

Workshop sobre Contaminantes e Resíduos em Alimentos

Resíduos de ractopamina em carne e farinha de carne e ossos de suínos¹

Vivian Feddern², Carolina N. Aroeira, Vanessa Gressler, Osmar A. Dalla Costa, Gustavo J.M.M. de Lima

INTRODUÇÃO

A ractopamina é um aditivo adicionado à ração com o objetivo de modificar o metabolismo animal, alterando a partição de energia, promovendo o desenvolvimento de tecido muscular (proteína) e reduzindo a gordura corporal (WATKINS; JONES; MOWREY, 1990; MARINHO et al., 2007). Ela é utilizada na forma de cloridrato de ractopamina (RAC) em concentrações que variam de 5 a 20 ppm, exclusivamente em dietas para suínos em fase de terminação, nos 28 dias que antecedem o abate (MAPA, 2015).

Através de uma pesquisa de opinião junto a especialistas americanos sobre as maiores descobertas para a nutrição de suínos no último século, a ractopamina foi apontada como a 13^a tecnologia de maior impacto da cadeia suinícola (CROMWELL, 2009).

O uso da RAC é controverso. Enquanto países da União Europeia e da Ásia questionam sua segurança, países da América e Austrália permitem o uso controlado deste aditivo (FREIRE, 2010; FREIRE et al., 2013). Não há relatos na literatura sobre as consequências do emprego de farinha de carne e ossos (FCO) produzida a partir de subprodutos de animais alimentados com RAC. Portanto, o objetivo desta publicação é apresentar informações que permitam esclarecer o risco de se utilizar FCO contaminada com RAC na alimentação de suínos.

FARINHAS DE CARNE E OSSOS (FCO)

¹ Os autores gostariam de agradecer a Embrapa Suínos e Aves pelo apoio financeiro e ao LANAGRO/MAPA de São José, nas pessoas de Luciano Molognoni e Heitor Daguer, pelo auxílio nas análises.

² Engenheira de Alimentos, doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. Email: vivian.feddern@embrapa.br Tel. +55 49 3441.0400

A FCO é o principal subproduto de abatedouro utilizado na nutrição animal, sendo uma excelente fonte de aminoácidos, com teores de proteína bruta que variam, geralmente, entre 35 e 60%, além de ser fonte de minerais, em especial o cálcio e fósforo (VIEITES, 1999). Do ponto de vista econômico, como as FCO geralmente apresentam menores preços, comparadas ao farelo de soja, elas propiciam redução no custo de produção de suínos, uma vez que cerca de 70-80% do custo total da produção de suínos advém da ração animal (SINDIRAÇÕES, 2016).

Para a elaboração de uma FCO de qualidade, é necessário o controle preciso da temperatura, pressão e do tempo de processamento. Desta forma, o cozimento é a operação principal e crucial do processamento, pois esteriliza possíveis resíduos biológicos (MAPA, 2008). Contudo, a legislação não contempla a qualidade das farinhas com relação a resíduos de produtos de uso veterinário, como a RAC. É possível que o processamento térmico não promova a decomposição da RAC, pois seu ponto de fusão é 165-167 °C e o ponto de ebulição é 520 °C à pressão atmosférica (CHEMNET, 2017). Porém, não se pode descartar a possibilidade de decomposição quando utilizadas pressões superiores a 1 atm e a provável degradação natural por processos biológicos, seja no armazenamento ou transporte da matéria-prima. Estudos preliminares na Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia-SC (dados não publicados), mostram que a RAC, em solução aquosa, se degrada em 60-70% após autoclavagem a pressão de 1,5 kg/cm² (1,452 atm) a 127 °C durante 2 h (condições limites de trabalho observando a faixa máxima de segurança). Os resultados obtidos indicam a possível permanência de resíduos de RAC em materiais contaminados por ela e submetidos a altas temperaturas e pressões.

