

Análise da capacidade de um processo de produção de frangos de corte: um estudo de caso

MILIANO DE BASTIANI (UTFPR) milianodebastiani@gmail.com

LETÍCIA DE OLIVIERA (UTFPR) letydeoliveira@hotmail.com

GLORIA P. LÓPEZ (UNESP) pattylla@gmail.com

CARLA ADRIANA PIZARRO SCHMIDT (UTFPR) carlaschmidt@utfpr.edu.br

JOSÉ AIRTON AZEVEDO DOS SANTOS (UTFPR) airton@utfpr.edu.br

Resumo:

Este trabalho tem por objetivo aplicar técnicas estatísticas para analisar variáveis produtivas que compõem as características das aves produzidas por uma cooperativa localizada na região oeste paranaense. A base de dados disponibilizada pela empresa apresenta um histórico de movimentação de 2 anos, contendo as variáveis conversão alimentar, peso médio, consumo de ração, ganho de peso diário e linhagem, desde o alojamento até a fase de abate. Inicialmente, médias das variáveis produtivas, obtidas de 40 lotes das linhagens Coob e Coob Slow, foram comparadas por meio do teste-t. Na sequência, para analisar se o processo de produção de frangos de corte atendia as expectativas da cooperativa, para o peso das aves, analisou-se 186 lotes com uma idade de 45 dias. Verificou-se que não existem diferenças significativas, entre as linhagens Coob e Coob Slow, para as variáveis produtivas peso médio, consumo e conversão alimentar e que os índices de capacidade, estão abaixo de um, o que classifica o processo de produção de aves como incapaz.

Palavras chave: Controle Estatístico de Processo, Aves, Variáveis Produtivas.

Capacity analysis of a process for the production of broiler chickens: a case study

Abstract

The objective of this paper is to apply statistical techniques to analyze the productive variables that compose the characteristics of birds produced by a cooperative located in the west region of the state of Paraná. The database made available by the company presents a history of movement of 2 years, containing the variables feed conversion, average weight, feed consumption, daily weight gain and lineages, since the housing until the stage of slaughter. Initially, averages of the productive variables, obtained from 40 lots of the lineages Coob and Coob Slow, were compared by means of the t-test. In order to analyze whether the broiler production process met the expectations of the cooperative, for the weight of the birds, 186 lots with an age of 45 days were analyzed. It was verified that there are no significant differences between the Coob and Coob Slow lineages for the productive variables average weight, consumption and food conversion and that the capacity indices are below one, which classifies the poultry production process as unable.

Key-words: Statistical Process Control, Birds, Production Variables.

1. Introdução

A avicultura brasileira é considerada como uma das mais estruturadas do mundo, com números

de produtividade significativos, graças a programas de qualidade como o de genética, nutrição, manejo, biossegurança, boas práticas de produção, rastreabilidade, programas de bem-estar animal e de preservação do meio ambiente. A avicultura está presente em todas as regiões do país e tem gerado um efeito positivo na economia da maioria dos estados, tendo como foco assentar-se em regiões produtoras de grãos (UBA, 2008).

Segundo Fernandes & Queiroz (2003), o crescimento da produção de frangos está relacionado ao desenvolvimento: de linhagens de aves mais robustas, de nutrientes que propiciaram melhores ganhos de peso em menor tempo e de inovações tecnológicas que fornecem mecanismos para o aumento da produtividade.

O mercado mundial de carne de frango tem se caracterizado pelo aumento do consumo de frango, em função do crescimento da demanda da população, gerando assim o aumento da produtividade e redução dos preços ocorridos ao longo do tempo (ABPA, 2015).

O crescimento disparado do setor de produção avícola e a demanda para atender a necessidade da população, conforme relatado por Vieira et al. (2011), tem apresentado uma diminuição dos gastos nos processos de produção da cadeia produtiva do frango de corte.

A redução nos valores relacionados ao processo de produção de aves alavancou a oferta do produto no mercado, tornando o consumo de carne de frango muito vantajoso. Pelo fato do processo de produção ser intensivo e apresentar uma resposta melhor em relação ao tempo e ao espaço ocupado, justificando os esforços para aumentar a sua demanda (Belusso; Hespanhol, 2010).

Nos últimos anos observa-se que os consumidores apresentam um perfil bem mais seletivo e exigente, gerando assim uma maior competitividade entre as empresas alimentícias, levando-as a procurar vantagens competitivas. Segundo Juran (1993), algo fundamental para obtenção dessas vantagens competitivas é a melhoria dos processos produtivos. Esse tipo de melhoria pode ser alcançado de forma efetiva mediante a utilização de métodos estatísticos e ferramentas da qualidade. Tais métodos e ferramentas permitem que os dados gerados pelo processo possam ser interpretados e analisados (RAMOS, 2013).

