

# QUESTÕES TÉCNICAS DO PESO DE ABATE EM SUÍNOS

Jonas Irineu dos Santos Filho

Teresinha Marisa Bertol

*Editores Técnicos*



**Embrapa**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Suínos e Aves  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **QUESTÕES TÉCNICAS DO PESO DE ABATE EM SUÍNOS**

Jonas Irineu dos Santos Filho  
Teresinha Marisa Bertol  
*Editores Técnicos*

**Embrapa**  
*Brasília, DF*  
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Suínos e Aves**

Rodovia BR 153 - KM 110  
Caixa Postal 321  
89.715-899, Concórdia, SC  
Fone: (49) 3441 0400  
Fax: (49) 3441 0497  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Supervisão editorial  
*Tânia Maria Biavatti Celant*

Revisão técnica  
*Ari Jarbas Sandi*  
*Dirceu Luis Zanotto*  
*Jorge Vitor Ludke*

Revisão de texto  
*Monalisa Leal Pereira*

**Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição**

Embrapa Suínos e Aves

Normalização bibliográfica  
*Claudia Antunes Arrieche*

Comitê Local de Publicações da Embrapa Suínos e Aves

Tratamento das ilustrações  
*Marina Schmitt*

Presidente  
*Marcelo Miele*

Projeto gráfico e editoração eletrônica  
*Vivian Fracasso*

Secretária-Executiva  
*Tânia Maria Biavatti Celant*

Foto da capa  
*Eduardo Alexandre de Oliveira*

Membros  
*Airton Kunz*  
*Ana Paula Almeida Bastos*  
*Gilberto Silber Schmidt*  
*Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima*  
*Monalisa Leal Pereira*

Capa  
*Marina Schmitt*

**1ª edição**  
Publicação digitalizada (2018)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Suínos e Aves

---

Questões técnicas do peso de abate em suínos / Jonas Irineu dos Santos Filho, Teresinha Marisa Bertol, editores técnicos. Brasília, DF : Embrapa, 2018.  
105 p.

ISBN 978-85-7035-820-2

1. Carne suína. 2. Abate. 3. Composição da carcaça. 4. Rendimento do peso. 5. Economia. 6. Qualidade da carne. I. Santos Filho, Jonas Irineu dos. II. Bertol, Teresinha Marisa. III. Embrapa Suínos e Aves.

---

Claudia Antunes Arrieche - CRB 14/880

CDD 664.9

©Embrapa, 2018

# Capítulo 4

## **Visão econômica do peso ótimo de abate**

*Jonas Irineu dos Santos Filho  
Teresinha Marisa Bertol  
Arlei Coldebella*



## Introdução

A suinocultura brasileira vem buscando sistematicamente a melhoria em seus índices de eficiência técnica e econômica. Para alcançar este fim, a incorporação de tecnologia tem sido uma constante. Entretanto, a utilização dos conhecimentos de gestão da produção, isto é, o quanto produzir em determinada situação, ainda é praticada de forma incipiente.

Tradicionalmente, para os produtores independentes, o peso médio de abate (PMA) dos suínos situa-se em torno de 100 kg, entretanto, os critérios que determinam este peso parecem inconsistentes, porque independente da relação de preços insumo-produto, o mesmo peso se mantém. A questão do peso ótimo de abate (POA) do suíno é considerada de forma diferenciada sendo que o nutricionista, fundamentado no custo dos ingredientes, pode recomendar um POA de 90 kg, enquanto os administradores dos frigoríficos podem determinar um POA entre 100 kg e 105 kg, e os economistas, por sua vez, em função das condições de otimização do trabalho e do custo por unidade de suíno instalado, podem até defender um POA de 120 kg (Gregor et al., 1988).

Porém, um fator importante e que determina o PMA é a estruturação do mercado consumidor que deve ser atendido. Assim, para o consumidor de carne a produção de um suíno com baixo peso, que apresente carne com menor porcentagem de gordura, é preferencial (Ellis et al. 1996). Para a produção de embutidos os pesos de abate preferenciais são os mais elevados, porque envolve a proporção relativa entre carne e gordura estruturadas (Nuernberg e Ender, 1989).

Para a indústria varejista, uma definição adequada pode ser o peso no qual a margem entre o custo de produção e o processamento das carcaças, por um lado, e o valor dos produtos vendidos, de outro lado, é maximizada. Sobre este ponto de vista, a potencial vantagem do peso de abate mais elevado tem sido reconhecida já há algum tempo. Isto decorre pela redução do custo fixo por unidade de produção, para ambos, tanto para o produtor, quanto para o processador. Historicamente, levar ao abate suínos com peso acima de 90 kg era associado com o aumento no teor de gordura na carcaça e deterioração da eficiência alimentar com conseqüente aumento nos custos e diminuição no valor da carcaça (Ellis e Horsfield, 1988). Mais recentemente, entretanto, o desenvolvimento significativo nos dois setores, produção e

processamento, tem revisto o interesse no peso de abate mais elevado para os suínos. Segundo Thompson et al. (1996), as características genéticas dos suínos têm acentuada influência sobre o POA. Friesen et al. (1994) avaliaram as diferenças em termos de características das carcaças de genótipos com média e alta deposição de carne (230 g/dia a 330 g/dia e maior que 340 g/dia, respectivamente) em dois pesos de abate (104 kg e 127 kg) e verificaram o aumento mais acentuado na deposição de gordura, no peso de abate maior e nas carcaças dos genótipos com menor potencial para deposição de carne.

