

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**SUPLEMENTAÇÃO COM RACTOPAMINA NA DIETA PARA
PINTADO AMAZÔNICO NA FASE FINAL DE
CRESCIMENTO**

Thiago Xavier Martins

**CAMPO GRANDE, MS
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**SUPLEMENTAÇÃO COM RACTOPAMINA NA DIETA PARA
PINTADO AMAZÔNICO NA FASE FINAL DE
CRESCIMENTO**

Supplementation with ractopamine in the diet for amazon catfish in
the final growth phase

Thiago Xavier Martins

Orientador: Prof. Dr. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho

Coorientador: Prof. Dr. Jayme Aparecido Povh

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal

**CAMPO GRANDE, MS
2019**

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

Aos meus pais Margarida Aparecida Xavier e Cicero Martins por todos os ensinamentos e ainda por todo apoio e motivação que recebi em toda a minha vida e principalmente durante este período.

A minha irmã Pamela Xavier Martins, por todos os conselhos e por estar sempre ao meu lado.

A todos os meus amigos, principalmente os que estiveram mais próximos nessa fase. Em especial agradeço a Luana Pires, Bruna Junqueira, Paula Adas, Phillipe Thiago, Lucas de Paula, Matheus Vidal, Leandro Gomes e Félix Antônio por toda a parceria de vocês em todos os momentos deste ciclo.

Aos professores Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho e Jayme Aparecido Povh, por toda a orientação em cada etapa deste trabalho e principalmente pela amizade, conselhos e ensinamentos, que continuam contribuindo muito na minha vida acadêmica e profissional.

Ao professor Charles Kiefer, por toda a experiência compartilhada e as dicas dadas para a realização deste trabalho

Ao meu amigo e secretário da pós-graduação Ricardo de Oliveira por sua disposição em orientar sempre qual a melhor forma possível para conduzir os processos e elaborar os documentos necessários ao longo do curso de mestrado.

Ao meu grande amigo André Luiz Nunes, pela ajuda durante a realização deste trabalho e por toda sua contribuição na minha vida profissional.

A todos do Grupo de Estudos em Aquicultura da UFMS (AQUIMS) e também ao pessoal dos demais laboratórios que utilizei durante este período, vocês foram fundamentais para execução deste trabalho.

A todos os professores da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, por compartilharem seus conhecimentos e por se dedicarem a formar grandes profissionais e pesquisadores.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela oportunidade de fazer este curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos (Fonte de financiamento: código 001).

“Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu.

É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu.”

Ana Vilela

RESUMO

MARTINS, T. X. Suplementação com ractopamina na dieta para pintado amazônico na fase final de crescimento. 2019. Dissertação Mestrado-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019.

O objetivo do estudo foi avaliar as características de desempenho, rendimento corporal, deposição de gordura e hematológicas do pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) alimentados com dietas contendo ractopamina por diferentes períodos na fase final de crescimento. Os peixes foram submetidos a suplementação com ractopamina (20 mg kg^{-1}) na dieta por quatro períodos (0, 15, 30 e 45 dias). Para análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao Teste t de Student para comparação das médias. As características de desempenho zootécnico e rendimento de carcaça não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos períodos de suplementação com ractopamina. Características de pH, cor L* e cor a* do filé após o abate, e cor L* pós descongelamento foram influenciadas ($P < 0,05$) pelo período de suplementação com o aditivo na dieta. A perda de água por cocção dos filés foi maior ($P < 0,05$) em animais que não receberam ractopamina. Quanto a composição centesimal dos filés, a porcentagem de matéria seca foi maior ($P < 0,05$) em filés de peixes não suplementados com o aditivo e nos que receberam ractopamina por 15 dias na dieta. As concentrações de triglicerídeos, glicose e colesterol no sangue não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) entre os períodos de suplementação. A suplementação de 20 mg kg^{-1} de ractopamina na dieta do pintado amazônico durante 15, 30 ou 45 dias não altera o desempenho zootécnico, as características de rendimento de carcaça e hematológicas ($P > 0,05$).

Palavras-chave: Agonista β -adrenérgico, qualidade do pescado, *Pseudoplatystoma reticulatum*, *Leiarius marmoratus*, surubim

ABSTRACT

MARTINS, T. X. Supplementation with ractopamine in the diet for amazon catfish in the final growth phase. 2019. Dissertação Mestrado - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate performance, body yield, fat deposition and hematological characteristics of the amazon catfish *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus* fed diets containing ractopamine for different periods in the final stage of growth. Fish were submitted to supplementation with ractopamine (20 mg kg⁻¹) in the diet for four periods (0, 15, 30 and 45 days). For statistical analysis, the data were submitted to analysis of variance and later to Student's t test for comparison of means. The performance characteristics and carcass yield were not influenced ($P > 0.05$) by the periods of ractopamine supplementation. PH, color L * and color a * of fillet after slaughter, and color L * after thawing were influenced ($P < 0.05$) by the period of supplementation with the additive in the diet. The water loss from fillet cooking was higher ($P < 0.05$) in animals that did not receive ractopamine. As for the centesimal composition of the steaks, the dry matter percentage was higher ($P < 0.05$) in fish fillets not supplemented with the additive and in those who received ractopamine for 15 days in the diet. Concentrations of triglycerides, glucose and cholesterol in the blood showed no differences ($P > 0.05$) between the periods of supplementation. The supplementation of 20 mg kg⁻¹ of ractopamine in the diet of the Amazon region for 15, 30 or 45 days does not alter the performance of the animals, carcass yield and hematological characteristics ($P > 0.05$).

Keywords: β –adrenergic agonist, fish quality, *Pseudoplatystoma reticulatum*, *Leiarius marmoratus*, surubim

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição das dietas.....	19
Tabela 2 – Características de qualidade de água.....	20
Tabela 3 – Características de desempenho zootécnico e rendimento de carcaça.....	24
Tabela 4 – Características de qualidade de carne.....	25
Tabela 5 – Composição centesimal dos filés.....	26
Tabela 6 – Características sanguíneas avaliadas.....	26

SUMÁRIO

Introdução geral.....	08
Referências.....	12
Artigo	15
Resumo.....	15
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	18
Resultados.....	22
Discussão.....	27
Conclusão.....	30
Agradecimentos.....	31
Referências.....	32

INTRODUÇÃO GERAL

A piscicultura está em constante crescimento no Brasil, no ano de 2018 a produção foi de 722.560 toneladas, o que representa um aumento de 4,5% em relação ao ano anterior (PEIXE BR, 2019). Fatores como abundância hídrica, clima, alta produção de grãos e diversidade de espécies de peixes nativos a serem explorados favorecem o desenvolvimento da atividade no país. O consumo per capita mundial da carne de peixe também aumentou 3,2% no ano de 2015 em relação a 1961, chegando a 20,2 kg e representando 17% da proteína animal consumida pela população (FAO, 2018).

