



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JOSÉ MELQUISEDEQUE NOBRE NOGUEIRA

**ESTIMATIVA DO RENDIMENTO DE CARNE MAGRA EM SUÍNOS POR MEIO
DA ULTRASSONOGRAFIA E COMPARAÇÃO DE MODELOS DE PREDIÇÃO**

FORTALEZA

2026

JOSÉ MELQUISEDEQUE NOBRE NOGUEIRA

ESTIMATIVA DO RENDIMENTO DE CARNE MAGRA EM SUÍNOS POR MEIO DA
ULTRASSONOGRAFIA E COMPARAÇÃO DE MODELOS DE PREDIÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique
Watanabe.

FORTALEZA

2026

JOSÉ MELQUISEDEQUE NOBRE NOGUEIRA

ESTIMATIVA DO RENDIMENTO DE CARNE MAGRA EM SUÍNOS POR MEIO DA
ULTRASSONOGRAFIA E COMPARAÇÃO DE MODELOS DE PREDIÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Aprovada em: 30/07/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Paulo Roberto de Lima Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, queria agradecer a Deus por me conceder o dom da vida e me dar força para superar todas as adversidades ao longo dessa jornada.

À Tereza, minha mãe, que me socorreu sempre que precisei, apoiou minha decisão de cursar Zootecnia mesmo não tendo a mínima ideia do que era ou se iria dar certo. Agradeço por todo esforço, carinho, dedicação e, principalmente, confiança em mim.

À minha irmã, Maria Helena, que, mesmo sendo mais nova, desempenhou um papel fundamental em minha jornada, segurando as pontas em casa, me apoiando incondicionalmente e, mesmo causando muitos problemas, também me ajudava a solucionar alguns.

Aos meus avós maternos, Seu Zé e Dona Teresinha (*in memoriam*), por sempre torcerem por mim. Sei que, mesmo não estando aqui fisicamente, me observam e me guardam de onde estão. Espero que estejam orgulhosos; parte dessa conquista também é de vocês.

Ao meu pai, José Freire, que nunca mediu esforços com relação à minha educação. Agradeço por todo esforço e trabalho duro que fez em silêncio por mim.

À minha namorada, Rayssa, que, mesmo antes de ser essa parceira tão incrível, foi minha amiga, me ajudando em todas as etapas da minha vida profissional, desde a maneira correta de segurar um porco até a escrita deste TCC.

Às minhas tias e primos, que sempre me deram o suporte necessário, em especial meu primo Lucas, o qual considero meu irmão, e minha tia Elaine, uma segunda mãe para mim.

Às minhas amigas Flávia Ferreira, Eulália Moura, Márlia Sampaio, Isabely Cristina e Sarah Bertani, que estiveram comigo durante toda a graduação. Sem vocês, não teria finalizado minha formação de forma tão “rápida e tranquila”.

Aos meus amigos Ranier e Valesca, que se mostraram amigos para a vida e foram essenciais para minha formação.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica, cujo apoio foi essencial para minha permanência na universidade, permitindo que eu desse continuidade à minha formação acadêmica.

Agradeço ao NES – Núcleo de Estudos em Suinocultura – e ao Setor de Suinocultura pelas importantes vivências práticas para minha formação profissional.

Aos membros novos e antigos do NES, em especial Ester, Bia, Paulo Victor, Nathally, Natan, Miguel, Lucas e Vanessa, por todas as memórias compartilhadas.

Às minhas amigas da pós-graduação, Karol e Thatila, por toda ajuda e principalmente paciência.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia e do Setor de Suinocultura: Senhor Constantino, Senhor Luís, Roberta, Clécio e Tia Cida.

Agradeço ao Sr. João Paulo Pacheco de Figueiredo e à equipe da Colina Indústria e Comércio LTDA. pela disponibilidade, confiança e apoio na realização deste trabalho, possibilitando a coleta dos dados e contribuindo para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu professor e orientador Pedro Henrique Watanabe, por confiar em mim para ser bolsista de Iniciação Científica do setor mesmo com tão pouco tempo de convivência. Agradeço por todos os ensinamentos, conselhos, risadas e puxões de orelha necessários.

“A jornada é importante justamente porque um dia ela termina.”

Himmel, Sōsō no Frieren

RESUMO

A busca por métodos que permitam avaliar a composição de carcaça de forma rápida, precisa e não invasiva tem impulsionado o uso de novas tecnologias na suinocultura. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a aplicabilidade da ultrassonografia na estimativa do rendimento de carne magra em suínos e comparar diferentes modelos de predição descritos na literatura. Foram utilizados 25 suínos machos castrados, com idade entre 151 e 155 dias e peso médio de 116 kg. As avaliações foram realizadas por meio da mensuração da espessura de toucinho e da profundidade de lombo obtidas por ultrassonografia e por corte da carcaça. A partir dessas informações, foram estimados os rendimentos de carne magra utilizando diferentes equações de predição, sendo posteriormente realizadas análises de correlação e regressão para comparação dos modelos. Observou-se elevada associação entre as estimativas obtidas por ultrassonografia e aquelas obtidas diretamente na carcaça, evidenciando a eficiência da técnica na avaliação indireta da composição corporal dos animais. Além disso, as equações avaliadas apresentaram altas correlações entre si, indicando comportamento semelhante na predição do rendimento de carne magra. Entre os modelos estudados, a equação $RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$ apresentou o melhor desempenho, com maiores coeficientes de determinação e menores valores de erro. Conclui-se que a predição de PL por ultrassom apresenta baixa correlação com o valor observado quando há padronização da estimativa de ET entre ultrassom e a imagem real. Dentre os modelos avaliados, a equação $RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$ apresentou maior coeficiente de determinação, menor valor de erro e maior correlação com a equação de referência $RCM = 65,92 - (0,685 \times ET) + (0,094 \times PL) - (0,026 \times PCR)$, demonstrando potencial para estimativa do rendimento de carne magra em suínos utilizando um número reduzido de variáveis.