As necessidades de cada indústria fazem com que, embora conhecendo-se o peso ótimo de abate, o PMA efetivamente utilizado seja diferente deste. Assim, pode ser normal que, para o atendimento de distintas exigências de mercado, até quatro diferentes faixas de pesos de abate, variando desde os 60 kg até os 130 kg de peso vivo sejam adotadas. Se para o produtor a conversão alimentar e a taxa de ganho de peso são os principais indicadores de eficiência, é de se esperar que, à medida que se alterem as relações de preços dos insumos (milho e farelo de soja) com o produto (preço pago por kg de suíno produzido), o ponto de máxima eficiência econômica se desloque, já que, em função da idade do animal, as taxas de ganho de peso médio e de eficiência alimentar, ou produtividade marginal da ração, variam.

A utilização de curvas de crescimento para descrever o desempenho de animais tem sido amplamente publicada (Fitzhugh Júnior, 1976). Em geral, muitos estudos envolvem uma faixa de peso ou idade restrita e dentro do interesse comercial (Giúdice et al. 1982). Segundo Krieter e Kalm (1989) estes períodos curtos podem ser expressos por simples funções polinomiais, mas, para estudos de desempenho que envolvem períodos mais amplos, modelos não lineares são preferencialmente utilizados com mais flexibilidade e melhores ajustes (Freitas e Costa, 1983; Kuhn et al., 1983; Kanis e Koops, 1990; Rodrigues et al. 1992; Schinckel e De Lange, 1996).

## Questões teóricas do peso ótimo de abate

Com os dados de desempenho e com as características de carcaça dos animais abatidos, gera-se a função de produção, a função de lucro e as funções de custo definidas em termos da quantidade a ser produzida. A função de produção, também chamada de função resposta, é uma relação física entre as quantidades utilizadas de certo conjunto de insumos e as quantidades físicas máximas que se pode obter do produto, para uma dada tecnologia conhecida. Ao se exigir que a função de produção represente o máximo que se pode obter (estabelecido um conjunto de fatores de produção) com o uso de cada combinação de insumos, na verdade está sendo construída uma relação funcional entre os insumos e o produto. Ou seja, esta definição possibilita descrever a função de produção na forma matemática:

$$Y = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

Onde,  $Y$  é a quantidade produzida e  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  são os  $n$  insumos que entram neste processo e se transformam em  $Y$ . Esta representação simbólica significa que  $Y$  é uma função de  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ .

A função de lucro pode ser escrita de forma mais direta através da expressão de lucro, como sendo:

$$L = R(Y) - C(Y)$$

Onde  $L$  é o lucro;  $R(Y) = R \cdot Y$ , ou seja, a receita total que depende da quantidade produzida (e vendida); e  $C(Y)$  é a função de custo total do empreendimento que também depende da quantidade produzida.

Como:

$$L = RT - C(Y) \text{ ou } L = PY - C(Y)$$

O lucro, em representações gráficas, é visualmente identificado e obtido diretamente pela distância vertical entre as curvas de receita total e custo total. A equação de lucro permite obter a regra de decisão em relação ao máximo de produção, pois derivando a função de lucro em relação a quantidade e igualando a função derivada a zero, obtém-se a condição necessária para o lucro máximo:

$$L = P \cdot Y - C(Y) \text{ e } \frac{\partial L}{\partial Y} = \frac{\partial(P \cdot Y)}{\partial Y} - \frac{\partial C(Y)}{\partial Y} = 0$$

A condição suficiente para obtenção de lucro máximo é que a derivada de segunda ordem da função lucro em relação a quantidade assuma valores negativos, logo:

$$\frac{\partial^2 L}{\partial Y^2} = \frac{\partial^2 C(Y)}{\partial Y^2} < 0$$

Além disso, é importante observar que a expressão:

$$\frac{\partial C(Y)}{\partial Y}$$

Ela representa a inclinação da curva do custo total (um número múltiplo da quantidade de ração consumida) em qualquer dos seus pontos relevantes. Representa também o acréscimo observado no custo total por unidade (infinitesimal) de acréscimo na produção. Esta é a definição exata do custo marginal de produção. Então:

$$CMg = \frac{\partial C(Y)}{\partial Y}$$

É a função que representa o custo marginal de produção. O custo marginal representa a variação no custo de produção decorrente da decisão de se produzir mais uma unidade de um determinado produto que, no caso presente, é representado pelo aumento em um kg de peso vivo no suíno. E, consequentemente:

$$\frac{\partial^2 C(Y)}{\partial Y^2} = \frac{\partial CMg}{\partial Y}$$

É a inclinação do custo marginal. Na definição do custo marginal na produção de suínos, segundo Headley et al. (1961), a conversão alimentar definida entre faixas de peso específicas, representa a quantidade de ração necessária para que o animal adquira um kg de peso, podendo ser definida como consumo marginal de ração (CRF). Matematicamente, ela pode ser escrita como sendo:

$$CRF = \frac{\Delta C}{\Delta P} = \frac{C_n - C_{n-1}}{P_n - P_{n-1}}$$

No qual, assim definido, **CRF** é o consumo de ração necessário para promover um kg de ganho de peso no suíno e  $C_n$  é o consumo de ração ao peso  $P_n$ .

A regra para a decisão sobre o quanto produzir é o ponto mais importante e, para que o empreendedor obtenha o lucro máximo, é necessário que sua produção seja aumentada até o ponto em que **Cma=P** (Custo marginal = Preço). Esta regra é válida, naturalmente, para um empreendimento que tem atuação em mercados de competição perfeita. A condição mais geral, abrangendo mercados imperfeitos, requer que **Cma=Rma** (Custo Marginal=Receita Marginal) e que, graficamente, a curva da Rma seccione a de Cma de baixo para cima do ponto ótimo. Assim:

$$RMa = \frac{\partial(RT)}{\partial Q}$$

A receita marginal é, em um mercado de competição perfeita, **Rma=P**. O nível de produção ótimo deve ser interpretado como o nível de produção que maximiza o lucro ou minimiza o prejuízo, fato este que dependerá das condições de mercado.

