



Monitoramento da eficiência de sistemas de transporte de aves até o abatedouro

Monitoring the efficiency of a system of poultry transport to the abattoir

*Djalma Silva Guimarães Júnior¹, Carlos Henrique Michels de Sant'Anna²,
Maurilio Rodrigues³*

RESUMO: A combinação da ampliação da renda da sociedade e da capacidade de produção nas últimas décadas tornaram o setor avícola essencial. Dada a competitividade do mercado, o segmento opera com pressões por redução de custos e eficiência nos processos. Sendo assim, um fator de desperdício para o segmento são as aves que morrem durante as operações de transporte dos criadouros para o abatedouro. Esta pesquisa pretende utilizar o Controle Estatístico de Processos para monitoramento do número de aves mortas no deslocamento da granja para o abatedouro, bem como inferir sobre a influência de fatores ambientais na morte das aves utilizando um modelo de regressão. O resultado deste trabalho foi o estabelecimento de uma carta de controle do processo que permite a separação das mortes inerentes ao processo, das mortes ocasionadas por fatores não aleatórios, que podem ser evitadas através de processos de gestão. Além disso, os resultados permitiram observar que temperaturas mais amenas contribuem para a diminuição do número de mortes, enquanto que temperaturas mais elevadas ampliam a mortalidade.

Palavras-chave: Indústria avícola. Qualidade. Transporte de aves.

ABSTRACT: The combination of earnings and the capacity of production during the last decades have made basic the poultry industry. Due to market's competitiveness, the industrial section combines reduction of costs and efficiency in the process. The waste factor is constituted by fowls that die during transport from the breeding house to the slaughter house. Current research employed the Statistic Control of Processes for the monitoring of the number of dead fowls between the farm and the abattoir and analyzes the influence of environmental factors of death by means of a regression model. Results comprise the establishment of a control chart of the process that separates deaths inherent to the process and deaths caused by non-randomized factors that could be avoided through management. Further, results also reveal that cooler temperatures contribute towards the decrease in the number of deaths, whereas high ones increase mortality rates.

Keywords: Poultry industry. Quality. Transport of poultry.

Autor correspondente:

Djalma Silva Guimarães Júnior: djalma.guimaraes@upe.br

Recebido em: 11/09/2020

Aceito em: 29/07/2021

INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte é um mercado que opera com baixas margens de ganho por unidade produzida, de forma que o controle do processo é fundamental para a lucratividade das organizações. No entanto, no manejo dos animais do criadouro até abatedouros ocorre a morte de aves que se tornam impróprias para o consumo humano o que representa uma perda

¹ Professor Adjunto da Universidade de Pernambuco, e Vice Coordenador do Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável da Universidade de Pernambuco (Fcap/UPE), Recife (PE), Brasil.

² Mestrado em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor de Graduação da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), e da Universidade de Pernambuco (UPE), Recife (PE), Brasil.

³ Universidade de Pernambuco (UPE), Recife (PE), Brasil.

econômica e é um indicador da falta de bem-estar no trato do animal (SMULDERS; ALGERS, 2009; NIELSEN; DYBKJAER; HERSKIN, 2011).

Várias são as etapas no processo de abastecimento dos abatedouros de aves, que podem gerar estresse, lesões e morte de animais. Rui, Angrimani e Silva (2011) apresentam os seguintes processos: captura, carregamento das gaiolas até o caminhão, empilhamento das gaiolas, transporte da carga e tempo de espera no abatedouro. A execução inadequada de qualquer uma das etapas amplia o número de aves mortas e pode prejudicar a qualidade da carne.

O transporte é um ponto crítico para a otimização de um sistema de abastecimento de um abatedouro. Durante o mesmo, alguns estímulos podem comprometer o bem-estar das aves, gerando estresse, são eles: temperaturas extremas (muito elevada ou muito baixa) (CAFFREY; DOHOO; COCKRAM, 2017); excesso de aves na gaiola; excessiva vibração; e barulho ou acelerações bruscas (JORGE, 2008).

O estresse durante o transporte também pode afetar o metabolismo sanguíneo, potencial glicolítico e a qualidade da carne. Yue *et al.* (2009), em estudo na China, identificaram que o transporte pode prejudicar a carne de peito e a coloração das carnes. Condições de elevado estresse podem resultar perda de peso corporal, quanto mais tempo as aves são expostas a condições de estresse, maior o impacto negativo sobre o metabolismo e equilíbrio térmico corporal das mesmas (SILVA, 2007).