As ferramentas principais utilizadas no controle estatístico de processos, cartas ou gráficos de controle, têm como objetivo detectar desvios de parâmetros representativos do processo, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificações e os custos de produção (OLIVEIRA; LIMA, 2011).

A análise da capacidade do processo é uma técnica aplicada em muitos estágios do ciclo de produção de um produto, porque ela ajuda as empresas a produzir produtos dentro dos limites de tolerância (OLIVEIRA et al., 2013).

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo aplicar técnicas estatísticas para analisar variáveis produtivas que compõem as características das aves produzidas por uma cooperativa localizada na região oeste paranaense.

2. Metodologia

A empresa, foco deste estudo, está situada no estado do Paraná, sendo de grande porte e atuação no ramo agroindustrial, em especial na produção de frangos de corte. Possui um frigorífico que realiza o abate diário de aproximadamente 300 mil aves. Atualmente, conta com 6.794 associados e 2.660 funcionários. A sua área de ação está centrada na região Oeste Paranaense, atuando em 12 municípios (Figura 1).



Fonte: Cornélio (2011)

Figura 1 – Região oeste paranaense

Variáveis produtivas:

Realizou-se, neste trabalho, um levantamento histórico dos dados de dois anos de produção de frangos de corte, nas fases de alojamento e abate. Os dados coletados foram colocados em uma planilha do software Excel. Da planilha retiraram-se informações sobre os seguintes índices zootécnicos: 1) consumo; 2) conversão alimentar (refere-se ao consumo total de ração dividido pelo peso total do lote de aves); 3) peso médio da ave, em Kg, ao realizar o abate; 4) ganho de peso diário, em g, que a ave obteve durante todo o período de confinamento e 5) Linhagem das aves.

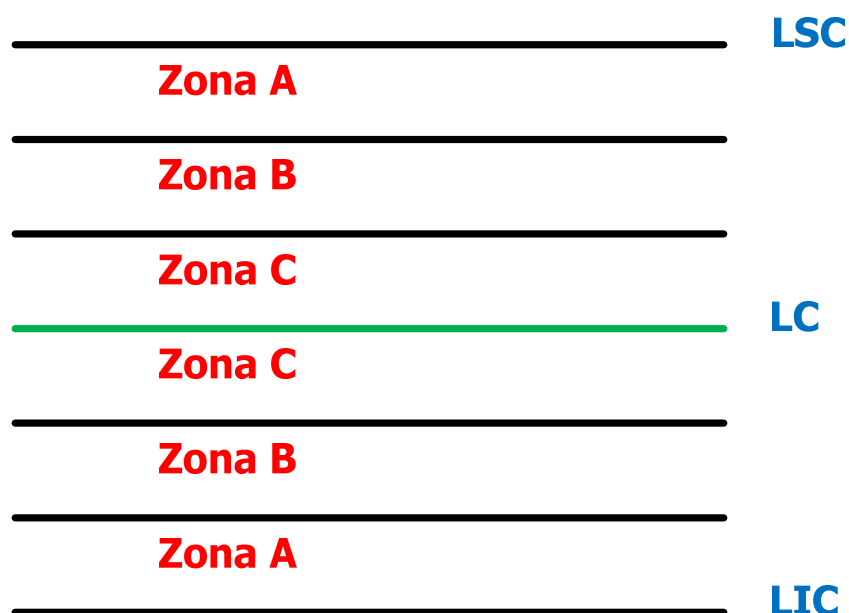
O Peso Médio (PM) é um índice monitorado pela cooperativa. Este índice é importante na adequação dos equipamentos automatizados de uma agroindústria de abate de frangos de corte. Portanto, as empresas avícolas buscam uma uniformidade do peso do produto, já que uma baixa uniformidade prejudica o desempenho do processo, a integridade do produto, o comprimento das especificações dos clientes e o aumento de descarte das peças.

Cartas de controle:

Cartas de controle são utilizadas para monitorar uma ou mais variáveis (características da

qualidade) que estão relacionadas ao processo de produção. O CEP é usado para assegurar a qualidade do produto final (minimizar a variabilidade). Mas em qualquer processo de produção sempre existirá uma certa variabilidade. A variabilidade provém de causas comuns (aleatórias) e causas especiais. Causas especiais ocorrem por motivos claramente identificáveis e que podem ser eliminados (GONÇALEZ; WERNER, 2009). A construção dos Gráficos de Controle e obtenção dos valores médios e limites superiores e inferiores de produção foram realizados com o auxílio do software STATISTICA 11.0.