Pesquisas anteriores realizadas na Embrapa Suínos e Aves (LAUX; GRESSLER; FEDDERN, 2013; FEDDERN et al., 2014a, 2014b; LAUX et al., 2014; GRESSLER et al., 2016) demonstraram a presença de resíduos de RAC em FCO e levaram à proposta de novas melhorias nos métodos de detecção. Estes dados são inéditos, uma vez que, em geral, somente as rações produzidas com a molécula e os produtos cárneos de consumo humano têm sido investigados (VALESE et al., 2016) e não os subprodutos como a FCO. Os resultados mostraram que existe uma concentração variável de resíduos de RAC na FCO (6,3 a 86,6 µg/kg), conforme apresentado na Figura 1.

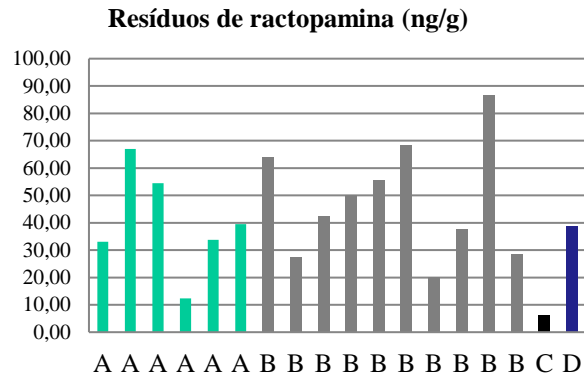


Figura 1. Resultado do monitoramento de quatro fábricas (A, B, C e D) quanto aos resíduos de RAC em FCO.

Estes resultados demonstram a necessidade de investigação *in vivo* para saber se as quantidades normalmente encontradas de RAC na FCO são passíveis de transferência a algum órgão/tecido animal comestível. Além disso, o Brasil é um grande exportador de carne suína, que se destina para diferentes mercados, o que exige controle rigoroso de qualidade para fornecer produtos de alto padrão com a comprovação da segurança para esse aditivo.

Para estudar os efeitos da alimentação de suínos com FCO contendo resíduos de RAC, foi realizado um estudo na Embrapa Suínos e Aves. No experimento, utilizou-se uma partida de FCO produzida em uma planta comercial, amostrada e analisada quanto ao teor de RAC antes do seu uso. Esta FCO foi adicionada em níveis crescentes em uma dieta à base de milho e farelo de soja, substituindo o percentual de farelo de soja. Foram estudados quatro níveis de inclusão da FCO: 0 (Controle), 7, 14 e 21%.

Foi detectado no máximo 1,35 ppb de RAC na urina no tratamento com maior nível de inclusão de FCO (21%), concentração esta considerada baixa, comparada com a literatura (QIANG et al., 2007; THOMPSON et al., 2008). Niño et al. (2017) afirmaram que se concentrações menores que 1 ppb são detectadas na urina, a probabilidade é de que no lombo deste animal não seja quantificado resíduos de RAC. Ressaltando que em nosso estudo, a ractopamina foi veiculada exclusivamente via FCO durante toda vida dos suínos e não via adição do produto comercial à ração, pelos 28 dias que antecedem o abate, possibilitando que houvesse maior tempo de deposição de resíduos do que em outros trabalhos relatados na literatura (QIANG et al., 2007).

No nosso experimento, a FCO era proveniente da produção de suínos que receberam o nível máximo de 20 ppm de RAC, conforme preconizado pela legislação brasileira. Não se utiliza nível

maior, pois não propicia efeito aditivo. Quando escolhemos FCO com 53,5 ppb para o experimento, concluímos que este era o valor médio encontrado das FCO que são comercializadas e ainda forçamos o uso de grande quantidade de RAC quando foi adicionado o máximo de 21% da FCO na ração. Embora o *screening* de todas as farinhas coletadas em diferentes indústrias (Figura 1) tenha mostrado uma variação de 6 a 86 ppb, comumente concentrações em torno de 50 ppb são encontradas, o que torna seguro a utilização de FCO na alimentação animal.

Nosso trabalho mostrou que, independente da quantidade de FCO (0 a 21%) com resíduos de RAC utilizada na ração, esta não influenciou na deposição de resíduos de ractopamina nas amostras avaliadas: lombo, fígado, rins e pulmão de leitões.