Outros fatores identificados na literatura como indutores da mortalidade de aves durante o transporte são: distância percorrida (VECERKOVA; VECEREK; VOGLAROVA, 2019), estação ou mês do ano (PETRACCI *et al.*, 2006), condições climáticas (CAFFREY; DOHOO; COCKRAM, 2017).

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivos: (1) identificar os fatores não aleatórios que influenciam a morte de aves no transporte até o abatedouro utilizando o controle estatístico de processos para o desvio padrão e a média (Carta X-S); (2) investigar o impacto de variáveis climáticas no número de aves mortas através de um modelo de regressão linear múltipla. Desse modo, os resultados da pesquisa apontam anomalias no processo de transporte, bem como apoiam o desenvolvimento de ações corretivas.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: na presente seção é apresentado o contexto e justificativa da pesquisa, bem como seus objetivos. A seção seguinte delinea um referencial teórico acerca dos fatores indutores da morte de aves no transporte até a granja, além de um panorama do setor avícola no Brasil. A seção 3 expõe os procedimentos metodológicos da pesquisa. Em seguida, a seção 4 apresenta e discute os resultados da pesquisa. Por fim, a seção 5 traz as conclusões da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INDÚSTRIA AVÍCOLA NO BRASIL

Os primeiros relatos de atividades avícolas no Brasil estão associados aos produtores familiares de “frango caipira”, tal produção era basicamente destinada à subsistência. No entanto, a partir da década de 1930 tem início um processo no qual o excedente da produção de subsistência passou a ser negociado. Na década de 1970, com a modernização da agricultura brasileira, ocorreu uma especialização na produção de frango com a participação de empresas processadoras e o melhoramento genético das aves (ZEN; ORTELAN; FELLI, 2015).

Um marco para o desenvolvimento do segmento ocorreu na década de 1970, com o estabelecimento de uma nova lógica de negócios, o surgimento de uma parceria entre abatedouros e produtores (sistema de integração vertical). Nesse novo modelo, a indústria passou a apoiar o avicultor no que se refere ao fornecimento de insumos (ração, remédios, etc.), a produção dos avicultores seria então repassada para a indústria que os remuneraria. Tal modelo contribuiu para a melhoria de práticas relacionadas à biossegurança, sanidade, qualidade dos animais e da carne (ZEN; ORTELAN; FELLI, 2015).

Segundo relatório da Central de Inteligência de aves e suínos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em 2019 o Brasil possuía 51,5 milhões de matrizes de corte alojadas, bem como produziu 13,2 milhões de toneladas (3º lugar mundial), dessa produção 68% foram destinadas ao mercado interno e 32% ao mercado externo. No ano de 2019 foram exportadas 4,2 milhões de toneladas de carne de frango, o que conferiu ao país o posto de maior exportador mundial, tal desempenho foi 2,75% superior ao de 2018. O mesmo relatório aponta ainda um consumo de carne de frango *per capita* de 42,8 kg no Brasil (EMBRAPA, 2021).

A produção de carne de frango no Brasil está concentrada na Região Sul do país, em 2019 a região foi responsável por 59,53% da produção brasileira, cabendo destaque ao Estado do Paraná, que sozinho foi responsável por 32,59% da produção nacional. No que diz respeito ao abastecimento de mercados internacionais, percebe-se o predomínio ainda maior da produção da Região Sul, a qual foi responsável por 83,81% das exportações brasileiras de carne de frango em 2019 (EMBRAPA, 2021).

2.2 FATORES QUE AFETAM A MORTE DAS AVES NO TRANSPORTE ATÉ O ABATEDOURO

Alguns fatores que afetam o transporte das aves estão relacionados à temperatura durante o trajeto e a distância. Caffrey, Dohoo e Cockram (2017), ao analisarem as mortes de aves em todo o ciclo do transporte (granja - abatedouro) no Canadá, identificaram que a maioria

das aves morreu durante o transporte devido às baixas temperaturas durante as viagens e a baixa densidade das gaiolas. Conclusão similar foi apresentada por Vecerkova, Vecerek e Voslarova (2019) em um estudo na República Checa, no qual foi comparado o número de mortes de aves em condições de maior e de menor temperatura, em que identificou-se um maior percentual de aves mortas em situações de temperaturas mais baixas.

