escamas com a coloração geralmente parda na metade superior e preta na metade inferior do corpo sendo que pode variar de acordo com a cor da água, as nadadeiras são adiposas e curta, corpo romboidal, com dentes molariformes e rastros branquiais sendo longos e numerosos, na natureza seu alimento são frutos, sementes, zooplâncton, porém em cativeiro sua alimentação baseia-se em uma ração balanceada (LOOSE et al., 2014).

O tambaqui é adaptado morfológicamente com um hábito alimentar onívoro, manifestando uma produtividade elevada com um manejo simples, possui bom rendimento de filé. A sua carne confere consistência e sabor agradável ao paladar (ARAÚJO-LIMA e GOMES, 2005; SOUZA e INHAMUNS, 2011; RODRIGUES et al., 2014; BUZOLLO et al., 2019; LIBEL, 2019), sem falar no corte de filé sem espinhas, costelas e lombo sem espinho, e a possibilidade de cortes como banda de tambaqui (FILHO et al., 2016).

Esta espécie possui características zootécnicas favoráveis para a aquicultura, como: produção de alevinos com facilidade, rápido crescimento em cativeiro, apresenta rusticidade, resistência a altas temperaturas na água, a redução nos teores de oxigênio dissolvido na água e às enfermidades que podem apresentar durante o cultivo (PAULA, 2009; MENDONÇA et al., 2009; BARÇANTE e SOUSA, 2015).

É produzida em sistemas desde o tradicional cultivo, como o semi-intensivo em viveiros escavados, os mais extensivos feitos em grandes barragens e alguns cultivos intensivos na produção em tanque-rede que quando bem manejadas o tambaqui apresenta um rápido ganho de peso de 2 a 3 Kg sendo cultivado no período de um ano (FILHO et al., 2016).

A pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) pertence a ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Serrasalminae, considerada o terceiro maior peixe de escamas da Amazônia (ZARPELLON, 2015) que de acordo com Nelson (2006) essa ordem é um dos maiores grupos de peixes de água doce com grande distribuição em águas continentais do sul dos Estados Unidos, México, América Central e do Sul e África.

É considerada uma espécie nativa migradora de importância econômica e ecológica. Podendo atingir 80cm de comprimento e 20kg de peso. Seu hábito alimentar é onívoro, sendo frutos, folhas, sementes e microcrustáceos (LIMA, 2014). De acordo com Mora (2005), a

pirapitinga possui uma menor dimensão de cabeça com facilidade de descamar, se destacando por alguns aspectos corporais atraentes como a cor prateada e seu opérculo avermelhado sendo ajustado ao gosto e preferência de cada consumidor.

Essa espécie tem sido cultivada em sistemas intensivos e semi-intensivos em escala industrial, com importância comercial, por apresentar algumas características que são desejáveis no cultivo, como: rusticidade, docilidade, alta potencial para criação em tanques, além de qualidade e sabor de sua carne. Além disto, aceita diferentes alimentos naturais, dietas artificiais e subprodutos agroindustriais, sendo resistente ao manejo em cativeiro (ZARPELLON, 2015).

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é bastante cultivado no Sudeste e Centro Oeste do país, espécie nativa tropical que apresenta potencial para a piscicultura, podendo ser encontrada desde a Bacia dos Rios Paraguai-Uruguai até a Bacia do Rio Prata. Espécie rústica, herbívora com preferência frugívora, tendo uma alimentação diversificada que varia de acordo com a sazonalidade, apresenta carne de excelente qualidade e possui facilidade de se adaptar em criações de cativeiro (ABIMORAD, 2004) e amplamente usado na pesca esportiva (FERNANDES et al., 2000). Esta espécie também apresenta grande porte, com o corpo robusto e arredondado, apresentando o dorso com uma coloração cinza-escuro e o ventre amarelo-dourado (VAZ et al., 2000).

O pacu é um dos mais procurados pelos pescadores amadores e profissionais, devido a sua carne saborosa possui particularidades na culinária quanto à maneira do seu preparo. Com isso geram subprodutos que podem ser processados e aproveitados de maneira sustentável, principalmente com o aproveitamento de sua pele (FRANCO et al., 2013). De acordo com Serafini (2010) esta espécie se destaca no cenário da piscicultura brasileira por apresentar características como crescimento rápido, carne saborosa, alto rendimento de filé, adaptação à alimentação artificial, facilidade de manejo.

No Brasil, *Piaractus mesopotamicus* e *Colossoma macropomum*, são espécies de importância econômica que originaram o tambacu híbrido. Apreciados na piscicultura devido apresentar rápido crescimento e ganho de peso, além do interesse pela pesca esportiva (TAVARES-DIAS e MORAES, 2010). Com este cruzamento ganha-se a rusticidade do macho do pacu e a precocidade da fêmea do tambaqui. Os híbridos são mais precoces e rústicos que as espécies parentais, apresentam também uma melhor adaptação ao cultivo sendo uma característica importante e desejável na piscicultura (SILVA et al., 2000) bem como o rápido crescimento e ganho de peso, maior resistência ao estresse e a doenças parasitárias (DAIRIKI et al., 2010).

Entre os híbridos mais produzidos destaca-se a tambatinga produzida a partir da fêmea *Colossoma macropomum* e macho *Piaractus brachypomus* (SUPLICY, 2007). Algumas características justificam o uso dessa espécie na aquicultura, por apresentar boa resistência ao manejo e adaptabilidade ao cultivo (ALENCAR-ARARIPE et al., 2011), com a vantagem de maior resistência às doenças adquirida da pirapitinga e o crescimento do tambaqui, sendo superior em crescimento e produtividade (HASHIMOTO et al., 2012). Sua cor clara, com a ponta das nadadeiras caudal e anal avermelhadas, herdada da pirapitinga.

Apresenta um hábito alimentar onívoro, especialmente frugívoro-herbívoro e pode alcançar até 80 cm de comprimento e pesar mais de 15 kg de peso corporal (CRUZ et al., 2006). De acordo com Guerra et al. (1992), a tambatinga tem maior eficiência no processo de filtragem do plâncton existente no meio, devido seus rastros branquiais serem mais desenvolvidos que os da pirapitinga.

O tambatinga é um peixe que atinge o peso comercial em um curto período de produção, necessitando de baixos níveis de proteína bruta em sua dieta, representando assim uma economia com os custos de ração devido a redução da proteína (KUBITZA, 2004). Muitos dos piscicultores da região Norte têm a preferência pelo híbrido tambatinga mostrando que o mesmo apresenta melhores desempenhos produtivos (PAULA, 2009). Possui alevinos comercializados no mercado nacional, sendo um híbrido de grande potencial na piscicultura (PIMENTA, 2019).

De acordo com o IBGE (2016) o tambacu tem 7% de participação percentual das principais espécies de pescados na produção total da aquicultura do Brasil em 2018. No ano de 2014 a 2018, houve crescimento da produção de tambacu e tambatinga nas regiões do Piauí e Maranhão, registrado em toneladas com 7,5% no ano de 2018. O Maranhão é o maior produtor de tambacu e tambatinga, sendo responsável por 48% e 85% da produção regional no ano de 2018. Na região Nordeste a Bahia é o segundo maior produtor regional de tambacu e tambatinga (VIDAL e XIMENES, 2019).

3.3 Aminoácidos (essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais)

Moléculas biológicas assim são chamados os aminoácidos que são classificados como essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais. Os aminoácidos essenciais são aqueles que não são sintetizados, ou quando sintetizados mais em quantidades insuficientes em relação à exigência que o animal possui (WU, 2009), devem ser ingeridos através de alimentação balanceada na dieta. Os não essenciais são aqueles que podem ser sintetizados de forma endógena (SANTOS et al., 2015) e os aminoácidos condicionalmente essenciais são sintetizados em

quantidades suficientes em situações normais, porém, quando apresenta condições de doenças ou reprodução, por exemplo, devem ser fornecidos na dieta, pois a taxa de utilização é maior que a taxa de síntese (WU, 2009).