Segundo Montgomery (2001), os processos apresentam causas especiais quando se tem: (a) 1 ou mais pontos acima do LSC ou abaixo do LIC; (b) 9 pontos consecutivos na zona C ou no mesmo lado do LC (Figura 2); (c) 6 pontos consecutivos, todos aumentando ou todos diminuindo; (d) 14 pontos consecutivos alternando para cima e para baixo; (e) 2 de 3 pontos consecutivos na zona A ou além dela; (f) 4 de 5 pontos consecutivos na zona B ou além dela; (g) 15 pontos consecutivos na zona C (tanto acima quanto abaixo do LC) e (h) 8 pontos consecutivos na zona B.



Fonte: O Autor

Figura 2 – Zonas A, B e C do gráfico de controle

Gráficos para valores individuais e amplitude móvel:

Existem situações, como na fabricação de aço, celulose, etc, em que o tamanho amostral usado para o controle do processo é igual a 1. Como não é possível, com $n=1$, estimar a variabilidade através da amplitude e do desvio padrão usa-se como estimativa da variabilidade a amplitude móvel.

Índices de capacidade C_p e C_{pk} :

O índice C_p relaciona a variabilidade permitida do processo (especificadas pelo cliente e/ou empresa) com a variabilidade natural do processo (Equação 1) (MONTGOMERY, 2001).

$$C_p = \frac{\text{Variabilidade Permitida do Processo}}{\text{Variabilidade Inerente}} \quad (1)$$

Considerando que a média esteja na origem quanto maior C_p maior a capacidade do processo em atender as especificações. Se o processo não estiver centrado no valor nominal da especificação, o índice C_p pode levar a conclusões erradas. Por isso utiliza-se também o índice C_{pk} , que leva a média do processo em consideração. Quando o processo estiver centrado $C_p = C_{pk}$. O índice C_{pk} é dado por (Equação 2):

$$C_{PL} = \frac{(\mu - LTI)}{3\sigma}, C_{PU} = \frac{(LTS - \mu)}{3\sigma}, C_{pk} = MIN(C_{PL}, C_{PU}) \quad (2)$$

Onde: LTS: Limite de tolerância superior; LTI: Limite de tolerância inferior; μ : Média do processo e σ : Desvio padrão estimado.

As interpretações dos índices de capacidade são apresentadas na Tabela 1.

Classificação	Valor de C_p/C_{pk}
Capaz	$\geq 1,33$
Razoavelmente capaz	$1 \leq C_p/C_{pk} \leq 1,33$
Incapaz	< 1

Fonte: Montgomery (2001)

Tabela 1 – Classificação do processo

Etapas do trabalho:

Este estudo foi realizado através das seguintes etapas:

- 1- Comparação de Médias – Inicialmente, nesta etapa, realizou-se uma comparação entre médias das variáveis produtivas: Peso médio, Ganho de Peso Diário, Consumo e Conversão Alimentar.
- 2- Cartas de Controle – Nesta etapa verificou-se, por meio das cartas de controle, se o processo apresentava causas especiais.
- 3- Teste de Normalidade – Nesta etapa verificou-se, por meio do teste de Shapiro-Wilk, se os dados seguiam uma distribuição normal.
- 4- Capacidade do Processo – Na última etapa avaliou-se a capacidade do processo, em atender as especificações, por meio dos índices de capacidade.

3. Resultados e discussão

Inicialmente, para comparação de médias, submeteu-se ao teste-t duas amostras com variáveis produtivas obtidas de 40 lotes com 18144 aves abatidas, vinte lotes com frangos da linhagem Coob (CB) e vinte da linhagem Coob Slow (CS). As variáveis produtivas utilizadas