Já em relação à distância, Vecerkova, Vecerek e Voslarova (2019) afirmam que distâncias menores de até 50 km apresentam um menor número de mortes. Em distâncias entre 201 e 300 km foram encontradas as maiores taxas de mortes. De maneira semelhante Caffrey, Dohoo, Cockram (2017) afirmam que distâncias menores diminuem o número de mortes.

A atividade de transporte pode introduzir estresse nas aves o qual pode desencadear fatores psicológicos, fisiológicos e alterações metabólicas. Tal estresse pode levar a comportamento agressivo, redução da vida, perda de peso, qualidade da carne dos animais e prejudica a imunidade do animal. Ou seja, o estresse deve ser evitado a partir de um processo que melhore as condições de vida dos animais (YUE *et al.*, 2010).

Uma das fases com grande potencial de desperdícios e perdas na atividade avícola é o transporte das aves até o abatedouro. Rui, Angrimani e Silva (2011) apresentam as seguintes atividades que impactam no desperdício no processo de transporte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. O Quadro 1 resume as principais dificuldades associadas a cada etapa.

O cuidado e a higiene com as gaiolas também podem impactar na qualidade de vida das aves e redução do número de mortes. Durante o transporte as gaiolas podem ficar contaminadas por fezes, penas, sujeira e outros detritos, que podem, conseqüentemente, contaminar as aves. Northcutt *et al.* (2006) afirmam que lavar e higienizar as gaiolas de forma adequada diminui a contaminação por bactérias na superfície do piso.

Quadro 1. Fatores críticos para o transporte de aves

Etapa	Definição	Pontos Críticos
Jejum	Período em que a ração é tirada, sendo oferecida apenas água	- Quanto maior o tempo de jejum, maior a perda de peso - Jejuns mais longos podem contaminar a carcaça
Captura	Colocação dos frangos em gaiolas	- Apanha pelo pescoço provoca mais lesões - Estresse que gera perda de peso
Carregamento	Transporte das caixas até o caminhão	- Número excessivo de aves por caixa - Caixas com corrediças tendem a gerar mais lesões nas aves - Empilhamento excessivo de caixas
Transporte	Encaminhamento das aves até o abatedouro	- Temperaturas extremas aumentam a mortalidade - Tempos de viagem longos aumentam o estresse - Ventilação inadequada aumenta o número de mortes
Tempo de espera no abatedouro	Período entre a chegada e o abate	- Exposição ao sol e falta de ventilação durante a espera podem aumentar as mortes

Fonte: Adaptado de Rui, Angrimani e Silva (2011).

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DA PESQUISA E COLETA DE DADOS

No que diz respeito à forma de abordagem do problema a pesquisa utilizou-se do enfoque indutivo, no qual a aproximação dos fenômenos busca planos mais abrangentes e a técnica de pesquisa quantitativa, na qual a análise se efetua com toda a informação numérica resultante da investigação (MARCONI; LAKATOS, 2017). Os dados utilizados na pesquisa foram secundários (relatórios de números de aves mortas por viagem e informações climáticas).

A pesquisa objetivou analisar o comportamento do número de aves mortas por transporte da granja para o abatedouro, a fim de identificar causas especiais (não aleatórias) que possam influenciar a quantidade de aves mortas. Para realizar essa abordagem foram coletados dados do número de aves mortas (*Dead On Arrived - DOA*) de 440 operações de transporte de aves de granjas para o abatedouro, situado no Estado de Pernambuco, Brasil, durante 44 dias seguidos nos meses de maio e junho de 2018, o abatedouro forneceu o relatório diário de aves mortas por viagem, o qual foi tabulado no *software Microsoft Excel®*. As informações climáticas: temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade do ar,

velocidade do vento e precipitação média foram coletadas para cada um dos 44 dias considerados na pesquisa junto à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2020).

Para atingir os objetivos propostos a pesquisa seguirá as seguintes etapas: tabulação dos dados; construção de uma carta de controle para a média e desvio padrão do número de aves mortas no transporte granja-abatedouro com vistas à análise da variabilidade e nível de controle do processo; e estimação de um modelo de regressão a fim de investigar o impacto de fatores climáticos sobre o número de aves mortas. Uma síntese das etapas da pesquisa é apresentada na Figura 1.