Segundo Bicudo (2008) os aminoácidos essenciais são a arginina, lisina, metionina, triptofano, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina e treonina; a cisteína e tirosina são considerados aminoácidos condicionalmente essenciais; os não essenciais são alanina, ácido aspártico, glutamina, ácido glutâmico, glicina, prolina e serina. Os aminoácidos não essenciais podem ser sintetizados por transaminação simples, em alguns casos por reações mais complexas (MACK et al., 1999).

Tabela 1- Aminoácidos essenciais e não essenciais, seguidos de suas abreviações

Aminoácidos essenciais	Abreviação	Aminoácidos não essenciais	Abreviação
Lisina	Lys	Cistina	Cys
Metionina	Met	Tirosina	Tyr
Treonina	Thr	Glicina	Gly
Triptofano	Trp	Serina	Ser
Valina	Val	Alanina	Ala
Histidina	His	Aspartato	Asp
Isoleucina	Ile	Glutamino	Glu
Leucina	Leu	Prolina	Pro
Arginina	Arg	Asparagina	Asn
Fenilalanina	Phe	Glutamato	Gln

Adaptado: NRC (2011)

O metabolismo dos aminoácidos pode assim ocorrer por duas vias, a anabólica usados para a síntese proteica e a via catabólica onde os mesmos são desaminados e o esqueleto carbônico entra no metabolismo energético para produzir ATP ou gordura, assim o nitrogênio é eliminado na forma de amônia pelas brânquias (BERTECHINI, 2004). A proteína digerida ou hidrolisada libera aminoácidos livres, posteriormente absorvidos pelo epitélio intestinal e distribuído pela corrente sanguínea para órgãos e tecidos (BICUDO, 2008).

De acordo com Pezzato et al. (2004), os peixes precisam de uma dieta balanceada com aminoácidos essenciais e não essenciais, pois requerem uma dieta equilibrada em aminoácido e não de exigências proteica. Os aminoácidos desempenham funções importantes na nutrição e no metabolismo dos peixes, o fornecimento dos mesmos se faz necessário para o crescimento ideal e uma melhor conversão alimentar por isso deve ser fornecido na dieta.

A lisina, por exemplo, é um aminoácido essencial que é encontrado em maior concentração na carcaça de peixes, por tanto maior quantidade é requerida na ração, tem participação na síntese proteica, usada como referência no conceito de proteína ideal, além de ser primeiro limitante em rações com fontes proteicas de origem vegetal (BOMFIM et al., 2010; FURUYA et al., 2010).

É o aminoácido essencial mais limitante na fase inicial de crescimento para peixes (ESPE et al., 2007), segundo Ketola (1983) sua deficiência na dieta resulta em prejuízos ao crescimento e erosão nas nadadeiras. A lisina tem importante papel e juntamente com a metionina, funciona como um precursor para a carnitina, envolvida no transporte de ácidos graxos para oxidação na mitocôndria (WALTON; COWEY e ANDRON, 1984).

A exigência de todos os aminoácidos essenciais é conhecida para poucas espécies de peixes, e diversas espécies possuem a exigência de um ou mais aminoácidos essenciais determinados, a lisina para a grande maioria das espécies naturais do país, não se tem informações, necessitando de mais pesquisas.

Assim como a lisina, muitos estudos com exigência nutricional de outros aminoácidos essenciais estão concentrados na fase juvenil. Ocorrendo em espécies de peixes considerados grandes na fase adulta, pois os investimentos em pesquisas são mais custosos, precisando de estruturas laboratoriais maiores e recursos para elaboração e manter a dieta durante todo o experimento, porém a atenção maior está voltada para as etapas de crescimento do peixe, onde há acelerada síntese proteica (LIENL et al., 2020).

O triptofano, aminoácido essencial deve ser fornecido na dieta, é precursor da serotonina (neuritransmissor 5- hidroxitriptamina: 5-HT) da niacina (vitamina B3), estimula também a secreção de insulina e do hormônio do crescimento, envolvido em outras vias metabólicas importantes para o metabolismo do animal. Depois da lisina e metionina, ele é o mais limitante nos alimentos de origem vegetal, como o farelo de milho e trigo (ROSSI e TIRAPEGUI, 2004). De acordo com Hoshiba (2007) o triptofano possui o potencial mediador do comportamento animal e redutor do canibalismo e da agressividade na fase da larvicultura.

Kapczinski et al. (1998) demonstraram que baixos níveis de triptofano estão relacionados com maior agressividade, na dieta quando há redução aguda do triptofano, tende a aumentar a agressividade. A deficiência desse aminoácido pode ocasionar escoliose, lordose, cataratas e aumentar os níveis de Ca, Mg, Na e K tanto no fígado como no rim (COLOSO et al., 2004).

A metionina participa de funções fisiológicas como crescimento, e funções metabólicas fornecendo grupo metil via S-adenosil metionina (SAM) para síntese de colina. Em excesso, esse aminoácido pode aumentar as taxas de aminoácidos no sangue, e limitar o crescimento animal (PIEDRAS et al., 2004), o que não ocorre em dietas com balanceamento correto de metionina (LIENL et al., 2020). Além de fornecer enxofre para muitos componentes celulares, pode ser convertida em cistina (ALAM et al., 2000).

A treonina é um dos aminoácidos limitantes em fontes de origem vegetal, é um importante aminoácido envolvido em vários processos de manutenção, em particular como precursor do sistema imune em mamíferos e em processos de reparo da mucosa intestinal (LI et al., 2007). Segundo Bomfim et al. (2008b) e o NRC (2011), a mucina é sintetizada em grandes quantidades pelos peixes no tubo digestivo, principalmente, para as necessidades adicionais de recobrimento da pele, regulando assim a integridade das barreiras intestinal e epitelial dos peixes. Para a produção de mucina, a treonina é o primeiro aminoácido limitante, sendo produzida em grande quantidade pelos peixes no tubo digestivo.

A valina atua nas vias do metabolismo da absorção, que quando em desequilíbrio na dieta pode interferir na absorção de outros aminoácidos e na formação proteica (PEZZATO et al., 2004). Segundo D'mello (2003), os aminoácidos valina, leucina e isoleucina, quando em proporções desequilibradas produzem efeitos antagonistas em monogástricos e animais terrestres. Em questão da isoleucina, esse aminoácido juntamente com os outros dois de cadeia ramificada, atua como regulador de nutrientes da síntese de proteínas e a degradação da proteína. Envolvido também na biossíntese e secreção de insulina (KIMBALL e JEFFERSON, 2006).

Quando há deficiência de arginina pode aumentar depósito de proteínas do corpo, mas, em excesso, não é usada para aumentar a síntese de proteínas (REN et al., 2012; CAVALHEIRO, 2013). Os mecanismos fisiológicos específicos o qual a arginina provoca, incluindo o crescimento, deposição de proteína nos peixes ainda não se tem muitos conhecimentos (CAVALHEIRO, 2013). Para esses fatores fisiológicos os quais a arginina está envolvida, a explicação é que esse aminoácido é transportador de azoto em proteínas do tecido e participa de várias vias sintéticas (MORRIS, 2006; WU et al., 2009).

A histidina tem funções essenciais na fisiologia animal, com grande importância nos processos vitais e catalíticos em proteínas, é também um precursor para outros produtos químicos bioativos (CAVALHEIRO, 2013). A suplementação de histidina na dieta tem bons resultados quanto ao crescimento dos peixes, deposição de proteína e a digestão melhora aumentando a capacidade de absorção (CARVALHEIRO, 2013 apud ZHAO et al., 2012).