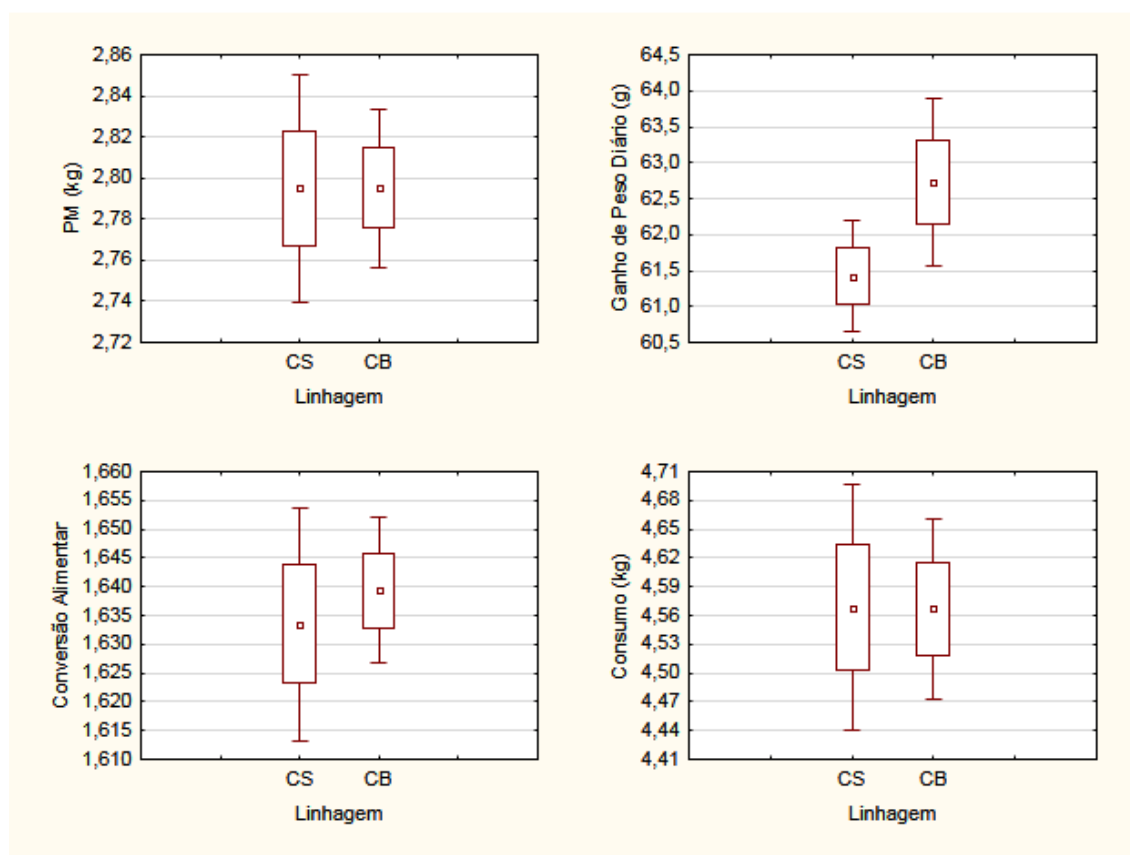
são: Peso médio, Ganho de Peso Diário, Consumo e Conversão Alimentar. Na Tabela 2 apresentam-se os resultados obtidos da aplicação do teste-t.

	Coob		Coob Slow		p-value
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Peso Médio (PM) - Kg	2,795	0,087	2,795	0,126	0,997
Consumo (CONS) - kg	4,566	0,214	4,568	0,292	0,982
Ganho de Peso Diário (GPD) - g	62,726	2,646	61,419	1,7687	0,074
Conversão Alimentar (CA)	1,639	0,029	1,633	0,0462	0,632

Fonte: O Autor

Tabela 2 – Índice de Produtividade - Avaliação

Pode-se observar da Tabela 2 que, das quatro variáveis analisadas para estas amostras, apenas a variável Ganho de Peso Diário (GPD) apresentou diferença significativa entre as médias ($p\text{-value} < 0,05$). Os *Boxplots*, destas comparações, são apresentados na Figura 3.



Fonte: O Autor

Figura 3 – *Boxplots* teste-t: Linhagens CB e CS

Várias ferramentas são atualmente utilizadas na realização do controle estatístico de processo, dentre elas tem-se a análise de capacidade de processo. Esta técnica tem como objetivo analisar se um processo é estatisticamente capaz de atender as especificações da empresa. Diante desta premissa, o estudo realizado na indústria alimentícia, teve como um dos objetivos específicos

analisar a capacidade do processo de produção de frangos de corte da cooperativa em estudo.

Os pesos médios de 186 lotes de aves das linhagens Coob e Coob Slow, com 45 dias, utilizados neste trabalho para análise de capacidade, foram coletados de forma automática através de uma plataforma de pesagem do modelo 900i da marca Toledo do Brasil. A coleta acontece quando o caminhão carregado chega a agroindústria para realizar a descarga pré-abate das aves.

Inicialmente, na análise da estabilidade dos processos, não foram observados pontos acima ou abaixo dos limites superior e inferior de controle para as duas linhagens. Porém, apresentaram outros padrões de causas especiais (Figuras 4 e 5).

		PM ; Runs Tests (CS)	
		X Chart	
		Center line: 2,814833 Sigma: 0,089797	
Zones A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Sigma		from	to
Tests for special causes (runs rules)		sample	sample
9 samples on same side of center		OK	OK
6 samples in row in/decreasing		OK	OK
14 samples alternating up & down		OK	OK
2 of 3 samples in Zone A or beyond		1	3
		44	46
		69	71
4 of 5 samples in Zone B or beyond		44	48
		67	71
		75	79
15 samples in Zone C		OK	OK
8 samples beyond Zone C		75	82