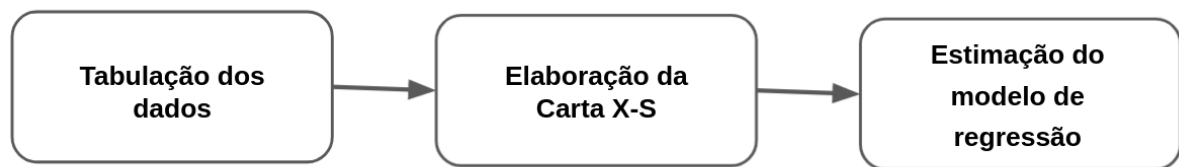


Figura 1. Desenho da pesquisa
Fonte: Os autores (2021).

3.2 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS NA MORTE NO TRANSPORTE

A identificação de causas especiais na morte das aves é realizada através do Controle Estatístico de Processos (CEP), que segundo Montgomery (2016) é um método quantitativo que visa monitorar um processo repetitivo, por meio da coleta de dados e da sua comparação com medidores básicos de desempenho.

A técnica permite averiguar ocorrências no processo vindo de causas especiais (ajuste de equipamentos, temperatura do ambiente, umidade do ar, desgaste natural dos equipamentos, habilidade do operador, trocas de turnos, etc.). A averiguação de tais causas fornece informações para correção do processo e minimização de irregularidades. Foi utilizada a Carta X-S, sendo considerado como entrada do modelo o número médio de aves mortas por dia.

Para investigar o impacto de algumas variáveis exógenas ao CEP no número de aves mortas no transporte para o abatedouro, foi proposto um modelo de regressão linear múltipla para investigar o impacto de condições climáticas na mortalidade das aves. Tal modelo considera como variável dependente o número de aves mortas por dia no transporte (somatório das aves mortas em todos os veículos), e como variáveis independentes as informações diárias de: temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade do ar, velocidade do vento e precipitação média.

Para conhecer de forma mais objetiva a variabilidade do número de mortes por dia, foi elaborada uma Carta X-S uma vez que, segundo Montgomery (2016), tal tipo de carta de

controle é recomendada para situações nas quais o tamanho da amostra é moderadamente grande ($n > 10$). As cartas X-S foram construídas no *software Microsoft Excel* e seguiram as prescrições de Montgomery (2016): em um primeiro momento foram elaborados os limites tentativos e caso algum ponto estivesse fora dos limites, tal observação seria investigada, e quando identificada a presença de uma causa não aleatória, tal observação seria descartada. Por outro lado, caso as condições de validade do modelo fossem confirmadas, os limites tentativos seriam tomados como limites de controle.

A análise gráfica mostra os limites tentativos, ou seja, os limites estabelecidos a partir da amostra considerada. Esses limites não podem apresentar nenhum dos seguintes comportamentos anômalos: ponto fora dos limites de controle, existência de comportamento de serra (pontos intercalados e sucessivos acima e abaixo da linha central), sete pontos sucessivos acima ou abaixo da linha média (JURAN; GRYNA, 1992). O aparecimento de qualquer padrão de comportamento anômalo representa um indício de que causas não aleatórias estão atuando no processo, as quais devem ser investigadas pela equipe de gestão.

É importante ressaltar que na literatura estão presentes aplicações do CEP na indústria avícola, em diferentes fases do processo produtivo: depenagem e evisceração (Guimarães; Maciel; Werner, 2015), absorção de água pela carcaça das aves (Rusciolelli, 2014) e resfriamento de câmaras frias (Ferreira; Elisei Júnior; Militani, 2011). No entanto, não foram encontradas aplicações do CEP no controle do número de aves mortas no transporte das granjas até os abatedouros.

3.3 ABATEDOURO E O TRANSPORTE

O abatedouro considerado opera por produção puxada, à medida que as vendas para o varejo e atacado são reportadas o setor de produção faz a programação da produção. De acordo com o volume dos pedidos, é elaborado um roteiro de coleta que indicará quais granjas fornecem as aves prontas para o abate. Esse roteiro aponta a quantidade de aves e as equipes de transporte que devem recolher as aves nas granjas. A empresa opera com frota própria para o transporte das aves, no período considerado de maio e junho de 2018 foram utilizados 10 caminhões para o transporte das aves até o abatedouro.