Entre as espécies de peixes mais produzidas no Brasil está o grupo dos surubins, tendo a sua produção concentrada principalmente na região Centro-Oeste (IBGE, 2018). Este grupo é representado principalmente pela produção dos seus híbridos e durante muitos anos o principal cruzamento utilizado foi da fêmea de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) com macho de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), conhecido como cachapinta (LOPERA-BARRERO et al., 2011). A técnica de hibridação na piscicultura é utilizada com o intuito de produzir animais mais produtivos (QUAGGIO et al., 2009).

Atualmente, com o objetivo de reduzir custos com alimentação e aumentar produtividade, muitos produtores estão utilizando peixes resultantes do cruzamento da espécie *Pseudoplatystoma* spp. com outros siluriformes de hábito alimentar onívoro (CAMPOS, 2010). Sabe-se hoje que o híbrido mais produzido deste grupo atualmente nas pisciculturas brasileiras é o pintado amazônico (*Pseudoplatystoma* spp. x *Leiarius marmoratus*).

Uma característica indesejável que este peixe apresenta é o acúmulo demorado de gordura corporal (PEZZATO et al., 2004), o que pode se tornar um problema, tendo em vista que o excesso deste composto na carcaça pode apresentar efeitos negativos na comercialização, como redução de qualidade e tempo de prateleira dos produtos (VANDENBERG & MOCCIA, 1998). O fato deste maior acúmulo de gordura corporal pode estar associado a genética e a nutrição, tendo em vista a ausência de tabelas de exigências nutricionais para peixes nativos. Uma estratégia que pode ser adotada para minimizar este efeito seria a suplementação de aditivos nas dietas para minimizar o acúmulo de gordura nas carcaças. Entretanto, são necessárias pesquisas científicas que comprovem esta ação em peixes.

Dentre os aditivos utilizados tem-se a ractopamina que é amplamente utilizada na nutrição de suínos para redução da deposição de tecido adiposo e aumento na quantidade de carne magra da carcaça (BOHRER et al., 2013). Entretanto, a intensidade da ação destes compostos varia de acordo com cada espécie, sendo este efeito bastante intenso em suínos (VASCONCELOS et al., 2007).

A ractopamina é um agonista β -adrenérgico pertencente a família das fenetanolaminas, sua estrutura química é definida por um anel aromático substituível, uma cadeia lateral com o grupo etanolamina e um nitrogênio alifático (MILLS et al., 2003; SMITH, 1998). Esse agonista β -adrenérgico possui estrutura semelhante as catecolaminas (SALEM et al., 2006), hormônios que regulam vários processos fisiológicos pela ativação de receptores adrenérgicos específicos (RAMOS & SILVEIRA, 2001). Os receptores de superfície celular estão acoplados a proteína G estimulatória e podem ser de três tipos: β_1 , β_2 e β_3 (MILLS et al. 2003). A ativação destes receptores irá desencadear uma série respostas, destacando-se a estimulação da lipólise e redução na lipogênese.

Conforme a tabela de aditivos antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas a utilização da ractopamina é limitada, sendo permitido a inclusão de no máximo 20 mg kg^{-1} deste agonista β -adrenérgico em dietas para suínos (BRASIL, 2008). A inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas para suínos resulta em aumento na área de olho de lombo e uma porcentagem maior de carne magra, quando comparado a utilização de outras concentrações do aditivo (KIEFER et al., 2009).

Quando se tem uma ação contínua da ractopamina em suínos ocorre uma redução na resposta aos estímulos provocados pelo uso do aditivo (Mills, 2002). Entretanto, um aumento na quantidade fornecida durante o período em que é utilizado, pode minimizar esse efeito (Armstrong et al., 2005).

Para peixes ainda não existe uma quantidade deste aditivo determinada em que se tem eficiência quanto à redução de gordura da carne e melhoras no desempenho zootécnico. Entretanto, a suplementação das dietas de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), com peso inicial médio de 196 gramas, com 10 mg kg^{-1} de ractopamina melhorou o desempenho em crescimento, além de reduzir a quantidade de gordura na carcaça (VANDERBERG et al., 1998).

O trabalho realizado por Haji-Abadi et al. (2010) também com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), os animais receberam uma suplementação na dieta com dois níveis de l-carnitina (1 e 2 g/kg) e um nível de ractopamina (10 mg/kg). Este estudo

mostra que a combinação de 1g/kg de l-carnitina e 10 mg/kg de ractopamina aumentou o nível de proteína e alterou o perfil dos ácidos graxos do filé, além de melhorar a taxa de crescimento específico e conversão alimentar. Entretanto, a truta arco-íris não está entre as espécies de maior interesse comercial no Brasil, mas essas doses podem ser utilizadas como base para pesquisas em outras espécies de peixes.

Trabalhando com quatro doses de ractopamina (11,25; 22,5; 33,75 e 45 mg kg⁻¹) em dietas de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) com peso de 0,868 ± 0,168 kg, Oliveira et al. (2014) observaram que a dose de 11,25 mg kg⁻¹ foi eficiente na redução de gordura dos filés, enquanto a dose de 45 ppm reduziu o teor de proteína bruta dos filés.

Bagres americanos (*Ictalurus punctatus*) quando alimentados com uma dieta contendo 20 e 100 mg kg⁻¹ de ractopamina apresentaram redução na quantidade de gordura muscular e um peso maior, quando comparados aos que receberam a dieta controle sem o aditivo, mas não foi observado esse efeito para essas características entre os níveis de ractopamina (MUSTIN & LOVELL, 1993). A variabilidade dos efeitos e das diferenças observadas entre as pesquisas dificulta determinar a dose específica a ser suplementada para determinado ganho.

Avaliando a ractopamina como promotor de crescimento para carpa húngara (*Cyprinus carpio*), Devens et al. (2012) não obtiveram ganhos em características de desempenho. Além disso, contrariamente aos resultados acima, estes autores encontraram maior quantidade de gordura corporal e não afetou a deposição de proteína. O aumento na quantidade de gordura corporal pode estar relacionado a fatores como a idade, sendo que foram utilizados animais juvenis, com peso inicial de 18,64±1,25g.

A ractopamina pode apresentar efeitos nos parâmetros hematológicos e bioquímicos de peixes. De acordo com Bicudo et al. (2012), juvenis de pacu alimentados com dietas contendo ractopamina apresentam níveis de glicose e triglicerídeos plasmáticos menores, quando comparados aos animais que foram alimentados com dietas sem ractopamina. Neste estudo o aditivo não influenciou no crescimento e composição corporal.

