

**UNIVERSIDADE PAULISTA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**INFLUÊNCIA DA INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA  
NO TRANSPORTE DE AVES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

**CLÁUDIO MONICO INNOCENCIO**

**SÃO PAULO  
2019**

**UNIVERSIDADE PAULISTA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**INFLUÊNCIA DA INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA  
NO TRANSPORTE DE AVES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irenilza de Alencar Nääs

Área de concentração: Gestão de Sistema de Operação

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Vibração no transporte de carga viva de frangos

**CLÁUDIO MONICO INNOCENCIO**

**SÃO PAULO**

**2019**

Innocencio, Cláudio Monico.

Influência da infraestrutura logística no transporte de aves / Cláudio  
Monico Innocencio. - 2019.

85 f. : il. color. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São  
Paulo, 2019.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação.  
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Irenilza de Alencar Nääs.

1. Logística. 2. Transporte animal. 3. Pavimento. I. Nääs, Irenilza de  
Alencar (orientadora). II. Título.

**CLÁUDIO MONICO INNOCENCIO**

**INFLUÊNCIA DA INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA  
NO TRANSPORTE DE AVES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irenilza Näas  
Orientadora / Universidade Paulista (UNIP)

---

Prof. Dr. Pedro Luiz Oliveira Costa Neto  
Universidade Paulista (UNIP)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thayla Morandi R.de Carvalho Curi  
FEAGRI

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu pai e à minha mãe (in memorium), por todo o esforço e empenho em dar a mim, os recursos para que eu pudesse ter a formação cultural e educacional.

## **AGRADECIMENTOS**

No plano mais alto, todo meu agradecimento a Deus, por todas as graças, forças, fé e perseverança, renovadas a cada desafio e sucesso.

À CAPES/PROSUP, pelo apoio, por meio da bolsa de estudos de Mestrado.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Irenilza, por sua humildade em compartilhar sua competente experiência, conhecimento e principalmente pelo seu entendimento humano, quando neste período tive uma perda pessoal.

A todos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pelo compartilhamento técnico, pelo conhecimento e pela experiência inovadora em pesquisa.

Em especial, à minha esposa, Marcia, minha maior incentivadora, minha companheira nos momentos bons e complicados, durante todo o processo do curso e também dentro da minha vida.

Às minhas filhas, Natália, Fernanda, Renata, Nathália, Verônica, e minha neta Letícia, pelos carinhos.

*“A capacidade de tomar as decisões corretas, de crer no seu potencial de realizá-las e de trabalhar intensamente até conquistar suas metas é o que define sua vida.”*

*(O Poder da Ação, Paulo Vieira)*

## **RESUMO**

A estabilidade da carga nos caminhões de transporte de frangos de corte sob condições de infraestruturas variadas, depende da qualidade das estradas e seus pavimentos, além da vibração mecânica decorrente do processo logístico. Nesse estudo, objetivou-se analisar a operação logística de transporte de aves vivas, focando na relação entre a vibração da carga e a infraestrutura das estradas e seus respectivos pavimentos. Para tanto, realizou-se uma simulação logística envolvendo o transporte de uma carga similar à carga de aves vivas para o abate, os fatores de peso total transportado, do tipo de caminhão e de dimensionamento do compartimento de carga (baú). A carga similar era composta por ração animal embalados em sacarias, com peso total de 12.000 kg, distribuída de maneira uniforme por todo o baú. O caminhão em questão foi um trucado (capacidade de 15.000 kg) com as mesmas dimensões de baú utilizadas pela média dos transportadores de aves, ou seja, contendo aproximadamente 10 metros de profundidade, 2,5 metros de largura e 3,90 metros de altura. O trecho percorrido pelo caminhão foi de uma fábrica da ração em São Paulo (capital) até a distribuidora de rações animais, localizada na cidade de Contagem (MG). Foi utilizado um acelerômetro Svantek, modelo SV 106, colocado em pontos variados dentro da carga, parametrizado com os requisitos da NHO 09, isto é, norma técnica que objetiva estabelecer critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional às vibrações de corpo inteiro (VCI). Oito eventos foram medidos com qualidade de pavimento variada e de topografias diferentes. Os resultados indicam que as maiores vibrações no compartimento de carga ( $0,828 \text{ m/s}^2$ ,  $1,121 \text{ m/s}^2$ ,  $2,151 \text{ m/s}^2$  e  $1,299 \text{ m/s}^2$ ) ocorreram nos trechos da rodovia em que havia os maiores problemas na qualidade do pavimento, seja este compartimento, carregado ou não.

Palavras-chave: Logística. Transporte animal. Vibrações.

## ABSTRACT

Stability of the load on the transport trucks of broilers under different infrastructure conditions depends on the quality of the roads and their pavements, besides the mechanical vibration resulting from the logistic process. The objective of this study was to analyze the logistics operation of live poultry transport, focusing on the relationship between the vibration of the load and the infrastructure of the roads and their respective pavements. Therefore, a logistics simulation was carried out involving the transport of a load similar to the live poultry load for the slaughter, the factors of total weight transported, the type of truck and the design of the load compartment (trunk). The similar load was composed of animal feed packaged in sacks, with a total weight of 12,000 kg, evenly distributed throughout the trunk. The truck in question to have the capacity of 15,000 kg (the same dimensions of trunk used by the average of the transporters of birds), that is, containing approximately 10 meters of depth, 2.5 meters of width and 3.90 meters of height. The truck traveled from a feed factory in São Paulo (capital) to the animal feed distributor located in the city of Contagem (MG). A Svantek accelerometer, model SV 106, was used at different points within the load, parameterized with the requirements of NHO 09, that is, a technical standard that aims to establish criteria and procedures for the evaluation of occupational exposure to whole-body vibrations (VCI). Eight events were measured with varying pavement quality and different topographies. The results indicate that the highest vibrations in the cargo compartment ( $0.828 \text{ m} / \text{s}^2$ ,  $1.121 \text{ m} / \text{s}^2$ ,  $2.151 \text{ m} / \text{s}^2$  and  $1.299 \text{ m} / \text{s}^2$ ) occurred in sections of the highway where there were major problems in pavement quality, be it compartment, loaded or not.

Key-words: Logistic. Animal transportation. Vibrations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cadeia Agroindustrial de frangos de corte .....	19
Figura 2 – Cadeia Produtiva de Frango e Ovos .....	23
Figura 3 – Interface das atividades logísticas na cadeia produtiva do frango de corte .....	26
Figura 4 – Orientação dos eixos no corpo do frango.....	31
Figura 5 – Composição do pavimento.....	36
Figura 6 – Perfil de pavimento flexível .....	37
Figura 7 – Perfil de pavimento rígido.....	38
Figura 8 – Perfil de pavimento semi-flexível.....	38
Figura 9 – Comparação entre perfis rígidos e flexíveis .....	39
Figura 10 – Carga em análise .....	49
Figura 11 – Acelerômetro utilizado na pesquisa.....	50
Figura 12 – Posição do acelerômetro no caminhão na sequência das medições .....	52
Figura 13 – Fissuras identificadas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	53
Figura 14 – Trincas transversais identificadas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	54
Figura 15 – Trincas longitudinais encontradas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	55
Figura 16 – Trincas em malhas encontradas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	56
Figura 17 – Trincas de malha em bloco encontradas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	57
Figura 18 – Afundamento plástico encontrado nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	58
Figura 19 – Afundamento de consolidação encontrado nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	59
Figura 20 – Ondulação ou corrugação encontradas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	60
Figura 21 – Exemplos de escorregamento encontrado nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	61
Figura 22 – Exemplos de exsudação que ocorrem em estradas onde são transportados frangos vivos para abate .....	62

Figura 23 – Exemplos de defeito de desgaste que ocorre nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	63
Figura 24 – Exemplo de panelas que ocorrem nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	64
Figura 25 – Exemplos de remendos identificados nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate .....	65
Figura 26 – 1 <sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro ....	69
Figura 27 – 2 <sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro ....	70
Figura 28 – 3 <sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro ....	70
Figura 29 – 4 <sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro ....	71
Figura 30 – 5 <sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro ....	71
Figura 31 – 6 <sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro ....	72
Figura 32 – 7 <sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro ....	72
Figura 33 – 8 <sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro ....	73
Figura 34 – Perfil de vibração ( $m/s^{1,75}$ ) em relação à distância percorrida (km) .....	74