A fenilalanina é essencial para o metabolismo dos aminoácidos aromáticos (ZHOU et al., 2011). Segundo Li et al. (2009) níveis dietéticos de fenilalanina e tirosina podem influenciar na pigmentação, alimentação, desenvolvimento, consumo, desempenho do crescimento, imunidade, e sobrevivência dos peixes no ambiente natural. Porém há ainda uma carência de estudos que esclareçam os efeitos da suplementação fenilalanina no organismo dos peixes (CAVALHEIRO, 2013).

Apesar dos peixes redondos possuírem grande capacidade produtiva, ainda há escassez de informações sobre os aminoácidos essenciais, para algumas espécies, principalmente as espécies de peixes nativos. Sendo de extrema importância para o sucesso no cultivo de peixes, o conhecimento da exigência de aminoácidos essenciais, para a produção de uma ótima dieta balanceada de acordo com as exigências de cada espécie.

3.4 Métodos para determinar exigências de aminoácidos

A unidade base das proteínas são os aminoácidos. Quando equilibrados em uma ração assegura o máximo crescimento dos animais. Pois os peixes não possuem exigência nutricional em proteína, e sim de quantidades e proporções adequadas de aminoácidos na dieta (FURUYA et al., 2010).

As formulações de rações com excesso de proteína para atender à exigência de aminoácidos não são viáveis economicamente, devido causar impactos que são negativos ao meio ambiente, pois nitrogênio é considerado a principal fonte de poluição no ramo da piscicultura (RIGHETTI et al., 2011). Com isso, tem sido utilizada a formulação de rações com base na exigência de aminoácidos, podendo, inclusive, ter níveis proteicos inferiores aos recomendados, desde que suplementada com aminoácidos industriais (BOMFIM, 2013).

De acordo com Gonçalves et al. (2009) o conceito de proteína ideal na formulação das rações permite obter melhores resultados com níveis mais baixos de proteína digestível. Pois o maior aproveitamento de níveis inferiores de proteína, sem que prejudique as demais variáveis analisadas, pode ser constatado pela eficiência de retenção proteica.

O conceito de proteína ideal foi inicialmente definido por Mitchell (1964) como sendo um conjunto de aminoácidos ou proteína, com disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer sem excessos nem falta, as necessidades de todos os aminoácidos, atendendo a manutenção, crescimento e produção (FURUYA et al., 2010). Em função disso, diversas

pesquisas são realizadas para a determinação das exigências dos aminoácidos para a formulação de rações de peixes.

Uma das metodologias assim usadas para a determinação das exigências em aminoácidos é baseada em experimentos individuais de dose-resposta para cada aminoácido (ARAI,1981; ABIMORAD e CASTELLANI, 2011). Porém é uma técnica simples baseada no uso de dietas com diferentes níveis de aminoácido para serem testados, sendo fornecido ao animal, onde o consumo da dieta com diferentes níveis de suplementação e as variáveis zootécnicas resulta na escolha da dieta que contém o melhor perfil de aminoácidos (DIÓGENES, 2013).

Outros estudos estimam a exigência de aminoácidos para uma espécie usando o perfil corporal com um aminoácido referencial, que em geral é obtido pelo método de dose-resposta (COSTA, 2014), utilizado amplamente na nutrição de peixes, apresentando diferentes modelos estatísticos para se estimar o nível ótimo (NCR,2011).

A lisina tem sido priorizada nos estudos de nutrição de peixes, além de ser o primeiro aminoácido limitante em muitos dos alimentos utilizados nas dietas, é um aminoácido de referência no conceito de proteína ideal, encontrado em maior concentração na carcaça dos peixes. Com base na concentração de lisina a exigência dos demais aminoácidos essenciais podem ser estimados com base no perfil da composição corporal dos peixes (NRC, 2011).

Liebert (2005); Liebert e Benkendorff (2007) e Dairiki (2009) enaltecem que a determinação das exigências por aminoácidos precisa de avaliações considerando fatores desde a espécie como a idade e taxa de crescimento dos peixes, contando também com as perdas de aminoácidos pelos processos de absorção e o uso após a absorção devem ser contabilizadas e sendo assim melhor estudadas. A escassez de informações sobre a exigência em aminoácidos da maioria das espécies é devida ter a necessidade de fazer no mínimo 10 ensaios, sendo um ensaio para cada aminoácido essencial, que no caso além de consumir tempo, tem muitos gastos para proceder a esse método (TWIBELL et al., 2003).

Outro método é o fatorial, que vem sendo utilizado em animais não ruminantes como as aves (SIQUEIRA et al., 2011), sendo escassos na literatura trabalhos utilizando essa metodologia para determinar a exigência de aminoácidos para alguns peixes. Este método é baseado no princípio de que o animal necessita de nutrientes para a sua manutenção dos processos vitais e atividades, tanto de crescimento e/ou produção, as exigências são assim estimadas pelo somatório dos nutrientes utilizados para cada função, ou seja, manutenção, acréscimo de proteína e

produção (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007), considerando a eficácia de cada nutriente usado para cada função do metabolismo (VAN MILGEN e NOBLET, 2003).

Esse método permite flexibilizar as exigências, podendo calcular o nível nutricional adequado para cada animal de acordo com o desempenho esperado, evitando excessos ou deficiências sem que diminua sua produtividade (ROSTAGNO et al., 2005). Para aplicar esse método, depende da determinação dos coeficientes que informam as exigências de manutenção, e das eficiências de utilização dos aminoácidos da dieta, estas informações são obtidas a partir de estudos do método dose resposta, a realização do método fatorial é dependente desses coeficientes que definem as exigências de lisina para manutenção e crescimento, sendo que essas informações são escassas na literatura (SIQUEIRA, 2009).

3.5 Fatores que influenciam na exigência de aminoácidos

Diversos fatores como a espécie, sexo, hábito alimentar, a fase de crescimento, manejo, estado fisiológico, parâmetros físico-químicos da água, condições ambientais, métodos de determinação e, principalmente, o tipo de alimento utilizado e a sua quantidade na composição das rações, podem influenciar as exigências nutricionais dos peixes (FURUYA et al., 2010), bem como a variabilidade genética, proteína bruta dietética, presença de aminoácidos cristalinos na dieta, digestibilidade dos aminoácidos, pode ter resultados alterados nas exigências nutricionais (DAIRIKI, 2009).

As fontes de proteína usada nas dietas influenciam no desempenho dos peixes, interferindo na digestibilidade dos aminoácidos que contém na fonte proteica, e a interação na relação proteína/energia, pode assim afetar a disponibilidade desses aminoácidos para os peixes (FERNANDES et al., 2000; SANTOS et al., 2018).

Fatores antinutricionais que contém em algumas fontes proteicas usadas para a formular as rações, como os inibidores de tripsina, ácido fítico e hemaglutininas, outros fatores ligados à composição em aminoácidos dos alimentos, níveis baixos de metionina presente no farelo de soja por exemplo, são fontes também que pode variar as exigências nutricionais em proteína dietética levando conseqüentemente a variação nos valores dos aminoácidos (PORTZ e FURUYA, 2012).

Além dos diversos fatores mencionados que influenciam na determinação da exigência em aminoácido, as metodologias com dietas purificadas e dietas práticas apresentam diferenças que podem ter resultado da variação do valor nutricional dos aminoácidos entre os ingredientes

distintos, e em função da composição química com o processamento usado na fabricação, quando é considerado o mesmo ingrediente (BICUDO, 2008).

A proteína considerada ótima, que é exigida pelos peixes na dieta tem relação com o balanço energético-proteico, composição e digestibilidade em aminoácidos, com a quantidade e qualidade da fonte de energia não proteica, considerando que as exigências em proteína são influenciadas pela qualidade das fontes proteicas, fatores ambientais e pela idade do peixe. Se a dieta não possuir energia suficiente, vai ocorrer o catabolismo de parte da proteína ingerida pelos peixes, para suprir essa exigência energética, o balanceamento energético-proteico é importante para diminuir possíveis deficiências nutricionais causadas pela desaminação de aminoácidos (PORTZ e FURUYA, 2012).