No trabalho Neto et al. (2017), avaliando os efeitos da ractopamina em tilápia do Nilo na fase de terminação, 16 mg kg⁻¹ do aditivo não apresentou melhores resultados sob parâmetros de crescimento e desempenho. Estes mesmos dados mostram que 8 mg kg⁻¹ de ractopamina pode levar a uma redução de extrato etéreo no músculo abdominal. Entretanto, nenhuma alteração foi encontrada na composição dos filés destes animais.

Considerando os resultados obtidos das pesquisas avaliando a utilização deste aditivo em peixes e ausência de algumas respostas, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar as características de desempenho zootécnico, de rendimento de carcaça, de qualidade de carne e hematológicas do pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) alimentados com dietas contendo ractopamina em diferentes períodos na fase final de crescimento.

O artigo resultante deste trabalho foi formatado seguindo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia (RBZ) com adaptações as normas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

REFERÊNCIAS

- Bicudo, A. J. A.; Sado, R. Y. e Cyrino, J. E. P. 2012. Growth body composition and hematology of juvenile pacu (*Piaractusmesopotamicus*) fed increasing levels of ractopamine. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 64:1335-1342.
- Bohrer, B. M., Kyle, J. M., Boler, D. D.; Rincker, P.J.; Ritter, M.J. e Carr, S.N. 2013. Meta-analysis of the effects of ractopamine hydrochloride on carcass cutability and primal yields of finishing pigs. **Journal of Animal Science** 91: 1015-1023.
- Brasil. 2008. **Tabela de aditivos antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas com uso autorizado na alimentação animal**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília.
- Campos, J.L, A. 2010. O cultivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix e Agassiz, 1829). p.327-344. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. 2010 **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2.ed. UFSM, Santa Maria .
- Devens, M. A.; Lazzari, R.; Rotilli, D. A.; Pucci, L.E.A.; Veiverberg, C.A. e Coldebella, I.J. 2012. Ractopamina na dieta da carpa húngara (*Cyprinus carpio*) criada em tanques-rede. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 64:1717-1722.
- FAO. 2018 **El estado mundial de la pesca y la acuicultura** 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. FAO, Roma: FAO. 250 p.
- Haji-Abadi, S. M. A.; Soofiani, N. M.; Sadeghi, A. A.; Chamani, M. and Riazi, G. H. 2010. Effects of supplemental dietary L-carnitine and ractopamine on the performance of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture Research** 41:1582-1591.
- IBGE. 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Aquicultura em 2018**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3940&z=t&o=21>>. Acesso em: Oct. 25, 2018
- Kiefer, C. e Sanches, J. F. 2009. Meta-analysis of the ractopamine levels in diets for finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38(6): 1037-1044.
- Lopera-Barrero, N.M.; Ribeiro, R.P.; Povh, J.A.; Vargas, L.D.M.; Poveda-Parra, A.R. e Digmayer, M. 2011. As principais espécies produzidas no Brasil. p.143-215. In: Lopera-Barrero, N.M.; Ribeiro, R.P.; Povh, J.A.; Vargas, L.D.M.; Poveda-Parra, A.R.; Digmayer, M. **Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo**. Agrolivros, Guaíba.
- MILLS, S. E. 2002 Implications of feedback regulation of beta-adrenergic signaling. **Journal of Animal Science** 80:30-35.

- Mills, S. E.; Spurlock, M. E. e Smith, D. J. 2003. Beta- adrenergic receptor subtypes that mediate ractopamine stimulation of lipolysis. **Journal of Animal Science** 81: 662-668.
- Mustin, W. T. e Lovell, R. T. 1993. Feeding the repartitioning agent ractopamine to channel catfish (*Ictalurus punctatus*) increases weight gain and reduces fat deposition. **Aquaculture** 109: 145-152.
- Neto, A. T.; Bittarello, A. C.; Tovo, R. P.; Meurer, F.; Santos, L. D. e Bombardelli, R. A. 2017. Effect of ractopamine on Nile tilapia in the end of grow-out period. **Revista Brasileira de Zootecnia** 46:367-373
- Oliveira, L. M. F. S.; Leal, R. S.; Mesquita, T. C.; Pimenta, M. E. S. G.; Zangeronimo, M. G., Sousa, R. V. and Alvarenga, R. R. 2014. Effect of ractopamine on the chemical and physical characteristics of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) steaks. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 66:185-194
- PEIXE BR. 2019. **Anuário da Piscicultura**. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/14thnUSPAoBp-ucNIEZ3edz7ixui5gJt/view?ts=5aa01f35>> Acesso em: Feb. 20, 2019.
- Pezzato, L. E.; Barros, M. M.; Fracalossi, D. M.; et al. Nutrição de Peixes. In: **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**, p. 75-169. TecArt. São Paulo, Brasil, 2004.
- Quaggio, A. D. N. V. ; Hashinomoto, D. T. ; Voltolin, T. A. ; Senhorini, J. ; Foresti, F. ; Bortolozzi, J. e Porto-Foresti, F. 2009. Estudo da hibridação interespecífica em espécies no gênero *Brycon* (Characidae, Bryconidae). In: Anais do 55º **Congresso Brasileiro de Genética**. SBG, Águas de Lindóia.
- Ramos, F., Silveira, M. I. N. D. 2001. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal: II - Relação estrutura-atividade e farmacocinética. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias** 96:167-175.
- Salem, M.; Levesque, H.; Moon, T. W.; Rexroad, C.E. e Yao, J. 2006. Anabolic effects of feeding β_2 -adrenergic agonists on rainbow trout muscle proteases and proteins. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology** 144: 145-154.
- Smith, D. J. 1998. The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of betaadrenergic agonists in livestock. **Journal of Animal Science** 76:173-194.
- Vandenberg, G. W. e Moccia, R. D. 1998. Growth performance and carcass composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) fed the β -agonist ractopamine. **Aquaculture Research** 29:469-479.
- Vandenberg, G. W.; Leatherland, J. F. e Moccia, R. D. 1998. The effects of the β -agonist ractopamine on growth hormone and intermediary metabolite concentrations in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research** 29:79-87.

Vasconcelos, C. H. F.; Fontes, D. O.; Corrêa, G. S. S. e Marinho, P. 2007. Ractopamina na alimentação de suínos. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia** 53: 86-108.

Suplementação com ractopamina na dieta para pintado amazônico na fase final de crescimento

Supplementation with ractopamine in the diet for amazon catfish in the final growth phase

Thiago Xavier Martins¹; Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho¹, Charles Kiefer¹, Phillipe Thiago Leite Barbosa¹, Luana Barbosa Pires¹, André Luiz Nunes¹, Lucas Carvalho de Almeida¹, Jayme Aparecido Povh¹

¹Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Senador Filinto Müller, 2443, Vila Ipiranga, 79074-460, Campo Grande, MS, Brazil.

