

AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA EM CARCAÇAS DE COELHOS PELO MÉTODO DO CONTROLE INTERNO EM ABATEDOURO FRIGORÍFICO SOB SERVIÇO DE INSPEÇÃO MUNICIPAL

Ariany Lacerda Nogueira^{1,2}, Maria Fernanda Neto Campos^{1,2}, Julio Ribeiro Lopes^{1,2},
Rafaela Assis Machado^{2,3}, Jorge Cunha Lima Muniz^{2,3}, Mário Luiz Chizzotti^{2,3}, Emília
Maricato Pedro dos Santos^{1,2}

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Medicina, Departamento de Medicina Veterinária, Curso Medicina Veterinária; ²Grupo de Pesquisa em Inspeção, Tecnologia e Controle de Qualidade de Produtos de Origem Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora – GPPoa UFJF (arianylacerda1999@gmail.com, maria.fernanda@estudante.ufjf.br, julio.lopes@estudante.ufjf.br, emilia.maricato@ufjf.br); ³Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia (rafaela.machado@ufv.br, jorge.muniz@ufv.br, mariochizzotti@ufv.br)

1. INTRODUÇÃO

A cunicultura brasileira tem se consolidado como uma alternativa sustentável na produção de proteína de origem animal, notadamente em razão da sua elevada eficiência na conversão alimentar e pelo perfil nutricional favorável da carne de coelho, caracterizada por baixos teores de gordura e colesterol, além de um conteúdo expressivo de minerais, atributos valorizados em dietas nutricionalmente equilibradas (Magalhães *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2023). No entanto, apesar do seu potencial zootécnico, a cadeia produtiva cunícula nacional ainda enfrenta desafios significativos, especialmente em relação à desarticulação setorial e às limitações de comercialização, fatores que contribuem para a manutenção da produção em baixa escala, refletindo diretamente no reduzido consumo interno (Bassotto *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a adoção de práticas tecnológicas que assegurem a qualidade do produto final torna-se estratégica para fortalecer a cadeia produtiva e viabilizar a sua expansão. Dentre estas práticas, destaca-se o resfriamento das carcaças, etapa de importância crítica para garantia da segurança higiênico-sanitária e para a preservação da qualidade físico-química da carne. No Brasil, é comum que os abatedouros frigoríficos adotem o resfriamento por meio da imersão das carcaças em água fria, utilizando tanques do tipo pré-chiller e chiller, prática análoga à adotada no processamento de carcaças avícolas. Durante esta etapa, as carcaças podem absorver volumes variáveis de água, o que influencia diretamente o seu peso final, as propriedades tecnológicas do produto e, conseqüentemente, o rendimento industrial. A taxa de absorção de água é, portanto, um parâmetro relevante sob as perspectivas econômica e regulatória (Arantes; Andrade, 2023).

Embora a legislação brasileira estabeleça limites para a absorção de água em carcaças de aves (Brasil, 1998), não há uma regulamentação específica referente à absorção hídrica em carcaças de coelhos. Tal fato evidencia uma lacuna normativa significativa no processamento sanitário e industrial desta espécie, ressaltando a

necessidade urgente de uma regulamentação específica para assegurar a qualidade e a segurança do produto final.

Dessa forma, diante da escassez de estudos que abordam os fatores associados à absorção de água em carcaças de coelhos, especialmente sob condições reais de abate em estabelecimentos sob inspeção sanitária oficial, o presente estudo teve como objetivo avaliar a taxa de absorção de água em carcaças de coelhos abatidos sob serviço de inspeção municipal. Adicionalmente, buscou-se avaliar a influência de variáveis operacionais como o peso corporal médio, a temperatura da água nos tanques de pré-*chiller* e *chiller* e o tempo de imersão, por meio de análises estatísticas descritivas e de correlação.

2. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em um abatedouro frigorífico sob Serviço de Inspeção Municipal (SIM), situado no município de Viçosa, Minas Gerais, em abril de 2025.

A Portaria n. 74/2019 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) estabelece que o Programa de Autocontrole (PAC) deve definir a periodicidade para a realização dos ensaios de absorção de água nas carcaças de aves (Brasil, 2019). Considerando a inexistência de regulamentações sanitárias específicas aplicáveis ao abate de lagomorfos, o presente estudo seguiu os parâmetros preconizados para o processamento de aves. Além disso, por se tratar de uma prática ainda em fase de implementação no referido estabelecimento, optou-se pela amostragem integral, abrangendo a totalidade dos animais submetidos ao abate.