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Índice de Desempenho Logístico (LPI) no Brasil.....	24
Tabela 2 – Comparativo dos modais usados .....	28
Tabela 3 – Classificação do Estado Geral .....	45
Tabela 4 – Classificação do Estado Geral – Gestões Concedida e Pública .....	45
Tabela 5 – Classificação do pavimento.....	46
Tabela 6 – Classificação do Pavimento - Gestões Concedida e Pública .....	46
Tabela 7 – Condição da superfície do pavimento .....	47
Tabela 8 – Dados gerais de carga (kg), percurso do caminhão (km), posição do acelerômetro e exposição à vibração (RSS) .....	67
Tabela 9 – Dados gerais de carga (kg), percurso do caminhão (km), posição do acelerômetro e exposição à vibração (VDV) .....	67
Tabela 10 – Dados gerais de percurso do caminhão (km), posição do acelerômetro, vibração (RSS) e relação entre as variáveis .....	68
Tabela 11 – Trechos do percurso com problemas de qualidade.....	73

## **LISTA DE ABREVIASÕES E SIGLAS**

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal
- CNT – Confederação Nacional dos Transportes
- dB – Decibéis
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- HCM – Highway Capacity Manual
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ISO – International Organization for Standardization
- LPI – Logistics Performance Index
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- NBR – Norma Brasileira
- NHO – Norma de Higiene Ocupacional
- RMS – Root Means Square
- UBABEF – União Brasileira de Avicultura
- UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- USDA – United States Department of Agriculture
- VDV – Valor de Dose de Vibração

## LISTA DE SÍMBOLOS

- $a$  – aceleração,  $\text{m/s}^2$  ou  $\text{m.s}^{-2}$
- $a_0$  – aceleração de referência com valor de  $10^{-6}$
- $a_j^{(t)}$  – aceleração instantânea
- $ame_{ik}$  – aceleração média resultante relativa à késima amostra selecionada dentre as repetições da componente de exposição “i”
- $am_j^{(t)}$  – aceleração média
- $are$  – aceleração resultante de exposição
- $aren$  – aceleração resultante de exposição expressado em metros por segundo ao quadrado
- $arep$  – aceleração resultante parcial
- $arep_i$  – aceleração resultante de exposição parcial
- $d$  – derivada
- $F$  – força
- $h$  – hora
- $j$  – direção
- $km$  – quilômetro
- $km/h$  – quilômetro por hora
- $log$  – logarítmico
- $m$  – massa
- $\text{m/s}^2$  – unidade de aceleração, metro por segundo ao quadrado
- $n_i$  – número de repetições da componente de exposição “i” ao longo da jornada de trabalho;
- $p$  – pressão
- $pH$  – Potencial Hidrogeniônico
- $S$  – o número de amostras da componente de exposição “i” que foram mensuradas.

$T$  – tempo em duração da componente de exposição “i”;

$t$  – tempo, instante

$T_0$  – tempo, em minutos

$T_E$  – tempo de exposição

$v$  – velocidade

$Vdvj$  – Valor da dose de vibração

$x, y e z$  – eixos ortogonais

## SUMÁRIO

<b>1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>16</b>
1.1       Introdução .....	16
1.2       Objetivo Geral .....	17
1.2.1 Objetivos secundários.....	17
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1       Cadeia de frangos no Brasil e no Mundo .....	18
2.2       Cadeia Produtiva do Frango de Corte .....	19
2.3       A Logística na Cadeia Produtiva do Frango de Corte .....	22
2.3.1 Entraves logístico na produção de alimentos.....	26
2.3.2 Descrição do Modal Rodoviário .....	27
2.3.3 A Vibração .....	29
2.3.3.1 Conceitos fundamentais.....	29
2.3.4 Pavimento .....	35
2.3.4.1 Classificação dos pavimentos .....	37
2.4       Aspectos logísticos e situações problemática no processo.....	39
2.4.1 Operação 1 – Carregamento .....	39
2.4.2 Operação 2 – Transporte .....	41
2.4.2.1 Impacto da vibração nas cargas vivas .....	43
2.4.2.2 Qualidade das rodovias e pavimento .....	44
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>48</b>
3.1       Pesquisa Exploratória .....	48
3.2       Estudo de caso: localização, período e coleta dos dados .....	48
3.3       Equipamentos utilizados .....	50
3.4       Análise dos dados.....	51
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>53</b>
4.1       Principais defeitos identificados na malha rodoviária de transporte.....	53
4.2       Resultados da análise de vibração da carroceria do caminhão .....	66
4.2.1 Resultados das mensurações.....	68
4.2.1.1 Primeira medida (com carga) .....	69
4.2.1.2 Segunda medida (com carga) .....	69
4.2.1.3 Terceira medida (com carga) .....	70
4.2.1.4 Quarta medida (com carga).....	70
4.2.1.5 Quinta medida (com carga) .....	71
4.2.1.6 Sexta medida (sem carga) .....	71
4.2.1.7 Sétima medida (sem carga) .....	72
4.2.1.8 Oitava medida (sem carga) .....	72

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	76
5.1        Conclusões .....	76
5.2        Trabalhos futuros .....	76
REFERÊNCIAS .....	78
APÊNDICE .....	85

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 1.1 Introdução

De acordo com o Relatório Anual (2018) da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o Brasil produziu 13,056 milhões de toneladas de carne de frango em 2017, sendo que este número representa um aumento de 1,16% em relação ao ano de 2016 e exportou próximo de 4,320 milhões de toneladas, consolidando-se como o segundo maior produtor mundial de carne de frango, à frente somente da China com 11,600 milhões de toneladas. O consumo *per capita* brasileiro alcançou um índice médio de 42,07 quilos.

Muitos fatores colaboraram positivamente para este crescimento do consumo da carne de frango no ano de 2017, dentre esses, pode-se citar a preferência do consumidor final às proteínas do frango, em função do seu preço acessível, principalmente quando seu “concorrente imediato”, a carne bovina, teve um aumento considerável em seu preço em relação à carne de frango.

Para acompanhar esta escalada de consumo há a necessidade de que a produção nacional, proporcionalmente, garanta ótimos níveis de desempenho e eficiência, pois em toda a Cadeia Produtiva, necessita-se identificar as possíveis causas de perdas ou avarias para se ter uma boa qualidade. Já que os problemas das carcaças e consequente números de condenações provocam essas perdas em caráter significativo.

Dada a importância da mitigação da redução dessas perdas ou avarias da carga viva e, do *lead time* da carga do produtor até o abatedouro, há a necessidade de uma análise de melhoria nas operações de carregamento, na infraestrutura para o transporte, na espera e no descarregamento dos frangos para a obtenção de uma melhora na produtividade dos processos.

O transporte é um fator essencial na operação avícola moderna por ser responsável pela comunicação entre os diversos segmentos produtivos como, por exemplo os incubatórios e as granjas de criação e, a distribuição de aves até os abatedouros. Como na cadeia produtiva de frangos de corte, este transporte representa a fase final de criação, em que já foram investidos todos os recursos de produção, tais perdas têm um peso significativo no custo total (CARLISLE et al., 1998). Todavia, dependendo da magnitude dos desafios impostos, o transporte gera

impactos que podem comprometer a saúde, o bem-estar e o desempenho produtivo das aves, ainda mais por se tratar de final de cadeia produtiva, em que todos os insumos já foram investidos. (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012; MITCHELL; KETTLEWELL, 2009).

Mitchell e Kettlewell (2009) e Schwartzkopf-Genswein et al. (2012) relatam que, durante o transporte, os frangos de corte são expostos a um número de fatores que atuam de forma isolada ou em combinação resultando em situações de estresse e desconforto. Dentre esses fatores, as condições das estradas e do veículo, da mesma forma que, o desempenho do motorista durante a condução, são determinantes na ocorrência de um evento ainda pouco estudado, ou seja, as vibrações e seus efeitos (NAZARENO et al., 2013; GEBRESENBET; VAN DE WATER; GEERS, 2011; WALBER; TAMAGNA, 2010; CARLISLE et al., 1998).

Sobre o sistema de transporte, as vibrações apresentam efeitos prejudiciais sobre o veículo por completo (chassi, suspensão, eixos, rodas e pneus) os quais são transmitidos para a carga carregada ocasionando diferentes respostas e consequências que, em sua maioria, são indesejáveis (RANATHUNGA et al., 2010; SOTELO, 2006; BOVENZI, 2005). Muitas das ocorrências de vibrações resultam em falhas estruturais e mecânicas em equipamentos enquanto em seres vivos este efeito está relacionado a situações de dor e desconforto, estresse e ainda, à redução da eficiência dos sistemas fisiológicos (RAO, 2008).

## **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo geral da pesquisa foi avaliar o efeito das vibrações de cargas transportadas de frangos vivos, suas causas e consequências, visando contribuir para a diminuição das acelerações aversivas que afetam negativamente o bem estar do frango.