Em situação de campo na decisão do peso ótimo de abate nem sempre é possível ter acesso a um volume de informações tão grandes que permita calcular a função de produção. De forma semelhante, nos trabalhos que envolvem função de produção existe um pressuposto de que os preços dos insumos e produtos sejam o mesmo ao longo de todo o período, o que de fato não ocorre. Desta forma, somente é possível tomar-se a decisão do peso ótimo de abate para um período de tempo futuro onde se tenha a mínima previsibilidade de preços dos insumos e dos produtos.

Na prática, os insumos não são comprados diariamente. Geralmente, o produtor fará um estoque que garanta no mínimo um mês de produção. Por outro lado, o valor da produção é sempre uma incógnita para o produtor.

Na visão da tomada de decisão de curto prazo é importante ter em mente que não se estará otimizando o peso ótimo de abate e sim comparando-o entre duas situações possíveis. Neste caso, podemos comparar a situação de se abater o animal com um peso ou com um peso maior. Desta forma, é necessário ter conhecimento das seguintes informações:

- Qual o peso atual.
- Qual o peso a que se quer chegar.
  - Ganho de peso diário.
  - Dias para chegar ao peso meta.
- Rendimento de carcaça no peso atual.
- Rendimento de carcaça no peso meta.
- Preço corrente (R\$/kg) do suíno vivo.
- Mudança de preço esperada (R\$/kg).
- Bonificação paga pela agroindústria.
- Conversão alimentar no período adicional.
- Preço da ração (kg).
- Custo de oportunidade do espaço.
- Mortalidade no período acrescido.
- Custo adicional de mão de obra.

E, com os dados acima, é possível calcular a receita adicional e o custo adicional entre os dois períodos e assim avaliar a viabilidade ou não da estratégia de se postergar ou anteceder o dia de remessa dos animais para abate.

$$\text{Receita adicional} = \text{Ganho de peso no período} * \text{Preço de venda} + \text{Mudança no preço esperada} * \text{peso final}$$

A mudança de peso esperada é calculada como sendo o acréscimo de preço devido à bonificação da carcaça ou outro prêmio que possa existir e que tenha relação com o peso de abate. No caso tradicional de pagamento de bonificação de carcaça existente no Brasil, a alteração na bonificação é definida como sendo a diferença entre a bonificação de carcaça no peso meta menos a bonificação no peso desejado multiplicada pelo preço base do suíno. Caso não ocorra pagamento por bonificação, o segundo termo da equação será nulo.

O custo adicional decorrente da mudança do peso de abate é dado por:

- a) Aumento no consumo de ração.
- b) Custo adicional com a utilização do espaço.
- c) Custo com mortalidade adicional.
- d) Custo com adicional de mão de obra.

**Aumento do consumo de ração:** conversão alimentar no período adicional (kg/kg) \* ganho de peso no período adicional (kg) \* preço da ração (R\$/kg).

**Custo adicional com a utilização do espaço:** nas unidades de terminação, o custo adicional decorrerá do menor número de lotes alojados e, conseqüentemente, aumento no custo da depreciação e dos juros sobre o capital médio. Já na produção de ciclo completo, as instalações estão previamente definidas pelo número de matrizes alojadas, o que permitiria espaço tão somente para um ajuste semanal ou no máximo quinzenal do alojamento e este custo passa a ser negligível.

**Custo com mortalidade adicional:** acréscimo de mortalidade no período adicional \* peso médio (peso no início e o peso meta) \* preço pago.

**Custo com adicional de mão de obra:** tendo como referência que um homem pode cuidar de mil animais no sistema de terminação, tem-se:

$$= \text{gasto diário com mão de obra} * \text{dias acrescido para o abate} / 1.000$$

$$\text{Acréscimo total no custo} = a + b + c + d$$

## Estudo A

### Função de produção

Com base nos dados experimentais realizados na Embrapa Suínos e Aves, foram ajustadas funções de produção para os suínos descendentes do cruzamento entre fêmeas F1 e machos MS-115. O uso da ractopamina nas rações faz com que exista diferença nas dietas oferecidas, o que tornou necessário estimar diferentes curvas para diferentes pesos de abate (100 kg, 115 kg, 130 kg e acima de 130 kg). As equações do Modelo não linear

sugerido por Gompertz são apresentadas a seguir:

Função de produção para animais abatidos com peso vivo até 100 kg:

$$y = 168,9666 * e^{-e(-0,00686*(CR-75,2089))}$$

Para animais abatidos com peso vivo até 115 kg:

$$y = 193,34862 * e^{-e(-0,005688*(CR-99,5212))}$$

Para animais abatidos com peso vivo até 130 kg:

$$y = 212,7757 * e^{-e(-0,004864*(CR-121,41255))}$$

Para animais abatidos acima de 130 kg:

$$y = 208,0193 * e^{-e(-0,004957*(CR-116,7644))}$$

Onde **Y** representa o peso vivo do suíno, em kg, e **X** a quantidade de ração, em kg, fornecido ao animal nas fases de crescimento e terminação. O modelo ajusta-se bem aos dados pois, não só os coeficientes são todos altamente significativos, como também o coeficiente de determinação, em cada caso, é elevado, apresentando valores superiores a 0,95 para todas as equações estimadas. A equação de Gompertz além de ter apresentado boa aderência aos dados ainda apresenta interpretação e significado biológico para todos os coeficientes analisados.