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar as características de desempenho, rendimento corporal, deposição de gordura e hematológicas do pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) alimentados com dietas contendo ractopamina por diferentes períodos na fase final de crescimento. Os peixes foram submetidos a suplementação com ractopamina (20 mg kg⁻¹) na dieta por quatro períodos (0, 15, 30 e 45 dias). Para análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao Teste t de Student para comparação das médias. As características de desempenho zootécnico e rendimento de carcaça não foram influenciadas (P>0,05) pelos períodos de suplementação com ractopamina. Características de pH, cor L* e cor a* do filé após o abate, e cor L* pós descongelamento foram influenciadas (P<0,05) pelo período de suplementação com o aditivo na dieta. A perda de água por cocção dos filés foi maior (P<0,05) em animais que não receberam ractopamina. Quanto a composição centesimal dos filés, a porcentagem de matéria seca foi maior (P<0,05) em filés de peixes não suplementados com o aditivo e nos que receberam ractopamina por 15 dias na dieta. As concentrações de triglicérides, glicose e colesterol no sangue não apresentaram diferenças (P>0,05) entre os períodos de suplementação. A suplementação de 20 mg kg⁻¹ de ractopamina na dieta do pintado amazônico durante 15, 30 ou 45 dias não altera o desempenho zootécnico, as características de rendimento de carcaça e hematológicas (P>0,05).

Palavras-chave: Agonista β -adrenérgico, qualidade do pescado, *Pseudoplatystoma reticulatum*, *Leiarius marmoratus*, surubim

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate performance, body yield, fat deposition and hematological characteristics of the amazon catfish *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus* fed diets containing ractopamine for different periods in the final stage of growth. Fish were submitted to supplementation with ractopamine (20 mg kg⁻¹) in the diet for four periods (0, 15, 30 and 45 days). For statistical analysis, the data were submitted to analysis of variance and later to Student's t test for comparison of means. The performance characteristics and carcass yield were not influenced ($P > 0.05$) by the periods of ractopamine supplementation. PH, color L * and color a * of fillet after slaughter, and color L * after thawing were influenced ($P < 0.05$) by the period of supplementation with the additive in the diet. The water loss from fillet cooking was higher ($P < 0.05$) in animals that did not receive ractopamine. As for the centesimal composition of the steaks, the dry matter percentage was higher ($P < 0.05$) in fish fillets not supplemented with the additive and in those who received ractopamine for 15 days in the diet. Concentrations of triglycerides, glucose and cholesterol in the blood showed no differences ($P > 0.05$) between the periods of supplementation. The supplementation of 20 mg kg⁻¹ of ractopamine in the diet of the Amazon region for 15, 30 or 45 days does not alter the performance of the animals, carcass yield and hematological characteristics ($P > 0.05$).

Keywords: β –adrenergic agonist, fish quality, *Pseudoplatystoma reticulatum*, *Leiarius marmoratus*, surubim

Introdução

O pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) tem sido cada vez mais cultivado em escala comercial em países da América do Sul, principalmente no Brasil (Souza et al., 2017). Entretanto, sabe-se através de relatos de produtores, que este peixe tem apresentado uma alta quantidade de gordura corporal, principalmente na região abdominal. A gordura pode afetar o sabor, a aparência e a qualidade final da carne dos peixes (Pezzato et al., 2004).

Para minimizar o teor de gordura e melhorar a qualidade das carcaças tem se adicionado aditivos as dietas de algumas espécies como em suínos. Com esta finalidade

tem se utilizado a ractopamina, um agonista β -adrenérgico, cujos resultados têm sido demonstrados por diversas pesquisas meta analíticas (Apple et al., 2007; Kiefer e Sanches, 2009; Pompeu et al., 2017), com efeitos positivos no desempenho e redução da deposição de gordura nas carcaças, sem prejudicar a qualidade da carne.

Embora haja poucos estudos, há evidências de que a ractopamina, assim como em suínos, também possa reduzir a gordura das carcaças de peixes. Resultados positivos para redução da gordura muscular e mesentérica e aumento do ganho de peso foram relatados em catfish (*Ictalurus punctatus*) (Mustin & Lovell, 1993). Estudos recentes também indicam redução do teor de gordura no filé do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Oliveira et al., 2014).

Em função da grande variabilidade genética entre as diferentes espécies de peixes, ainda não foi possível estabelecer o nível e o período ideal de suplementação de ractopamina que ocasionasse redução de gordura corporal e melhora nos índices zootécnicos. Enquanto que para suínos os estudos indicam efeito positivo com 5 mg kg^{-1} , durante 28 dias, em peixes os níveis utilizados variam de 4 mg kg^{-1} (Neto et al., 2017) até 100 mg kg^{-1} (Mustin e Lovell, 1993) e o período de suplementação entre 28 dias (Mustin & Lovell, 1993) até 60 dias (Bicudo et al., 2012). Quando se tem uma ação contínua da ractopamina em suínos ocorre uma redução na resposta aos estímulos provocados pelo uso do aditivo (Mills, 2002).

Considerando-se que não há estudos avaliando a ractopamina em dietas do pintado amazônico e considerando o elevado índice de gordura da carcaça desse peixe no abate, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar as características de desempenho, rendimento de carcaça, qualidade de carne e hematológicas de pintados amazônicos alimentados com dietas contendo ractopamina na fase final de crescimento.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação de Piscicultura da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) (20°29'58.7"S; 54°36'53.5" W), localizada em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Os peixes utilizados pertencem ao grupo dos surubins, oriundos do cruzamento entre fêmeas de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e machos de jundiá (*Leiarius marmoratus*). Os peixes foram adquiridos de uma piscicultura comercial e estocados em tanques-rede de 4 m³ até atingirem peso próximo ao de abate. The procedures adopted in the present study were approved by the Animal Use Ethics Committee (CEUA / UFMS; approval no. 905/2017).

Foram distribuídos oitenta animais em oito tanques-redes de 4 m³ (dez animais por tanque-rede), alocados em viveiro escavado de 150 m², com renovação de água de 10% ao dia. Os peixes foram submetidos a quatro períodos (0, 15, 30, 45 dias) de suplementação com 20 mg kg⁻¹ de ractopamina durante os meses de março e abril, totalizando 45 dias de período experimental. Anteriormente ao início do experimento foi realizado um período de adaptação dos peixes por 15 dias, onde estes receberam dieta comercial duas vezes ao dia sem inclusão da ractopamina.