Palavras-chave: composição de carcaça; espessura de toucinho; profundidade de lombo.

ABSTRACT

The search for methods to assess carcass composition quickly, accurately, and non-invasively has driven the adoption of new technologies in pig farming. In this context, this study aimed to evaluate the applicability of ultrasonography for estimating lean meat yield in pigs and to compare various prediction models described in the literature. Twenty-five barrows, aged 151 to 155 days with an average weight of 116 kg, were used. Assessments involved measuring backfat thickness and loin depth via ultrasonography and direct carcass sectioning. Based on these measurements, lean meat yields were estimated using different prediction equations, followed by correlation and regression analyses to compare the models. A strong association was observed between estimates obtained via ultrasonography and those obtained directly from the carcass, demonstrating the technique's efficiency in the indirect assessment of animal body composition. Furthermore, the evaluated equations showed high correlations with one another, indicating similar performance in predicting lean meat yield. Among the models studied, the equation $RCM = 67.3124 - (0.47691 \times BT)$ demonstrated the best performance, yielding higher coefficients of determination and lower error values. It is concluded that lean meat yield prediction via ultrasound shows a low correlation with observed values when backfat thickness estimation is standardized between the ultrasound image and the actual carcass image. Among the models evaluated, the equation $RCM = 67.3124 - (0.47691 \times ET)$ exhibited the highest coefficient of determination, the lowest error value, and the strongest correlation with the reference equation $RCM = 65.92 - (0.685 \times ET) + (0.094 \times PL) - (0.026 \times PCR)$, demonstrating potential for estimating lean meat yield in pigs using a reduced number of variables.

Keywords carcass composition; backfat thickness; loin depth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de ultrassonografia da região do ponto P2 utilizado para mensuração da espessura de toucinho e da profundidade de lombo	11
Figura 2 - Corte da região do ponto P2 utilizado para mensuração da espessura de toucinho e da profundidade de lombo.....	12
Figura 3 - Matriz de correlação de Pearson entre as medidas de espessura de toucinho e profundidade de lombo obtidas por corte da carcaça e ultrassonografia	15
Figura 4 - Matriz de correlação de Pearson entre as predições de rendimento de carne magra calculadas pelas diferentes equações utilizando medidas obtidas por corte da carcaça.....	17
Figura 5 - Matriz de correlação de Pearson entre as predições de rendimento de carne magra calculadas pelas diferentes equações utilizando medidas obtidas por ultrassonografia.....	18
Figura 6 - Matriz de correlação de Pearson entre as predições de rendimento de carne magra obtidas por corte da carcaça e por ultrassonografia	19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EAM	Erro Absoluto Médio
ET	Espessura de Toucinho
ET _{CT}	Espessura de Toucinho Corte
ET _{US}	Espessura de Toucinho Ultrassonografia
PCQ	Peso de Carcaça Quente
PCR	Peso de Carcaça Resfriada
PL	Profundidade de Lombo
PL _{CT}	Profundidade de Lombo Corte
PL _{US}	Profundidade de Lombo Ultrassonografia
QME	Quadrado Médio do Erro
RCM	Rendimento de Carne Magra
R ²	Coeficiente de Determinação
SIE	Serviço de Inspeção Estadual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

A evolução da suinocultura nas últimas décadas tem sido fortemente influenciada pela incorporação de inovações tecnológicas voltadas ao aumento da eficiência produtiva e à melhoria da qualidade da carcaça e da carne suína (Miele *et al*, 2025). Entre essas inovações, destaca-se o melhoramento genético, papel fundamental para o aumento da produtividade e da competitividade da produção suína, a partir da formação de linhagens com características de interesse econômico, incluindo melhorias no desempenho produtivo, na conversão alimentar e no potencial de produção de carne magra, além de maior rendimento de cortes comerciais (De Figueiredo *et al*, 2025).

Diante desses avanços, o rendimento de carne magra tornou-se um importante indicador econômico, sendo amplamente utilizado em sistemas de classificação de carcaças e remuneração dos produtores (Dorleku *et al*, 2023). Além de agregar valor comercial à carcaça, a maior proporção de tecido muscular está associada à eficiência biológica dos animais e à menor deposição de gordura (Reckels *et al*, 2020).