### **1.2.1 Objetivos secundários**

- a. Levantar os principais defeitos encontrados na malha rodoviária; e
- b. Medir a vibração na carga similar de transporte de frangos para o abate.
- c. Comparar e avaliação dos resultados

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cadeia de frangos no Brasil e no Mundo

Atualmente, o espaço ocupado pelo Brasil na cadeia de frangos no mundo (2<sup>a</sup> posição) se dá pela intensificação no seu processo de produção, relacionado a fatores como, introdução de novas tecnologias melhoria genética; uso de instalações mais apropriadas e; alimentação racional. A manutenção desse bom desempenho, num mercado altamente competitivo, exige uma evolução constante, enfocando não apenas os aspectos econômicos e de produtividade, mas também aqueles ligados à qualidade e ao atendimento das demandas dos consumidores.

De acordo com dados da ABPA (2018), em 2017, a produção brasileira de carne de frango foi de 13,056 milhões de toneladas, isto é, 14,5% da produção mundial e 0,6% do PIB nacional (IBGE, 2018), sendo 66,9% deste total destinados ao consumo interno. Já para a exportação foi de 33,1%, resultando num volume total de 4,32 milhões de toneladas de carne de frango destinado a 139 países. Segundo a MAPA (2018) a produção de frangos em 2017 alcançou um Valor Bruto de Produção (VBP) da ordem de R\$ 49,035 bilhões, correspondendo a 9,5% da produção agropecuária brasileira (R\$ 521,7 bilhões) e 0,7% do PIB nacional (R\$ 6,6 trilhões), conforme IBGE (2018).

A cadeia produtiva da avicultura é então caracterizada, conforme o esquema apresentado na Figura 1, por elos principais: avozeiro, matrizeiro, incubatório/nascedouro, aviário, frigorífico, varejista e consumidor final, e por elos auxiliares: pesquisa e desenvolvimento genético, medicamentos, milho, soja e outros insumos, equipamentos e embalagens (VIOLA, TRICHES, 2013).

Figura 1 – Cadeia Agroindustrial de frangos de corte



Fonte: Viola ; Triches (2013).

O desenvolvimento da avicultura de corte pode ser considerado como a síntese e o símbolo do grande crescimento e modernização do agronegócio brasileiro.

## 2.2 Cadeia Produtiva do Frango de Corte

A criação de frango de corte para abate, recentemente na história da economia brasileira, teve um aumento significativo de abates. Este está intimamente ligado ao avanço tecnológico e principalmente a sua criação que na esfera industrial acabou sendo chamada de avicultura tradicional, favorecendo o ranking do Brasil como segundo maior produtor e primeiro maior exportador do mundo.

O marco inicial da avicultura industrial foi na década de 50, época na qual começou a substituição da antiga avicultura comercial que havia se iniciado nos anos 20 e 30 (SORJ, 1982).

Naquela época, deram-se início a muitos estudos sobre a melhor forma de explorar a atividade. Os grandes frigoríficos que detinham a hegemonia no processo extensivo, cederam lugar, sobretudo, aos grupos que conseguiam dominar a nova integração de grãos e carnes brancas (IPARDES, 2002).

O regime de criação intensivo é o mais empregado pelos produtores. Nesse sistema os animais ficam totalmente confinados, a fim de um acréscimo na produção e pela eficiência da atividade. Os dados de eficiência podem ser constatados por meio

de trabalho de melhoramento genético das aves; coleta de dados; mensuração de variáveis como, consumo de alimento a peso corporal, conversão alimentar, mortalidade, rendimento de carcaça; e além disso, o uso de novas tecnologias implantadas em instalação, manejo, nutrição, bem estar e higiene (BOARETTO, 2009).

De acordo com Canever (1997), nessa época, a atividade deixou de ser concentrada na região Sudeste e se expandiu para o Sul do país, com a região de Santa Catarina ganhando destaque na produção. Ou seja, o setor avícola tem crescido mais do que a economia em geral, representando, portanto, um importante papel nas exportações agrícolas do país.

Algumas empresas de Santa Catarina, que produziam suínos e cereais, adotaram a avicultura como forma de diversificação e receberam incentivos pela oferta de crédito e disponibilização de tecnologias importadas, confirmando o seu papel de destaque em produtos de qualidade em menor tempo (CANEVER, 1997).

Desde os anos de 1940, a produção de carne de frango vem se fixando no Brasil, e a partir desse cenário, tem apresentado um crescimento satisfatório colocando o país num lugar de destaque no mercado mundial. Isso porque, muitos brasileiros mudaram seus hábitos alimentares em relação ao consumo de carne bovina, em função do preço, optando pela carne de frango, além disso, os consumidores se sustentam no fato da carne de frango ser uma proteína animal de maior acessibilidade.

De acordo com Espíndola (2012), há alguns programas de melhoramento genético que contribuíram para os bons resultados da avicultura brasileira, entre eles se destacam: a Inseminação Artificial (IA); a Transferência de Embriões (TE); a micro manipulação e a produção *in vitro* de embriões; a clonagem e; a produção de animais transgênicos ou altamente modificados.

Para Rizzi (2004), a formação da indústria brasileira de carne de frango se deu devido à instalação de várias empresas espalhadas por diversas regiões brasileiras. De acordo com França (2000), nos últimos 40 anos, a base técnica do processo produtivo da avicultura de corte tem passado por transformações importantes, tornando-o cada vez mais intensivo no uso de tecnologias.

Frente à retração do mercado interno, em decorrência da recessão generalizada na economia brasileira, a primeira metade dos anos 80 foi o único período de baixo crescimento da produção avícola, mas foi compensado pelo

crescimento das exportações. Querendo atender às inúmeras e crescentes exigências dos importadores, as empresas exportadoras brasileiras de frango passaram a investir em melhoria genética das aves; tecnologias avançadas e; em processos que ajudassem a aumentar a eficiência de toda a cadeia de produção.

Alguns fatores como a utilização de tecnologia avançada, controle sanitário adequado às normas internacionais e taxa de câmbio favorável às exportações, contribuíram para que o Brasil alcançasse resultados significativos e aumentasse a sua vantagem competitiva no mercado exterior. Isso resultou no crescimento de sua produção, 30,2% acima dos E.U.A, posicionando-se no segundo colocado no ranking de importação de frango (IBPA, 2018).

As mudanças mais recentes que estão ocorrendo na economia nacional e internacional forçam a modernização das indústrias processadoras e, consequentemente, dos diferentes elos de sua cadeia. Para Canever et al. (1998), esse é o caso da avicultura de corte, na qual a estrutura de produção do frango vivo de corte está se modernizando devido à necessidade de se reduzir custos e aumentar a produtividade.

Entre os anos de 1930 e 1996, a capacidade de crescimento dos frangos de corte aumentou 65%, houve diminuição cerca de 50% na quantidade de ração consumida, reduzindo assim, o tempo de eficiência alimentar. Em 1930, o tempo de engorda era de 105 dias, e em 1996 esse tempo passou para 45 dias (ALVES FILHO; ARAÚJO apud CASIMIRO FILHO; SHIKIDA, 1999).

Um frango é abatido com aproximadamente 1,5 kg e esse ponto de abate é atingido em média com 40 dias. Isso se dá por meio recursos adquiridos, dentre outros fatores (sanidade e ambiência-manejo), com avanços genéticos das raças e melhoria das rações empregadas.

Tanto no mercado interno quanto no externo, o agronegócio do frango de corte tem sido lucrativo, devido a movimentação de grandes volumes de produtos.

Considerando que a produção avícola nacional é competitiva e está em ascensão, é possível que novos mercados sejam prospectados (DELIBERALI et al., 2010).