O peso médio inicial dos peixes foi de 1,43±0,352 kg e comprimento padrão de 47±3,36 cm, totalizando uma biomassa inicial de 3,56 kg/m³. A biomassa máxima por tanque-rede foi estimada em 5,62 kg/m³. Este valor foi calculado dividindo a biomassa máxima do viveiro escavado (180 kg) pelo número de tanques-rede e pelo tamanho em m³. O valor médio de biomassa final (4,44 kg/m³) de cada tanque-rede foi inferior a máxima calculada. Cada tanque-rede foi utilizado neste experimento apenas com objetivo de separar os diferentes períodos de suplementação com o aditivo.

A incorporação da ractopamina na dieta comercial foi feita utilizando o amido como veículo, o qual também foi adicionado na dieta controle. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (manhã e tarde) com dieta extrusada para peixes

carnívoros. A composição nutricional das dietas experimentais (Tabela 1) foram analisadas por NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy).

Tabela 1 - Composição analisada das dietas utilizadas em um experimento com pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiurus marmoratus*) suplementados com ractopamina em três períodos diferentes (0, 15, 30 e 45 dias) de suplementação.

Composição analisada	Dieta com ractopamina	Dieta basal
Proteína bruta (%)	41,0	41,3
Extrato etéreo (%)	11,1	12,3
Fibra bruta (%)	3,8	3,6
Matéria mineral (%)	7,6	7,5
Matéria seca (%)	92,8	95,6
Amido (%)	29,1	31,4
Ractopamina (mg kg ⁻¹)	20,0	-

A quantidade de ração oferecida aos peixes baseou-se na biomassa total de cada tanque-rede (aproximadamente 1,5% da biomassa), temperatura da água e no comportamento dos animais no momento da alimentação. Através dessas observações buscou-se manter uma homogeneidade na quantidade de ração fornecida para todos os tratamentos.

Diariamente durante o período experimental foram feitas análises das características de qualidade de água em dois pontos do viveiro escavado (entrada e saída de água). A temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH da água foram avaliadas usando um medidor multiparâmetro (YSI ProPlus). Além destas análises, semanalmente foram coletadas amostras de água do viveiro para mensurar a amônia total e nitrito. Na média, as características de qualidade de água, mantiveram-se estáveis e apropriadas ao desenvolvimento dos peixes durante todo o período experimental (Tabela 2).

Tabela 2 - Características de qualidade de água observadas durante um experimento com suplementação de ractopamina em dietas para pintados amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiurus marmoratus*) em três períodos diferentes (0, 15, 30 e 45 dias).

Parâmetros da água	Médias	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	25,5	22,3	29,6
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)*	3,5	0,8	10,8
pH	7,5	7,0	8,0
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,0	0,0	0,2
Amônia total (mg L ⁻¹)	0,52	0,1	0,5

*Foi utilizado soprador como fonte de aeração sempre que o valor de oxigênio dissolvido foi menor que 2 mg L⁻¹.

Para obtenção dos resultados de crescimento foi realizada uma biometria inicial e outra no final do período experimental, mensurando as seguintes características: Peso Corporal (g) e Comprimento Padrão (CP - compreendido entre a extremidade anterior da cabeça até o início da nadadeira caudal - cm).

Durante a última biometria também foi realizada a coleta de sangue dos animais através de punção da veia caudal utilizando tubos vacutainer®. Os peixes foram anestesiados com eugenol (Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA) em uma concentração de 50 mg L⁻¹ até atingir o estágio de anestesia cirúrgica, conforme recomendado por ROSS e ROSS (1999). Posteriormente, o sangue coletado foi centrifugado (Centrífuga Excelsa baby II, Modelo 206-R e 15 minutos, 3.500 rpm) e o soro foi coletado para a determinação das concentrações de glicose, colesterol e triglicerídeos. O método utilizado para extração do soro, seguiu os procedimentos realizados por Drumond et al. (2018).

Ao final do período experimental todos os animais foram abatidos para as análises de rendimento corporal e características de qualidade de carne. Foram avaliados o rendimento do peixe eviscerado (RPEVIS); rendimento de filé dorsal com pele

(RFDCP); rendimento de filé de barriga com pele (RFBCP); rendimento de filé total com pele (RFTOTCP); gordura abdominal (GORDAB); gordura visceral (GVISC). O cálculo dos rendimentos corporais foi dado pela divisão do peso da característica mensurada pelo peso vivo final do peixe e multiplicado por 100 (%).

A avaliação das características de qualidade de carne, pH, cor L*, cor a*, cor b*, perda por cocção e força de cisalhamento, foram realizadas conforme protocolo utilizado por Fantini et al. (2015) em surubins. Logo após o abate, com auxílio de pHmetro digital (Hanna, modelo HI 99163- com eletrodo específico para carnes), o pH intramuscular foi mensurado em três pontos diversos de cada amostra de filé, utilizando as médias dos resultados obtidos nas três mensurações.

Paralelamente as análises de pH, foram realizadas mensurações de coloração do filé, utilizando colorímetro (Konica Minolta, modelo CR-400), adotando-se o sistema como CIELAB, determinado por valores L*, a* e b*, onde L* está relacionado a luminosidade da amostra, variando de 0 (Preto) a 100 (Branco), o a* aos tons de verde (-60) e vermelho (+60) e b* com tons de azul (-60) e amarelo (+60). Após essas análises todos os filés foram identificados e armazenados em freezer.

As perdas por cocção (PC) foram determinadas pela diferença de peso das amostras antes e depois do cozimento. Para isso, as amostras foram pesadas cruas e submetidas ao cozimento em forno elétrico convencional a temperatura de 170°C. A temperatura foi monitorada com termômetro inserido no centro geométrico das amostras. Ao atingir 42°C, as amostras eram viradas e mantidas no forno até atingir a temperatura final de 72°C. Após o cozimento, as amostras foram pesadas novamente para cálculo da perda de líquido durante o cozimento.

Para realização de força de cisalhamento (FC), os filés após o cozimento foram envoltos em filme de polietileno e resfriados a 5°C, durante 24 h. Para a determinação

de FC utilizou-se texturômetro (Brookfield, modelo CT3) com capacidade para 25 kg, com velocidade do seccionador de $3,3 \text{ mm s}^{-1}$ e equipado com lâmina do tipo Warner Bratzler. Para essas avaliações, foi utilizado o filé direito de cada espécie e retiradas a quantidade máxima possível de amostras, sendo amostras retangulares de 2 cm x 1 cm, com o mínimo de 4 sub-amostras por animal. A média da força de cisalhamento das sub-amostras de cada filé foi utilizada como o valor de força de cisalhamento de cada amostra de filé.

As análises de composição centesimal foram realizadas no filé *in natura* (sem realizar a pré secagem) para as variáveis matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). As amostras foram todas moídas, homogeneizadas e analisadas quanto teores MS, MO, MM, PB e EE segundo metodologia proposta por AOAC (2000).

