



Determinantes da produção e do mercado na suinocultura brasileira: Uma análise de risco com a simulação de Monte Carlo

Palavras-Chave: carne suína, viabilidade, risco na pecuária, competitividade, escalas de produção.

Autores:

Cauê Henrique dos Santos, FEAGRI - UNICAMP
Prof. Dr. Marco Tulio Ospina Patino, FEAGRI - UNICAMP

RESUMO

A suinocultura brasileira é uma das principais atividades do setor pecuário e enfrenta desafios relacionados à margem de lucro, e à eficiência econômica para manter a competitividade e sustentabilidade. Neste contexto, a análise de risco com a simulação de Monte Carlo é uma ferramenta essencial na análise da viabilidade econômica de investimentos, sendo utilizada também na modelagem e previsão de cenários. Esse estudo tem como objetivo determinar e analisar riscos associados à variação de custos de produção e preços da suinocultura no Brasil. Os resultados indicaram que a variável que teve a maior oscilação foi a de Custos de produção, com um coeficiente de variação de 72%, com o custo variável sendo a maior parte dos gastos, com a ração responsável por 70% do custo total. A análise de risco indica 59,69% probabilidade de prejuízo para pequenos produtores, 59,87% para médios produtores e 60,2% para grandes produtores de carne suína.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a suinocultura é uma das principais atividades do setor pecuário, que conta com um mercado interno que continua a crescer e avanço nas tecnologias em genética, nutrição, saúde animal, manejo e infraestrutura. No entanto, como atividade enfrenta uma redução na margem de lucros, a eficiência econômica é essencial para manter a competitividade e sustentabilidade no mercado (ABCS, 2011).

Neste cenário, a desvalorização do mercado interno e externo afeta toda cadeia produtiva de suínos, que resulta em menor arrecadação de impostos. Além disso, o setor enfrenta frequentes variações nos preços dos suínos e nos custos de insumos, se destacando 2012 como um dos piores anos para os produtores de suínos, com custos altos de milho e farelo de soja elevando o custo de produção (TOIGO, 2015). Com a ração representando 70% do custo total de produção de suínos (ABCS). Deste modo, este estudo tem como objetivo determinar e analisar os riscos atrelados à variação dos custos de produção e dos preços na suinocultura, utilizando o software de Monte Carlo para realizar simulações de cenários financeiros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A suinocultura brasileira ocupa o quarto lugar como produtor e exportador de carne suína, com um aumento no mercado internacional (ABPA, 2024). Tal avanço, se deve aos investimentos em genética, nutrição, manejo e tecnologias na criação dos animais (EMBRAPA, 2024). Nas últimas décadas, o setor passou por um processo de tecnificação e integração vertical, principalmente no Sul e Sudeste, promovendo ganhos em escala e eficiência.

Porém, mesmo com todos esses avanços, o setor é sensível as variações do agronegócio nacional, como políticas de crédito rural, fornecimento de grãos e a logística. A dinâmica de oferta e demanda, no mercado interno e externo impacta diretamente nos preços e estabilidade da atividade, fazendo com que os produtores de suínos tenham maior capacidade de planejamento e adaptação (TOIGO, 2015).

Nesse contexto, a Simulação de Monte Carlo (SMC) aparece como um instrumento estatístico robusto,

para avaliar os riscos nos sistemas. A simulação de Monte Carlo, engloba a realização de diversas simulações empregando valores aleatórios, obtidos de distribuições de probabilidade pré-estabelecida para variáveis chaves, como preços, custos e produtividade, conforme (MORAES et al., 2016). Ao invés de fornecer apenas um número único, como visto em alguns indicadores como o VPL ou TIR, a SMC constrói uma distribuição de probabilidades, possibilitando a estimativa da chance de lucro ou prejuízo sob diversas combinações de mercado.

3. OBJETIVOS

O objetivo geral desse projeto é determinar e analisar os riscos atrelados à variação dos custos de produção e dos preços na suinocultura, utilizando software Monte Carlo para realizar as simulações de cenários financeiros. Nesse contexto os objetivos específicos foram: determinar e analisar os custos de produção e os preços nacionais e internacionais na suinocultura brasileira; efetuar uma análise de riscos utilizando os custos e os preços da suinocultura brasileira e propor estratégias dos riscos de produção e de mercado na suinocultura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma análise de risco econômico na suinocultura brasileira, utilizando a simulação de Monte Carlo (SMC), uma ferramenta utilizada para prever e minimizar riscos, além de compreender incertezas decorrentes do projeto (MONTEIRO; SANTOS; WERNER, 2012). Segundo Rosario et al. (2015), com a SMC é possível ter uma visão probabilística das consequências das tomadas de decisões, que permite prever os resultados financeiros, com a técnica se baseando no uso de números aleatórios aplicando a distribuição de probabilidade, construindo cenários que não poderiam ser testados fisicamente (LIN, CHEN, 2015), um procedimento para avaliar as incertezas dos preços e custos de produção em constante mudança, com o uso de dados de unidades de produção do estado de São Paulo, com informações sobre a infraestrutura, produção, custos com ração, leitões e receitas dos produtores de suínos.