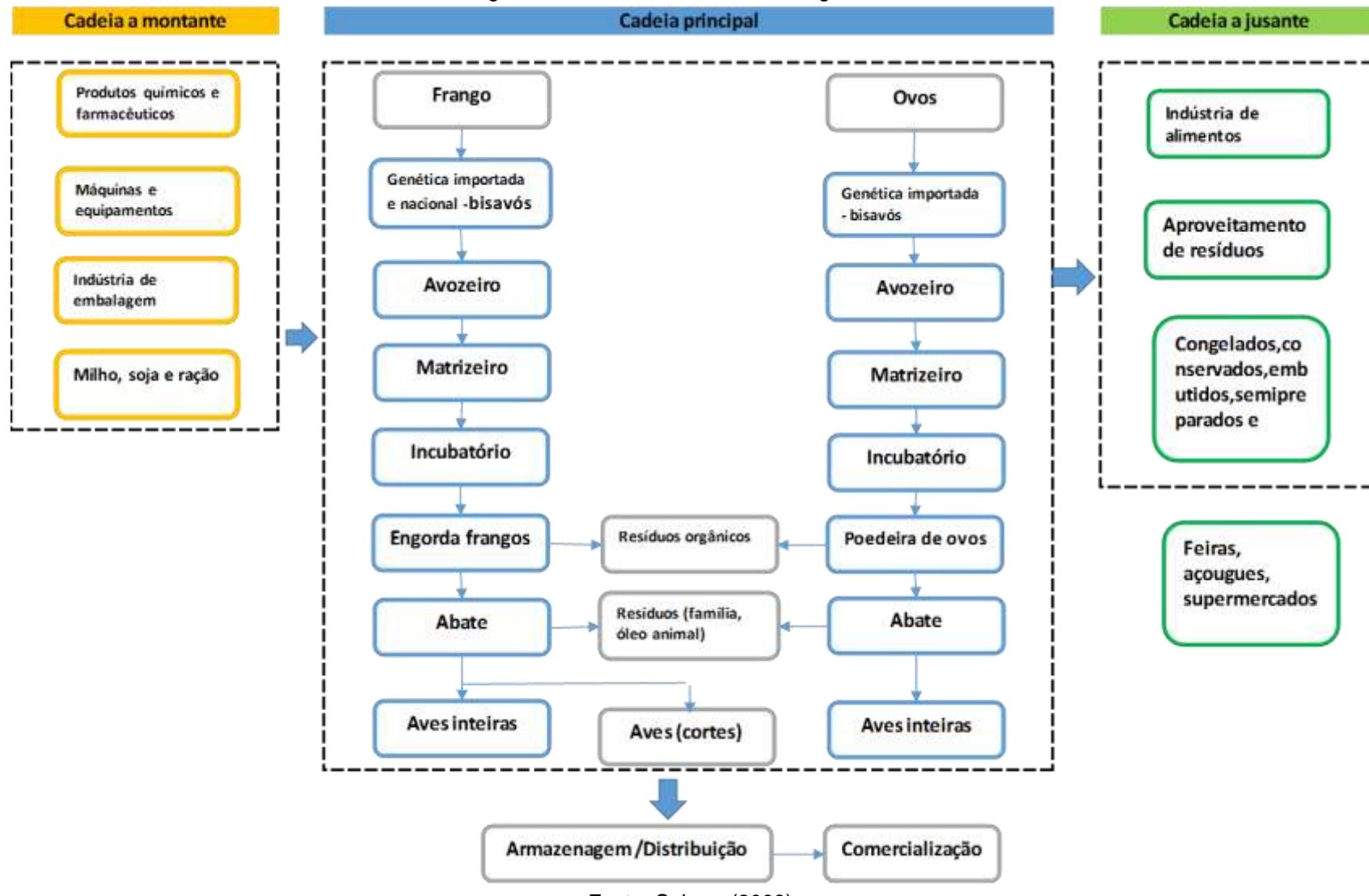
### 2.3 A Logística na Cadeia Produtiva do Frango de Corte

A cadeia produtiva do frango, dentro do processo de produção e distribuição, foi estruturada em três partes:

- a) **Cadeia principal**, envolvendo atividades com interação na produção de frangos e ovos;
- b) **Cadeia a montante**, envolvendo as atividades de fornecimento de insumos e serviços para a cadeia principal;
- c) **Cadeia a jusante**, que reúne as atividades que processam os produtos da cadeia principal.

Esta interligação de atividades produtivas direciona-se para os serviços de armazenagem, distribuição e comercialização (Figura 2).

Figura 2 – Cadeia Produtiva de Frango e Ovos



Para entender a importância da logística na cadeia produtiva de alimentos, é indispensável conhecer o processo desde a concepção do projeto até o seu consumidor final. Existe um pensamento estereotipado de que logística é apenas transporte, no entanto, comprehende-se que logística é muito mais do que transporte, é o processo de planejamento, implantação, controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias e serviços, e das informações relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo. E tem como propósito, atender às exigências dos clientes (SALGADO, 2013).

Com a finalidade de analisar o desempenho logístico de vários países, o Banco Mundial (*The World Bank*), disponibiliza uma ferramenta de *benchmarking*.

Denominada *Logistics Performance Index* (LPI), ou Índice de Desempenho Logístico, foi criado para ajudar os países a identificar os desafios e oportunidades que enfrentam no seu desempenho na logística de comércio e o que podem fazer para melhorar a sua atuação. Por meio do LPI, pode-se avaliar seis indicadores de desempenho: Alfândega; Infraestrutura; Embarque Internacional; Competência Logística; Rastreabilidade, e; Pontualidade.

Utilizando-se do LPI de 2018, pode-se realizar comparações de desempenho logístico entre 160 países, o Brasil ocupou a 56<sup>a</sup> posição.

Na Tabela 1 se visualiza o desempenho logístico brasileiro nos últimos anos.

Tabela 1 – Índice de Desempenho Logístico (LPI) no Brasil

Ano	LPI Rank	LPI Pontos	Alfândega	Infra estrutura	Embarque internacional	Competência logística	Rastreabilidade	Pontualidade
2007	61 <sup>a</sup>	2,75	74 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>	65 <sup>a</sup>	71 <sup>a</sup>
2010	41 <sup>a</sup>	3,2	82 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	65 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>
2012	45 <sup>a</sup>	3,13	78 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>
2014	65 <sup>a</sup>	2,94	94 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>	81 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	61 <sup>a</sup>
2016	55 <sup>a</sup>	3,09	62 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	45 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>
2018	56 <sup>a</sup>	2,99	102 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	61 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>

Fonte: The World Bank (2018).

O Brasil subiu nove posições no LPI em relação a 2014, entretanto isso não significa que o seu desempenho logístico tenha melhorado, pois ao analisar os anos anteriores, percebe-se que não conseguiu atingir os patamares de sua melhor

colocação (41<sup>a</sup> em 2010), no entanto, o único indicador que melhorou de fato em relação a 2016, foi a pontualidade que obteve um crescer em 15 posições.

A cadeia de suprimentos, também chamada de *Supply Chain* ou Rede Logística, consiste na integração das empresas, isto é, em fornecedores de 1º nível, fornecedores de 2º nível, centros produtivos, armazéns, estoques de produtos em processos (*work in process*) e produtos acabados que se deslocam entre as suas plantas.

Na cadeia produtiva de alimentos, a integração entre empresas e processos é fundamental, dado que o fator perecibilidade é muito importante. Caso esse relacionamento de integração não ocorra no momento adequado, pode-se colocar a perder toda a produção, e, sobretudo o processo logístico envolvido na cadeia de suprimentos de alimentos que deve ser realizado respeitando-se as características próprias de cada produto (MACEDO; JÚNIOR, 2017).

Em 2015, na cidade de São Paulo, foi realizado pelo Jornal Estadão um evento de grande porte denominado *Summit Agronegócio Brasil*, promovido pelo Estado e patrocinado pela Federação de Agricultura e Pecuária do Estado de São Paulo (FAESP) com o intuito de captar investimentos governamentais e da iniciativa privada (MACEDO; JÚNIOR, 2017).

A logística deficiente do agronegócio tira o lucro do setor, e os entraves logísticos são os principais obstáculos no desenvolvimento do agronegócio brasileiro (MACEDO; JÚNIOR, 2017).