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 15, 30 e 45 dias), duas repetições (tanque-rede) e 10 réplicas nas análises das características de desempenho zootécnico, de rendimento de carcaça, de qualidade de carne e de características hematológicas. A análise de composição centesimal dos filés foi feita em triplicata, sendo utilizado o filé de três animais de cada repetição. Para análise estatística, os dados foram submetidos à uma Análise de Variância e posteriormente ao Teste t de Student para comparação das médias.

Resultados

Os períodos de suplementação com ractopamina (20 mg kg^{-1}) não modificaram ($P > 0,05$) as características de desempenho zootécnico e de rendimento de carcaça do pintado amazônico (Tabela 3).

O pH pós abate (pHPAB) apresentou menor valor ($P < 0,05$) nos peixes que não receberam a dieta com o aditivo e o maior valor ($P < 0,05$) foi encontrado nos animais

suplementados por 30 dias (Tabela 4).

A suplementação por 45 dias ractopamina apresentou valor de cor L* pós abate (CORLPAB) superior ($P < 0,05$) aos demais tratamentos. Entretanto, o maior ($P < 0,05$) valor de cor L* após o descongelamento (CORLPD) dos filés foi nos peixes que não receberam o aditivo (Tabela 4).

A cor a* pós abate (CORAPAB) apresentou maior valor ($P < 0,05$) no filé dos peixes que receberam dieta contendo ractopamina por 30 dias. A cor a* pós descongelamento (CORAPD) não foi influenciada pelos diferentes períodos de alimentação com o aditivo. Nenhuma diferença foi encontrada nos valores de cor b* dos filés (Tabela 4).

A perda por cocção dos filés foi menor ($P < 0,05$) nos peixes que foram suplementados com ractopamina (independente do tempo de fornecimento) em relação aos peixes do grupo controle. Não foram encontradas diferenças nos valores de força de cisalhamento ($P > 0,05$) pelos períodos de suplementação (Tabela 4).

Quanto a composição centesimal dos filés, o período de suplementação com ractopamina afetou ($P < 0,05$) apenas a porcentagem de matéria seca dos filés, com menor valor para os peixes que receberam ractopamina por 30 dias (25,11%), e maior quando os peixes receberam ractopamina no período de 0 (26,63%) e 15 dias (26,60%) (Tabela 5). Nas demais características (matéria mineral, matéria orgânica, estrato etéreo e proteína bruta) não houve influência do período de suplementação com o aditivo.

As concentrações de glicose, triglicérides e colesterol no sangue dos animais não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelo período de suplementação (Tabela 6).

Tabela 3 - Características de desempenho zootécnico e rendimento de carcaça obtidas em um experimento com suplementação de ractopamina (20 mg kg⁻¹) em dietas para pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiurus marmoratus*) em quatro períodos diferentes (0, 15, 30 e 45 dias).

Variáveis ¹	Período de suplementação com ractopamina nas dietas (dias)				Valor-P ²	CV ³
	0	15	30	45		
Peso Final (g)	1.809,95	1.802,05	1.740,25	1.763,10	0,61	3,16
Ganho de Peso (g)	365,36	351,75	314,00	356,88	0,74	14,14
CAA	2,50	2,33	3,03	2,42	0,40	15,34
RPEVISC (%)	92,19	91,45	91,29	91,95	0,82	1,16
RFDCP (%)	40,21	40,11	40,83	40,00	0,40	1,16
RFBCP (%)	14,28	13,21	14,18	14,33	0,12	2,75
RFTOTCP (%)	54,49	53,33	55,02	54,34	0,08	0,82
GORDAB (%)	1,59	1,48	1,38	1,72	0,80	18,38
GVÍSC (%)	0,06	0,09	0,12	0,08	0,31	24,10
Peso de Vísceras (g)	84,40	84,22	81,39	82,91	0,85	4,60

¹Características de desempenho zootécnico e rendimento de carcaça avaliadas: Conversão alimentar aparente (CAA); Rendimento do peixe eviscerado (RPEVIS); Rendimento de filé dorsal com pele (RFDCP); Rendimento de filé de barriga com pele (RFBCP); Rendimento de filé total com pele (RFTOTCP); Gordura abdominal (GORDAB); Gordura visceral (GVISC); ²Valor-P da Análise de Variância; ³Coefficiente de variação.

Tabela 4 - Características de qualidade de carne obtidas em um experimento com suplementação com ractopamina (20 mg kg⁻¹) em dietas para pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiurus marmoratus*) em quatro períodos diferentes (0, 15, 30 e 45 dias).

Variáveis ¹	Período de suplementação com ractopamina nas dietas (dias)				Valor-P ²	CV ³
	0	15	30	45		
pHPAB	6,13 ^c	6,36 ^b	6,58 ^a	6,29 ^b	0,0014*	0,60
CORLPAB	47,35 ^b	47,85 ^b	46,96 ^b	49,89 ^a	0,0127*	1,00
CORAPAB	0,80 ^b	0,68 ^b	2,68 ^a	1,91 ^{ab}	0,0287*	29,22
CORBPAB	1,34	1,46	2,67	2,22	0,1217	24,35
pHPD	5,99	6,02	6,09	6,06	0,0509	0,40
CORLPD	52,83 ^a	52,20 ^{ab}	51,13 ^b	50,97 ^b	0,0497*	0,94
CORAPD	1,81	1,84	2,74	1,36	0,1398	23,23
CORBPD	6,75	7,21	7,12	6,42	0,5401	8,20
PC (g)	60,00 ^a	51,70 ^b	50,00 ^b	50,33 ^b	0,0137*	3,36
FC (kgf)	0,690	0,701	0,676	0,639	0,4716	5,57

¹Características de qualidade de carne analisadas: pH pós abate (pHPAB); Cor L* pós abate (CORLPAB); Cor a* pós abate (CORAPAB); Cor b* pós abate (CORBPAB); pH pós descongelamento (pHPD); Cor L* pós descongelamento (CORLPD); Cor a* pós descongelamento (CORAPD); Cor b* pós descongelamento (CORBPD); Perdas de água por cocção (PC); Força de cisalhamento (FC); ²*Valor-P significativo da Análise de Variância (P<0,05); ³Coeficiente de Variação.

Tabela 5 - Composição centesimal aparente de filés obtidas em um experimento com suplementação de ractopamina (20 mg kg⁻¹) em dietas para pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarus marmoratus*) em quatro períodos diferentes (0, 15, 30 e 45 dias).