Os dados utilizados foram os de custeio direto que considera apenas os custos variáveis como parte direta da produção, enquanto os custos fixos foram tratados como elementos estruturais. A análise econômica foi separada em duas etapas, sendo elas a construção do fluxo de caixa e cálculo dos indicadores de viabilidade econômica, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), com uma taxa mínima de atratividade utilizada de 12% ao ano.

Para a realização da Simulação de Monte Carlo, foi utilizado o RStudio, sendo realizadas 50000 iterações em cada cenário avaliado, para os diferentes perfis de produção. Para modelagem utilizou-se distribuições triangulares nas variáveis econômicas do fluxo de caixa, representando três cenários diferentes, pessimista, normal e otimista. As variáveis consideradas na simulação foram o preço da carcaça suína (PCS) em R\$/kg, custo da matéria prima CMP (R\$/kg), que envolve custos com leitões, ração e veterinário, custo com mão de obra CMOD (R\$/kg), a quantidade produzida de carne suína QPCS (kg), sendo o valor diferente para cada perfil de produtor e o custo fixo CF (R\$), considerado constante em todas as simulações.

Os valores das variáveis foram gerados aleatoriamente com base nas distribuições triangulares, com o uso da função `rtriangle` sorteando os números dentro dos limites definidos, calculando assim o lucro líquido (Y), usando a seguinte fórmula:

$$Y = [(PCS - CMP - CMOD) \times QPCS] - CF$$

Cada simulação gerou um valor de lucro líquido, com suas próprias variações de parâmetros. Para uma melhor visualização os valores foram organizados em uma distribuição de frequência, facilitando a análise da variabilidade financeira. Para realizar o risco de prejuízo, a função pnorm() foi utilizada, calculando a probabilidade acumulada do lucro líquido ser menor ou igual a zero, estimando o risco econômico em cada escala de produção

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Para cada variável relacionada com a produção de suínos, foram calculados os valores máximo, mínimo e médio, correlacionando com o seu desvio padrão e coeficiente de variação durante o período analisado (Tabela 03). Os valores da tabela 03 indicam que o custo de produção total apresenta um valor médio de 2,62 R\$/Kg, como uma diferença entre o máximo e o mínimo de 7,03 R\$/Kg, o que nos deu um coeficiente de variação de 72%, que sugere uma grande oscilação nos custos de produção.

Tabela 01: Estatística descritiva de variáveis relacionadas à produção de suínos no período de 1994 a 2023.

Variável	Máximo	Mínimo	Média	DP	CV
Custo da produção (R\$/Kg) (CONAB)	7,67	0,64	2,62	1,88	0,72
Custo fixo da produção (R\$/Kg) (CONAB)	1,24	0,03	0,32	0,35	1,12
Custo variável da produção (R\$/Kg) (CONAB)	6,43	0,64	2,31	1,54	0,67
Preço da carcaça (R\$/Kg) (ESALQ)	10,17	1,40	4,54	2,66	0,59
Produção brasileira carne suína (mil ton) (ABPA)	5.156	2.095,95	3.242,26	832,48	0,26

Fonte: Resultados elaborados a partir da análise das informações na base de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ-USP,2025).

Os custos fixos apresentaram uma média de 0,32 R\$/Kg indicando que em média, os custos fixos para produção são mais baixos e uma diferença entre o máximo e o mínimo de 1,21 R\$/Kg, com um desvio padrão entre os valores de 0,35 R\$/Kg. Assim, os custos fixos representam uma parcela pequena diante dos custos totais, com os custos variáveis desempenhando um papel crucial na rentabilidade. Tais custos são compostos em 70% do total pela ração, 2,96% de mão de obra 3,66% do transporte, medicamentos 2,71% e água 0,73%. Quanto ao preço da carcaça suína, esta apresenta um desvio padrão de 2,66, o que significa uma elevada variação nos preços ao longo do tempo.