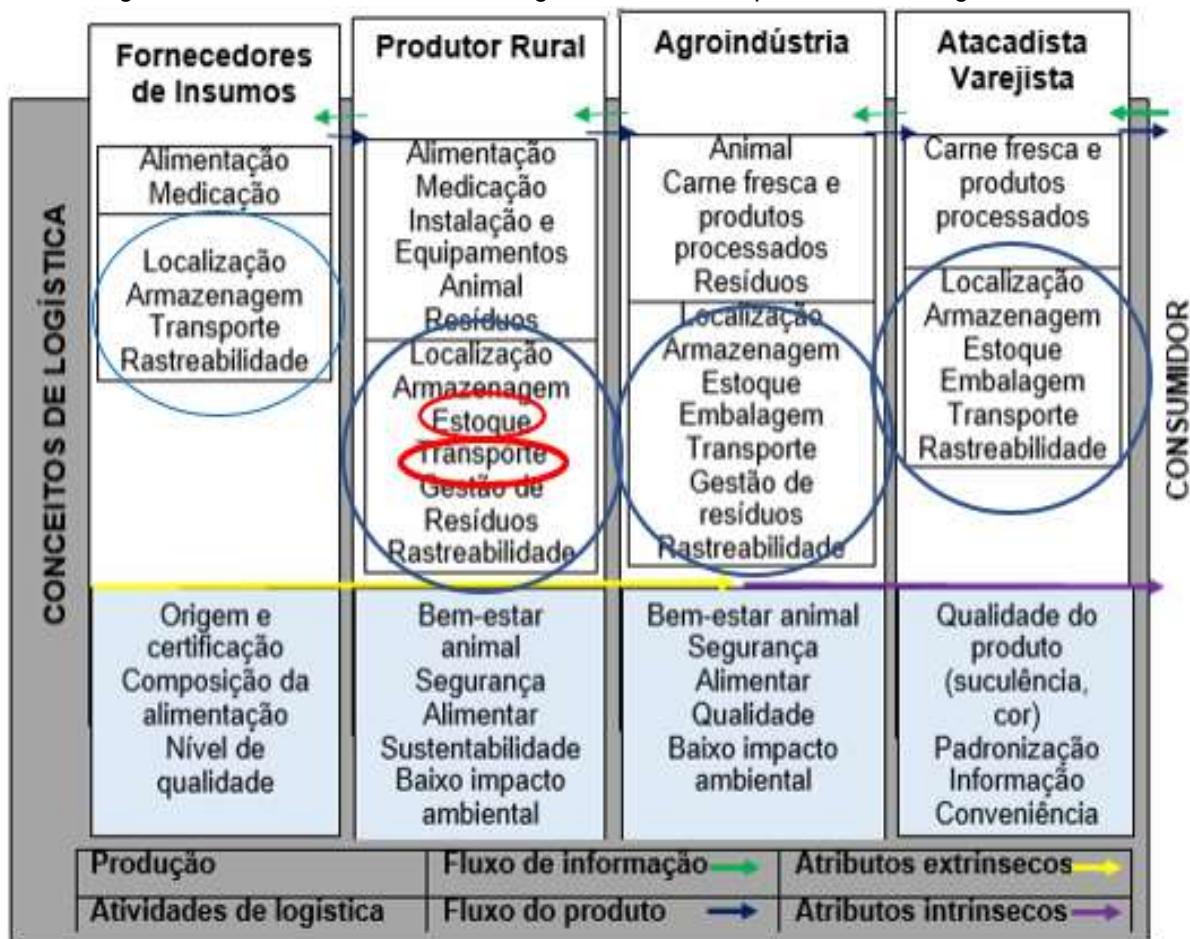
Segundo o presidente da Cosan Marcos Lutz, o desperdício estimado dos gargalos logísticos no Brasil pode equivaler a 5% do Produto Interno Bruto, e ainda reforçou a necessidade de diversificar os modais, além disso defendeu o incremento das ferrovias durante o *Summit Agronegócio Brasil*. No mesmo evento, José Caixeta Filho, doutor em Engenharia dos Transportes e coordenador da Esalq/Log – logística agroindustrial, relatou como é grande a dependência do transporte rodoviário e que a capacidade de guardar a safra é limitada, por isso o produtor não tem onde armazenar a produção e utiliza o caminhão como silo, sendo que essa condição eleva valor do frete (MACEDO; JÚNIOR, 2017).

Dentro do contexto da cadeia de suprimentos dos alimentos, há a Logística do frango, na qual se tem uma dimensão que se estende desde da logística pré-porteira - possibilitando o abastecimento da granja durante o ciclo de produção, até a logística

pós-porteira - que se preocupa com o bem-estar animal durante o período pré-abate (Figura 3).

A diferenciação da qualidade da carne se inicia no primeiro estágio de fornecimento de insumos, além disso, depende da alimentação, das condições do animal na fase de criação e produção (reprodução, crescimento e terminação), e também pode ser influenciada pelo transporte dos animais e as condições do frigorífico (TRIENEKENS; WOGNUM, 2013).

Figura 3 – Interface das atividades logísticas na cadeia produtiva do frango de corte



Fonte: Adaptado de Trienekens, Wognum (2013).

### 2.3.1 Entraves logístico na produção de alimentos

Pode-se afirmar que, ao longo do desenvolvimento deste estudo no levantamento bibliográfico, existem entraves que limitam a produção de alimentos, porém o entrave logístico é apontado como o principal de todos. Por certo, há muito mais entraves a serem resolvidos, entretanto os mais recorrentes na literatura são:

- **Entraves geográficos:** a interiorização da produção é distante dos locais de processamento e exportação.
- **Entraves econômicos:** mesmo sendo o terceiro maior produtor de milho, as exportações elevaram o preço interno do milho, do qual a nutrição animal depende para a produção de carnes e aves.
- **Entraves políticos:** apesar de grande produtor e exportador de *commodities*, não existe uma política que incentive o consumo interno, pois com a alta do dólar torna-se mais lucrativo vender (exportar) para países estrangeiros. Exemplo disso é o consumo interno de grãos de soja, esse refere-se a 48,8 milhões de toneladas consumidas contra 68,1 milhões de toneladas exportadas (EMBRAPA, 2018).
- **Entraves logísticos:** são muitos, o modal rodoviário conta com a malha rodoviária precária e insuficiente, apesar de representar 61% da matriz de transportes de cargas. Enquanto que, o modal ferroviário é limitado com 20,7%, o modal marítimo participa com 13,6%, o dutoviário com 4,2% e o modal aéreo - que é o menos explorado de todos os modais, conta com apenas 0,4% (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018a). É insuficiente a utilização da intermodalidade e a infraestrutura de armazenagem que é limitada para a produção atual. A capacidade de descarregamento de grãos nos portos ainda gera filas, há a necessidade de ampliação e modernização dos portos e dos aeroportos com equipamentos específicos para o transporte e armazenagem de alimentos que atendam a demanda futura, dentre outras melhorias necessárias.

### 2.3.2 Descrição do Modal Rodoviário

Na história do desenvolvimento dos meios de transporte no Brasil, o modal rodoviário foi priorizado, e atualmente o escoamento de tudo que é produzido possui grande dependência desse modal.

A concentração do modal rodoviário se tornou um problema, levando-se em consideração os indicadores de qualidade que apontam para uma maioria de rodovias em situação de precariedade. No geral, o Brasil está extremamente atrasado em sua infraestrutura logística. Os diversos investimentos demonstram resultados que não acompanham o crescimento da agropecuária brasileira.

Com os dados descritos na Tabela 2, verifica-se que o Brasil tem uma predominância no uso do modal rodoviário.

Tabela 2 – Comparativo dos modais usados

Modalidades	Países Desenvolvidos (2016)	Brasil (2017)
Rodoviária	42,0%	61,1%
Ferroviária	42,0%	20,7%
Hidroviária e Outros	16,0%	13,6%

Fonte: SEEG (2018); CNT (2018a).

Segundo Fleury e Fleury (2007), o custo de transporte representa a maior parcela de custos logísticos, e como a maior parte dos produtos transportados pelo Brasil são *commodities* de baixo valor agregado, é indispensável um sistema de transporte eficiente, pois o custo de transporte é uma parcela considerável no valor destes produtos, como exemplo - os alimentos.

Para o modal rodoviário, existem alguns indicadores de qualidade que controlam e avaliam as condições das rodovias.

É necessário investir em outros modais, diversificando o transporte, pois o uso do modal rodoviário excessivo e inadequado impacta em vários outros setores, como: na eficiência energética; no aumento de poluentes atmosféricos; no aumento do consumo de combustível; maior custo operacional; aumento da depreciação e manutenção dos veículos; perda da lucratividade; entre tantos outros (CNT, 2018a).

A Confederação Nacional dos Transportes (CNT) divulga ano a ano, o panorama das rodovias brasileiras, por região e geral, detalhando as condições brasileiras em rodovias.

A metodologia usada pela CNT é baseada em normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, assim como em referências internacionais do *Highway Capacity Manual* (HCM). Usa-se, portanto, um formulário que é preenchido por um pesquisador trafegando à velocidade máxima de 50 km/h. A descrição da metodologia mostra que a unidade de pesquisa vai de 1 a 10 km, já que o formulário pode ser modificado, dada a necessidade de uma nova unidade de pesquisa.

### 2.3.3 A Vibração

#### 2.3.3.1 Conceitos fundamentais

Segundo Lida (2005), a vibração é qualquer movimento que o corpo executa em torno de um ponto fixo. Esse movimento pode ser regular, do tipo senoidal ou irregular, quando não segue nenhum movimento determinado, como no sacolejar de um carro andando em uma estrada de terra.

Já para Griffin (1990), a vibração é a oscilação de movimento de um corpo. Por definição, o movimento não é constante e sim alternado entre maior e menor em relação a alguma média. A extensão dessa oscilação determina a magnitude da vibração e a taxa de repetição dos ciclos de oscilação determina a frequência da vibração.

[...] a “vibração humana” é uma matéria multidisciplinar que envolve diversos campos de conhecimento das mais variadas ciências, como: Engenharia, Ergonomia, Medicina, Matemática, Física, Fisiologia, Psicologia e Estatística. Cada área traz seus próprios termos técnicos os quais podem não ser entendidos por profissionais de atuação em outros campos [...] (GRIFFIN, 1990).

A vibração é um movimento repetitivo e oscilatório, que faz com que um corpo ganhe movimento quando há aplicação de uma determinada força. Este conceito pode ser entendido, a partir do conceito da 2<sup>a</sup> lei de Newton, também chamada de princípio fundamental da dinâmica (Equação 1).

$$\vec{F} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$$
Equação 1

Onde:

$\vec{F}$  : força, N;

m : massa, kg.