Fonte: O Autor

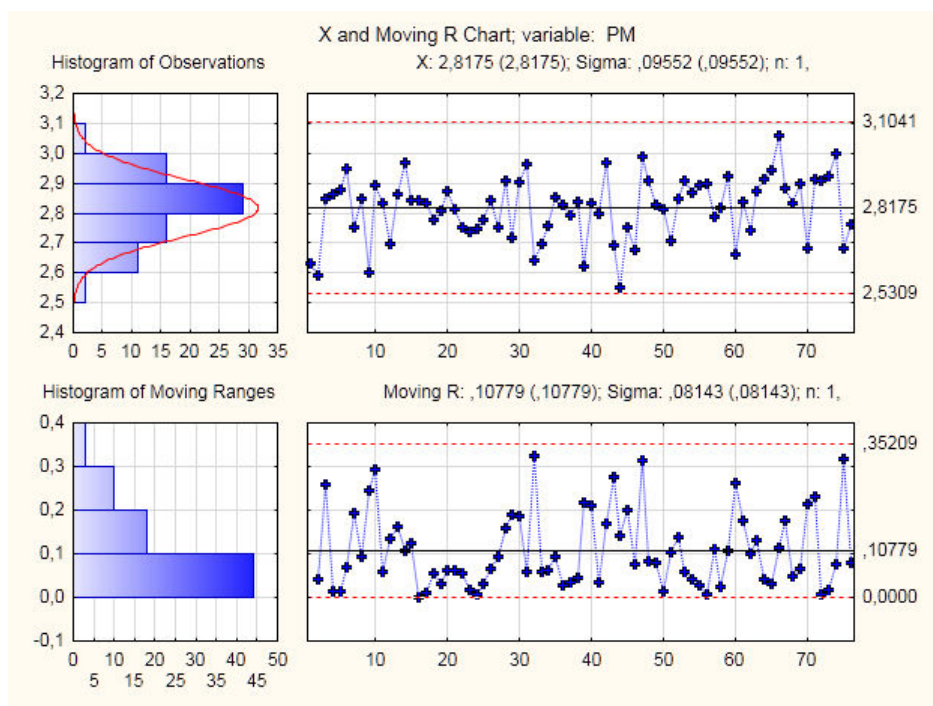
Figura 4 – Outros padrões de causas especiais - Coob Slow

		PM ; Runs Tests (CB)	
		X Chart	
		Center line: 2,795119 Sigma: 0,094941	
Zones A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Sigma		from	to
Tests for special causes (runs rules)		sample	sample
9 samples on same side of center		33	41
6 samples in row in/decreasing		OK	OK
14 samples alternating up & down		OK	OK
2 of 3 samples in Zone A or beyond		87	89
		92	94
4 of 5 samples in Zone B or beyond		24	28
		50	54
15 samples in Zone C		OK	OK
8 samples beyond Zone C		OK	OK

Fonte: O Autor

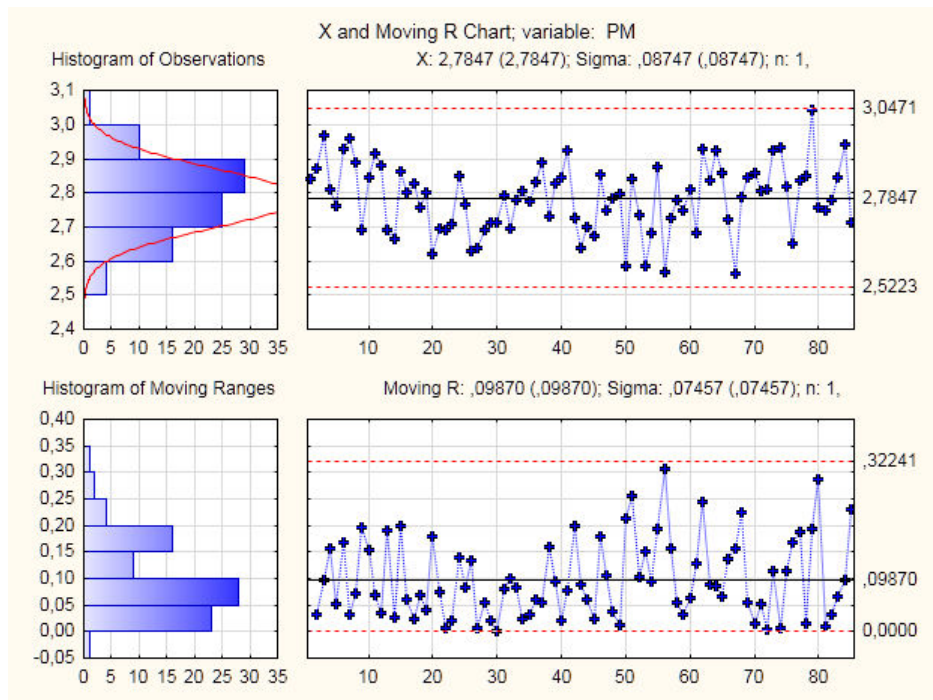
Figura 5 – Outros padrões de causas especiais - Coob

Como este é um estudo inicial do processo, recalcularam-se os limites de controle excluindo as causas especiais, que numa implantação normal do CEP, teriam sido corrigidas (Figuras 6 e 7).