LIMITES MÁXIMOS DE RESÍDUOS (LMR) DE RACTOPAMINA PERMITIDOS

A ocorrência de resíduos de produtos de uso veterinário e os efeitos na saúde humana fazem com que o controle destes resíduos seja uma medida importante para assegurar a proteção dos consumidores (BEUCHER et al., 2015). Com isso, tecnologias de última geração estão sendo aplicadas para detectar níveis traço dos resíduos (CHU et al., 2017).

A China é o maior produtor de carne suína do mundo com 53,3 milhões de toneladas, porém, é o terceiro maior importador (845 mil toneladas), principalmente do Brasil, sendo bastante exigente e criterioso quanto à segurança da carne (ABPA, 2016). Estudos chineses (QIANG et al., 2007; DONG et al., 2011) mostraram resíduos de RAC em concentrações elevadas na seguinte ordem decrescente: pulmão > rim > fígado > lombo, tecidos estes que podem ser exportáveis, dependendo do mercado importador.

No Brasil um dos cortes suínos mais consumidos é o lombo, que geralmente tem apresentado concentrações menores do que 10 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de RAC, atendendo a legislação, mesmo em animais que foram tratados com 20 mg/kg na ração, concentração máxima esta também seguida por outros países (DONG et al., 2011). Em estudos realizados na Embrapa Suínos e Aves, foram observados níveis abaixo do limite de quantificação (0,5 ppb) no lombo de animais que foram tratados com FCO contaminadas com 53,5 ppb de RAC (FEDDERN et al., 2016).

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão responsável pela regulamentação e fiscalização de produtos destinados à alimentação animal no Brasil. Enquanto na ração os limites de RAC permitidos são da ordem de ppm (5-20 ppm), nos tecidos os níveis máximos

são em nível de ppb: músculo (10 ppb), gordura (10 ppb), fígado (40 ppb) e rim (90 ppb). Internacionalmente, a Comissão do *Codex Alimentarius* estabeleceu os limites citados acima (JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES, 2014) e o Brasil segue os mesmos limites e avalia os mesmos órgãos e tecidos.

No entanto, alguns países asiáticos e a União Europeia possuem tolerância zero quanto os resíduos de ractopamina na carne suína. Além disso, estes países se preocupam com o consumo de órgãos como o pulmão, que tem sido apontado como um tecido com alta concentração de resíduos de ractopamina (até 600 ppb), conforme relatado por Dong et al. (2011), e que não está contemplado no Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) do Brasil.

O MAPA monitora anualmente amostras de gordura, carne, fígado e rins nos estabelecimentos com inspeção federal, com a preocupação da segurança dos alimentos para o consumidor nacional. Dentre as amostras avaliadas pelo projeto liderado pela Embrapa Suínos e Aves, todas estão no escopo do MAPA, com exceção do pulmão.

PERÍODO DE RETIRADA

Atualmente, o MAPA não considera necessário um período de retirada para RAC da ração suína antes do abate. No entanto, foi demonstrado (DONG et al., 2011) que após 11 dias de período de retirada, alguns tecidos de suínos (fígado, rins, pulmões, coração e estômago) apresentaram resíduos de RAC, com exceção do músculo. Além disso, foi estimado em cinco dias como período de retirada da RAC, para obter concentrações abaixo do limite de detecção para fígado, rim e músculo. Estes autores salientaram a inexistência de legislação que regulamente os limites máximos de resíduos para pulmão e estômago, portanto sugerem mais estudos científicos para estimar o período de retirada para estes tecidos.

DIVERGÊNCIAS SOBRE O USO DA RACTOPAMINA ENTRE PAÍSES

Países como Rússia, Cazaquistão e Bielorrússia (União Aduaneira da Eurásia) exigem que haja produção segregada de suínos sem adição de RAC à ração para a importação dos produtos cárneos. Caso não se respeite essa exigência, as exportações para esses países serão suspensas (NIÑO et al., 2017).

Já na União Europeia (UE) é necessário um sistema de produção que garanta que os animais não sejam tratados em nenhuma fase com RAC. Uma vez detectada a molécula, poderá haver *recall*, destruição do produto ou a retirada do país da lista de exportadores (NIÑO et al., 2017).