Tradicionalmente, a composição da carcaça era determinada por meio da dissecação completa, considerada o padrão para quantificação de músculo, gordura e osso (Dorleku *et al*, 2023). Entretanto, por ser um método destrutivo, oneroso e inviável em larga escala, outras técnicas passaram a ser utilizadas, dentre elas, as sondas ópticas, que, embora práticas, realizam medições em pontos específicos da carcaça e podem apresentar limitações quanto à representatividade dos resultados (Dorleku *et al*, 2023; Dutra Jr. *et al*, 2001).

Nesse cenário, a ultrassonografia em tempo real (UTR) consolidou-se como uma importante ferramenta não invasiva para avaliação de características de carcaça em suínos. A técnica permite mensurar variáveis como espessura de toucinho, profundidade muscular e área de olho de lombo, amplamente utilizadas em modelos de predição do rendimento de carne magra (Dutra Jr. *et al*, 2001; Gresham *et al*, 1994). Além de apresentar elevada capacidade preditiva, a técnica possui boa repetibilidade e possibilita avaliações ainda durante a vida do animal (Mersmann, 1982).

Além da avaliação das características de carcaça, as informações obtidas por ultrassom podem ser aplicadas em programas de melhoramento genético, no manejo nutricional e na tomada de decisões relacionadas ao momento de abate (Peppmeier *et al*, 2023; Reckels *et al*, 2020).

Apesar dos avanços tecnológicos, as constantes mudanças genéticas dos rebanhos exigem a atualização e a validação contínua dos modelos de predição utilizados para estimar

características de carcaça (Dorleku *et al*, 2023). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a aplicabilidade da ultrassonografia na estimativa do rendimento de carne magra em suínos e analisar a correlação entre diferentes modelos de predição propostos na literatura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 25 suínos machos castrados, com idade entre 151 e 155 dias e peso médio de 116 kg, provenientes da Unidade 4 da Granja Beleco, localizada no município de Aquiraz, Ceará. Os animais pertenciam às linhagens genéticas da Topigs Norsvin, sendo a linhagem materna TN70 e a linhagem paterna TN Duroc.

A coleta de dados foi realizada no Abatedouro Frigorífico Colina, localizado na região do Camará, município de Aquiraz, Ceará, registrado sob o Serviço de Inspeção Estadual (SIE) nº 213. Todos os procedimentos de inspeção e fiscalização foram conduzidos em conformidade com a legislação sanitária vigente no Estado do Ceará para produtos de origem animal, conforme estabelecido pela Lei nº 17.172, de 09 de janeiro de 2020, e pelo Decreto nº 34.991, de 21 de outubro de 2022 (Ceará, 2020; Ceará, 2022).

Após a chegada ao abatedouro, os animais foram alojados em uma baia de descanso, onde permaneceram por 12 horas em dieta hídrica. No período pré-abate, os suínos foram identificados, pesados, passaram por um procedimento de tricotomia na região a ser analisada e submetidos à avaliação ultrassonográfica. As imagens foram obtidas no ponto P2, localizado a 6 cm da linha média dorsal, na altura da última costela, conforme descrito por (Bertol *et al*, 2018) As avaliações foram realizadas exclusivamente no lado direito dos animais, utilizando um aparelho de ultrassonografia portátil digital KX5600 (Kaixin®, China) (Figura 1).

Figura 1 - Imagem de ultrassonografia da região do ponto P2 utilizado para mensuração da espessura de toucinho e da profundidade de lombo



Fonte: Autor (2026).

Após a realização das avaliações ultrassonográficas, os animais foram encaminhados para a linha de abate, onde foram submetidos à insensibilização elétrica por sistema de três pontos, seguida de sangria. Posteriormente, as carcaças foram submetidas à escaldagem em tanque contendo água entre 62 °C e 72 °C, seguida das etapas de depilação, toalete, remoção dos cascos, evisceração, retirada da cabeça e divisão longitudinal em meias-carcaças.

Após a divisão, as meias-carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). A meia-carcaça direita foi identificada por meio de lacre plástico de segurança fixado ao metatarso e encaminhada para câmara fria regulada entre 2 °C e 4 °C, permanecendo em resfriamento por 24 horas.

Ao final do período de resfriamento, foi retirado da meia-carcaça direita o corte correspondente ao ponto P2. As amostras foram posicionadas sobre superfície plana, juntamente com um paquímetro utilizado como escala de referência, e fotografadas em ângulo perpendicular à superfície do corte, visando minimizar distorções na imagem (Figura 2).

Figura 2 - Corte da região do ponto P2 utilizado para mensuração da espessura de toucinho e da profundidade de lombo



Fonte: Autor (2026).

As imagens obtidas foram analisadas no software AutoCAD® 2022 (Autodesk Inc., San Rafael, Califórnia, EUA), previamente calibrado utilizando a escala de referência presente em cada fotografia. Por meio das ferramentas de medição do programa, foram determinadas a espessura de toucinho (ET) e a profundidade de lombo (PL), utilizadas posteriormente nos modelos de predição do rendimento de carne magra.