Ao todo, foram analisadas 86 carcaças de coelho, distribuídas em 11 lotes, sendo 10 lotes compostos por oito animais cada e um lote contendo seis animais. Após a etapa de lavagem final das carcaças na linha de abate, as carcaças pertencentes a cada lote foram identificadas individualmente mediante a fixação de *tags* plásticas de cores distintas, associadas a uma numeração sequencial, permitindo a rastreabilidade do lote e individual, respectivamente.

A taxa de absorção de água pelas carcaças de coelho foi determinada pelo método do controle interno (Brasil, 1998), procedendo-se inicialmente a pesagem individualizada das carcaças para a determinação do peso inicial (P_i). Posteriormente, estas foram submetidas sequencialmente às etapas de resfriamento por imersão, compreendendo o pré-*chiller* (12,6 a 21,8 °C), *chiller* (4,3 a 18,5 °C) e gotejamento. Cada uma das três fases teve duração padronizada de 10 minutos, totalizando 30 minutos de processamento. Ao término do gotejamento, realizou-se nova pesagem individual das carcaças, para determinação do peso final (P_f).

A diferença entre o peso final (P_f) e o peso inicial (P_i) dividida pelo peso inicial (P_i) e multiplicada por 100, resulta no percentual de absorção de água (A) ao longo do processo de pré-resfriamento (Brasil, 1998), conforme demonstrado na equação a seguir:

$$A = \left(\frac{P_f - P_i}{P_i} \right) \times 100$$

Os dados gerados foram inicialmente registrados em planilhas físicas e, em seguida, foram compilados e armazenados no software Excel 2019 (Microsoft Corporation®), para posterior análise estatística, a qual contemplou: cálculos da média, desvio padrão

(DP), coeficiente de correlação de Pearson (r) e coeficiente de determinação (R^2), estes últimos com o objetivo de identificar possíveis associações entre a taxa de absorção de água e variáveis, como peso corporal médio, temperatura da água nos tanques de pré-chiller e chiller e tempo médio de imersão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da taxa de absorção de água observada nas carcaças foi de 4,05 %, com um desvio padrão alto ($\pm 2,19$), o que evidencia variabilidade considerável entre os lotes avaliados. Tal heterogeneidade pode estar associada a diversos fatores operacionais, como o tempo de imersão das carcaças nos tanques de resfriamento, temperatura da água nos tanques, peso das carcaças e eventuais variações na condução do processo entre os diferentes lotes. Já a média do Pi das carcaças foi de 1,631 kg ($\pm 0,145$), enquanto a média do Pf foi de 1,694 kg ($\pm 0,150$).

Conforme estabelecido pela Portaria n. 210, de 10 de novembro de 1998, do MAPA, a taxa de absorção é definida como o percentual de água incorporada pelas carcaças de aves durante o processo de abate e demais operações tecnológicas subsequentes, especialmente durante o pré-resfriamento por imersão (Brasil, 1998). Embora não exista uma regulamentação específica que estabeleça limites para o índice de absorção de água em carcaças de coelhos, adota-se, por analogia, os parâmetros definidos pela Portaria n. 210/1998 do MAPA, para aves resfriadas, que estipula um limite máximo de 8 % de taxa de absorção. Esta equivalência é reforçada pela Norma Técnica da Coordenadoria de Inspeção Sanitária dos Produtos de Origem Animal (CISPOA) do Estado do Rio Grande do Sul, que admite a inclusão de coelhos no mesmo escopo normativo de abatedouros de aves e pequenos animais, legitimando, portanto, a aplicação dos mesmos critérios (Rio Grande do Sul, 2006).

No presente estudo, observou-se que apenas quatro carcaças (4,65 %) apresentaram taxa de absorção de água superior ao limite máximo de 8 %. Setenta e nove por cento das carcaças avaliadas (68/86) apresentaram taxa de absorção dentro do valor considerado ideal, de até 5 %, enquanto 14 carcaças (16,28 %) situaram-se na faixa intermediária, entre 5 % e 8 %. Estes dados indicam que o processo de resfriamento adotado foi, em sua maioria, eficiente no controle da absorção de água. No entanto, a presença de carcaças acima do limite legal evidencia a necessidade de ajustes pontuais nos parâmetros operacionais a fim de garantir maior uniformidade no processo e conformidade com os padrões de qualidade.