## Função de custo

A função de custo foi obtida mediante a derivada da função de produção, e para as curvas de Gompertz apresentadas acima, derivou-se as seguintes funções de consumo:

Para abate até 100 kg:

$$CR = 75,2089 + \frac{\ln(\ln 168,9666 - \ln y)}{0,00686}$$

Para abate de 100 kg a 115 kg:

$$CR = 99,5212 + \frac{\ln(\ln 193,3486 - \ln y)}{0,005688}$$

Para abate de 115 kg a 130 kg:

$$CR = 121,4125 + \frac{\ln(\ln 212,7757 - \ln y)}{0,004864}$$

Para abates acima de 130 kg:

$$CR = 116,7644 + \frac{\ln(\ln 208,0193 - \ln y)}{0,004957}$$

Na função de produção estimada, assume-se que todos os fatores de produção, com exceção do consumo da ração, permanecem constantes, o que parece um modo pouco correto de abordar o problema, na medida em que o uso da maior parte dos outros insumos variáveis (medicamentos, mão de obra, etc.) é proporcional ao tempo de permanência do animal na propriedade. Por exemplo, a mão de obra utilizada na terminação do suíno será tanto maior quanto mais pesado for este, pois o peso e tempo estão intimamente relacionados. Em relação aos custos, tais como depreciação das instalações e juros sobre o rebanho, pode-se afirmar que são proporcionais ao tempo de permanência do animal na propriedade. Dado que o animal permanecerá tanto mais tempo na propriedade quanto maior for o peso com que será vendido, pode-se dizer que os outros encargos estão diretamente relacionados com os custos da ração.

Devido aos fatos observados acima, somente o custo de obtenção do animal destinado à fase de crescimento e terminação são considerados fixos, podendo o seu valor ser imputado ou real, caso o animal seja comprado. Segundo Santos Filho et al. (2001), analisando o comportamento do custo de produção na década de 1990, os outros encargos com a criação de suínos, além do custo da ração e do custo do leitão, podem ser estimados em cerca de 20% dos custos da alimentação, isto é:

$$C = 1.2*(P_x * X) + F$$

Nestes termos, a equação de custo é apresentada na seguinte forma:

$$CT100kg = [[75,2089 + (\ln (\ln 168,9666 - \ln y)) / 0,00686] * Pr^{*1,2} + F] \quad (5)$$

$$CT115kg = [[99,5212 + (\ln (\ln 193,3486 - \ln y)) / 0,005688] * Pr^{*1,2} + F] \quad (6)$$

$$CT130kg = [[121,4125 + (\ln (\ln 212,7757 - \ln y)) / 0,004864] * Pr^{*1,2} + F] \quad (7)$$

$$CTacima130kg = [[116,7644 + (\ln (\ln 208,0193 - \ln y)) / 0,004957] * Pr^{*1,2} + F] \quad (8)$$

Na década de 1980, Pinheiro et al. (1983) convencionaram adotar o preço do milho como padrão de referência. Este fato decorria da menor complexidade das rações naquele momento, com a simples adição do concentrado proteico ao milho, diferentemente dos dias atuais. Devido a mudanças conjunturais e tecnológicas foi utilizado no estudo o preço da ração de terminação e não o preço do milho como principal indicador de custo.

Para a avaliação do custo fixo foi determinado o preço de venda do leitão:

$$PVL = (PVB * 1,5 * PVS) + (RPL * PVS) \quad (6)$$

Onde, **PVL** é preço de venda do leitão; **PVB** é o peso máximo de venda do leitão sobre o qual será pago um bônus, em função de sua inclusão em determinada faixa de peso e que no caso foi de 70% sobre o preço de venda do suíno; **PVS** é preço de venda do kg de suíno vivo; **RPL** é a diferença entre o peso do leitão e peso de venda com bônus (22 kg).

## Custo marginal

Para a definição do custo marginal será necessário conhecer a partir da conversão alimentar, entre duas faixas de peso específicas, a quantidade de insumos necessários para que o suíno ganhe um kg de peso.

O custo marginal é calculado como sendo:

$$CMg = 1.2 * (CRF * Px)$$

A curva de custo total médio apresenta o formato de U enquanto a curva de custo marginal é crescente.

## Receita marginal

Avaliando a receita marginal observa-se que, principalmente, nos estados do sul do Brasil a decisão relacionada ao peso ótimo de abate estava na dependência tão somente do custo marginal. Assim, a receita marginal era, até então, decorrente tão somente das conjunturas de mercado, sendo de conhecimento dos produtores. Este fato ocorria pois até o início da década de 1990 os suínos no Brasil eram pagos pelo o seu peso vivo, não havia nenhuma diferenciação de preço relacionado com a qualidade da produção. Este fato foi alterado com a adoção da tipificação de carcaças. A tipificação das carcaças de suínos, segundo Favero (1989), teve início no Brasil em 1982, porém, somente dez anos depois passou a ser utilizada pela maioria das indústrias frigoríficas da região Sul. Atualmente, com raras exceções, os frigoríficos estão pagando os suínos com base no peso e no rendimento de carne na carcaça avaliado com equipamento eletrônico que mede a espessura de toucinho e a profundidade do lombo (músculo *Longissimus dorsi*). Cada indústria tem trabalhado individualmente na definição de equações que, com base na espessura de toucinho e músculo, possam estimar com a melhor precisão o percentual de carne nas carcaças.