Variáveis	Período de inclusão de ractopamina nas dietas (dias)				Valor-P ¹	CV ²
	0	15	30	45		
Matéria Seca (%)	26,63 ^a	26,60 ^a	25,11 ^c	25,79 ^b	0,01*	0,81
Matéria Mineral (%)	3,61	3,57	3,91	3,61	0,83	9,11
Matéria Orgânica (%)	96,38	96,42	96,08	96,38	0,83	0,34
Extrato Etéreo (%)	4,56	4,57	4,34	3,33	0,62	20,20
Proteína Bruta (%)	16,70	18,83	17,74	18,71	0,20	4,37

¹*Valor-P significativo da Análise de Variância (P<0.05); ²Coefficiente de Variação.

Tabela 6 - Concentrações de glicose, triglicerídeos e colesterol sanguíneo obtidas em um experimento com suplementação de ractopamina (20 mg kg⁻¹) em dietas para pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarus marmoratus*) em quatro períodos diferentes (0, 15, 30 e 45 dias).

Variáveis	Período de inclusão de ractopamina nas dietas				Valor-P ¹	CV ²
	0	15	30	45		
Glicose (mg dL ⁻¹)	84,37	72,75	91,61	81,47	0,30	10,23
Triglicerídeos (mg dL ⁻¹)	414,42	438,17	385,74	423,72	0,84	14,32
Colesterol (mg dL ⁻¹)	140,00	122,40	138,27	137,50	0,45	8,22

¹*Valor-P significativo da Análise de Variância (P<0.05); ²Coefficiente de Variação.

Discussão

De acordo com a revisão realizada sobre o uso de ractopamina em peixes neste estudo, este é o primeiro trabalho com a utilização deste aditivo em dietas para pintado amazônico (*L. marmoratus* x *P. reticulatum*) na fase final. Os resultados encontrados neste trabalho para as características de desempenho zootécnico e rendimento de carcaça são semelhantes aos de Neto et al. (2017) em tilápias do Nilo no final do período de crescimento, trabalhando com doses de 0, 4, 8, 12 e 16 mg kg⁻¹, durante 31 dias. Estes dados indicam que possivelmente a dose utilizada e o período não foram suficientes para ação do aditivo em características de desempenho e rendimento de carcaça de pintado amazônico e tilápias.

De modo similar, Devens et al. (2012) não verificaram resultados positivos para características de desempenho em carpa húngara (*Cyprinus carpio*) com peso inicial de 18,64±1,25 g, suplementadas com 7, 14 e 21 mg kg¹ de ractopamina durante 56 dias. Por outro lado, Mustin e Lovell (1993) observaram aumento de 17% no ganho de peso em juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) com peso inicial de 156 g quando suplementados com 20 ou 100 mg kg¹ de ractopamina em relação a dieta controle durante 28 dias. De acordo com as variações dos resultados observados entre as pesquisas citadas, pode-se inferir que os efeitos da ractopamina podem variar em função da fase de cultivo e da espécie dos peixes.

Tem-se constatado que em suínos em terminação a conversão alimentar é sensivelmente melhorada com a suplementação de 20 mg kg¹ de ractopamina por 15 dias (Marçal et al., 2015). Entretanto, neste trabalho com pintado amazônico esta característica não foi influenciada ($P>0,05$) pelos períodos de suplementação com a ractopamina. Estes resultados podem indicar que os peixes apresentam respostas fisiológicas e metabólicas distintas em relação a suplementação de ractopamina na dieta

quando comparados aos suínos.

Em tilápias-do-Nilo na fase final de crescimento com as doses de 4, 8, 12 e 16 mg kg⁻¹ de ractopamina não houve influência no rendimento de filé (Neto et al., 2017), corroborando com os dados encontrados neste trabalho com pintado amazônico. Os valores de rendimentos de peixe eviscerado e filé estão próximos aos encontrados por Souza et al. (2017) nesta mesma espécie, em dietas sem suplementação com o aditivo. Possivelmente, para que ocorra uma melhora desta característica em peixes suplementados com ractopamina é necessária uma dose ou tempo maior.

Resultados positivos para redução de gordura muscular e mesentérica em peixes foram relatados por Mustin e Lovell (1993) trabalhando com juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) com peso inicial de 156g suplementados com dietas contendo 20 e 100 mg kg⁻¹ de ractopamina. Entretanto, existe uma tendência de que com o aumento do peso e idade dos animais, incrementa também a deposição de gordura. Este fato levanta a hipótese de que é necessária uma quantidade superior a 20 mg kg⁻¹ de ractopamina para que se tenha redução na quantidade de gordura corporal do pintado amazônico na fase final de crescimento. Sugere-se ainda a hipótese de que ocorram perdas de ractopamina por solubilização na água durante a alimentação dos peixes indicando a necessidade de doses mais elevadas de suplementação.

Embora a ractopamina não tenha proporcionado melhoras na porcentagem de gordura visceral, observa-se que os valores obtidos foram muito menores aos observados por Souza et al. (2017), de 3,28% ± 1,49 e 4,81% ± 1,76 em dietas contendo 32% e 40% de proteína bruta com peso final de 1.016,63 ± 250,59 e 1.152,22 ± 338,50 kg, respectivamente. Cabe salientar que variações no nível de proteína, ou ainda variações na relação caloria:proteína das dietas, podem levar ao aumento ou redução do acúmulo de gordura visceral e possivelmente nas situações de desbalanço nutricional, a

ractopamina pudesse proporcionar melhor ação metabólica. No presente estudo o nível proteico e a relação caloria:nutriente foram mantidas constantes entre os tratamentos.

As diferenças encontradas nos valores de pH após o abate neste trabalho, não se mantiveram no pH após o descongelamento, indicando que esta característica não afetou a qualidade final dos filés. Ambos valores de pH estão próximos aos encontrados por Fantini et al., (2015) em surubins que obteve valores de $6,17 \pm 0,23$ para peixes produzidos em tanques-rede e $6,39 \pm 0,10$ para os produzidos em viveiros escavados.

O maior valor da cor L^* pós abate encontrado nos filés dos peixes suplementados por 45 dias com ractopamina pode ser interessante do ponto de vista da comercialização deste produto, pois indica que os filés destes peixes são mais claros quando frescos. Entretanto, após congelado, o maior valor de cor L^* é notado nos peixes que não receberam o aditivo na dieta.

Os filés após abate, dos peixes que receberam dieta contendo ractopamina por 30 dias, apresentaram um tom mais avermelhado, pois quanto maior o valor da cor a^* , mais avermelhada é a carne (Fantini et al., 2015). Esta variável pode estar associada com a quantidade de mioglobina presente nos músculos (Maia e Ogawa, 1999). Após o descongelamento nenhuma diferença foi notada nos valores de cor a^* .