Os valores de espessura de toucinho obtidos por corte na carcaça (ET_{CT}) e por ultrassonografia (ET_{US}), bem como os valores de profundidade de lombo obtidos por corte (PL_{CT}) e por ultrassonografia (PL_{US}), foram organizados em planilhas eletrônicas do Microsoft® Excel e utilizados para estimar o rendimento de carne magra (RCM) por meio de diferentes equações de predição descritas na literatura.

Como padrão de comparação, foi adotada a equação proposta por Guidoni *et al* (2000) (Equação 1). Os resultados obtidos por essa equação foram comparados aos estimados pelas equações propostas por Irgang (2004), Guidoni *et al* (2007) e Antunes (2018) referenciada por Palhares (2018), representadas pelas Equações 2, 3 e 4, respectivamente.

Equação 1: (Guidoni *et al*, 2000);

$$RCM = 65,92 - (0,685 \times ET) + (0,094 \times PL) - (0,026 \times PCR)$$

Equação 2: (Irgang, 2004)

$$RCM = 60 - (0,58 \times ET) + (0,10 \times PL)$$

Equação 3: (Guidoni *et al*, 2007);

$$RCM = 58,408 - (0,5886 \times ET) + (0,1739 \times PL) - (0,0189 \times PCQ)$$

Equação 4: (Antunes, 2018)

$$RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$$

O peso da carcaça resfriada foi estimado, considerando uma perda de 2% durante o processo de resfriamento. A estimativa foi realizada com base na relação entre peso da carcaça quente, peso da carcaça resfriada e perda por resfriamento descrita por Gomide, Ramos e Fontes (2006), conforme a equação:

$$PCR = PCQ \times (1 - 0,02)$$

Inicialmente, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre as medidas de espessura de toucinho e profundidade de lombo obtidas por ultrassonografia e por corte na carcaça. Adicionalmente, foram avaliadas as correlações entre os valores de rendimento de carne magra estimados pelas diferentes equações de predição.

Posteriormente, foram ajustados modelos de regressão linear simples para avaliar a associação entre os valores de rendimento de carne magra estimados pela Equação 1, considerada como padrão de referência, e aqueles obtidos pelas demais equações, consideradas alternativas com menor número de variáveis explicativas.

O desempenho das equações alternativas foi avaliado por meio do coeficiente de determinação (R^2), do quadrado médio do erro (QME) e do erro absoluto médio (EAM), permitindo comparar a precisão e a capacidade preditiva de cada modelo em relação à equação de referência.

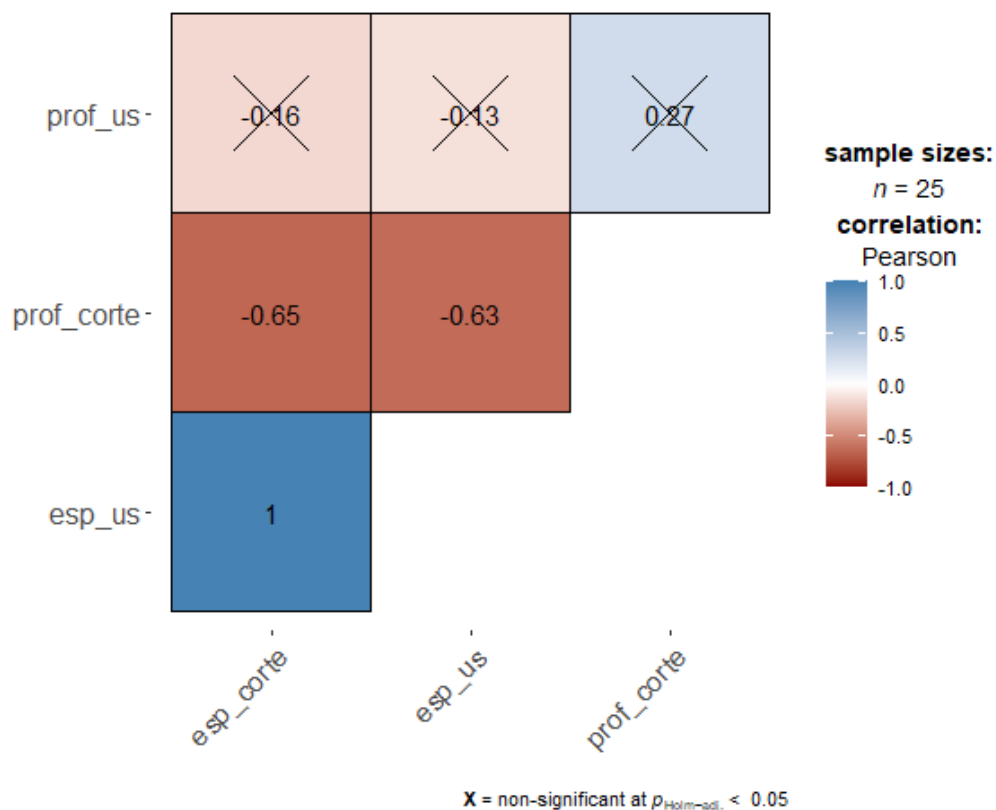
Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, versão 4.6.0 (R Core Team, 2026).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foram avaliadas as correlações entre as medidas de espessura de toucinho e profundidade de lombo obtidas por corte da carcaça e por ultrassonografia (Figura 3). Observou-se uma correlação entre as medidas de espessura de toucinho obtidas pelos dois métodos de $r=1,00$. Já as correlações envolvendo a profundidade de lombo não foram significativas ($p>0,05$), com coeficientes variando de -0,16 a 0,27.