Nos frigoríficos de médio e grande porte do Sul do Brasil desde 1996 utilizam-se da tipificação eletrônica das carcaças de suínos como forma de efetuar o pagamento, isto gera como vantagem a possibilidade de diferenciar o suíno de uma simples “commoditie”, pois a carne suína passa a ser paga pela sua qualidade, aqui expressa em quantidade de carne na carcaça. Entretanto, cria para os produtores uma necessidade adicional em relação à definição do peso ótimo de abate, pois o preço deixa de ser, simplesmente, um valor único e passa a assumir valores que dependem da bonificação que cada suíno recebe na dependência da tipificação eletrônica. Nesta nova circunstância, está vinculado outro problema a ser equacionado, e este decorre do fato de que o produtor precisa conhecer o peso da carcaça e o efeito do peso da carcaça sobre a porcentagem de carne do suíno. As estimativas advindas de observações no campo permitem estimar as seguintes curvas (Guidoni, 2001):

$$P_{carf} = -4,118599 + 0,780899 * PV \text{ e } P_{cmf} = 64,5 - 0,105 * PV$$

Onde o **P<sub>carf</sub>** é o peso da carcaça quente e **P<sub>cmf</sub>** é a porcentagem de carne na carcaça resfriada. Assim, em termos de percentual de carne magra na carcaça, estima-se a queda de 1% a cada 10 kg de acréscimo de peso do animal que, devido à bonificação, influencia nos resultados econômicos das granjas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Peso de abate, lucro ao peso ótimo e aos 100 kg para pagamento do suíno sem bonificação.

	2012	2013	2014	2015	2016	Média
Peso ótimo	87,02	130,29	141,73	137,59	100,27	122,49
Lucro ao peso ótimo	-25,01	17,79	58,41	40,71	-6,49	2,09
Lucro 100 kg	-28,24	9,51	34,15	24,38	-6,49	-0,30

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

Desta forma, a bonificação tem sido utilizada como uma estratégia comercial para incentivar a produção de carcaças com mais carne e menos gordura, mas como negócio é mais uma das transações entre produtores e frigoríficos que obedecem às leis tradicionais de mercado. Por isso, no Brasil têm sido praticados índices médios de bonificação variáveis com oscilação média entre 1% a 10%. Entretanto, desde o início de sua aplicação (Guidoni, 2001), parece haver concordância entre todos os frigoríficos de que o índice de bonificação seja gerado em função do peso da carcaça quente ( $P_{carq}$ ) e da porcentagem de carne estimada na carcaça resfriada ( $P_{cmf}$ ).

Um dos modelos para pagamento de bonificação de carcaças de suínos pode ser encontrado em Favero et al. (1998).

$$Bônus = 37,004721 + 0,094412 * p_{carq} + 1,144822 * p_{cmf} - 0,000053067 * p_{carq} * p_{cmf} + 0,000018336 * p_{cmf}^2 + 0,000409 * p_{carq}^2$$

Outro modelo pode ser encontrado em Guidoni (2001).

$$Bônus = -210 + 145 * (0,991922^{(p_{carq} * p_{cmf})})$$

## Lucro máximo

O lucro na atividade pode ser expresso através da equação abaixo:

$$\pi = P_p * Y - [CR * Pr * 1,2 + F]$$

Para que o suinocultor obtenha o lucro máximo, é necessário que a sua produção seja aumentada até o ponto em que o **CMg=RMg**. A receita marginal nas regiões onde ocorre bonificação de carcaça é dada pela equação abaixo, onde **Py** é o preço base para o kg do suíno vivo.

$$RMg_n = [Py * (1 + Bonus_n) * P_n] - [Py * (1 + Bonus_{n-1}) * P_{n-1}]$$

Em média, nesta última década (2012 a 2016) a relação entre o preço do kg do suíno em peso vivo e o preço da ração de terminação foi de 3,71 e este valor determina um peso ótimo de abate de 122,49 kg na situação de não bonificação da carcaça. Neste mesmo período, a razão máxima obtida foi de 4,58 em 2014 e a mínima de 3,07 em 2012, o que determinou, respectivamente, um peso ótimo de abate de 87,02 kg e 141,73 kg. Na condição de bonificação, esta conclusão será afetada diretamente pelo efeito do peso de abate sobre a percentagem de carne na carcaça (Tabela 2).

**Tabela 2.** Peso de abate, lucro ao peso ótimo e aos 100 kg para pagamento do suíno com bonificação crescente.

	2012	2013	2014	2015	2016	Média
Peso ótimo	87,02	131,79	141,73	138,99	100,26	124,09
Lucro ao peso ótimo	-4,80	47,27	92,68	73,95	23,82	31,09
Lucro 100 kg	-6,78	35,91	64,63	53,97	23,82	25,99

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

A decisão de aumento do peso de abate, principalmente em sistemas de ciclo completo, não pode ser revertida no curto prazo. Após decidir pela construção das instalações, possíveis quedas na relação de entre os preços da ração e os dos suíno alteraram o peso ótimo de abate, entretanto a rentabilidade será afetada de forma negativa.

A utilização de linhagens onde a porcentagem de carne na carcaça apresenta apenas pequenos decréscimos à medida que se aumenta o peso de abate, ou a utilização de níveis nutricionais e práticas de manejo da alimentação que atendam o potencial genético em termos de deposição de carne, influenciam o peso ótimo de abate.

Em todas as situações analisadas, a rentabilidade apresenta um formato de U invertido, crescendo até um ponto máximo e logo após apresentado um decréscimo. Em média, no período analisado de 2012 a 2016, o lucro por animal abatido foi de R\$ 2,09 para a situação em que não é efetuado o pagamento de bônus. Para o sistema de bônus apresentado em Favero (1998) e Guidoni (2001), estes valores foram de R\$ 16,02 e R\$ 31,09 respectivamente.

## Estudo B

Para o dia a dia, provavelmente uma boa forma de tomar decisões sobre o peso ótimo de abate esteja no trabalho desenvolvido por Lawrence (2007). Neste estudo, a decisão ou não de se alterar o peso de abate leva em consideração o curto prazo, geralmente de duas a quatro semanas (Tabela 3). Este curto período permite a previsibilidade de preços pagos e recebidos.