Ainda que vários fatores que foram mencionados influenciem as exigências dos aminoácidos, é importante considerar o balanceamento adequado dos aminoácidos e a relação energia: proteína utilizada nas dietas, pois são fatores importantes a serem destacados. As relações entre os aminoácidos permanecem constante, mesmo que a exigência em aminoácido possa ser afetada por vários fatores (BICUDO, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando artigos científicos indexados ou não, com objetivo de identificar recomendações de exigências nutricionais de aminoácidos essenciais em rações para peixes redondos.

A busca de dados foi realizada com bases de fontes como: SciELO, Google acadêmico, periódicos Capis/MEC e Scribd, dentre outras.

Os trabalhos que serão selecionados para compor o banco de dados tiveram que atender os seguintes critérios de estudos:

- 1-Publicações entre os anos de 1990 e 2021 com diferentes faixas de peso;
- 2-Natureza quantitativa, instalados em delineamento inteiramente casualizado (DIC) ou blocos casualizados (DBC) com no mínimo três repetições;
- 3-Utilização de rações com no mínimo três níveis de aminoácidos;
- 4-Para determinação das exigências dos aminoácidos foi levado em consideração as variáveis de desempenho: Consumo de ração, (CR); ganho de peso, (GP) e conversão alimentar, (CA) e a deposição de proteína corporal (DPC) e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) em resposta a níveis crescentes de aminoácidos na dieta.

Quando as rações foram apresentadas com base em aminoácido total, os níveis recomendados serão convertidos para aminoácido digestível considerando os coeficientes de digestibilidade das rações propostas por Nascimento et al. (2020) para tambaqui ou Furuya et al (2010) para tilápia do Nilo, calculados a partir da composição das rações experimentais apresentada em cada trabalho.

5 RESULTADOS E DISCURSÃO

Os dados de pesquisas utilizados visam determinar a exigência de lisina para os peixes redondos estão sumarizados na Tabela 2. Porém há escassos trabalhos quanto à exigência nutricional de lisina para pirapitinga e tambacu.

Dentre os aminoácidos essenciais a lisina é o mais estudado devido ao uso que é quase exclusivo na síntese de proteínas, além de ser o aminoácido encontrado em maior proporção no corpo destes animais (MARCHÃO et al., 2020). De acordo com NRC (2011 apud Costa, 2014) para peixes a necessidade de lisina variam de 5,0 e 6,8% da proteína na dieta.

Tabela 2 - Estimativa de exigência de lisina digestível para peixes redondos

Espécie	Faixa de peso (g)	Fase de criação	Exigência (%)	Nível de energia digestível (Kcal/kg)	Critério de resposta	Fonte
<i>Tambaqui</i>						
	0,34 a 4,86	Alevino	1,60	3.000	GP	Silva et al. (2015)
	0,34 a 5,69 g	Alevino	1,78	3.000	GP e DPC	Silva et al. (2018)
	22,99 a 0,99 g	Juvenil	1,58	3.000	DPC	Marchão et al. (2020)
	7 a 118g	Juvenil	1,76	3.731	GP	Nascimento (2015)
<i>Pacu</i>						
	4,3 a 34,4g	Juvenil	1,50	4.300*	GP	Bicudo et al. (2009)
	8,66 a 62,1g	Juvenil	1,64	3.499	GP	Abimorad (2008)
<i>Tambatinga</i>						
	0,82 a 14,98g	Alevino	1,80	3.000	GP e DPC	Sousa (2019)

GP- Ganho de peso;

DPC- Deposição de proteína corporal;

* Valores em energia bruta

Verificou-se que há valores bastante próximos quanto à exigência de lisina para estas espécies. Para a fase de alevinos, valores de lisina digestível variam de 1,60 a 1,80 % e para a fase juvenil os valores variam de 1,50 a 1,76 % de lisina digestível. Os valores de lisina são mais superiores para a fase de alevino que, segundo Sousa (2016), larvas e alevinos demandam maior exigência quando comparadas com juvenis e peixes adultos, e isso ocorre devido o maior crescimento muscular nesta fase, portanto há maior exigência de proteína na dieta. De forma geral encontram-se mais trabalhos publicados com a fase juvenil e alevinos, mostrando que há carência para as demais fases de criação.

As necessidades dietéticas de lisina para muitos peixes tanto de água doce como água salgada foram quantificadas, mas ainda se tem carência de resultados para algumas espécies (MONTES-GIRAO e FRANCALOSSO, 2006).

Ainda é muito limitado o conhecimento sobre as necessidades nutricionais e alimentação para pirapitinga e tambacu. Embora nenhum estudo tenha determinado os aminoácidos essenciais específico para estas espécies, no estudo de Vásquez-torres e Arias-Castellanos (2013) mostra que os valores obtidos para composição de aminoácidos para o *P. brachypomus* este situada dentro das faixas descritas para espécies do mesmo grupo, como *Colossoma macropomum* (VAN DER MEER e VERDEGEM, 1996) e *Rhamdia quelen* (MONTES-GIRAO e FRANCALOSSO, 2006).

Segundo Kaushik (1998) o perfil de aminoácidos para pirapitinga pode ser considerado semelhante ao padrão médio de aminoácidos calculado para os teleósteos. Tendo em vista que não há dados determinando a exigência de lisina para a espécie pirapitinga, existem trabalhos que afirmam que seus valores de aminoácidos essenciais podem estar nas faixas determinada para os peixes do mesmo grupo, como o tambaqui, pacu, tambacu.

Os trabalhos mostrados tiveram resultados que determinaram a exigência de lisina digestível, porém Costa (2014) trabalhando com o método dose-resposta não conseguiu determinar a exigência de lisina para juvenis de tambaqui com o peso inicial de 7,7 g e final 22,2 g com o intervalo de 0,9 a 2,4% de lisina na dieta. Fracalossi et al. (2013) destacou que o problema que é encontrado em alguns trabalhos de exigência nutricionais seria o grande intervalo entre os níveis, reduzindo a exatidão na hora de determinar o nível de exigência.

Os valores obtidos não indicam grandes variações nos níveis de exigência de lisina encontradas por esses autores, mas mostra que há pequenas variações quanto à fase em que esses animais se encontram. Pois a exigência de lisina varia conforme a espécie de peixe, idade dos

animais e composição da dieta (FORSTER e OGATA, 1998). As pequenas diferenças encontradas nos trabalhos podem ser explicadas pelas semelhanças que há entre as espécies estudadas, como por exemplo: o hábito alimentar, aparelho digestório e habitat (ABIMORAD et al., 2010; NASCIMENTO, 2015).

Com o uso de níveis de lisina que sejam abaixo da exigência, o crescimento animal é limitado devido à redução na formação do tecido magro já que a lisina é encontrada em maior concentração na carcaça (SILVA et al., 2018).

De acordo com Silva (2016) embora existam alguns trabalhos publicados com objetivo de determinar a exigência de lisina para diversas espécies de peixes, para o tambaqui ainda há carência de informações nutricionais, como para as demais espécies de peixes redondos.

Os dados de pesquisas utilizados visam determinar a exigência de triptofano para os peixes redondos no qual estão sumarizados na Tabela 3. A recomendação para o triptofano digestível na dieta foi relatada somente no trabalho de Bomfim et al. (2020) para alevinos de tambaqui, existindo uma grande lacuna sobre dados a respeito da exigência de triptofano para as outras espécies, bem como para as outras faixas de peso do tambaqui.