As medidas de profundidade de lombo obtidas por corte e ultrassonografia apresentaram correlação positiva, porém baixa ($r=0,27$), enquanto as associações entre profundidade de lombo e espessura de toucinho variaram de -0,13 a -0,16. Já as correlações entre profundidade de lombo e espessura de toucinho obtidas por corte apresentaram coeficientes negativos, variando de -0,63 a -0,65.

Figura 3 - Matriz de correlação de Pearson entre as medidas de espessura de toucinho e profundidade de lombo obtidas por corte da carcaça e ultrassonografia



Fonte: Autor (2026).

Os resultados demonstram concordância máxima entre os valores de espessura de toucinho obtidos por ultrassonografia e por corte na carcaça, devido a utilização de medida de

ET_{CT} utilizada como referência para ET_{US}. A correlação observada reflete, a metodologia empregada na obtenção dos dados, não representando uma validação independente da técnica ultrassonográfica para essa característica.

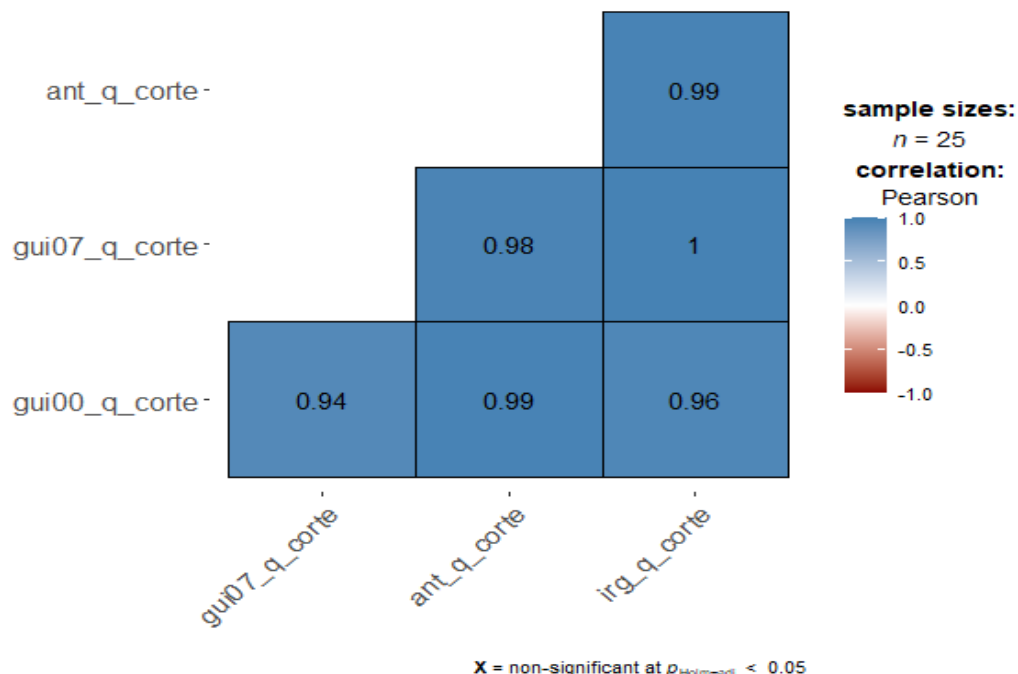
A menor associação observada para a profundidade de lombo mostra que essa variável apresenta maior sensibilidade às condições de mensuração quando comparada à espessura de toucinho. Segundo Gresham *et al* (1994), características musculares tendem a apresentar maior variabilidade de avaliação em razão da dificuldade de delimitação dos músculos e da gordura nas imagens ultrassonográficas. Além disso, fatores como posicionamento do transdutor, qualidade da imagem e experiência do avaliador podem dificultar a precisão das imagens, contribuindo para a redução das correlações observadas.

Assim, embora a ultrassonografia tenha se mostrado uma ferramenta promissora para a avaliação das características de carcaça, os resultados sugerem que a profundidade de lombo é mais suscetível a variações de mensuração do que a espessura de toucinho, exigindo maior padronização dos procedimentos de coleta e análise para aumentar a confiabilidade das estimativas.

As correlações entre as predições de rendimento de carne magra obtidas pelas diferentes equações utilizando medidas realizadas diretamente na carcaça são apresentadas na Figura 4. Observou-se que todas as correlações foram positivas e significativas ($p < 0,05$), apresentando coeficientes elevados, variando de 0,94 a 1,00.

A equação 1 ($RCM = 65,92 - (0,685 \times ET) + (0,094 \times PL) - (0,026 \times PCR)$), utilizada como padrão de comparação neste estudo, apresentou correlações de 0,96; 0,94, 0,99 e com as equações 2, 3 e 4, respectivamente. Da mesma forma, observa-se elevadas associações entre as demais equações, destacando-se os coeficientes de 0,98 entre a equação 3 e 4 e de 0,99 entre as equações 2 e 4.