Na Equação 2, a força vetorial  $F$  é força resultante aplicada,  $m$  é a massa (constante) do corpo e é  $a$  aceleração do corpo. A força resultante aplicada a um corpo produz uma aceleração a ela diretamente proporcional.

$$\vec{F} = m \left( \frac{\vec{d}}{\frac{\vec{v}}{t}} \right) = m \vec{a}$$

Equação 2

Onde:

$\vec{a}$

: aceleração,  $\text{m/s}^2$

Se um objeto está em movimento, significa que há um deslocamento em função do tempo e que há uma variação da posição do objeto na unidade de tempo. Para esta medida damos o nome de **velocidade**.

A velocidade é a medida da rapidez com a qual o corpo altera sua posição e é a razão entre um deslocamento e o intervalo de tempo levado para efetuar esse deslocamento. A Equação 3, trata-se da demonstração da taxa de variação da velocidade em função da razão da taxa de variação do espaço sobre a taxa de variação do tempo.

$$dv = \frac{ds}{dt}$$

Equação 3

Pode-se dizer que, a aceleração é a rapidez com a qual a velocidade do corpo varia em função do tempo. É uma grandeza vetorial de dimensão comprimento/tempo<sup>2</sup>. A Equação 4, trata-se da demonstração da taxa de variação da aceleração em função da razão da taxa de variação da velocidade sobre a taxa de variação do tempo.

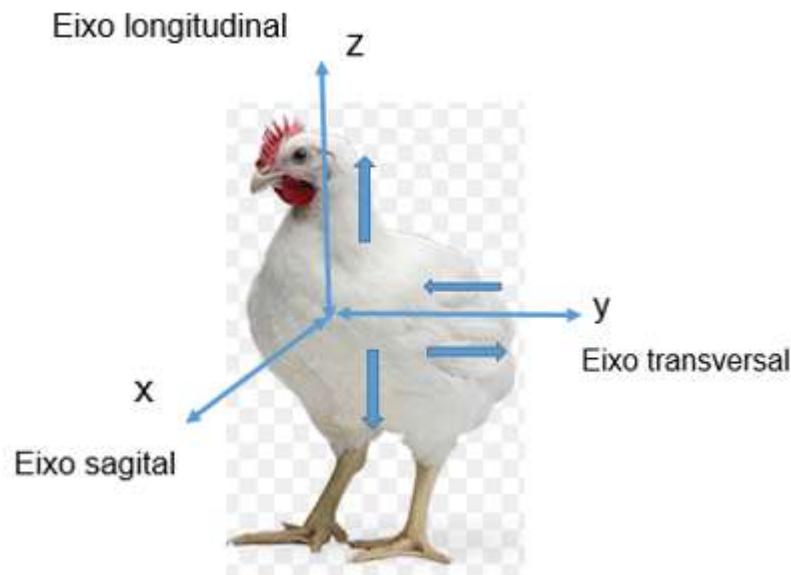
$$da = \frac{dv}{dt}$$

Equação 4

A vibração é uma grandeza vetorial que demonstra a aceleração do movimento em três eixos no plano espacial. Sendo que uma grandeza vetorial, necessita ter unidade, direção e sentido definidos no plano espacial (Figura 4), como:

- Eixo x → Direção: Sagital do plano transversal à Sentido: Frente/Trás;
- Eixo y → Direção: Plano perpendicular à Sentido: Esquerda/direita;
- Eixo z → Direção: Plano normal em relação à “x” e “y” à Sentido: Longitudinal;

Figura 4 – Orientação dos eixos no corpo do frango



Fonte: Autor.

As normas ISO 2631-1 e NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a), para vibrações de corpo inteiro e ISO 5349-1 e NHO 10 (FUNDACENTRO, 2012a), para vibração de braços e mãos definem os sistemas de coordenadas dos eixos ortogonais, de forma que esta definição serve como uma orientação para o posicionamento dos acelerômetros no momento do monitoramento, assim a direção e sentido da maior incidência de vibração ao qual um indivíduo possa estar exposto.

Quando um objeto se move de forma repetitiva e oscilatória, pode-se dizer que há uma taxa de variação da velocidade em função do tempo e para esta razão dá-se o nome de **aceleração**.

O parâmetro de maior interesse para utilização na área ocupacional é a aceleração que pode ser quantificada pelo método de nível de vibração da raiz média quadrática (**R.M.S**). A vibração RMS demonstra o resultado da sensação que o corpo terá à uma determinada vibração que se expõe em razão da menor intensidade vibratória que é denominada de aceleração de referência ( $A_0$ ).

Alguns equipamentos de medição de vibração possuem como referência a medida de conversão de um valor dado em **dB (decibel)** para o nível de aceleração. Os níveis de referência em m/s<sup>2</sup> são fixados pela norma ISO R 1683.

Este método está baseado na lei de Weber Fechner, ou seja, a vibração é um fenômeno de energia física, portanto, um fenômeno de energia natural. Todo fenômeno físico de energia natural possui um comportamento natural de forma que este comportamento pode ser expresso em uma razão logarítmica. A Equação 5 trata da definição de aceleração em função do resultado em dB(Z).

$$dB(Z) = 20 \log \frac{a}{a_0}$$

**Equação 5**

Sendo que:

**a** = Aceleração de interesse;

**a<sub>0</sub>** = Aceleração de referência com valor de 10<sup>-6</sup>

As normas ISO 2631 e ISO 5349 trabalham com os resultados já em m/s<sup>2</sup>, não necessitando haver este tipo de conversão, por isso, os termos a seguir serão todos baseados nestas normas e também nas NHO 09 e NHO 10 da FUNDACENTRO (2012ab).

### **a) Aceleração instantânea ( $a_j^{(t)}$ )**

É o valor da aceleração ponderada em frequência, no instante “t”, expressa em m/s<sup>2</sup>, segundo um determinado eixo de direção “j”, sendo que “j” corresponde aos eixos ortogonais “x”, “y” ou “z”.

### **b) Aceleração média ( $am_j^{(t)}$ )**

É a raiz média quadrática dos diversos valores da aceleração instantânea ocorridos, em um período de medição, expressa em m/s<sup>2</sup>, na direção “j”, sendo que “j” corresponde aos eixos ortogonais “x”, “y”, “z”. A Equação 6 trata da aceleração média  $am_j^{(t)}$  segundo a NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a).

$$am_j(t) = \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T a_j^2(t) dt \right]^{1/2}$$

Equação 6

Sendo que  $a_j(t)$ , corresponde aos valores  $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_z(t)$ , em m/s<sup>2</sup>, segundo os eixos ortogonais x, y, e z respectivamente, e  $t_2 - t_1$ , ao intervalo de medição.

#### c) Aceleração média resultante ( $a_{mr}$ )

É a raiz média quadrática da soma dos quadrados das acelerações médias, medidas segundo os três eixos ortogonais, “x”, “y” e “z”. A Equação 7 trata da aceleração média resultante  $amr$  segundo a NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a).

$$a_{mr} = \sqrt{k_x^2 a_{mx}^2 + k_y^2 a_{my}^2 + k_z^2 a_{mz}^2}$$

Equação 7

Onde:

$a_{mx}$ ,  $a_{my}$ . e  $a_{mz}$  são as acelerações ponderadas dos eixos ortogonais x, y e z, respectivamente;

$k_x$ ,  $k_y$ ,  $k_z$  são fatores multiplicadores ( $k_x$  e  $k_y = 1,4$  e  $k_z = 1,0$ ) estabelecidos pela ISO 2631-1 e NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a). de acordo com a curva de ponderação  $w_d$  para os eixos x e y e  $w_k$  para o eixo z para quantificação de vibração de corpo inteiro e seus efeitos à saúde;

$K_x$ ,  $k_y$ ,  $k_z$  são fatores multiplicadores ( $k_x$ ,  $k_y$ , e  $k_z = 1,0$ ) estabelecidos pela ISO 5349 e NHO 10 (FUNDACENTRO, 2012b). de acordo com a curva de ponderação  $w_h$  para os eixos “x”, “y” e “z”;

#### d) Aceleração resultante de exposição parcial ( $arep_i$ )

É a aceleração média representativa da exposição ocupacional relativa à componente de exposição “i”, que ocorre em uma parcela de tempo de jornada diária, considerando os três eixos ortogonais. Este parâmetro poderá ser resultado de uma média aritmética das acelerações obtidas cada vez que a componente de exposição é repetida. A Equação 8 trata da aceleração resultante de exposição parcial segundo a NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a).

$$arep_i = \frac{1}{S} \sum_{k=1}^s amr_{ik}$$

Equação 8

Onde:

$ame_{ik}$  é a aceleração média resultante relativa à késima amostra selecionada dentre as repetições da componente de exposição “i”;

S é o número de amostras da componente de exposição “i” que foram mensuradas.