O quadro 1 apresenta os coeficientes de correlação e determinação bem como as classificações da força de correlação entre o índice de absorção de água e as variáveis avaliadas.

Quadro 1. Correlação entre variáveis operacionais e a taxa de absorção hídrica em carcaças de coelho

Variável	r	R^2	Correlação
Peso inicial (Pi) das carcaças	-0,067	0,005	Muito fraca, quase nula
Temperatura pré-chiller	0,373	0,139	Positiva fraca a moderada
Temperatura chiller	0,537	0,288	Positiva moderada
Duração da imersão	-0,070	0,187	Muito fraca, quase nula

r: Coeficiente de correlação de Pearson; R^2 : Coeficiente de determinação.

Fonte: Dos autores (2025).

Analisando as correlações, observou-se que o peso inicial das carcaças (P_i) apresentou uma correlação muito fraca ($r=-0,067$) com a taxa de absorção, sugerindo que esta variável não exerce influência significativa sobre o percentual de água incorporada à carcaça durante o processo de resfriamento. Dentre as variáveis avaliadas, a temperatura da água do *chiller* foi aquela com maior correlação com a taxa de absorção, correlação moderada ($r=0,536$) e coeficiente de determinação de $R^2=0,288$, o que indica que aproximadamente 28,8 % da variabilidade observada na taxa de absorção pode ser atribuída a esta variável.

A temperatura da água do pré-*chiller*, embora também tenha apresentado correlação positiva ($r=0,373$), apresentou menor coeficiente de determinação ($R^2=0,139$), sugerindo que o seu impacto sobre a taxa de absorção de água é mais limitado. Por outro lado, o tempo de imersão em água demonstrou correlação praticamente nula com a taxa de absorção ($r=-0,070$), mas com um valor de $R^2=0,187$, o que, embora indique uma correlação fraca, sugere uma aplicação moderada da variabilidade dos dados, em reflexo da ausência de uma relação linear significativa ou indicar a presença de alta dispersão dos dados, possivelmente influenciada por fatores não controlados durante o processo.

A utilização do coeficiente de correlação de Pearson (r), neste estudo, foi apropriada para verificar associações lineares entre variáveis como peso corporal, temperatura da água e taxa de absorção de água pelas carcaças. Já em relação ao coeficiente de determinação, um R^2 de 0,288 indica que, aproximadamente, 28,8 % da variação na taxa de absorção de água pelas carcaças de coelhos pode ser atribuída à temperatura da água no *chiller*. Embora a métrica seja útil para avaliar o ajuste do modelo, R^2 não implica causalidade e deve ser interpretado com cautela, especialmente em modelos com variáveis múltiplas (Gao, 2023).

É importante ressaltar que o coeficiente de determinação (R^2) foi uma ferramenta fundamental neste estudo para quantificar a proporção da variabilidade da taxa de absorção de água pelas carcaças de coelhos, que pode ser explicada pelas variáveis operacionais analisadas. Esta métrica complementa a correlação de Pearson, ao fornecer uma estimativa do grau de ajuste do modelo, permitindo identificar quais fatores têm maior influência no processo, como, por exemplo, a temperatura do *chiller*.

A correlação de Pearson entre peso corporal e taxa de absorção de água foi fraca e próxima de zero, sugerindo que o peso das carcaças pode exercer influência limitada sobre a absorção hídrica pelas mesmas, sendo outros fatores potencialmente mais determinantes. Entre os fatores adicionais, destaca-se o potencial hidrogeniônico (pH) muscular, que, quando elevado, tende a aumentar a capacidade de retenção de água pelas fibras musculares. Alterações no pH podem ser induzidas por condições estressantes pré-abate, como manejo inadequado, jejum e transporte prolongados, os quais promovem a depleção das reservas musculares de glicogênio e comprometem a estabilidade bioquímica do tecido muscular (Moraes *et al.*, 2023).