Figura 4 - Matriz de correlação de Pearson entre as predições de rendimento de carne magra calculadas pelas diferentes equações utilizando medidas obtidas por corte da carcaça



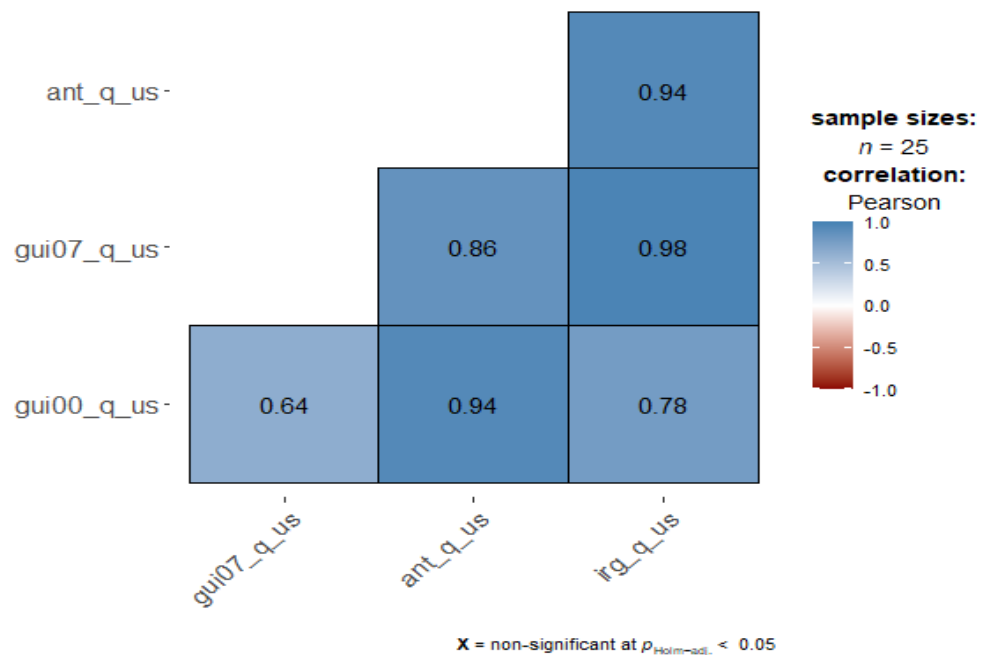
Fonte: Autor (2026).

Os elevados coeficientes de correlação observados indicam que as diferentes equações apresentaram comportamento semelhante quando aplicadas às medidas obtidas diretamente na carcaça. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que os modelos avaliados são fundamentados em variáveis intimamente relacionadas à composição corporal dos animais, especialmente a espessura de toucinho e a profundidade de lombo, características amplamente reconhecidas como preditoras do rendimento de carne magra em suínos. Nesse contexto, a equação 4 ($RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$) proposta por Antunes (2018) destacou-se por apresentar uma alta concordância com as estimativas geradas pelos demais modelos, mesmo utilizando uma formulação mais simples e um número reduzido de variáveis. Tal resultado mostra o potencial dessa equação como alternativa prática para a predição do rendimento de carne magra, possibilitando a obtenção de estimativas confiáveis com menor complexidade operacional.

Na Figura 5 são apresentadas as correlações obtidas entre as equações quando utilizadas as medidas coletadas por ultrassonografia. Embora todas as associações tenham permanecido positivas e significativas ($p < 0,05$), observou-se uma redução em alguns coeficientes quando comparados aos resultados obtidos por corte.

A menor correlação foi observada entre as equações 1 e 3 ($r=0,64$), enquanto as maiores associações ocorreram entre a equação 2 e 3 ($r=0,98$) e entre as equações 2 e 4 ($r=0,94$). A equação padrão apresentou correlação de 0,94 com a equação 4 e de 0,78 com a equação 2.

Figura 5 - Matriz de correlação de Pearson entre as predições de rendimento de carne magra calculadas pelas diferentes equações utilizando medidas obtidas por ultrassonografia



Fonte: Autor (2026).

A redução observada nos coeficientes de correlação pode estar relacionada às variações inerentes à técnica ultrassonográfica. De acordo com Robinson *et al* (1992), pequenas diferenças na localização anatômica do ponto de leitura podem resultar em alterações importantes nas medidas obtidas por ultrassom. Além disso, a interpretação das imagens também depende da identificação correta dos tecidos, processo que pode gerar variáveis adicionais quando comparado às mensurações realizadas diretamente na carcaça. Ainda assim, as correlações observadas permaneceram elevadas, indicando que a ultrassonografia foi capaz de estimar adequadamente as características corporais utilizadas pelos modelos de predição.