#### e) Aceleração resultante de exposição (are)

É a aceleração média resultante representativa da exposição ocupacional diária, considerando os três eixos ortogonais. Este parâmetro poderá ser resultado de uma média aritmética das acelerações obtidas cada vez que a componente de exposição é repetida. A Equação 9 trata da aceleração resultante de exposição (are) segundo a NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a).

$$are = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^s n_i arep_i^2 T_i}$$

Equação 9

Onde:

$arep_i$  é a aceleração resultante parcial;

$n_i$  é o número de repetições da componente de exposição “i” ao longo da jornada de trabalho;

$T_i$  é o tempo em duração da componente de exposição “i”;

s é o número de componentes de exposição que compõem a exposição diária;

T é o tempo de duração da jornada diária de trabalho.

#### f) Aceleração resultante de exposição normalizada (aren)

É a aceleração resultante da exposição ocupacional (are) convertida para uma jornada diária padrão de 8 horas. Na Equação 10 trata da aceleração resultante de exposição normalizada (aren) segundo a NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a).

$$aren = are \sqrt{\frac{T_E}{T_0}}$$

Equação 10

O *aren* é a aceleração resultante de exposição expressado em metros por segundo ao quadrado,  $T_E$  é o tempo de exposição e  $T_0$  é o tempo, em segundos, equivalente a um período de 8 horas ou 480 minutos ou 28800 segundos.

### g) Valor da dose de vibração ( $vdv_j$ )

É o valor obtido a partir do método de dose de vibração à quarta potência determinado na direção “j”, sendo que “j” corresponde aos eixos ortogonais “x”, “y” e “z”, expresso em  $m/s^{1,75}$ . A Equação 11, trata-se da aceleração pelo **Valor de Dose de Vibração (VDV)** segundo a NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a).

$$VDV_j = \sqrt[4]{\int_0^t [a_j(t)]^4 dt} \text{ m/s}^{1,75}$$

Equação 11

### h) Valor da dose de vibração resultante ( $vdvr$ )

Corresponde ao valor de dose de vibração representativo da exposição ocupacional diária, considerando a resultante dos três eixos de medição. Na Equação 12 trata da aceleração pelo Valor de Dose de Vibração Resultante (VDVR) segundo a NHO 09 (FUNDACENTRO, 2012a).

$$VDVR = \left[ \sum_j (VDV_{exp_j})^4 \right]^{1/4} \text{ m/s}^{1,75}$$

Equação 12

#### 2.3.4 Pavimento

Pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplenagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto,

que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo (SANTANA, 1993).

Segundo a NBR-7207/82 da ABNT:

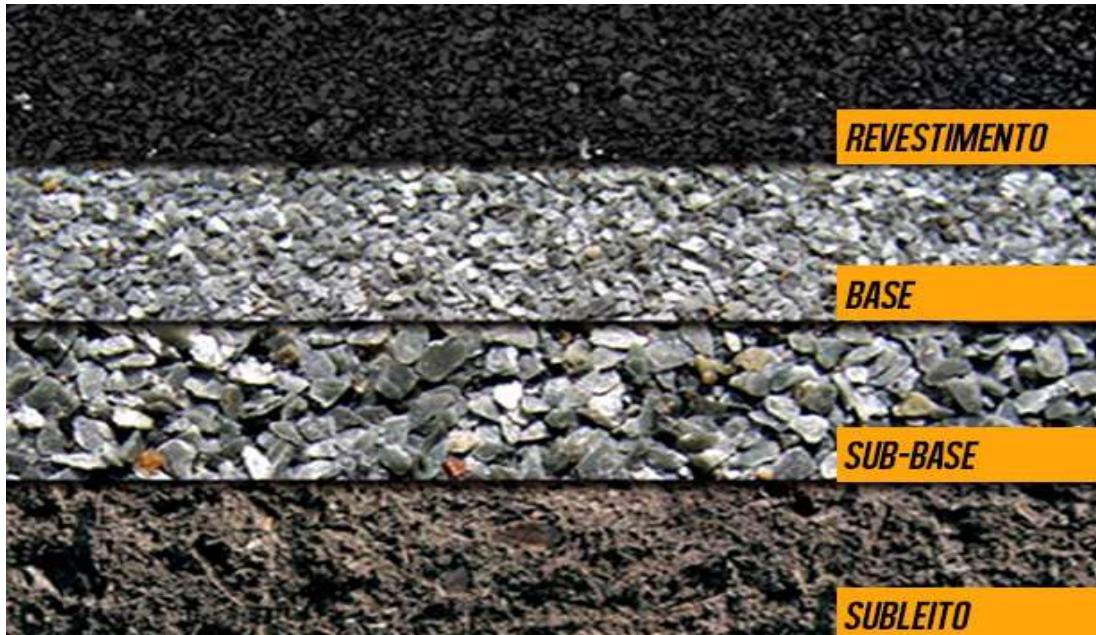
O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a:

- Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- Resistir aos esforços horizontais que nela atuando, tornando mais durável a superfície de rolamento.

O que se chama de “asfalto” na verdade é denominado de pavimentação — o asfalto é apenas um material usado no revestimento de alguns tipos de pavimentação. Seu nome exato é concreto betuminoso usinado a quente, e é misturado a materiais como areia e brita para formar a superfície da pavimentação.

Apesar de uma superfície lisa e suave ser frequentemente associada à qualidade da pavimentação, essa se refere apenas a embalagem deste produto. Seu conteúdo é que dirá se é bom ou não, sendo que são compostos por três camadas inferiores: subleito; sub-base e; base (Figura 5).

Figura 5 – Composição do pavimento



Fonte: [www.flatout.com.br](http://www.flatout.com.br).

Um bom processo de pavimentação começa com a terraplenagem do terreno, que precisa ser compactado e preparado para suportar de forma adequada as

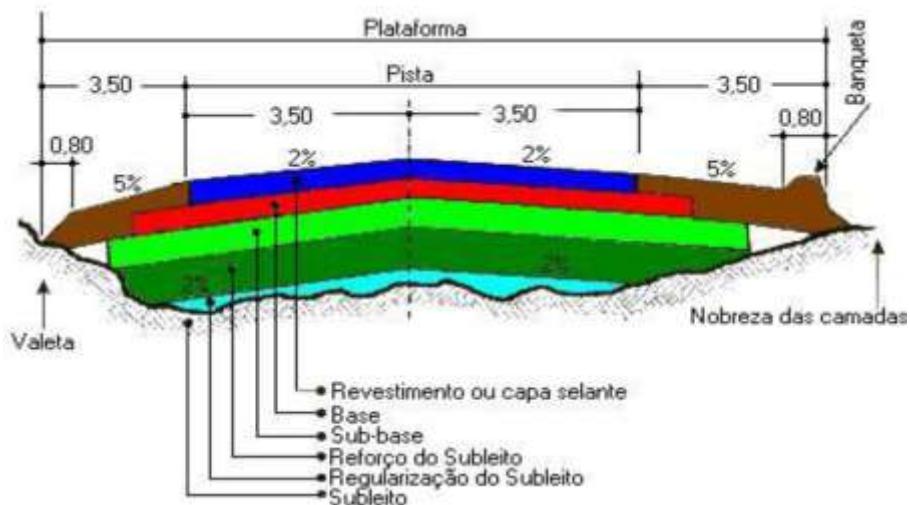
camadas que virão por cima. Essa camada é chamada de subleito, e normalmente consiste do solo natural compactado com outros tipos de solo para que fique estável. Acima do subleito, há uma segunda camada com cerca de 20 cm chamada sub-base, que é formada por cascalho e pedregulhos. Em seguida, usa-se uma terceira camada também feita de cascalho e pedregulhos, porém compactados e só então é aplicada a capa de asfalto que dará suavidade no acabamento e também impermeabilizará o conjunto, impedindo que a água das chuvas cause erosão na pavimentação.

#### 2.3.4.1 Classificação dos pavimentos

##### a) Pavimentos flexíveis

São aqueles constituídos por camadas que não trabalham à tração (Figura 6). Normalmente são constituídos de revestimento asfáltico delgado sobre camadas puramente granulares. Sistema de camadas superpostas, em que as de melhor qualidade se encontram mais próximas da carga aplicada (MEDINA, 1997).