A União Aduaneira da Eurásia e a UE estabeleceram níveis de ação de 0,1 e 1,0 ppb, respectivamente, de resíduos de RAC, acima dos quais não aceitam os produtos de quaisquer países exportadores. Portanto, é necessário investimento em tecnologias de alta precisão e sensibilidade analítica capazes de detectar os níveis exigidos, atender as exigências impostas e assim evitar a perda de mercados estratégicos.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a inclusão de FCO contendo 53,5 ppb de RAC, nas dietas de leitões desde os 22 aos 115 kg, não acarretou na deposição de resíduos no lombo, pulmão, fígado e rins. Portanto, a FCO produzida com resíduos de tecidos de animais que receberam RAC e utilizada até a inclusão de 21% na dieta, pode ser considerada segura nesse aspecto para a alimentação de suínos.

No caso da urina, todos os valores observados foram inferiores a 1,35 ppb, o que implicou em concentrações ainda menores nos órgãos e tecidos (<0,5 ppb).

Conclui-se que a FCO é segura para utilização na alimentação de suínos quanto aos resíduos de RAC. A utilização deste subproduto de alto valor nutricional pode se tornar uma alternativa econômica para facilitar as exportações dos tecidos comestíveis oriundos deste sistema de produção, para aqueles mercados que permitem concentrações traço, sem acarretar em perigo para a saúde humana.

REFERÊNCIAS

ABPA. **Relatório anual**. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), 2016. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>.

BEUCHER, L.; DERVILLY-PINEL, G.; PRÉVOST, S.; MONTEAU, F.; LE BIZEC, B. Determination of a large set of β -adrenergic agonists in animal matrices based on ion mobility and mass separations. **Analytical Chemistry**, v. 87, n. 18, p. 9234–9242, 2015.

CHEMNET. CAS N° **97825-25-7 Ractopamine**. Disponível em: <<http://www.chemnet.com/cas/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

Workshop CBNA sobre Alimentos Seguros
08 e 09 de março de 2017 – Auditório do IAC – Campinas, SP

CHU, L.; ZHENG, S.; QU, B.; GENG, S.; KANG, X. Detection of β -agonists in pork tissue with novel electrospun nanofibers-based solid-phase extraction followed ultra-high performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 227, p. 315–321, 2017.

CROMWELL, G. L. ASAS Centennial Paper: Landmark discoveries in swine nutrition in the past century. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 2, p. 778–792, 2009.

DONG, Y.; XIA, X.; WANG, X.; DING, S.; LI, X.; ZHANG, S.; JIANG, H.; LIU, J.; LI, J.; FENG, Z.; YE, N.; ZHOU, M.; SHEN, J. Validation of an ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for determination of ractopamine: Application to residue depletion study in swine. **Food Chemistry**, v. 127, n. 1, p. 327–332, 2011.

FEDDERN, V.; GRESSLER, V.; GROTH, L. H. M.; COSTA, O. A. D.; DE LIMA, G. J. M. M. Depleção de resíduos de ractopamina através da urina e concentração no lombo de suínos alimentados com farinha de carne e ossos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ALIMENTOS DA CIGR, 20, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCTA, 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/>>.

FEDDERN, V.; LAUX, A. R.; DALLA COSTA, O. A.; DE LIMA, G. J. M. M.; GRESSLER, V. Development of a QuEChERS methodology for ractopamine analysis in meat and bone meal. In: XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2014, Aracaju. XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e IV Congresso do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Frutos Tropicais, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCTA/UFS, 2014a.

FEDDERN, V.; LAUX, A. R.; DE LIMA, G. J. M. M.; DALLA COSTA, O. A.; GRESSLER, V. Determination of ractopamine in meat and bone meal through SPE-LC-MS/MS and estimation of its residues in swine tissues. In: XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2014, Aracaju. XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e IV Congresso do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Frutos Tropicais, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCTA/UFS, 2014b.

FREIRE, E. F. **Desenvolvimento e validação de métodos para análise de ractopamina na matéria-prima, no produto tactusuín, no complexo vinamínico-mineral e na ração para suínos em terminação**. 2010. Universidade de São Paulo, 2010.