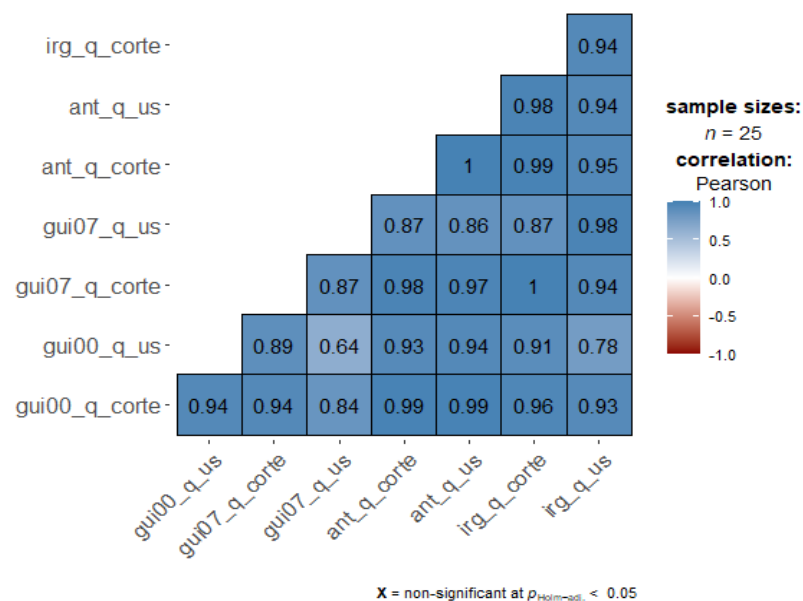
Esses resultados reforçam a aplicabilidade da ultrassonografia como ferramenta não invasiva para avaliação da composição corporal de suínos, permitindo a obtenção de informações relevantes sem a necessidade de abate dos animais.

Os resultados obtidos corroboram com García-Contreras *et al* (2024), que demonstram que o método predito por ultrassom continua apresentando grande potencial para avaliação da composição corporal de suínos, especialmente quando associadas a modelos de predição adequadamente ajustados.

A comparação entre as predições obtidas por corte da carcaça e por ultrassonografia é apresentada na Figura 6. Observou-se elevada associação entre os dois métodos para todas as equações, demonstrando que as estimativas produzidas pela ultrassonografia acompanharam de forma consistente aquelas obtidas a partir das mensurações realizadas diretamente na carcaça.

Quando comparadas as estimativas obtidas pela mesma equação utilizando os dois métodos de mensuração, observaram-se correlações de 0,94 para equações 1 ($RCM = 65,92 - (0,685 \times ET) + (0,094 \times PL) - (0,026 \times PCR)$) (Guidoni *et al*, 2000), 0,87 para a equação 3 ($RCM = 58,408 - (0,5886 \times ET) + (0,1739 \times PL) - (0,0189 \times PCQ)$) de Guidoni *et al* (2007) e 0,99 para a equação 4 ($RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$) de Antunes (2018). A equação 2 ($RCM = 60 - (0,58 \times ET) + (0,10 \times PL)$) proposta por Irgang (2004) apresentou correlação de 0,94 entre os métodos. Entre as equações avaliadas, a equação 4 ($RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$) proposta por Antunes (2018) apresentou a maior concordância entre corte e ultrassonografia, evidenciando uma alta constância das estimativas independentemente da forma de obtenção das medidas.

Figura 6 - Matriz de correlação de Pearson entre as predições de rendimento de carne magra obtidas por corte da carcaça e por ultrassonografia



A forte associação observada entre corte e ultrassonografia demonstra que a utilização de medidas ultrassonográficas pode representar uma alternativa eficiente para estimativa do rendimento de carne magra em suínos. Além de reduzir custos operacionais e eliminar a necessidade de avaliações pós-abate, a técnica permite a realização de seleções e monitoramentos ainda durante a fase produtiva dos animais.

Além das correlações, foram avaliados o coeficiente de determinação (R^2), o quadrado médio do erro (QME) e o erro absoluto médio (EAM) das equações alternativas em relação à equação de Guidoni *et al* (2000), utilizada como padrão de comparação (Tabela 1).

Tabela 1 – Desempenho das equações de predição do rendimento de carne magra em relação à equação de Guidoni *et al* (2000), utilizando medidas obtidas na carcaça quente

Equações	R^2	QME	EAM
Equação 2 CT	0,916	0,205	0,378
Equação 3 CT	0,875	0,304	0,455
Equação 4 CT	0,977	0,054	0,188
Equação 2 US	0,583	1,307	0,978
Equação 3 US	0,381	1,942	1,178
Equação 4 US	0,884	0,362	0,481

Coeficiente de determinação (R^2), quadrado médio do erro (QME) e erro absoluto médio (EAM)

Fonte: Autor (2026).

Para as medidas obtidas por corte da carcaça, a equação 4 ($RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$) de Antunes (2018) apresentou os melhores indicadores de ajuste, com coeficiente de determinação de 0,9779, quadrado médio do erro de 0,05416 e erro absoluto médio de 0,18866. Esses resultados indicam elevada capacidade de reproduzir as estimativas obtidas pela equação padrão, apresentando baixa dispersão dos dados e reduzidos desvios entre os valores observados e preditos.

A equação 2 ($RCM = 60 - (0,58 \times ET) + (0,10 \times PL)$) proposta por Irgang (2004) apresentou desempenho intermediário, enquanto a equação de Guidoni *et al* (2007) apresentou os menores índices de ajuste entre as equações avaliadas para os dados obtidos por corte. Apesar disso, os coeficientes observados indicam que as três equações apresentaram elevada concordância com a equação de referência quando aplicadas às medidas realizadas diretamente na carcaça.