Fonte: O Autor

Figura 6 – Gráfico Xi - MR – Coob Slow

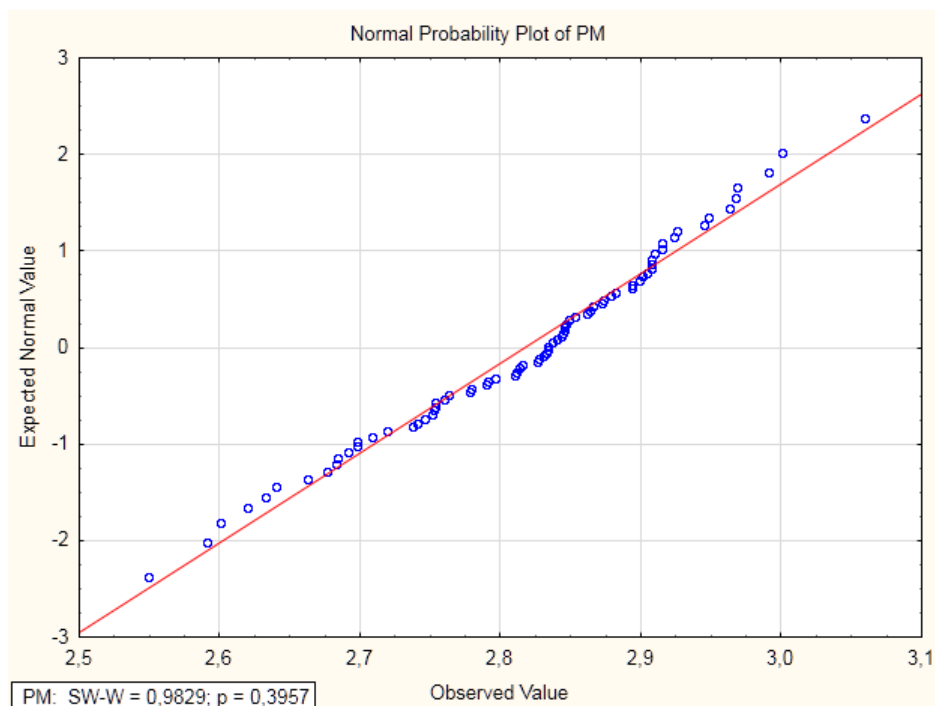


Fonte: O Autor

Figura 7 – Gráfico Xi - MR – Coob

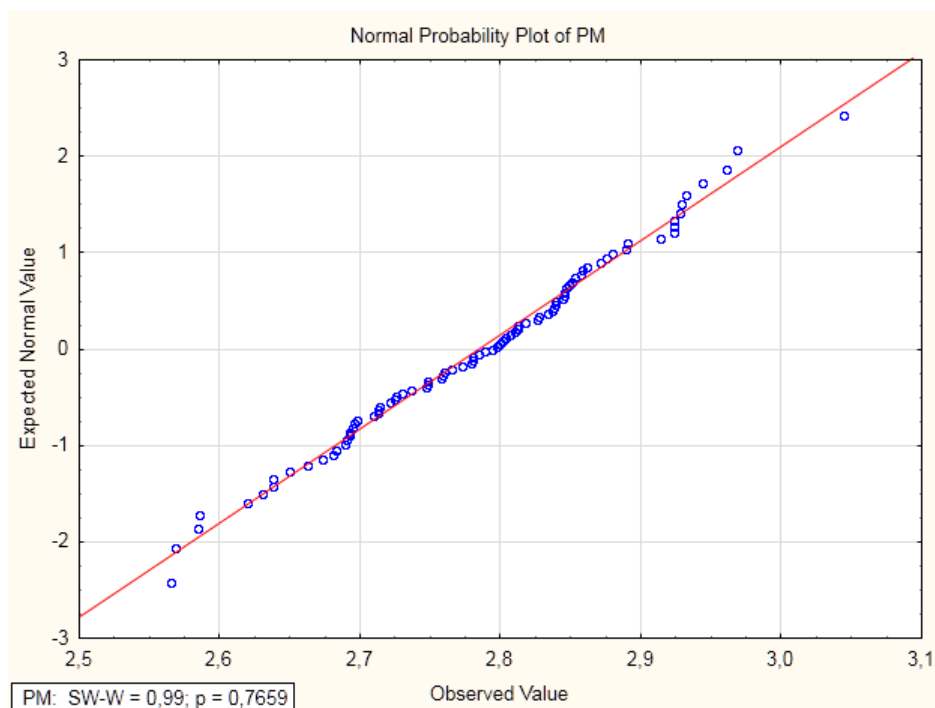
Quando trata-se do estudo de capacidade de um processo, tem que se ter cuidado especial com a normalidade dos dados. Os dados das duas linhagens foram submetidos ao teste de Shapiro-

Wilk para verificação de sua normalidade. Como os valores de p foram maiores que 0.05 ($p > 0.05$), as distribuições dos dados foram consideradas normais (Figuras 8 e 9).