A temperatura da água no pré-*chiller* apresentou influência moderada sobre a taxa de absorção de água pelas carcaças de coelho, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,139. Embora este valor indique certa associação, seu impacto foi inferior ao observado para a temperatura do *chiller*. No entanto, estudos como o de Silva *et al.*

(2023) ressaltam que variações térmicas no pré-*chiller* podem afetar não somente a taxa de absorção hídrica pelas carcaças de coelho, mas também a qualidade microbiológica das mesmas, reforçando a importância do controle térmico rigoroso durante o resfriamento inicial.

O tempo de imersão das carcaças apresentou R^2 de 0,187, indicando menor correlação com a taxa de absorção de água. Estudos conduzidos com carcaças de frango sugerem que o tempo de imersão, em conjunto com a temperatura da água, pode influenciar o nível de absorção de água, mas outros fatores, como a dureza da água, também desempenham influência neste processo (Nicolau *et al.*, 2012). Já a temperatura da água no *chiller* apresentou a correlação mais expressiva com a taxa de absorção de água ($R^2 = 0,288$; $r = 0,537$). Este resultado sugere que temperaturas mais elevadas no *chiller* favorecem a absorção de água pelas carcaças. Além disso, a presença de borbulhamento, comum em tanques de *chiller* para promover agitação e intensificar a eficiência da troca térmica, pode potencializar este efeito, ao aumentar o contato da água com a superfície da carcaça, acelerando o resfriamento, o que, por sua vez, pode contribuir para uma maior absorção de água (Lopes *et al.*, 2022).

Assim, a maior taxa de absorção de água observada no *chiller* pode ser explicada, em parte, pela temperatura mais elevada da água, conforme evidenciado pela correlação positiva observada no presente estudo. No entanto, esta variável não atua isoladamente. Outros fatores, como o tempo prolongado de permanência das carcaças no *chiller* e a significativa amplitude térmica entre a temperatura inicial da carcaça e a da água, também contribuem para intensificar a troca térmica e promover a penetração de água nos tecidos. A contração das fibras musculares induzida pelo resfriamento gera um efeito de "sucção", que favorece a absorção de água (Melo *et al.*, 2021; Paolazzi *et al.*, 2013). Assim, a combinação destes fatores deve ser considerada para uma compreensão mais abrangente do fenômeno.

Embora a correlação entre o tempo de imersão e a taxa de absorção de água tenha sido muito fraca, evidências experimentais sugerem que o tempo de exposição à água pode influenciar a retenção hídrica em determinados grupos musculares. Dutra *et al.* (2025) observaram que a capacidade de retenção de água no músculo bíceps femoral de coelhos aumentou com a ampliação do tempo de imersão, o que pode estar relacionado à maior difusão de água para os tecidos musculares durante o processo. No entanto, no presente estudo, essa possível influência pode ter sido atenuada ou mascarada por fatores, como a variabilidade entre os lotes e flutuações na temperatura da água, sugerindo que, em condições industriais, o tempo de imersão em água, isoladamente, pode não ser um bom preditor da taxa de absorção hídrica.

4. CONCLUSÃO

A ausência de regulamentação específica sobre a taxa de absorção de água por carcaças de coelho pode comprometer a qualidade do produto final. O presente estudo identificou variáveis com influência direta sob a taxa de absorção de água, destacando a relevância do monitoramento de tais parâmetros. Reforça-se, assim, a necessidade de pesquisas adicionais que subsidiem o desenvolvimento de normativas específicas e o aprimoramento das práticas industriais na cadeia cunícula.

Palavras-chaves: Abate; Cunicultura; Qualidade da carne; Resfriamento por imersão.

5. REFERÊNCIAS

ARANTES, I. N.; ANDRADE, P. L. Absorção de água por carcaças de frango resfriadas por imersão em *chiller* industrial: revisão de literatura. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 5, p. 1305-1312, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i5.9869.

BASSOTTO, L. C.; SADOCCO, R. R. S.; DA SILVA TEODORO, A. J.; ANTONIALLI, L. M. Fatores que influenciam o consumo de carnes exóticas: percepções de consumidores sobre a carne de coelhos. **Revista Ciências Administrativas**, v. 28, p. e11833-e11833, 2022. DOI: 10.5020/2318-0722.2022.28.e11833.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria n. 210, de 10 de novembro de 1998. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Brasília – DF, 11 nov. 1998. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/portaria210199810.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 74, de 07 de maio de 2019. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Brasília – DF, 08 mai. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n%C2%BA-74-de-7-de-maio-de-2019-87305783>. Acesso em: 03 mai. 2025.