**Tabela 3.** Retorno esperado para postergar em 20 dias a venda para o abate de um suíno de 95 kg.

Itens	Peso vivo e carcaça
Peso corrente do suíno (kg)	95
Período na terminação para alcançar o peso corrente (dias)	95
Número de dias até alcançar o novo peso de abate	20
Ganho de peso diário esperado para o novo peso de abate (kg)	0,9
Ganho de peso adicionado em kg (A)	18,00
Rendimento de carcaça antes (%)	71,85
Rendimento de carcaça depois (%)	72,67
Peso final esperado em kg (D)	113
Peso da carcaça (kg)	82,12
Preço corrente (R\$/kg) (B)	3,40
Mudança de preço esperada (R\$/kg) (F)	0,037

Continua...

Tabela 3. Continuação...

Itens	Peso vivo e carcaça
Bonificação percentual pela carne magra (%)	0,00
Bonificação paga pela agroindústria (R\$/kg) (E)	0,00
Receita adicionada total (R\$)	103,70
Preço da ração (R\$/kg)	0,88
Conversão alimentar esperada durante o ganho de peso adicional	3,60
Custo adicional com a ração (R\$)	57,02
Custo de oportunidade do espaço (R\$)	0,71
Mortalidade no período acrescido (%)	0,3
Custo com a mortalidade adicional (R\$)	0,8840
Salário e encargos (R\$)	1.584,00
Custo diário da mão de obra (R\$)	72,00
Custo adicional da mão de obra	1,30
Custo do peso adicionado total (R\$)	59,91
Custo adicionado por kg (R\$/kg ganho) (C)	3,33

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

O rendimento da carcaça e o peso de abate são indexadores de muitas das equações de bonificação de carcaça em uso no Brasil. Para simplificar, neste exemplo vamos assumir a inexistência de sistema de bonificação e tendo como referência um sistema de produção tipo unidade de terminação. Assim sendo, o adicional de receita (AR) é calculado como:

$$\begin{aligned}
 \text{AR} &= 20 \text{ (dias a mais na engorda)} * 0,9 \text{ (ganho de peso diário)} * \\
 &3,4 \text{ (preço recebido pelo produtor antes do acréscimo de peso)} + \\
 &0,0376 \text{ (acrécimo de preço por kg devido a nova bonificação)} * \\
 &\text{peso final} = 65,45
 \end{aligned}$$

O acréscimo no custo (AC) é, conforme apresentado nas questões teóricas do peso de abate, o somatório do custo com a ração (CR), alojamento (CE), mortalidade (CM) e mão de obra (CMDO).

$$\begin{aligned}
 \text{CR} &= 3,6 \text{ kg/kg (Conversão alimentar no período acrescido)} * \\
 &18 \text{ kg (acrécimo de peso)} * 0,88 \text{ R\$ preço da ração} = 57,02
 \end{aligned}$$

CE = diferença do valor da depreciação do lote com o peso normal de abate e o novo peso meta dividido pelo número de animais abatidos. Neste exemplo, tem-se o custo das instalações e equipamentos para o alojamento de 750 animais estimados em R\$ 224.344,00, uma vida útil média estimada em 23,32 anos, o valor residual de 7,78% e um vazio sanitário de 14 dias.

$$\text{Depreciação atual} = \left( \frac{(224.344,00 * (1 - 7,78\%))}{23,32} \right) / 3,41 =$$

$$\text{Depreciação meta} = \left( \frac{(224.344,00 * (1 - 7,78\%))}{23,32} \right) / 2,87 =$$

CE = (3.086,72/98% - 2.600,63/97,7%)/(750) onde 0,98 e 0,977 devem-se à mortalidade de 2% dos animais no período atual e de 2,3% no período meta.

$$CE = (3172,38 - 2653,70) / 750 = R\$ 0,692$$

O custo da mortalidade é determinado pelo valor do animal morto no período de tempo acrescido.

$$CM = 0,38\% * (113 - 95) / 2 * 3,4 = R\$ 0,884$$

Por fim, o custo da mão de obra, que é calculado como:

$$CMDO = R\$ 72,00 \text{ (valor diário do trabalhador)} * 20 \text{ (dias acrescidos)} / (1000 * 0,983)$$

$$CMDO = 1,32$$

Assim,

$$AC = 57,02 + 0,692 + 0,884 + 1,32 = 59,91$$

Assim, o ganho extra com o aumento do peso de abate foi de R\$ 5,54/animal abatido, o que em um lote proposto de 750 animais representaria um aumento no lucro do lote de R\$ 4.155,00.

Na análise acima, tem-se a perspectiva do produtor rural. Entretanto, existem outros elos a montante que também se beneficiam do aumento do peso de abate. O elo transporte de animais é beneficiado, pois no caso acima o número de animais transportados do produtor para a agroindústria é o mesmo, sendo que o custo por kg é menor no caso dos animais mais pesados.

De forma semelhante, o custo do abate do suíno é independente do seu peso e desta forma novamente existe o ganho com o abate de animais de maior porte. De forma análoga, existe o custo de fazer o corte dos animais, que é o mesmo nos dois pesos.

Desta forma, existirá a economia com o transporte, abate e processamento dos animais.

## **Estudo C**

A decisão do peso ótimo de abate é complexa. Ela depende do equilíbrio de um grande número de variáveis. Ainda assim, algumas regras econômicas nunca devem deixar de serem observadas.

Em termos de máximo lucro econômico, o ponto ideal de produção é obtido onde a receita marginal se iguala ao custo marginal. Nesta situação, será aproveitado todo o potencial de rentabilidade da atividade.