Tabela 3- Estimativa de exigência de triptofano digestível para peixes redondos

Espécie	Faixa de peso (g)	Fase de criação	Exigência (%)	Nível de energia digestível (Kcal/kg)	Critério de resposta	Fonte
<i>Tambaqui</i>	2,12 a 32,76	Alevino	0,323	3.000	DPC e GP	Bomfim et al. (2020)

GP– Ganho de peso

DPC – Deposição de Proteína Corporal

Os dados de pesquisas utilizados visam determinar a exigência de treonina para os peixes redondos estão sumarizados na Tabela 4. Existem poucos trabalhos com a determinação da exigência de treonina para diversas espécies de peixes, destacando-se a carência de resultados para pacu, tambacu e pirapitinga. Dentre os identificados na revisão bibliográfica, observa-se uma relativa similaridade entre as recomendações para tambaqui e tambatinga.

Tabela 4 - Estimativa de exigência de treonina digestível para peixes redondos

Espécie	Faixa de peso (g)	Fase de criação	Exigência (%)	Nível de energia digestível (Kcal/kg)	Critério de resposta	Fonte
<i>Tambaqui</i>						
	2,16 a 16,72g	Alevino	1,32 a 1,35	3.000	ERN e GP	Firmo et al. (2018)
<i>Tambatinga</i>						
	5,31 a 36,71g	Alevino	1,00	3.000	GPD	Alencar Araripe et al. (2011)
	2,39 a 35,96g	Alevino	1,20 a 1,40	3.000	DPC e GP	Bomfim et al. (2021)

GP – Ganho de peso

DPC–Deposição de Proteína Corporal

GPD –Ganho de Peso Diário

ERN – Eficiência de Retenção de Nitrogênio

Firmo et al. (2018) determinou níveis de treonina digestível em dietas para juvenis de tambaqui, diferindo do valor encontrado por Bomfim et al. (2021) ao trabalhar com alevinos de tambatinga. A diferença nos resultados deve-se ao fato de Firmo et al. (2018) utilizarem dietas experimentais com níveis subótimos de lisina digestível (segundo aminoácido limitante nas dietas experimentais). Os autores destacam que baseado relação de treonina com lisina digestível de 76%o nível de treonina digestível recomendado seria de 1,35%, considerando a exigência de 1,78% de lisina digestível para alevinos de tambaqui (SILVA et al., 2018), demonstrando a similaridade entre as recomendações para esta faixa de peso. Por outro o resultado encontrado por Alencar Araripe et al. (2011) obteve resultado ligeiramente inferior em relação ao obtido em estudos com tambatinga conduzido por Bomfim et al. (2021).

Alguns autores relatam que o fornecimento de rações com a falta da treonina tem diminuição no consumo de ração e no crescimento, além de piorar a conversão alimentar dos peixes. A determinação da exigência de treonina é essencial para um melhor balanceamento de aminoácidos com maior desempenho produtivo (SILVA et al., 2006).

Os valores de treonina digestíveis apresentados nas tabelas, mostram que a grande possibilidade de utilização desses valores para as demais espécies de peixe redondos.

Os dados de pesquisas utilizados visam determinar a exigência de valina para os peixes redondos estão sumarizados na Tabela 5. A recomendação para a valina digestível na dieta foi relatada somente no trabalho de Silva (2021) para tambaquis em duas faixas de peso (33 a 83 g e 121 a 277 g), existindo uma grande lacuna sobre dados a respeito da exigência deste aminoácido para outras espécies, bem como para as outras faixas de peso do tambaqui. No estudo conduzido por Silva (2021), foi verificado que a exigência de valina digestível reduz com o aumento do peso corporal.

Tabela 5 - Estimativa de exigência de valina digestível para peixes redondos

Espécie	Faixa de peso (g)	Fase de criação	Exigência (%)	Nível de energia digestível (Kcal/kg)	Critério de resposta	Fonte
<i>Tambaqui</i>						
	33 a 83g	Juvenil	1,19	3.000	GP	Silva (2021)
	121 a 277 g	Juvenil	0,91	3.000	DPC	Silva (2021)

GP – Ganho de peso

DPC–Deposição de Proteína Corporal

De acordo com Pezzato et al. (2004) a valina atua nas vias do metabolismo da absorção, que quando há desequilíbrio em sua concentração na dieta pode interferir na absorção de outros aminoácidos e afeta a formação proteica como um todo. Mostrando assim sua importância para cada fase de criação e espécies.

Os dados de pesquisas utilizados visam determinar a exigência de metionina mais cistina digestível para os peixes redondos estão sumarizados na Tabela 6. Existem poucos trabalhos com a determinação da exigência de metionina mais cistina para os peixes redondos, destacando-se a carência de resultados para pacu, tambacu e pirapitinga. Dentre os identificados na revisão bibliográfica, observa-se uma relativa similaridade entre as recomendações para tambaqui e tambatinga.

Tabela 6 - Estimativa de exigência de metionina +cistina (met + cist) digestível para peixes redondos

Espécie	Faixa de peso (g)	Fase de criação	Exigência (%)	Nível de energia digestível (Kcal/kg)	Critério de resposta	Fonte
<i>Tambaqui</i>						
	0,28 a 9,34	Alevino	1,15	3.000	CA e TCE	Souza et al. (2019)
<i>Tambatinga</i>						
	1,49 a 24,77	Alevino	1,05	3.000	DPC	Costa et al. (2021)

CA– Conversão Alimentar

TCE – Taxa de Crescimento Específico

DPC–Deposição de Proteína Corpora

Souza et al. (2019) teve resultado ligeiramente superior ao obtido por Costa et al. (2021), sendo que ambas as pesquisas objetivaram estimar a relação da metionina mais cistina: lisina digestível (64,8 e 59%, respectivamente) utilizando níveis subótimos de lisina digestível (1,45%), como segundo aminoácido limitante nas dietas experimentais. Considerando a exigência de 1,78% de lisina digestível para alevinos de tambaqui (SILVA et al., 2018), o nível mínimo recomendado para ambas as espécies seria de 1,15 e 1,05%,

A metionina é avaliada juntamente com a cistina em decorrência da probabilidade de ser catabolizada em cistina (LIEBL et al., 2020). Onde dietas que apresentam níveis ótimos de metionina + cistina, melhoraram os parâmetros de desempenho produtivo dos peixes, além de

reduzir a quantidade de lipídeos corporal dos animais e aumentar a deposição de proteica (NWANNA et al., 2012).

As exigências dos demais aminoácidos essenciais como a arginina, fenilalanina, leucina, isoleucina e histidina não foram identificados na base bibliográfica consultada, o que possibilita utilizar o perfil de aminoácidos na relação AAE/L para assim estimar o requerimento nutricional (TEIXEIRA et al., 2008 apud BIEBL et al., 2020), ou extrapolar as recomendações de uma espécie para outra em virtude das poucas diferenças nas recomendações entre os diferentes aminoácidos avaliados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos estão mais direcionados para a determinação das exigências de aminoácidos para o tambaqui e pacu e poucos para tambatinga, não se tem dados de todos os dez aminoácidos essenciais para as demais espécies (pirapitinga e tambacu) e para faixas de peso maiores que 100 g. Em geral, as recomendações de cada aminoácido variam pouco entre os peixes redondos de mesma faixa de peso corporal. Mais estudos devem ser conduzidos visando avaliar a determinação de aminoácidos essenciais limitantes para as demais espécies, levando em consideração, inclusive, em diferentes faixas de peso.

REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E. G. **Digestibilidade e exigência de aminoácidos para juvenis de pacu, *Piaractus mesopotamicus***. Tese (Doutorado). Jaboticabal, maio, 2008.
- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de Coleta de Fezes e Determinação dos Coeficientes de Digestibilidade da Fração Proteica e da Energia de Alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- ABIMORAD, E. G; CASTELLANI, D. Exigências nutricionais de aminoácidos para o lambari-do-rabo amarelo baseadas na composição da carcaça e do músculo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 37, n.1, p. 31 – 38, 2011.
- ALAM, M.D.S.; TESHIMA, S.; ISHIKAWA, M. et al., Methionine requerimento of juvenile-japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.31, n.4, p.618-626, December,2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1749-7345.2000.tb00911.x>. Acesso em: 05 de novembro. 2021.
- ALENCAR-ARARIPE, M.N.B.; ARARIPE, H.G.D. A.; LOPES, J.B.; BRAGA, T.E.A.; ANDRADE, L.S.; MONTEIRO, C.A.B. Relação treonina: lisina para alevinos de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**. v.37, n.4, p. 393-400, 2011.
- ARAI, S.A purified test diet for coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. **Fry Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Tokyo 47(4): 547-550, Received January 8, 1981.
- ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; GOMES,L.C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In. Baldissotto, B.Gomes,L.C.(ed). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.1ª ed. Santa Maria**. Ed. da UFSM.p.468,2005.
- BARÇANTE, B.; SOUSA, A.B. Características zootécnicas e potenciais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) para a piscicultura brasileira. **PubVet**, Maringá, v. 9, n. 7, p. 287-290, jul., 2015.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA/FAEP, p. 16-61, 2004.
- BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Dietary lysine requirement of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Aquaculture**, v.297, p.151-156, 2009.
- BICUDO, A. J. D. A. **Exigência nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887): proteína, energia e aminoácidos**. Tese (Doutorado), Piracicaba, 2008.
- BICUDO, A.J.A.; CYRINO, J.E.P. Estimating amino acid requirement of Brazilian freshwater fish from muscle amino acid profile. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.40, n.6, p.818-822, 2009.
- BOMFIM, M. A. D. Estratégias nutricionais para redução das excreções de nitrogênio e fósforo nos sistemas de produção de peixes no Nordeste: sustentabilidade ambiental e aumento da produtividade. **Revista científica de produção animal**, Areia, v. 15, n. 2, p. 122-140, 2013.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZEELE, J. L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; SOUSA. M. P.D. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.1, p.1-8, 2010.

- BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; SILVA, L. R.; TAKISHITA, S. S. Digestible tryptophan requirement for tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, 2020.
- BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; COSTA, D. C.; LIMA, M. S. Digestible threonine requirement in diets for tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) fingerlings. **Animal Science and Veterinary**, v.45, 2021.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; ARAÚJO, W. A.G. Exigência de treonina, com base no conceito de proteína ideal, de alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2077-2084, 2008.
- BORGHETTI, J.R.; CANZI, C. the effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture**, 144, n. 1-2, p. 43-71.
- BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. M. A. D.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.145-154, 2011.
- CAVALHEIRO, A. C. M. **Exigência de lisina e estimativa dos principais aminoácidos essenciais com base no conceito de proteína ideal para *Odontesthes bonariensis***. Dissertação (Pós-Graduação em Zootecnia) Pelotas, 2013.
- COLOSO, R. M.; MURILLO-GUERREA, D. P.; BORLONGAN, I. G.; CATA CUTAN, M.R. Tryptophan requirement of Asian juvenile sea bass *Lates calcarifer*. **British Journal of Nutrition**, n.51, p.279-287, 2004.
- COSTA, D. C.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; PORTO, N. G.; MARCHÃO, R. S. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambatinga fingerlings. **Animal Science and Veterinary**, 2021.
- COSTA, E. L. **Exigência de lisina e estimativa dos aminoácidos essenciais para tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818)**. Dissertação (Mestrado) Manaus-AM, Nov, 2014.
- COWEY, C. B. Proteina nd amino acid requirements: a critique of methods. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 11, p. 199-204, 1995.
- CRUZ A.G.; MELO A.E.E.F.; SOBREIRA C.B.; MAZETO M.D.; NAOE L.K. Densidade x biomassa: piscicultura. **Boletim Técnico**, Palmas, p.13 , 2006.
- D’MELLO, J.P.F. Adverse effects of amino acids. In: D’Mello, J.P.F. (Ed.), **Amino Acids in Animal Nutrition**, v.2, p. 125-142, 2003.
- DAIRIKI, J. & SILVA, T, B.A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. **Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos**, 44.p. 2011.
- DAIRIKI, J. K. **Exigência em aminoácidos e farelo de soja na nutrição de juvenis de dourado *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816)**. Tese (Doutorado) Piracicaba, 2009.
- DAIRIKI, J.K.; BALDESSIN JUNIOR, I.; PENNA, S. V.; CYRINO, J.E.P. **Manual técnico de extensão (2) Pacu e tambacu**. Setor de piscicultura-LZT-ESALQ- USP, 2010.
- DIÓGENES, A. F. **Determinação da relação dos aminoácidos essenciais para juvenis de tilápia-do-nilo, pelo método da deleção**. Dissertação (Pós-Graduação) Jaboticabal, SP, v.49, 2013.
- ESPE, M.; LEMME, A.; PETRI, A.; EL-MOWAFI, A. Assessment of lysine requirement for maximal protein accretion in Atlantic salmon using plant protein diets. **Aquaculture**, v. 263, n.1-4, p. 168-178, 2007.

- FERNANDES, E. M. **Aspectos produtivos do pacu *Piaractus mesopotamicus* e do seu híbrido tambacu cultivados em sistema de viveiros escavados**. Dissertação (Pós-graduação em Aquicultura), UNESP-CAUNESP, Jaboticabal, 2018.
- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.646-653, 2000.
- FILHO, M.X.P.; RODRIGUES, A.P.O.; REZENDE, F.P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Boletim Ativos Aquicultura: CNA**, edição 7-janeiro.,2016.
- FIRMO, D. S.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; LANNA, E. A. T.; TAKISHITA, S. S.; SOUZA, T. J. R.; PORTO, N. G. Threonine to lysine ratio in diets of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n.5, p. 2169-2180, 2018.
- FORSTER, I.; OGATA, H. Y. Lysinere quirement of juvenile Japaneseflounder *Paralichthys solivaceus* and juvenileredseabream *Pagrus major*. **Aquaculture**, v.161, n. 1-4, p.131-142, 1998.
- FRACALOSSO, D. M.; RODRIGUES, A. P. O.; SILVA, T. S. C.; CYRINO, J. E. P. Técnicas experimentais em nutrição de peixes. IN: FRACALOSSO, D. M; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua. Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**, v.1, p.37-64, Florianópolis, 2013.
- FRANÇA, I.; PIMENTA, P.P.P. A Viabilidade da piscicultura para o pequeno produtor de Dourados. **Revista Internacional de Ciências Sociais Aplicadas da UNIGRAN**, v.1,n.1, p.36-51,2012.
- FRANCO, M. L. R. S.; FRANCO, N. P.; GASPARINO, E.; DOURADO, D. M.; PRADO, M.; VESCO, A. P. D. Comparação das peles de tilápia do nilo, pacu e tambaqui: histologia, composição e resistência. **Archivos. Zootecnia**. v. 62, n. 237, p. 21-32. 2013.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; NEVES, P.R.; SILVA, L. C. R; HAYASHI. Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase de terminação. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1571-1577.2004.
- FURUYA, W.M.; FURUYA, V.R.B. Nutritional innovations on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.39, p.88-94, 2010.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; BOSCOLO, W.R.; CYRINO, J. E.P.; FURUYA, V.R.B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010.
- GONÇALVES JÚNIOR, L. P.; SOUSA, J. G. S.; SELVATICI, P. D. C.; MENDES, L. F.; VARGAS JÚNIOR, J. G.; MENDONÇA, P. P. Metionina+cistina digestível para juvenis de tambaqui. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.69, n.3, p.711-717, 2017.
- GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M.M.; HISANO, H.; ROSA, M. J. S. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do-nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2289-2298, 2009.
- GUERRA, H. F.; ALCANTARA, F. B.; SANCHEZ, H. R.; AVALOS, S. Q. Hibridacion de paco, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) por gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, -1818) EM IQUITOS- PERU. **Folia Amazonica**, v.4, n.1, p.107-114,1992.

- HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**, v.4, p.108 – 118, 2012.
- HOSHIBA, M. A. **Enriquecimento da alimentação das larvas de Matrinxã (*Brycon amazonicus*) com aminoácidos. Influência no crescimento inicial e sobrevivência das larvas.** 103 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) p. 103., Jaboticabal, 2007.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa pecuária Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estatística/>. Acesso em: 14janeiro, 2021.
- KAPCZINSKI, F.; BUSNELLO, J.; ABREU, M.R.; CARRÃO, A.D. Aspectos da Fisiologia do Triptofano. **Revista de Psiquiatria Clínica**, p.158- 165, 1998.
- KAUSHIK, J. S. Whole body amino acid composition of European seabass (*Dicentrarchus labrax*), gilthead seabream (*Sparus aurata*) and turbot (*Psetta maxima*) with an estimation of their IAA requirement profiles. **Aquatic Living Resources**, v.11, n.5, p.355-358, 1998.
- KETOLA, H. G. Requirements of dietary lysine and arginine by fry of rainbow trout. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 56, p 101-107, 1983.
- KIMBALL, S. R., & JEFFERSON, L. S. New functions for amino acids: effects on gene transcription and translation. **The American journal of clinical nutrition**, v. 83, n. 2, p. 500S-507S, 2006.
- KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu, e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v. 14, n. 82, p. 27-39, 2004.
- LI, P.; MAI, K.; TRUSHENSKI, J.; WU, G. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. **Amino Acids**. v. 37, p. 43–53, 2009.
- LI, P.Y.; YIN, D.; LI, S.W. et al. Amino acids and immune function. **British Journal of Nutrition**, 98: pp. 237-252, 2007.
- LIEBERT, F. Amino acid requirements in fin fish. **Aqua Feeds: Formulation e Beyond**, v. 2, p. 20-21. 2005.
- LIEBERT, F.; BENKENDORFF, K. Modeling lysine requirements of *Oreochromis niloticus* due to principles of the diet dilution technique. **Aquaculture**, v.267, p. 100-110, 2007.
- LIEBL, A. R. D. S. Exigência de lisina para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* cuvier, 1818) com base no desempenho produtivo, morfohistológico e fisiológico. Manaus-AM, p.164.2019.
- LIEBL, A. R. D. S.;BUSSONS, M. R. F. M.; PINTO, E. A. S.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T. D. **Exigência de aminoácidos nas dietas: Uma necessidade para peixes amazônicos.** p.146-158.2020.
- LIMA, M. C. D. C. **Desenvolvimento embrionário e larval de *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus* e do híbrido tambatinga.** Dissertação (Mestrado) Goiânia 2014.
- LOOSE, C.E. et al. Custos na criação de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) nas propriedades participantes do programa peixe forte em Cacoal (RO). In: **Anais Congresso Brasileiro de Custos**, Natal, RN, Brasil, 17 a 19 de novembro de 2014.
- MACK, S., BERCOVICI, D., GROOTE, G., LECLERCQ, B., LIPPENS, M., PACK, M., SCHUTTE, J. e VAN CAUWENBERGHE, S. Ideal amino acid profile and dietary lysine

specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British poultry science**, v.40, p. 257-265. 1999.

MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D.; BOMFIM, M. A. D.; SILVA, J. C.; SOUSA, T. J. R. D.; NASCIMENTO, D. C. N. D.; SOUSA, M. D. C. Digestible lysine requirement for tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles using the diet dilution technique. **Aquaculture Reports**, v.18, p. 100482, 2020.

MONTES-GIRAO, P. J.; FRACALLOSSI, D. M. Dietary Lysine Requirement as Basis to Estimate the Essential Dietary Amino Acid Profile for Jundia *Rhamdia quelen*. **Journal Of The World Aquaculture Society**, v.37, n.4, p. 388-396. 2006.

MORA, J.A. Rendimiento de la canal encachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomun x P. brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. **Bioagro**, v.17, n.3, p.161-169, 2005.

MORRIS S.M. JR Arginine: beyond protein. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.83, n.2, p. 508S–512S. 2006.

NASCIMENTO, T. M. T. **Níveis de aminoácidos digestíveis para juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* e Turnover isotópico do carbono- 13 e do nitrogênio – 15 no tecido muscular**. Tese (Doutorado). Jaboticabal, 2015.

NASCIMENTO, T. M. T.; BUZOLLO, H.; SANDRE, L. C. G.; NEIRA, L. M.; ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Apparent digestibility coefficients for amino acids of feed ingredients in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. Nutrient requirements of fish and shrimp. The National Academies Press, p. 376. 2011.

NELSON, J. S. Fishes of the world. 4 ed. John Wiley & Sons: New York. p.601, 2006.

NGUYEN, L.; SALEM, S. M. R.; SALZE, G. P.; DINH, H.; DAVIS, D. A. Tryptophan requirement in semi purified diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 502, p. 258-267, 2019.

NWANNA, L. C.; LEMME, A.; METWALLY, A.; SCHWARZ, F. J. Response of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to supplemental DL-methionine and different feeding strategies. **Aquaculture**, v. 356, p 365-370, 2012.

OLIVEIRA, A.C.B; MIRANDA, E.C.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. In: Cyrino, J.E.P e Fracalossi. **NUTRIAQUA: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p.217-229, 2011.

PAULA, F. G. D. **Desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropomum*), da Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido Tambatinga (*C. macropomum x P. brachypomum*) Mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda**. Dissertação (Mestrado). Goiânia, 2009.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C., BARROS, M. M.; FURUYA, W.; QUINTERO PINTO, M. L. G. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v.26, n3, p.329-337, 2004.

PEZZATO, L. E.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALLOSSI, D. M. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E.P; URBINATI, E. C.; FRACALLOSSI, D. M. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo. Tec Art. p. 79, 2004.

- PIANESSO, D. **Exigência nutricional de triptofano para o jundiá (*Rhamdia quelen*)**. Dissertação (Mestrado), 2015.
- PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F.; RUTZ, F. Efeito da Suplementação de Metionina e/ou Lisina no Crescimento e na Sobrevivência de Alevinos de Peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 1366-1371. 2004.
- PIMENTA, A. L. D. A. **Avaliação de diferentes fontes de carbono no desenvolvimento de juvenis de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) cultivado em sistema bioflocos**. Trabalho de conclusão de curso, Belém, 2019.
- PORTO, N. G.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; COSTA, D. C. Methionine plus cystine requirements for the maintenance and efficiency of utilization with tambaqui of different body weights. **Animal Science and Veterinarye** ISSN 1981-1829, 2020.
- PORTZ, L.; FURUYA, W. M. Energia, Proteína e Aminoácidos. **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012.
- QUINTERO-PARDO, A. M. C. **Influência da ingestão do triptofano dietético sobre a preferência na escolha do macho pela fêmea, auto-balanceamento da dieta e desempenho zootécnico em tilápia-do- nilo e pirapitinga**. (Dissertação), Jaboticabal, SP, 2014.
- RIGHETTI, J. S.; FURUYA, W.M.; CONEJERO, C. I.; GRACIANO, T. S.; VIDAL, L. V. O.; MICHELLATO, M. Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nilo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.469-476, 2011.
- RODRIGUES, A. T.; MANSANO, C. F. M.; KHAN, K. U.; NASCIMENTO, T. M. T.; SANTOS, M. V. B.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K. Estimation of the ideal dietary essential amino acid pattern for pacu (*Piaractus mesopotamicus*) in the later-juvenile growth phase. **Animal Feed Science and Technology**, 2021.
- RODRIGUES, R.B.; LUI, T.A.; NEU, D.H.; BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT, F. Valine in diets for Nile tilapia. **Revista Ciência Agronômica**, v.49, n.3, p.467-474, jul-set, 2018.
- ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Implicações do Sistema Serotoninérgico no exercício físico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia, São Paulo**, v.48, n.2, p.227-233, 2004.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Funep-Unesp, Jaboticabal. 283p. 2007.
- SANTOS, E. L.; OLIVEIRA, W.D.S.; SOARES, E.C.; LIMA, M.R.; SILVA, L.L.A.; MACHADO, S.S.; SILVA, J.M.; SILVA, C.F.; SILVA, F.F. Exigência de proteína bruta para juvenis de curimatã-pacu. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootecnia**, v.70, n.3, p.921-930, 2018.
- SANTOS, L. G.; MARIA, O.; PEREIRA, R.; LEVI, E.; LUCAS, D. O.; CALÁBRIA, L. K. Desordens do metabolismo de aminoácidos e intermediários do ciclo da ureia: uma revisão. **Revista Medicina e Saúde de Brasília**, v. p.197-218, 2015.
- SERAFINI, M. A. **Cruzamento dialélico interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2010.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES, A. J.; MUNGIOLI, R.; Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, n. 35, p. 421- 463, 2012.