As granjas situam-se a uma distância máxima de 151 km do abatedouro. Ao chegar no abatedouro os veículos são pesados e direcionados aos nebulizadores. Nos nebulizadores as aves são molhadas e submetidas a um sistema de ventilação para baixar sua temperatura corporal e aproximar da temperatura normal para o abate, cada caminhão passa em média de três horas neste processo.

Estabilizada a temperatura das aves as mesmas são dirigidas à plataforma de produção, na qual as aves mortas são descartadas e as aptas são direcionadas para a linha de corte

estabelecida pelo Planejamento e Controle da Produção da empresa que está alinhado com o planejamento de vendas. Por fim, os cortes de frango são encaminhados para as câmaras frias.

3.4 REGRESSÃO MÚLTIPLA

Tendo em vista a variabilidade excessiva no número de aves mortas no transporte granja - abatedouro e seu efeito sobre a capacidade do processo, a pesquisa utilizou um modelo de regressão linear múltipla para investigação de potenciais geradores de variabilidades no processo, com vistas à identificação de estratégias que pudessem diminuir a variabilidade. Para tanto foi desenvolvido um modelo de regressão múltipla que analisou a relação entre o número de aves mortas (variável dependente) e as variáveis independentes: temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade do ar, velocidade do vento e precipitação média.

Para composição da amostra foram consideradas as informações de 44 dias consecutivos entre os meses de maio e junho de 2018, sendo considerados o número de mortes e as informações climáticas referentes a cada dia. O modelo foi desenvolvido no *software* estatístico JASP e foi utilizado o método *Stepwise*, no qual apenas as variáveis significativas para o modelo são consideradas após uma série de iterações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CEP

Os resultados da análise do CEP são apresentados nas Figuras 2 e 3.

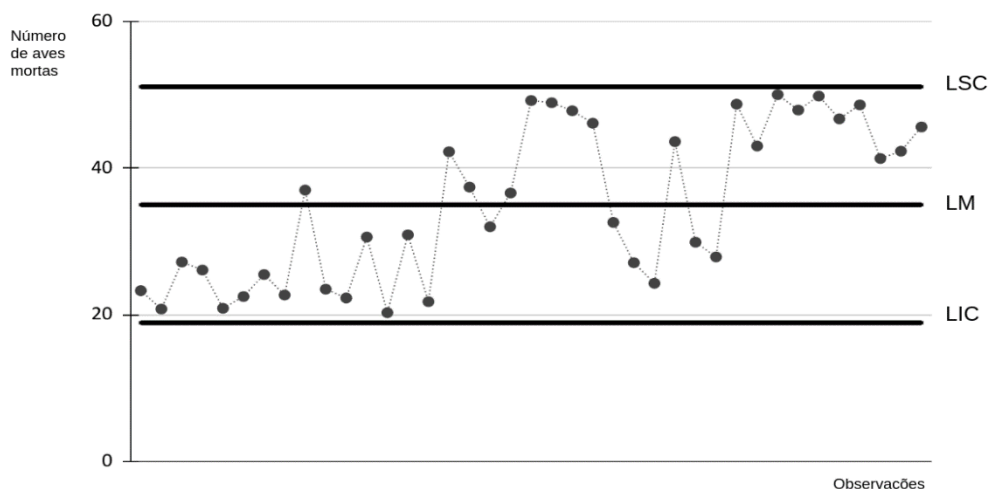


Figura 2. Carta de controle para a média.
Fonte: Os autores (2020).