Fonte: O Autor

Figura 8 – Gráfico de Probabilidade Normal – Coob Slow

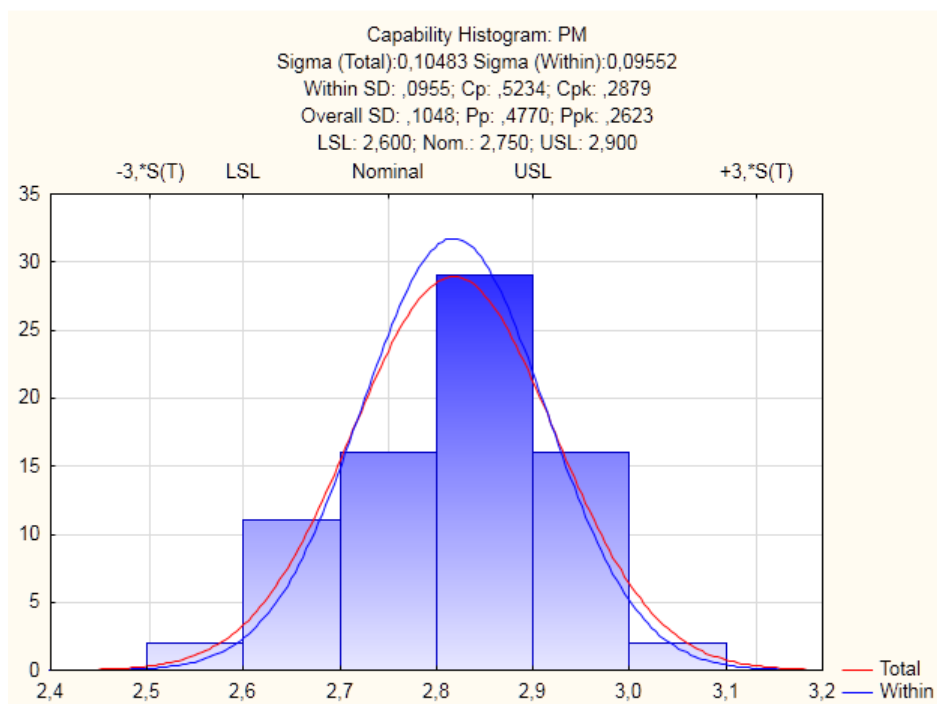


Fonte: O Autor

Figura 9 – Gráfico de Probabilidade Normal – Coob

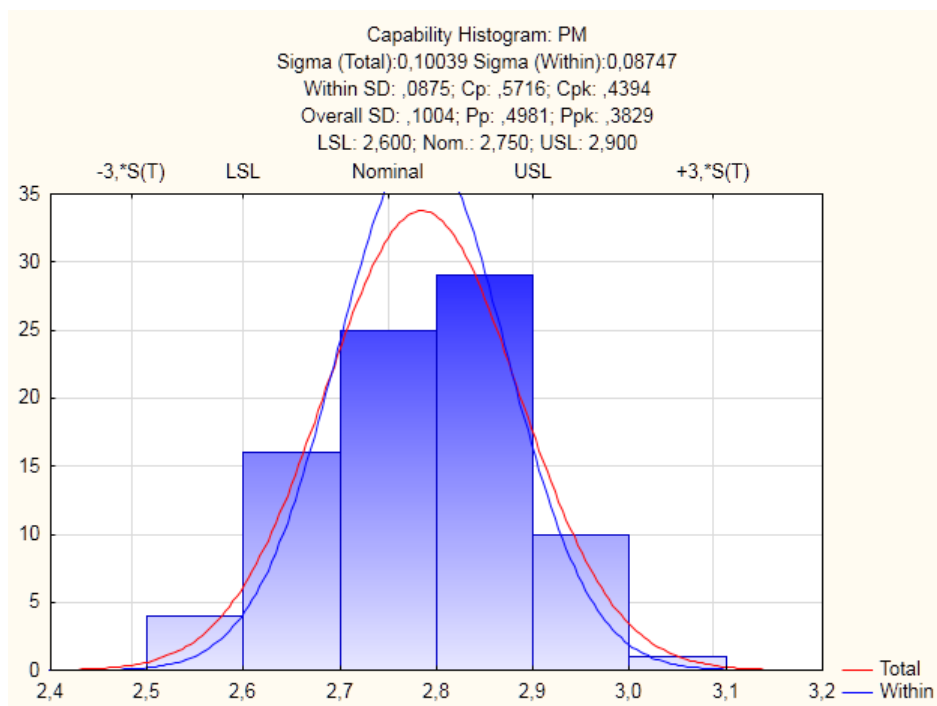
Verificada a normalidade dos processos quantificaram-se suas capacidades usando os índices