Os valores de cor b^* dos filés, tanto pós abate quanto pós descongelamento, encontrados neste experimento são inferiores aos apresentados no trabalho de Fantini et al. (2015) em surubins. Essa diferença nos valores da cor b^* indica que por mais que os peixes pertençam ao mesmo gênero e que as espécies utilizadas nos cruzamentos sejam parecidas, a qualidade de carne destes peixes pode ser diferente e muitas vezes este fato é relatado por consumidores.

Em relação aos resultados encontrados neste trabalho para a característica perda por cocção dos filés, podemos afirmar que a suplementação com ractopamina pode

acarretar em um filé com maior suculência, sendo esta uma característica desejável pelo consumidor final.

Valores semelhantes aos encontrados neste trabalho para força de cisalhamento foram obtidos por Fantini et al. (2015), trabalhando com outra espécie de surubim em viveiros escavados e com equipamento diferente.

O menor valor de matéria seca nos filés dos peixes que receberam ractopamina por 30 dias (25,11%), e os maiores valores nos peixes que receberam ractopamina nos períodos de 0 (26,63%) e 15 dias (26,60%). Entretanto, no trabalho de Neto et al. (2017) que obteve um valor médio 23,60% de matéria seca, não foi observada diferença nos valores dos filés de tilápias na fase final de crescimento, alimentadas com dietas contendo ractopamina. A diferença nos valores de matéria seca entre o presente estudo e o de Neto et al. (2017) evidencia a grande diferença nas respostas das diferentes espécies para a suplementação de ractopamina.

Contrário aos resultados apresentados neste trabalho para as características hematológicas avaliadas, Bicudo et al. (2012), mostram redução da glicose sanguínea em pacu ($103,6 \pm 3,3$ g) alimentados com ractopamina (10, 20 e 40 mg kg⁻¹) durante 60 dias em relação ao grupo controle, entretanto não houve diferença entre os níveis avaliados. Em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) o nível de triglicerídeos aumenta quando se tem uma inclusão de 10 mg de ractopamina na dieta (Haji-Abadi et al., 2010). A diferença nos resultados entre estes trabalhos pode ser explicada pelo nível de resposta de cada espécie submetida a suplementação com ractopamina

Conclusão

A suplementação de 20 mg kg⁻¹ de ractopamina na dieta do pintado amazônico durante 15, 30 ou 45 dias não altera o desempenho, as características de rendimento de

carça e sanguíneas. A ractopamina afeta levemente as características de cor do filé e pH. A suplementação de ractopamina por 30 e 45 dias aumenta a umidade do filé.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) pelo apoio a este projeto.

REFERÊNCIAS

- Apple, J. K.; Rincker, P. J.; McKeith, F. K.; Carr, S. N. and Armstrong, T. A. PAS. 2007. Review Meta-Analysis of the Ractopamine Response in Finishing Swine. **The Professional Animal Scientist** 23:179-196.
- Bicudo, J. A.; Sado R. Y. and Cyrino J. E. P. 2012. Growth, body composition and hematology of juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fed increasing levels of ractopamine. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 64:1335-1342.
- Devens, M.A.; Lazzari, R.; Rotilli, D.A.; Pucci, L.E.A.; Veiverberg, C.A. and Coldebella, I.J. 2012. Ractopamina na dieta da carpa húngara (*Cyprinus carpio*) criada em tanques-rede. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 64:1717-1722.
- Drumond, M. M.; Naves, L. P.; Ribeiro, P. A. P.; Oliveira, M. M.; Okamura, D.; Resende, A. E.; Cantarelli, V. S. and Rosa, P. V. 2018. Metabolic and histologic responses of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fed diets supplemented with increasing concentrations of ractopamine. **Revista Brasileira de Zootecnia** 47:1516-3598.
- Fantini, L. E.; Lara, J. A. F.; Delbem, A. C. B.; Ushizima, T. T.; Povh, J. A. and Campos, C.M. 2015. Quality attributes and properties of surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) meat. **Semina: Ciências Agrárias** 36:3957-3964.
- Haji-Abadi, S. M. A.; Soofiani, N. M.; Sadeghi, A. A.; Chamani, M. and Riazi, G. H. 2010. Effects of supplemental dietary l-carnitine and ractopamine on the performance of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture Research** 41:1582-1591.
- Kiefer, C. and Sanches, J. F. 2009. Metanálise dos níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação Meta-analysis of the ractopamine levels in diets for finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:1037-1044.
- Pompeu, M. A.; Rodrigues, L. A.; Cavalcanti, L. F. L.; Fontes, D. O. and Toral, F. L. B. 2017. A multivariate approach to determine the factors affecting response level of growth, carcass, and meat quality traits in finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science** 95:1644–1659.
- Maia, E. L. and Ogawa, M. Cor. p.75-85 In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. (Org.). 1999. In: **Manual de pesca – ciência e tecnologia do pescado**. Livraria Varela Ltda, São Paulo.
- Marçal, D.A.; Kiefer C.; Souza, K.M.R.; Abreu, R.C.; Rosa, R.A. and Rosa, L.S. et al. 2015. Ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação. **Revista Ceres** 62: 259-264.
- Mills, S. E. 2002 Implications of feedback regulation of beta-adrenergic signaling. **Journal of Animal Science** 80:30-35
- Mustin, W. G. and Lovell, R. T. 1993. Feeding the repartition in gagent, ractopamine, to channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in creases weight gain and reduces fat deposition. **Aquaculture** 109:145-152.
- Neto, A. T.; Bittarello, A. C.; Tovo, R. P.; Meurer, F.; Santos, L. D. and Bombardelli, R. A. 2017. Effect of ractopamine on Nile tilapia in the end of grow-out period. **Revista Brasileira de Zootecnia** 46:367-373.
- AOAC 2000. Association of Official Analytical Chemists - Official methods of analysis. 13.ed. AOAC, Washington.
- Oliveira, L. M. F. S.; Leal, R. S.; Mesquita, T. C.; Pimenta, M. E. S. G.; Zangeronimo, M. G., Sousa, R. V. and Alvarenga, R. R. 2014. Effect of ractopamine on the

- chemical and physical characteristics of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) steaks. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 66:185-194.
- Pezzato, L. E.; Barros, M. M.; Fracalossi, D. M. and Cyrino, J.E.P 2004. Nutrição de Peixes. In: **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**, p. 75-169. TecArt. São Paulo.
- Ross, L.G., Ross, B., 1999. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals. 2. ed. Oxford: Blackwell Science.
- Souza G. A. S.; Silva, L. K. S.; Macedo, F. F.; Lopera-Barrero, N. M.; Abreu, J. S.; Souza, F. P. e Povh, J. A. 2017. Performance of hybrid catfish subjected to diferente protein levels. **Boletim do Instituto de Pesca** 44:113-120.