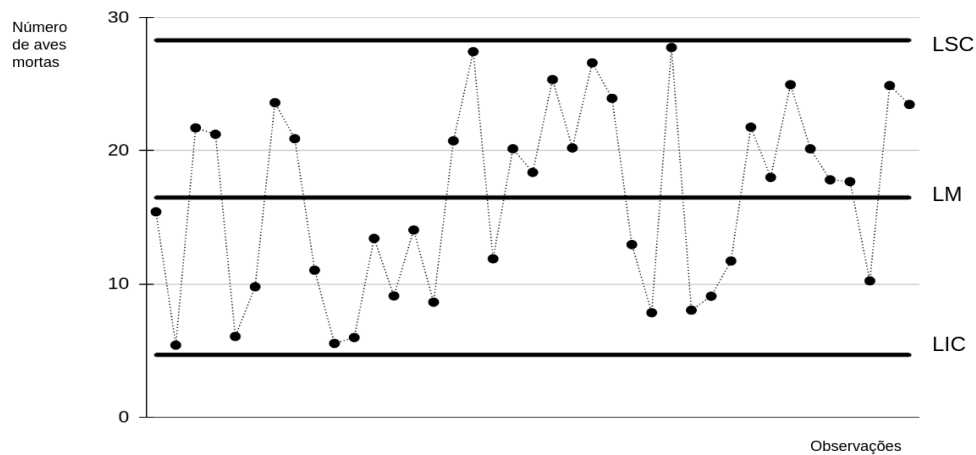


Figura 3. Carta de controle para o desvio padrão.
Fonte: Os autores (2020).

A observação dos Gráficos X e S mostrou que os limites tentativos das Figuras 2 e 3 podem ser tomados como limites de controle para o controle do número de aves mortas por dia no trajeto granja - abatedouro, foram descartadas 5 observações consideradas causas não aleatórias (associadas à ação humana). Dessa forma, os limites de controle podem ser utilizados como uma ferramenta para a identificação de problemas no processo de transporte de aves. A quebra de qualquer condição conforme proposto por Juran e Gryna (1992) representaria que está fora de controle.

Outra maneira de investigar se um processo é capaz de atender às especificações propostas é a análise da capacidade do processo. Para o processo proposto foi calculada a Capacidade do Processo (C_p), a qual apresentou um resultado de 0,315, ou seja, a tolerância natural do processo (variações observadas nos dados) superam os limites tolerados para o processo. Tal fato é reforçado pela Razão da Capacidade do Processo (RCP) igual a 3,17, o que representa que o processo pode utilizar até 317% da faixa de especificação, assim existe grande possibilidade de ocorrências fora dos limites estabelecidos para o processo. Por sua vez, a Razão da Capacidade para um Processo Descentrado (C_{pk}) apresenta valor de 0,315. Percebe-se então uma igualdade entre C_p e C_{pk} , o que significa que o processo está centrado no ponto médio das especificações.

Na literatura são encontradas variadas aplicações do CEP na indústria avícola. Guimarães, Maciel e Werner (2015) analisaram o controle estatístico dos processos de depenagem e evisceração em um abatedouro de grande porte, já Rusciollelli (2014) investigou a variabilidade da absorção de água pelas carcaças de frango através do CEP, por sua vez, Ferreira, Elisei Júnior e Militani (2011) aplicaram o controle estatístico de processos para analisar a capacidade do processo de resfriamento de câmaras frias de um abatedouro. Apesar das várias aplicações do controle estatístico de processos na indústria avícola, não foram

encontradas as aplicações da técnica para o monitoramento do número de aves mortas no transporte granja - abatedouro.

4.1 REGRESSÃO MÚLTIPLA

O resultado do modelo é apresentado na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Modelo de regressão

<i>Variable</i>	<i>Unstandardized</i>	<i>Standard Error</i>	<i>p</i>	<i>R²</i>
(Intercept)	1.510.408	325.171	< .001	0,478
Temperatura Mínima	-359.236	86.009	< .001	
Temperatura Máxima	298.133	85.512	< .001	

Fonte: Os autores (2019).

A modelagem identificou que apenas duas variáveis são significativas para a determinação do número diário de morte de aves, a temperatura mínima e a temperatura máxima. Percebe-se que para a amostra considerada a elevação nas temperaturas mínimas leva a uma diminuição no número de aves mortas. Resultado que corrobora os achados de Caffrey, Dohoo e Cockram (2017) e Vecerkova, Vecerek e Voslarova (2019), que analisaram o contexto do Canadá e da República Tcheca, respectivamente.

A elevação das temperaturas máximas, por sua vez, tende a elevar conseqüentemente o número total de mortes de aves segundo o modelo. Resultado que difere dos estudos de Caffrey, Dohoo e Dohoo (2017) e Vecerkova, Vecerek e Voslarova (2019), para os quais o aumento da temperatura diminui o número de mortes. Vale ressaltar que a diferença entre os resultados dos estudos deve ser relativizada à luz das temperaturas máximas vivenciadas no Canadá (CAFFREY; DOHOO; COCKRAM, 2017) e na República Tcheca (VECERKOVA; VECEREK; VOGLAROVA, 2019), em comparação às temperaturas máximas observadas no Nordeste Brasileiro, a elevação das temperaturas em uma região de frio tende a corroborar para o bem-estar das aves. Ou seja, a ampliação da temperatura em uma região de clima semiárido tende a ser prejudicial para os animais.