DUTRA, D. R.; VILLEGAS-CAYLLAHUA, E. A.; BAPTISTA, G. G.; FERREIRA, L. E.; CAVALCANTI, É. N. F.; CARNEIRO, N. M. G.; DIAS, A. V. L.; GIAMPIETRO-GANECO, A.; PEREIRA, M. R.; CASTILHA, L. D.; BORBA, H. Influence of carcass chilling time on the progression of rigor mortis, carcass characteristics and physicochemical properties related to the colour and tenderness of *longissimus thoracis et lumborum* and *biceps femoris* muscles in Botucatu rabbits. **Meat Science**, v. 222, p. 109739, 2025. DOI: 10.1016/j.meatsci.2024.109739.

GAO, J. R-Squared (R^2)—How much variation is explained?. **Research Methods in Medicine & Health Sciences**, v. 5, n. 4, p. 104-109, 2023. DOI: 10.1177/26320843231186398.

LOPES, I. C. R.; COSTA, J. M. A. O.; FREITAS, T. M. S.; PARANAIBA, W. C. R. B.; SILVA, B. P. A.; ALVES, F. M.; REIS, A. B. G.; SANTOS, T. P.; PONTES, S. R. L.; FIGUEIRA, S. V. Absorção de água em carcaças de frango por imersão em chillers. **Vita et Sanitas**, v. 16, n. 1, p. 143–156, 2022. DOI: 10.51891/rease.v9i5.9869.

MAGALHÃES, L. C. C.; COSTA, R. B.; DE CAMARGO, G. M. F. Consumption of rabbit meat in Brazil: potential and limitations. **Meat Science**, v. 191, p. 108873, 2022. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108873.

MELO, D. A. S.; BRAINER, M. M. A.; SANTOS, M. R. L. dos. Aspectos da retenção de água em carcaças de frango: uma revisão sistemática. *In*: **Ciência e Tecnologia De Alimentos: Pesquisa E Práticas Contemporâneas**, v. 2. p. 94–111, 2021. DOI: 10.37885/210605046.

MORAES, P. D. O.; SILVA, H. L.; WIRTH, M. L.; MAGAGNIN, S. F. Carne de coelho: do abate ao processamento. **Zootecnia: tópicos atuais em pesquisa**, v3. Editora Científica Digital, 2023. p. 207-230. DOI: 10.37885/230813985.

NICOLAU, J. P.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; PERRI, S. H. V.; GARCIA NETO, M. Fatores extrínsecos que afetam a absorção de água em carcaças de frango de corte. **Veterinária e Zootecnia**, v. 19, n. 2, supl. 2, p. 144-144, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/133019>. Acesso em: 03 mai. 2025.

PAOLAZZI, E. D.; NOREÑA, C. P.; BRANDELLI, A. Water absorption and temperature changes in poultry carcasses during chilling by immersion. **International Journal of Food Engineering**, v. 9, n. 1, p. 129–134, 2013. DOI: 10.1515/ijfe-2012-0153.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Departamento de Produção Animal. Coordenadoria de Inspeção Sanitária dos Produtos de Origem Animal – CISPOA. **Normas técnicas de instalações e equipamentos para matadouros de aves e pequenos animais**. Porto Alegre: CISPOA, 2006. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201608/25140956-matadouro-frigorifico-de-aves-e-pequenos-animais.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2025.

RODRIGUES, P. G.; SANTOS, L. F. dos; QUEIROZ, L. de O.; FRAGA, D. H. A. G.; PEREIRA, H. B. de J.; SANTOS, B. de J.; SILVA, C. M. Composição química e análise sensorial de quibe de carne de coelho. **Ciência Animal**, v. 33, n. 4, p. 30-42, 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/12318>. Acesso em: 03 mai. 2025.

SILVA, J. L. M.; VASCONCELOS, M. L. de; OLIVEIRA, J. G.; FONSECA, D. d. C. M. da; MARINO, E. D.; VASCONCELLOS, A. N.; NASCIMENTO, L. O.; CRUZ GOMES, M. D. da; VAZ, A. C. N.; SOUZA, B. M. S. de; VIDAL, A. M. C. Effect of different immersion tank water temperatures on the microbiological quality of rabbit carcasses. **Agriculture**, v. 13, n. 2, p. 270, 2023. DOI: 10.3390/agriculture13020270.