FREIRE, E. F.; BORGES, K. B.; TANIMOTO, H.; NOGUEIRA, R. T.; BERTOLINI, L. C. T.; GAITANI, C. M. Monitoring of ractopamine concentration in the mixture of this feed additive with vitamin mineral complex and with swine feed by HPLC. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 30, n. 5, p. 796–803, 2013.

GRESSLER, V.; FRANZEN, A. R. L.; DE LIMA, G. J. M. M.; TAVERNARI, F. C.; DALLA COSTA, O. A.; FEDDERN, V. Development of a readily applied method to quantify ractopamine residue in meat and bone meal by QuEChERS-LC-MS/MS. **Journal of Chromatography B**, v. 1015-1016, p. 192–200, mar. 2016.

JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES. **Residue evaluation of certain veterinary drugs**. 78th meeti ed. Geneva: FAO/WHO, 2014.

LAUX, A. R.; FEDDERN, V.; NICOLOSO, R. S.; DE LIMA, G. J. M. M.; DALLA COSTA, O. A.; GRESSLER, V. Depletion of ractopamine residues during and after swine slaughtering. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 24, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCTA/UFS, 2014.

LAUX, A. R.; GRESSLER, V.; FEDDERN, V. Padronização de método para extração de ractopamina de farinhas de carne e ossos. In: VIII Simpósio de Alimentos para Região Sul (SIAL), 2013, Passo Fundo, RS. VIII Simpósio de Alimentos para Região Sul (SIAL), Passo Fundo/RS. **Anais...** Passo Fundo/RS: UPF, 2013.

MAPA. **Instrução Normativa nº 34, de 28 de maio de 2008. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Higiênico-Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais**, 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14380>>.

Workshop CBNA sobre Alimentos Seguros
08 e 09 de março de 2017 – Auditório do IAC – Campinas, SP

MAPA. **Tabela de aditivos antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas com uso autorizado na alimentação animal.** Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Alimentação Animal/ADITIVOS AUTORIZADOS COMO MD e ANTICOCCIDIANOS 2015 - 25 abril - Portal MAPA.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Alimentação%20Animal/ADITIVOS%20AUTORIZADOS%20COMO%20MD%20e%20ANTICOCCIDIANOS%202015%20-%2025%20abril%20-%20Portal%20MAPA.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2017.

MARINHO, P. C.; FONTES, D. D. O.; SILVA, F. C. de O.; ALMEIDA E SILVA, M. de; PEREIRA, F. A.; AROUCA, L. C. C. Effect of ractopamine and the methods of diet formulation on the performance and carcass characteristics of finishing barrows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1061–1068, 2007.

NIÑO, A. M. M.; GRANJA, R. H. M. M.; WANSCHER, A. C. B. A.; SALERNO, A. G. The challenges of ractopamine use in meat production for export to European Union and Russia. **Food Control**, v. 72, p. 289–292, 2017.

QIANG, Z.; SHENTU, F.; WANG, B.; WANG, J.; CHANG, J.; SHEN, J. Residue depletion of ractopamine and its metabolites in swine tissues, urine, and serum. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 11, p. 4319–4326, 2007.

SINDIRAÇÕES. **Carne de boi, porco e frango vai subir pelo menos 10% nos próximos meses.** Disponível em: <<http://sindiracoes.org.br/carne-de-boi-porco-e-frango-vai-subir-pelo-menos-10-nos-proximos-meses/>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

THOMPSON, C. S.; HAUGHEY, S. A.; TRAYNOR, I. M.; FODEY, T. L.; ELLIOTT, C. T.; ANTIGNAC, J.-P.; LE BIZEC, B. L.; CROOKS, S. R. H. Effective monitoring for ractopamine residues in samples of animal origin by SPR biosensor and mass spectrometry. **Analytical Chimica Acta**, v. 608, n. 2, p. 217–225, 2008.

VALESE, A. C.; OLIVEIRA, G. A. P.; KLEEMANN, C. R.; MOLOGNONI, L.; DAGUER, H. Journal of Food Composition and Analysis A QuEChERS/LC–MS method for the analysis of ractopamine in pork. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 47, p. 38–44, 2016.

VIEITES, F. M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves.** 1999. Universidade Federal de Viçosa, 1999.

WATKINS, L. E.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H. et al. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 11, p. 3588–3595, 1990.