O modelo de regressão proposto pode ser considerado significativo pois o teste do p-valor mostra valores inferiores a 0,05. O modelo de regressão apresenta R² de 0,478, ou seja, 47,8% das mortes das aves no trajeto granja - abatedouro, podem ser respondidas a partir das variáveis mínima temperatura e máxima temperatura.

4.2 DISCUSSÃO

Em um mercado de margens de lucro por unidade baixa, a busca de eficiência produtiva é fundamental para a sobrevivência e competitividade da organização. Logo, reduzir o número

de mortes no transporte das aves para o abatedouro impacta significativamente nos resultados da organização. Considerando uma situação hipotética na qual o preço médio de um frango inteiro estivesse cotado a R\$ 10,00, ao considerar-se o número médio de aves mortas por dia de 354,7 no abatedouro foco da pesquisa, em um período de 30 dias o desperdício mensal incorrido pela empresa seria de R\$ 106.410,00.

O desenvolvimento de um sistema de controle estatístico de processos pode proporcionar ao abatedouro um acompanhamento sistematizado do número de aves mortas. Ao identificar qualquer padrão anômalo nos gráficos de controle das médias e do desvio padrão, a gestão da organização poderá utilizar as ferramentas básicas da qualidade ou outro sistema de gestão, a fim de encontrar a causa raiz da variabilidade, desenvolver e padronizar as correções necessárias no processo e acompanhar o desempenho das correções. Esse acompanhamento deve ocorrer de uma forma sistemática e contínua e dentro de padrões estabelecidos e constituindo-se assim em um ciclo de melhoria contínua e poderá utilizar a metodologia do “Ciclo PDCA”.

Também pode-se perceber que existe uma faixa de temperatura que minimiza o número de aves mortas. É fundamental, com o intuito de contribuir para atingir a redução de mortes de aves no transporte, a identificação de tal período aliado com o planejamento da produção. Além disso, de posse dessas informações é perfeitamente possível com a metodologia do “Ciclo PDCA”, associada ao controle estatístico de processo, restabelecer novos parâmetros de controle e assim minimizar ainda mais os problemas descritos neste artigo.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento da carta de controle para a média e o desvio padrão conforme proposto na pesquisa disponibiliza um recurso valioso para a organização para o monitoramento em tempo real do processo de transporte das aves, a fim de identificar a tendência de ocorrências de causas não aleatórias, ou seja, causas que podem ser evitadas, através de rigoroso processo de utilização das ferramentas da qualidade, de forma a minimizar desperdícios para a organização e garantir o bem-estar animal. Embora a capacidade do processo esteja aquém da recomendada pela literatura, acredita-se que a ampliação da amostragem e investigação e eliminação das causas de variação excessiva possam contribuir para uma medida de controle robusta e de muita utilidade para a organização.

A busca do melhoramento contínuo da qualidade pode proporcionar às organizações uma revisão constante de seus processos, o que irá torná-los cada vez mais econômicos. A introdução de uma cultura da qualidade pode colaborar para o aprimoramento de todas as fases da preparação das aves para o envio ao abatedouro. O período de jejum deve ser programado de forma a durar o período necessário a fim de evitar contaminação. Deve ser estabelecido um procedimento operacional padrão para a captura, a fim de evitar que a coleta gere lesões nas

aves. É necessário que o número de aves por caixa seja controlado, bem como o número de caixas empilhadas, a fim de facilitar a circulação de ar para todos os animais. A programação de transportes deve evitar viagens longas e em temperaturas extremas, bem como o período de espera das aves para entrar na linha de produção deve ocorrer em local ventilado.

Deve-se destacar que algumas limitações do estudo estão relacionadas à acurácia e confiabilidade da Carta X-S, a qual pode ser maximizada a partir da ampliação da amostra considerada e da consequente contínua revisão dos limites de controle. Outra limitação se refere ao ajuste modelo de regressão, em que percebe-se que a ampliação da amostra e a inserção de variáveis relacionadas ao trajeto, operação e equipamentos poderiam ampliar o poder explicativo da modelagem.