Os resultados da tabela 2 mostram que, mesmo as escalas de produção apresentando a mesma taxa interna de retorno de 12,9%, sendo maior que a taxa mínima de atratividade de 12%, porém mesmo apresentando mesmo valor de TIR, o valor presente líquido aumenta conforme a escala de produção.

Tabela 02: Valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno para diferentes escalas de produção de suínos.

Tipo de produtor	Escala de Produção (No. De cabeças)		
	Pequena	Média	Grande
Receita – R\$	71.500,00	214.500,00	357.500,00
Custos – R\$	59.579,00	178.710,00	297.850,00
Fluxo de caixa	11.930,00	35.790,00	59.650,00
Valor presente líquido (VPL) - R\$	2.149,25	6.447,75	10.746,25
Taxa interna de retorno (TIR) - %	12,90	12,90	12,90

Escalas de produção: Pequena 25 Cabeças; Média: 100 cabeças; Grande: 200 cabeças

Fonte: Resultados elaborados a partir da análise dos dados do seguinte órgão, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ-USP,2025).

Na sequência foi aplicada a Simulação de Monte Carlo utilizando 50000 iterações para cada escala de produção analisada. Os valores das variáveis escolhidas foram modeladas utilizando distribuição triangular, (valor mínimo, médio e máximo), com base nisso calculou-se o lucro líquido com base na fórmula citada acima e com o auxílio da função `pnorm` e com esses valores calculou-se a função de distribuição acumulada (CDF) de uma distribuição, que mostra qual a probabilidade de uma variável ser menor ou igual a um determinado valor, que para o projeto foi calculado a probabilidade do resultado ser menor ou igual a zero, estimando a probabilidade do projeto ter prejuízo com base nas 50000 iterações.

Os resultados das simulações mostram alta probabilidade de prejuízo para todas as escalas de produção, para o pequeno produtor de 59,44%, médio produtor de 59,87% e grande produtor de 60,2% de chance de prejuízo, com isso a simulação de Monte Carlo forneceu uma avaliação robusta dos riscos financeiros causados por mudanças nos preços e custo da atividade. Os gráficos de distribuição apresentados nas figuras 2, 3 e 4, relativas a cada perfil de produção, revelam uma concentração de resultados mais propensos ao valor negativo, mostrando assim a vulnerabilidade da criação de suínos face as incertezas do mercado.

A figura 1 mostra a distribuição de probabilidade para o pequeno produtor, com base nas 50000 iterações realizadas através da Simulação de Monte Carlo, pode-se observar uma assimetria, indicada por uma maior concentração de resultados abaixo de zero, o que evidencia a fragilidade dessa escala, que se deve muito ao fato de ter uma menor diluição de custos fixos e depender de preços de mercado favoráveis para rentabilidade.

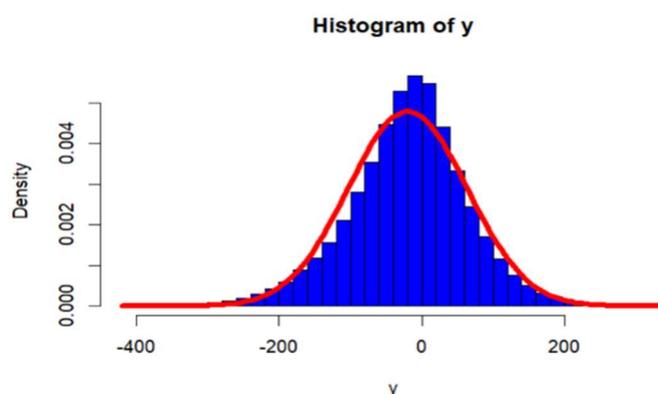


Figura 1: Distribuição de probabilidade para o pequeno produtor

Na figura 2 da distribuição de probabilidade de prejuízo para o médio produtor de suínos indica um comportamento similar ao do pequeno produtor, com uma curva mais simétrica e levemente deslocada para a direita, com alta concentração próxima de zero, com probabilidade de prejuízo atingindo os 59,87%, o que mostra um risco elevado, mesmo com o aumento da escala de produção.