A receita marginal é uma variável que depende de diversos fatores. Para a indústria, esta variável é definida em função do grupo de produtos produzidos e comercializados pela empresa. Para o produtor rural, propriamente dito, esta variável depende da forma como o mesmo é remunerado. Assim, para situações onde o produtor recebe pelo animal vivo, independente da porcentagem de carne magra na carcaça, a receita passa a ser facilmente percebida pelo produtor por ser fixa (Tabela 4). Para a indústria, a produção de carcaças maiores, desde que atendam as expectativas da sua demanda, minimiza o custo industrial e, portanto, permite maior remuneração do produtor.

**Tabela 4.** Custo médio para fêmeas do kg de peso vivo, carcaça e carne magra de suínos em diferentes pesos de abate e cenários de custo médio unitário das dietas.

Itens/pesos	106,5	119,7	133,9	141,9
<b>Redução de 20%</b>				
Peso vivo	2,890	2,868	2,751	2,735
Carcaça	3,958	3,904	3,718	3,703
Carne magra	6,647	6,504	6,630	6,563
<b>Preço padrão de R\$ 0,7719</b>				
Peso vivo	3,163	3,162	3,050	3,053
Carcaça	4,332	4,304	4,121	4,134
Carne magra	7,275	7,170	7,350	7,326
<b>Acréscimo de 20%</b>				
Peso vivo	3,436	3,456	3,348	3,371
Carcaça	4,706	4,705	4,524	4,564
Carne magra	7,903	7,837	8,069	8,088

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

O custo marginal depende da curva de crescimento do animal e do preço dos insumos utilizados na produção. O uso da ractopamina não permite utilizar a extrapolação nas curvas de produção para definir o peso ótimo de abate, já que seu período de fornecimento tem que ser definido *a priori* em função do peso de abate. A mudança de peso, fora do proposto para o experimento, exigiria uma nova dieta cujo resultado deveria ser novamente testado. Assim, a decisão recai sobre o custo mínimo médio obtido e para o tipo de remuneração que se incorre.

Geralmente, espera-se que com o aumento do peso de abate ocorra uma leve piora na porcentagem de carne magra e uma melhora na porcentagem de carcaça. Assim, em função da receita a ser obtida pelo produtor para cada peso, pode existir um diferente ponto de ótimo (Tabela 5). Para o estudo efetuado, adotou-se a decisão de calcular o custo total médio para diferentes preços da ração e para diferentes padrões de peso: peso do suíno vivo, peso da carcaça e o peso da carne magra. Os diferentes padrões de peso simulam cenários de diferentes formas de bonificação.

**Tabela 5.** Custo médio para machos do kg de peso vivo, carcaça e carne magra de suínos em diferentes pesos de abate e cenários de custo médio unitário das dietas.

Itens/pesos	111,2	126,1	137,9	148,4
<b>Redução de 20%</b>				
Peso vivo	3,029	2,919	2,842	2,828
Carcaça	4,182	4,060	3,889	3,850
Carne magra	7,235	7,118	7,069	7,245
<b>Preço padrão de R\$ 0,7544</b>				
Peso vivo	3,322	3,231	3,171	3,171
Carcaça	4,587	4,495	4,338	4,317
Carne magra	7,936	7,880	7,886	8,124
<b>Acréscimo de 20%</b>				
Peso vivo	3,616	3,544	3,500	3,514
Carcaça	4,993	4,930	4,788	4,784
Carne magra	8,638	8,643	8,703	9,002

Fonte: Cálculos efetuado pelos autores.

A alteração do preço da ração influenciou o custo mínimo do suíno produzido com as diferentes dietas e pesos. Nas fêmeas, para o preço médio das dietas de R\$ 0,7719, o menor custo médio de produção para o kg de peso vivo e o kg de carcaça foi obtido aos 133,9 kg. Nas simulações onde o preço das dietas foi elevado em 20%, o peso de abate com custo médio mínimo não se alterou para nenhum dos padrões de peso adotados. Por outro lado, a redução de 20% no preço da dieta elevou o peso de abate com menor custo médio para 149,1 kg.

Para os machos, o preço médio das dietas também afetou o custo mínimo. Para o preço médio das dietas de R\$ 0,7455, o menor custo médio foi obtido para o peso de abate de 148,4 kg. Quando se simulou um decréscimo de 20% no preço médio das rações, a vantagem dos pesos mais elevados foi ampliada. Por outro lado, nas dietas onde simulou-se um acréscimo de 20% no preço das dietas, o preço médio mínimo para o padrão de peso vivo foi reduzido para 137,9 kg. Ainda assim, observa-se que somente nas dietas com 20% de diminuição do custo médio da dieta ocorreu vantagem expressiva para os animais abatidos com o máximo peso. Nas dietas com preço ampliado e preço padrão as vantagens em relação ao peso de 146,5 kg, quando ocorre, é marginal.

Diferentemente do custo do peso vivo, quando a meta é minimizar o custo de se produzir um kg de carcaça o peso de menor custo mínimo de produção para o kg da carcaça é obtido quando os animais são abatidos com um peso de 148,4 kg.

Finalmente, para o kg de carne magra o peso de custo mínimo para as fêmeas foi de 119,7 kg para todos os cenários de preços das dietas. Para os machos, o peso de menor custo médio foi de 126,1 kg, 137,9 kg e 112,2 kg para, respectivamente, os cenários de preço de dieta padrão (R\$ 0,7455), com 20% de redução e 20% de acréscimo.

Além da lucratividade, o peso afeta a possibilidade de produzir cortes especiais proveniente dos suínos. Existe um grande volume de cortes de carne suína que ainda são desconhecidos da população e difíceis de produzir em animais abatidos com baixo peso. Por exemplo, podem-se citar a picanha suína e o filé mignon de carne suína. O aumento do peso de abate, ao possibilitar o desenvolvimento de novos produtos para o consumidor, cria condições para o aumento da demanda e possibilita pagamentos diferenciados por produtos de melhor percepção de “qualidade” por parte do consumidor.