Os conhecimentos obtidos através da construção desse artigo podem ser aprimorados com o desenvolvimento de trabalhos futuros e como sugestão a otimização do modal utilizado, identificando novas oportunidades no mercado de transporte de carga viva, incluindo a possibilidade de em um futuro próximo a utilização de transporte autônomo associado com tecnologias com a identificação de radiofrequência, mais conhecida como *Radio-Frequency Identification* ou, em português, Identificação por Rádio Frequência (RFID), que possibilitaria ter um monitoramento em tempo real das condições de transporte e também da carga viva e com um transporte feito totalmente seguro. Outra sugestão seria trabalhar com as novas tecnologias como a análise de dados (*Data Analytics*) e identificar oportunidades que possam incentivar os Arranjos Produtivos Locais (APL), com o intuito de agrupar os produtores de frango mais próximos aos abatedouros e das fábricas que produzem frangos de corte e assim minimizar os problemas aqui relatados. Por último, mas não menos importante, é que considerando então que um dos maiores problemas abordados é justamente no encaminhamento das aves até o abatedouro, ou seja, o transporte seria interessante como uma possibilidade de abordagem em um futuro trabalho com os motoristas que fazem esse transporte para entender as suas idiossincrasias e assim formar novas possibilidades de melhora.

REFERÊNCIAS

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. 2020. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

CAFFREY, N. P.; DOHOO, I. R.; COCKRAM, M. S. Factors affecting mortality risk during transportation of broiler chickens for slaughter in Atlantic Canada. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 1, n. 147, p. 199-208, 2017.

EMBRAPA. Central de Inteligência de Aves e Suínos. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 17 abr. 2021.

FERREIRA, E. B.; ELISEI JÚNIOR, L.; MILITANI, M. V. B. Controle estatístico de processo no resfriamento de aves: um estudo de caso. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 9, n. 2, p. 119-128, 2011.

GUIMARAES, I. G.; MACIEL, T. H.; WERNER, L. Estudo da Estabilidade e capacidade de dois processos em um abatedouro de grande porte. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 35., 2015. Fortaleza: Abepro, 2015. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_207_228_28093.pdf. Acesso em: 17 abr. 2021.

JORGE, S. P. **Avaliação do bem-estar durante o pré-abate e abate e condição sanitária de diferentes segmentos da produção avícolas**. 2008. 107 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) -Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, 2008.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da Qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1992.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

NIELSEN, B. L.; DYBKJAER, L.; HERSKIN, S. Road transport of farm animals: effects of journey duration on animal welfare. *Animal*, v. 5, p. 415-427, 2011.

NORTHCUTT, J. K.; CASON, J. A.; SMITH, R. J.; FLETCHER, D. L. Broiler carcass bacterial counts after immersion chilling using either a low or high volume of water. *Poultry Science*, n. 85, p. 1802-1806, 2006.

PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C.; GASPARI, P.; LAVAZZA, A. Preslaughter mortality in broiler chickens, turkeys, and spent hens under commercial slaughtering. *Poultry Science*, v. 85, p. 1660-1664, 2006.

RUI, B. R.; ANGRIMANI, D. S. R.; SILVA, M. A. A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. *Ciência Rural*, v. 41, n. 7, p. 1290-1296, 2011.

RUSCIOLELLI, L. R. **Controle estatístico de processo aplicado no monitoramento da absorção de água por carcaças de frango durante a etapa de pré-resfriamento**. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, ES.

SMULDERS, F. J.; ALGERS, B. **Welfare of production animals: assessment and management of risks**. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2009.

YUE, H. Y.; ZHANG, L.; WU, S. G.; XU, L.; ZHANG, H. J.; QI, G. H. Effects of transport stress on blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality in meat-type yellow-feathered chickens. *Poultry Science*, v. 89, p. 413-419, 2010.

VECERKOVA, L.; VECEREK, V.; VOŠLAROVA, E. Welfare of end-of-lay hens transported for slaughter: effects of ambient temperature, season, and transport distance on transport-related mortality. *Poultry Science*, v. 98, p. 6217-6224, 2019.

ZEN, S. D.; ORTELAN, C. B.; FELLI, C. B. Evolução da Avicultura no Brasil. **Informativo CEPEA**. Disponível em:
<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0969140001468869743.pdf>. Acesso em:
17 abr. 2021.