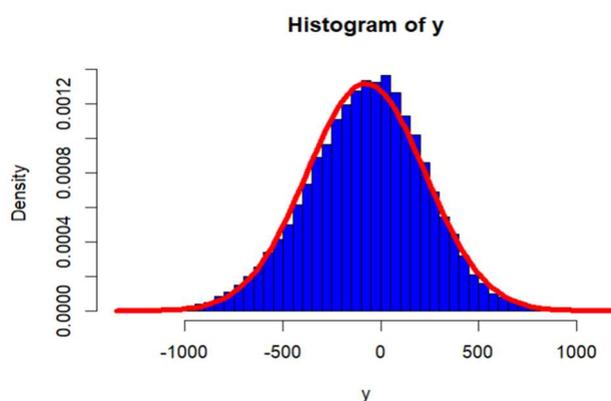


Figura 2: Distribuição de probabilidade para o médio produtor

A distribuição de probabilidade para o grande produtor (Figura 3), com a curva apresentando o mesmo padrão de simetria das outras escalas, porém com uma cauda mais longa à esquerda, o que sugere, apesar do aumento da receita, risco de prejuízo elevado. Com probabilidade de prejuízo de 60,2%, sendo a maior entre as escalas de produção analisadas. Tal resultado destaca que mesmo com a ampliação da escala, não se elimina o risco econômico proveniente da produção.

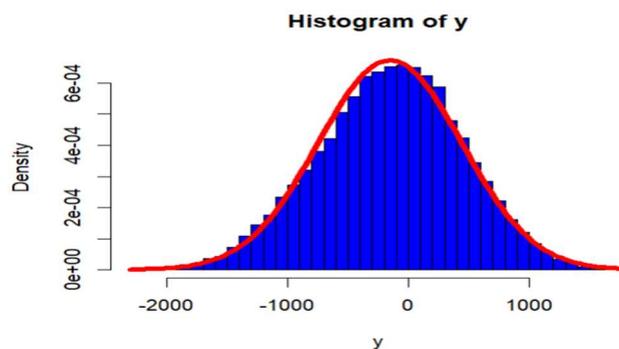


Figura 3: Distribuição de probabilidade para o grande produtor.

CONCLUSÕES:

A suinocultura brasileira ainda é vulnerável as mudanças nos preços e custos de produção, como a ração que representa cerca de 70% dos custos de produção. Os dados históricos (1994-2023) analisados evidenciam um coeficiente de variação de 72% no custo total de produção, que mostra instabilidade, dificultando assim a previsão da rentabilidade da produção.

Embora os indicadores de viabilidade econômica, como o valor presente líquido e a taxa interna de retorno, tenham apontado valores positivos, a probabilidade de prejuízo de acordo com a simulação de Monte Carlo se manteve elevada. Os gráficos de distribuição mostram que embora aumentos na escala de produção de carne suína gerem maior retorno financeiro, não são suficientes para diminuir os riscos econômicos envolvidos na produção de suínos.

BIBLIOGRAFIA

ABCS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS. Manual Brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos.: Coordenação editorial Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 1a. ed. Brasília, 2011. Disponível em : <https://abcs.org.br/wp-content/uploads/2021/02/MANUAL-BRASILEIRO-DE-BOAS-PR%C3%81TICAS-AGROPECU%C3%81RIAS-NA-PRODU%C3%87%C3%83O-DE-SU%C3%8DNOS.pdf>.

TOIGO, L. A.; GOLLO, V.; LEITE, M.; KLANN, R. C. Análise comparativa dos custos de produção de suínos sob a ótica da teoria contratual. ABCustos Associação Brasileira de Custos, v. 10, n. 2. 65, mai-ago, 2015. Quadrimestral.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual, 2024. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf Acesso em: 21 set. 2024.

EMBRAPA QUALIDADE DA CARNE - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Publicação eletrônica: QUALIDADE DA CARNE SUÍNA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-suina>. Acesso em: 21 set. 2024

MORAES, L. P.; MAIA, P. R. B.; PINTO, A. C. F.; KLOTZLE, M. C.; GOMES, L. L. Aplicação de técnica de redução de variância no prêmio de opções asiáticas de eletricidade por simulação de Monte Carlo. E&G Economia e Gestão, Belo Horizonte, v. 16, n. 43. Abr/Jun. 2016.

MONTEIRO, C. A.; SANTOS, L. S.; WERNER, L. Simulação de Monte Carlo em decisão de investimento para implantação de projeto hospitalar. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 32., Bento Gonçalves, 2012. Anais... Bento Gonçalves: ENEGEP, 2012.

ROSÁRIO, K. P.; AZEVEDO, R. L.; SILVA, B. G. T.; MARCELINO, D. F.; OLIVEIRA, D. P. Aplicação da teoria das filas e simulação de Monte Carlo em uma rede de farmácias localizada no município de Castanhal, Pará. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., Fortaleza, 2015. Anais. Fortaleza: ENEGEP, 2015.

LIN, J. T. CHEN, C. M. Simulation optimization approach for hybrid flow shop scheduling problem in semiconductor back-end manufacturing. Simulation Modelling Practice and Theory, v. 51, p. 100-114, February 2015.