Novamente, a equação 4 ($RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$) de Antunes (2018) apresentou os melhores indicadores de ajuste. Em contrapartida, a equação 3 ($RCM = 58,408 - (0,5886 \times ET) + (0,1739 \times PL) - (0,0189 \times PCQ)$) de Guidoni *et al* (2007) apresentou o menor

coeficiente de determinação e os maiores valores de erro, demonstrando menor capacidade de reproduzir as estimativas geradas pela equação padrão quando utilizadas medidas ultrassonográficas.

Os resultados obtidos indicam que a equação 4 ($RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$) proposta por Antunes (2018) foi a que apresentou maior robustez entre os modelos avaliados, mantendo elevados coeficientes de determinação e baixos valores de erro tanto para medidas obtidas por corte quanto por ultrassonografia. Esse comportamento sugere menor sensibilidade às variações decorrentes do método de mensuração empregado, característica desejável em modelos utilizados para estimativas indiretas de composição de carcaça.

4 CONCLUSÕES

A predição de profundidade de lombo por ultrassom apresenta baixa correlação com o valor observado quando há padronização da estimativa de espessura de toucinho entre ultrassom e a imagem real. Dentre os modelos avaliados, a equação $RCM = 67,3124 - (0,47691 \times ET)$ apresentou maior coeficiente de determinação, menor valor de erro e maior correlação com a equação de referência $RCM = 65,92 - (0,685 \times ET) + (0,094 \times PL) - (0,026 \times PCR)$, demonstrando potencial para estimativa do rendimento de carne magra em suínos utilizando um número reduzido de variáveis.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, R. C. **Efeitos das linhas maternas e paternas e do genótipo Hal em Suínos**. 1. ed. Beau Bassin: Novas Edições Acadêmicas, 2018.
- BERTOL, T. M. *et al.* Efeito do peso de abate sobre o desempenho e características de carcaça em suínos. In: BERTOL, T. M.; SANTOS FILHO, J. I. dos (org.). **Questões técnicas do peso de abate em suínos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. cap. 1, p. 13-33.
- FIGUEIREDO, E. A. P. de *et al.* Contribuição técnica da genética na evolução da suinocultura brasileira. In: VILAS-BOAS, J.; PEREIRA, M. L. (org.). **Raízes, ciência e transformação: 50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves**. Brasília, DF: Embrapa, 2025. cap. 3, p. 83-106.
- DORLEKU, J. B.; WORMSBECHER, L.; CHRISTENSEN, M.; CAMPBELL, C. P.; MANDELL, I. B.; BOHRER, B. M. Comparison of an advanced automated ultrasonic scanner (AutoFom III) and a handheld optical probe (Destron PG-100) to determine lean yield in pork carcasses. **Journal of Animal Science**, v. 101, p. skad058, 2023. DOI: 10.1093/jas/skad058.
- DUTRA JR., W. M. *et al.* Predição de características quantitativas de carcaças de suínos pela técnica de ultrassonografia em tempo real. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1251-1257, 2001.
- GARCÍA-CONTRERAS, C. *et al.* Estimation of in vivo body composition of Iberian pigs using bioelectric impedance and ultrasonography techniques. **Meat Science**, v. 213, p. 109484, 2024.
- GOMIDE, L. A. de M. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: UFV, 2006.
- GRESHAM, J. D. *et al.* Prediction of live and carcass characteristics of market hogs by use of a single longitudinal ultrasonic scan. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 6, p. 1409-1416, 1994.
- GUIDONI, A. L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: Conferência Internacional Virtual Sobre Qualidade De Carne Suína, 1., 2000, Concórdia. **Anais [...]**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p. 221-234.
- GUIDONI, A. L.; DALLACOSTA, O. A.; BERTOL, T. M. **Preditores e predição do peso, porcentagem e quantidade de carne de carcaça suínas e suas partes**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. (Relatório Técnico).
- MERSMANN, H. J. Ultrasonic determination of backfat depth and loin area in swine. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 2, p. 268-275, 1982.
- MIELE, M. *et al.* O desenvolvimento da avicultura e da suinocultura nos últimos 50 anos. In: VILAS-BOAS, J.; PEREIRA, M. L. (org.). **Raízes, ciência e transformação: 50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves**. Brasília, DF: Embrapa, 2025. cap. 2, p. 51-81.

PALHARES, L. O. **Desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados da raça Duroc em função dos níveis de proteína e aminoácidos**. 2018. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

PEPPMEIER, Z. C. *et al.* Estimating backfat depth, loin depth, and intramuscular fat percentage from ultrasound images in swine. **Animal**, v. 17, n. 10, p. 100969, 2023.

RECKELS, B. *et al.* Resource-efficient classification and early predictions of carcass composition in fattening pigs by means of ultrasound examinations. **Agriculture**, v. 10, n. 6, p. 222, 2020.

ROBINSON, D. L. *et al.* de Sonographers. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 6, p. 1667-1676, 1992.