SILVA, J. C.; BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D. SOUSA, T. J. R. D.; MARCHÃO, R. S.; NASCIMENTO, D. C. N. D. Lysine requirement for tambaqui juveniles. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 5, p. 2157-2168, 2018.

SILVA, J. C.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D.; LANNA, E. A. T.; SOUSA, T. J. R. D.; FEITOSA, A. S.; MARCHÃO, R. S. Níveis de lisina digestível na ração sobre o desempenho produtivo de alevinos de tambaqui. CNPA, 2015.

SILVA, J. V. **Exigência de valina digestível em dietas para tambaqui com diferentes pesos corporais**. Dissertação (Mestrado), Chapadinha 2021.

SILVA, J.C. **Exigência de lisina para alevinos de tambaqui**. 30p. Dissertação (Pós- Graduação), 2016.

SILVA, L. C. R.; FURUYA, W. M.; SANTOS, L. D. D.; SANTOS, V. G. D.; CASTRO e SILVA, T. S. D.; PINSETTA, P. J. Níveis de treonina em rações para tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira**. v.35, n.4, p.1258-1264, 2006.

SILVA, L. R. **Níveis de triptofano digestível da ração sobre as características de carcaça de alevinos de tambaqui**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Zootecnia) Chapadinha, 2018.

SILVA, P. C.; PÁDUA, D. M. C.; FRANÇA, A. F. D.; PÁDUA, J. T.; SOUZA, V. L. Milheto (*Pennisetu mamericanum*) como substituto do milho (*Zeamays*) em rações para alevinos de tambacu (híbrido *Colossoma macropomum* fêmea X *Piaractus mesopotamicus* macho). *Ars.Veterinária*, 16(2), p.146-153 2000.

SIQUEIRA, J. C. D. **Estimativas das exigências de lisina de frangos de corte pelos métodos dose resposta e fatorial**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Jaboticabal, agosto, 2009.

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S.; BONATO, M A.; PINHEIRO, S. R. F.; NASCIMENTO, D. C. N. Exigência de lisina para manutenção determinada com galos de diferentes genótipos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.812-820, 2011.

SOUSA, J. A. **Exigência de proteína bruta na dieta de alevinos e juvenis do ornamental amazônico acará severo (*Heros severus*) (Heckel, 1840)**. Dissertação (Pós-graduação), Belém-PA, 2016.

SOUSA, M. C. **Exigência de lisina para tambatinga utilizando diferentes técnicas de formulação de rações**. Dissertação (Pós-graduação), Chapadinha-MA, 2019.

SOUZA, F. O.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; LANNA, E. A. T.; SOUSA, T. J. R.; COSTA, D. C. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambaqui juveniles. **Revista Caatinga**, v.32, n.1, p. 243-250, 2019.

SUPLICY, F.M. Freshwater fish seed resources in Brazil. In: Bondad-Reantaso, MG. (Ed.), **Assessment of Freshwater Fish Seed Resources for Sustainable Aquaculture**. FAO Fisheries Technical Paper, n. 501. FAO, Rome, p. 129–143, 2007.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Biochemical parameters for *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* (Characidae) and hybrid tambacu (*P. mesopotamicus* X *C. macropomum*). **Ciencia Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 2, p. 363-368, 2010.

- TROMBETA, T. D., SILVA, W., ZARZAR, C. A., & REIS, B. P. Caracterização produtiva e análise do ambiente institucional da piscicultura em Monte Alegre-Pará. **Brazilian Journal of Develop**, Curitiba 6, n. 2, p. 5473-5497.fev.2020.
- TWIBELL, R. G.; GRIFFIN, M. E; MARTIN, B.; PRINCE, J.; BROWN, P. B. Predicting dietary essential amino acid requirements for hybrid *Stripes bass*. **Aquaculture Nutrition**, v.9, p. 373-381, 2003.
- VAN MILGEN, J., J. NOBLET. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. **Journal Animal Science**, v.81, p.86–93. 2003.
- VÁSQUEZ-TORRES, W.; ARIAS-CASTELLANOS, J. A. Crescimento de juvenis de *Piaractus brachypomus* alimentados com dietas contendo diferentes perfis de aminoácidos essenciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.8, p.849-856, 2013.
- VAZ, M.M.; BARBOSA, N.D.C.; TORQUATO, V.C. **Guia Ilustrado de peixes da bacia do Rio Grande**. Ed. Cemig/Cetec. Belo Horizonte. 144 pp.2000.
- VIDAL, M. D. F.; XIMENES, L. F. Produção de pescados na área de atuação do BNB. **Banco do Nordeste, Escritório Técnico de Estudos econômicos do Nordeste (ETENE)**, ano4, N.91, Agos, 2019.
- VIDAL, M. F.; Caderno Setorial ETENE: **Panorama da piscicultura no Nordeste**. Banco do Nordeste. N.3, Nov, 2016.
- WALTON, M.J.; COWEY, C.B.; ADRON, J. W. The effect of dietary lysine levels on growth and metabolism of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v, 52, n.1, p. 115-122, 1984.
- WILSON, RP. Amino acid requirements of finfish and crustaceans. In: **Amino Acids in Animal Nutrition**, 2nd ed, p.427-447, 2003.
- WU G., BAZER F.W., DAVIS T.A., KIM S.W., LI P., MARC RHOADS J., CAREY SATTERFIELD M., SMITH S.B., SPENCER T. E. & YIN Y. Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease. **Amino Acids**, v.37, n.1, p. 153–168, 2009.
- WU, G. Amino acids: Metabolism, functions, and nutrition. **Amino Acids**, v. 37, n. 1, p.1-17 2009.
- YUE, Y.; ZOU, Z.; ZHU, J.; LI, D.; XIAO, W.; HAN, J.; YANG, H. Dietary threonine requirement of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture international**, v.22, n.4, p.1457-1467, 2014.
- ZARPELLON, I. **Taxa de alimentação para juvenis de pirapitinga criados em hapas. Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) Goiânia, 2015.
- ZHAO, B.; FENG, L.; LIU, Y.; KUANG, S.Y.; TANG, L.; JIANG, J.; HU, K.; JIANG, W.D.; LI, S.H.; ZHOU, X.Q. Effects of dietary histidine levels on growth performance, body composition and intestinal enzymes activities of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **Aquaculture Nutrition**, v. 18, n. 2, p. 220–232. 2012.
- ZHOU, Z., WANG, L., WANG, M., ZHANG, H., WU, T., QIU, L., & SONG, L. Scallop phenylalanine hydroxylase implicates in immune response and can be induced by human TNF- α . **Fish & Shellfish Immunology**, v. 31, n. 6, p.856-863. 2011.