C_p e C_{pk} . A empresa, segundo o Departamento de Engenharia, tem um valor alvo, para os pesos médios dos frangos, de 2,75 kg com uma variação de 0,15 kg. Nas Figuras 10 e 11 apresentam-se os histogramas e os índices de capacidade.



Fonte: O Autor

Figura 10 – Histograma e Índice de Capacidade C_p e C_{pk} – Coob Slow



Fonte: O Autor

Figura 11 – Histograma e Índice de Capacidade C_p e C_{pk} – Coob

Nas Figuras 10 e 11, é possível observar que os processos não são capazes, segundo os índices C_p e C_{pk} , pois seus valores calculados ficaram bem abaixo de 1,33. Observa-se, também, que os processos possuem médias deslocadas para acima dos alvos.

4. Considerações finais

Este trabalho teve por objetivo aplicar técnicas estatísticas na análise de variáveis produtivas que compõem as características das aves a serem abatidas em uma cooperativa localizada na região oeste paranaense.

A empresa forneceu um banco de dados com um histórico de movimentação de 2 anos, contendo dados desde o alojamento até a fase de abate. Neste estudo, utilizaram-se as seguintes variáveis: Ganho de Peso Diário, Consumo, Conversão Alimentar e Peso Médio. Em um estudo inicial, por meio do teste-t, com variáveis produtivas obtidas de 40 lotes com 18144 aves abatidas, não se encontrou diferenças significativas, entre as linhagens Coob e Coob Slow, para as variáveis produtivas: Peso médio, Consumo e Conversão Alimentar.

Na sequência, aplicaram-se técnicas de Controle Estatístico de Processo na análise do peso médio de 186 lotes de aves das linhagens Coob e Coob Slow, com uma idade de 45 dias. Na aplicação dos gráficos de controle observou-se que processo de produção de frango apresentava causas especiais. Observou-se, com a retirada das causas especiais, que o processo estava sob controle estatístico e os dados seguiam uma distribuição normal, condição necessária para o estudo da capacidade do processo.

Pela análise dos resultados dos índices de capacidade percebeu-se que os processos produtivos não são precisos para produzir frangos com as qualidades requeridas pela empresa. Portanto, os processos de produção, das duas linhagens dos aviários estudados, precisam ser revisados para levar a média para o alvo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). *Relatório Anual Completo*. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL.pdf>. Acesso em: 12 outubro 2016, 20:41

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A. N. *A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais*. Disponível em: <<http://www2.fct.unesp.br/nivaldo/Publica%E7%F5es-nivaldo/2010/AVICULTURA-2010.pdf>>. Acesso em: 12 outubro 2016, 20:53.

CORNÉLIO S. C. *Sustentabilidade no setor de construção civil da região oeste do Paraná*. [Dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2011.

FERNANDES, J.; QUEIROZ, A. M. *Transformações recentes na avicultura de corte brasileira: o caso do modelo de integração*, 2003. 13p.

GONÇALEZ, P.U.; WERNER, L. *Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais*. Revista Gestão e Produção, v 16, n. 01, p 121-132, 2009.

JURAN, J. M. *Juran planejando para a qualidade*. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

MONTGOMERY, D. C. *Introduction to statistical quality control*. 4ª Ed. New York: John Wiley, 2001.

OLIVEIRA, T. S.; LIMA, R. H. P. *Aplicação do controle estatístico de processo na mensuração da variabilidade em uma usina de etanol*. INGEPRO, v. 3, n. 6, 2011.

OLIVEIRA, C. C.; GRANATO, D.; CARUSO, M. S. F.; SAKUMA, A. M. *Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativo em laboratório de ensaios*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2013.



VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil. 06 a 08 de dezembro de 2017

RAMOS, A. W. *Mantendo o processo sob controle.* In: ROTONDARO, R. G. Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2013.

VIEIRA, A. C. P.; CAPACLE, V. H.; BELIK, W. *Estrutura e organização das cadeias produtivas das carnes de frango e bovina no Brasil: Reflexões sob a ótica das instituições.* Tese de Doutorado em Economia – Unicamp, SP, 2011.

UBA. *União Brasileira de Avicultura. Protocolo de Boas Práticas de Produção de Frangos.* São Paulo-SP, 2008.