## Referências

ELLIS, M.; HORSFIELD, S. V. K. The potential for increasing slaughter weights for bacon pigs in the United Kingdom. **Pig News and Information**, v. 9, n. 3, p. 31N-34N, 1988.

ELLIS, M.; WEBB, A. J.; AVERY, P. J. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughterhouse on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. **Animal Science**, v. 62, n. 3, p. 521-530, Sep.1996. DOI: 10.1017/S135772980001506X.

FAVERO, J. Tendências da tipificação de carcaças e qualidade da carne suína no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 4., 1989, Itapema. **Anais**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1989. p. 7-10.

FAVERO, J.; GUIDONI, A. L.; BELLAVER, C. Predição do índice de valorização de carcaças suínos em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 7., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1998. p. 405-406.

FITZHUGH JÚNIOR, H. A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal of Animal Science**, v. 42, n. 4, p. 1037-1051, May 1976. DOI: 10.2527/jas1976.4241036x.

FREITAS, A. R.; COSTA, S. N. Ajustamento de modelos não lineares a dados de crescimento de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 10, p. 1147-1154. out. 1983.

FRIESEN, K. G.; NELSSSEN, J. L.; UNRUH, J. A. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 4, p. 946-954, Apr.1994. DOI: 10.2527/1994.724946x.

GIÚDICE, F. M. C.; DONZELE, J. L.; COSTA, P. M. A. Determinação do peso econômico ótimo de abate de suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 11, n. 3, p. 460-468, 1982.

GREGOR, G.; TRIEBLER, G.; DRZEWIECKI, H. C. Results of model experiments on the optimization of finishing weight in pigs. **Archiv Tierzucht**, v. 31, n. 1, p.53-62, 1988.

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. **Bem-estar, transporte, abate e consumidor: anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p. 222-235. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 69).

HEADLEY, V. E.; MILLER, E. R.; ULLREY, D. E. Application of the equation of the curve of diminishing increment to swine nutrition. **Journal of Animal Science**, v. 20, n. 2, p. 311- 314, 1961.

KANIS, E.; KOOPS, W. J. Daily gain, food intake and food efficiency in pigs during the growing period. **Animal Production**, v. 50, n. 2, p. 353-364, Apr. 1990. DOI: 10.1017/S0003356100004803.

KRIETER, J.; KALM, E. Growth, feed intake and mature size in Large White and Pietrain pigs. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 106, n. 2, p. 300-311, Jan./Dec.1989. DOI: 10.1111/j.1439-0388.1989.tb00244.x.

KUHN, G.; ENDER, K.; OTTO, E. Use of growth functions do derive optimum slaughtering dates on the basis of fattening performance and carcass yield in barrows. **Archiv Tierzucht**, v. 26, n. 3, p. 261-269, 1983.

LAWRENCE, J. **Swine Marketing Decision Calculator**. Ag Decision Maker, Iowa State University Extension and Outreach, 2007. Disponível em: <https://www.extension.iastate.edu/agdm/livestock/xls/b2-30advancedhogmarketcalculator.xls>. Acesso em: 10 out. 2017.

NUERNBERG, K.; ENDER, K. Fatty acid composition in back fat of barrows, female fattening pigs and young boars. **Archiv Tierzucht**, v. 32, n. 5, p. 455-464, 1989.

PINHEIRO, A. C. A.; PROTAS, J. F. S.; IRGANG, R. A função de produção e a relação de preços insumo-produto, como determinantes do peso ótimo de abate de suínos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 21, n. 3, jul./set. 1983.

RODRIGUES, P. B.; MUNIZ, J. A.; PEREIRA, F. A. Estudo comparativo de curvas de crescimento em suínos. **Ciência e Prática**, v. 16, n. 1, p. 151-157, 1992.

SANTOS FILHO, J. I. dos; BOFF, J.; TALAMINI, D. J. D. Capacidade de Pagamento de sistemas especializados de produção de suínos. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 10, n. 1, p. 13-19, fev./mar. 2001.

SCHINCKEL, A. P.; DE LANGE, C. F. M. Characterization of growth parameters needed as input for pig growth models. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 10, p. 2021- 2036, Aug. 1996. DOI: 10.2527/1996.7482021x.

THOMPSON, J. M.; SUN, F.; SCHINCKEL, A. P.; STEWART, T. S. The effect of genotype and sex on the patterns of protein accretion in pigs. **Animal Science**, v. 63, n. 1, p. 265-276, Oct. 1996. DOI: 10.1017/S135772980001482X.

## Literatura recomendada

FIALHO, F. B. **Interpretação da curva de crescimento de Gompertz**. Concórdia: EMBRAPA-CNPASA, 1999. 4 p. (EMBRAPA-CNPASA. Comunicado Técnico, 237).

JOHNSON, M.; LATOUR, D.; ROUTTEN, E.; BROCKLEBANK, J. **Principles of regression analysis: course notes**. Cary: SAS Institute, 1994. 655 p.

KOPECKY, O.; VITEK, M.; TETKOVA, M. Changes in meat and fat deposition in dependence on growth intensity in pigs. **Archiv Tierzucht**, v. 31, n. 1, p. 53-62, 1988.

NORONHA, J. F. Teoria da produção aplicada à análise econômica de experimentos In: CONTINI, E.; ARAUJO, J. D. de; OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E. **Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1984. p. 23-66 (EMBRAPA-DEP. Documentos, 7).

PARKS, J. R. **A theory of feeding and growth of animals**. Berlin: Springer Verlag, 1982. 322 p. (Advanced Series in Agricultural Sciences, 11).

PINHEIRO, A. C. A.; GALEGO, M. A. **Econometria**. Évora: Universidade de Évora, 1999. 302 p. (Manuais da Universidade de Évora).