Figura 6 – Perfil de pavimento flexível

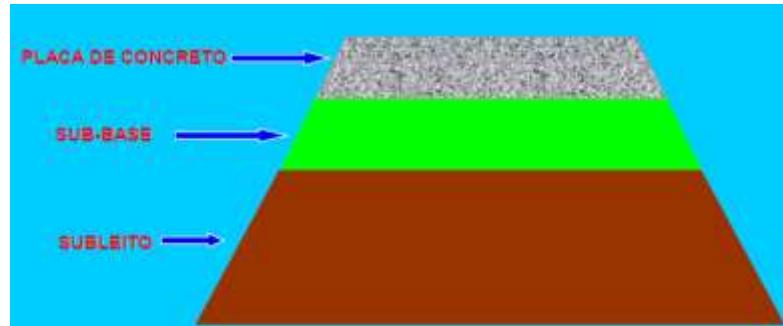


Fonte: [www.flatout.com.br](http://www.flatout.com.br).

##### b) Pavimentos rígidos

São constituídos por camadas que trabalham essencialmente à tração (Figura 7). Seu dimensionamento é baseado nas propriedades resistentes de placas de concreto de cimento Portland (Figura 7), as quais são apoiadas em uma camada de transição, a sub-base (MEDINA, 1997).

Figura 7 – Perfil de pavimento rígido

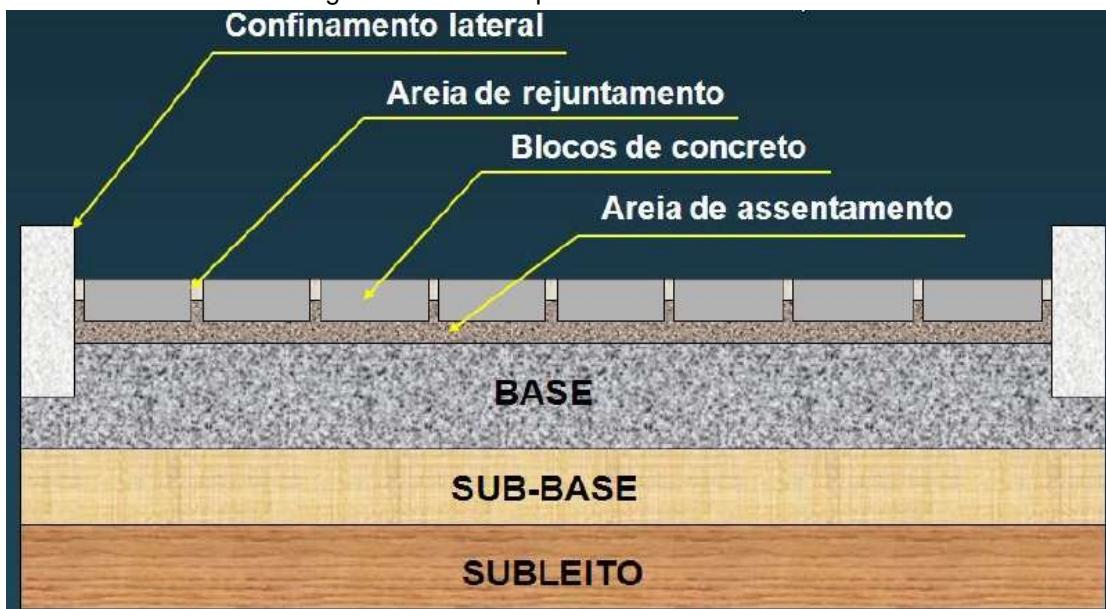


Fonte: [www.flatout.com.br](http://www.flatout.com.br).

### c) Pavimentos semirrígidos (semi-flexíveis)

Situação intermediária entre os pavimentos rígidos e flexíveis (Figura 8). É o caso das misturas solo-cimento, solo-cal, solo-betume, dentre outras, que apresentam razoável resistência à tração (MEDINA, 1997).

Figura 8 – Perfil de pavimento semi-flexível



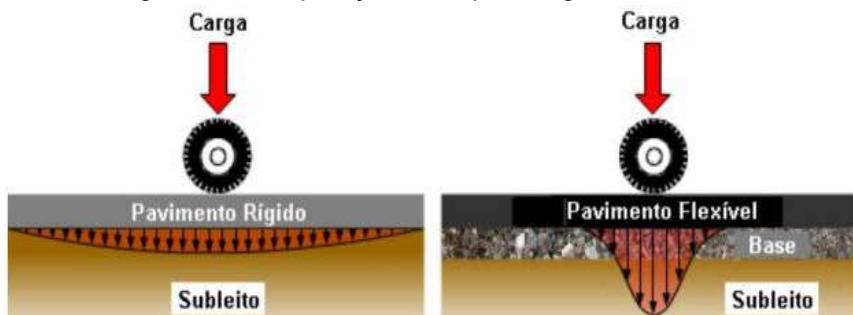
Fonte: [www.flatout.com.br](http://www.flatout.com.br).

Segundo Contesini (2017), o método de construção da pavimentação rígida é mais simples, combinando a base e a superfície em uma única camada disposta diretamente sobre o subleito trabalhado. A principal vantagem desse tipo de pavimentação é que por não ser flexível, a superfície absorve maior parte das tensões e distribui as cargas por uma área relativamente maior, de forma que esta seja transferida em menor intensidade para o solo e também não seja afetada diretamente

pela qualidade do subleito por sua característica estrutural - embora seja necessário adequar o solo para suportá-la corretamente (CONTESINI, 2017).

Em determinados projetos, na pavimentação rígida se utiliza de reforços de aço (concreto armado) para aumentar a sua resistência. A durabilidade desse tipo de pavimentação é de oito vezes maior que a pavimentação flexível (asfalto). Sendo assim, se executado adequadamente, uma pavimentação de concreto dura ao menos 20 anos. A comparação entre pavimentos rígido e flexível pode ser observada na Figura 9.

Figura 9 – Comparação entre perfis rígidos e flexíveis



Fonte: [www.flatout.com.br](http://www.flatout.com.br).

## 2.4 Aspectos logísticos e situações problemática no processo

### 2.4.1 Operação 1 – Carregamento

A densidade das aves por caixa deve ser ajustada de acordo com o peso das aves, condições climáticas e tamanho da caixa. Deve-se considerar que todas as aves devem ter espaço para deitar sem ocorrer sobreposição entre as aves. As caixas devem ser higienizadas e devem estar em bom estado de conservação, sendo necessário que a empresa observe o seu estado de conservação, substituindo as caixas que estiverem danificadas para evitar lesões às aves (UBA, 2008).

É fundamental que as caixas tenham tampas, a fim de se evitar perdas das aves por suas cabeças prensadas (BARBOSA FILHO et al., 2009). Existem dois tipos de caixas disponíveis no mercado, podendo possuir portinholas corrediça e basculante. Esta última, possui duas partes que se abrem para fora para que as aves possam ser colocadas nas caixas. Com esse mecanismo há menor risco de ocorrerem traumas, evitando decepamentos e morte por pescoço prensado no momento de se fecharem as caixas.

Sabe-se que, à medida que se aumenta o número de aves por caixa, aumenta-se a mortalidade, entretanto, há uma redução do valor do frete.

Carvalho (2001) e Branco (2004) recomendam o peso de 22 kg por caixa carregada. A densidade deve variar conforme o peso das aves, o horário e a estação do ano, devendo ser menor em dias mais quentes e no período da tarde e obviamente em aves mais pesada (BARBOSA FILHO et al., 2009).

Para transportar as caixas até o caminhão, utilizar-se um sistema de cano tipo PVC, que é distribuído no aviário, distanciados 0,5 m, facilitando o deslizamento das caixas, além disso, utiliza-se também um sistema de esteira para levar as caixas do chão à carroceria. O empilhamento de caixas no caminhão deve variar de sete a oito unidades, pois as duas últimas fileiras são responsáveis por 40% das hemorragias de peito. As caixas devem ser bem presas, evitando o mínimo de movimentos. Para que tudo isso ocorra de maneira correta, é essencial que a equipe seja treinada (RIBEIRO, 2008).

Outra medida importante é evitar que a carga fique exposta ao sol durante o carregamento, pois as primeiras aves carregadas podem sofrer estresse térmico. Uma medida preventiva é a plantação de árvores ao redor do galpão, fornecendo sombra, ou a colocação de sombrite sobre a carga do caminhão até o fim da apanha (VIEIRA; DA SILVA; BARBOSA FILHO, 2009).

O molhamento da carga é uma alternativa para diminuir a temperatura, porém algumas condições devem ser observadas, sendo que a temperatura deve estar elevada e a umidade relativa deve ser inferior a 50%, evitando o procedimento em dias frios. O molhamento deve ser uniforme em toda a carga (VIEIRA; DA SILVA; BARBOSA FILHO, 2009).

O trabalho de captura de frango, além de ser fisicamente cansativo, é desagradável, devido às condições dentro do aviário. As luzes ficam desligadas, obrigando a equipe a trabalhar no escuro, próximos à cama na qual o nível de poeira e amônia pode ser muito alto. Além desses fatores, há uma grande exigência em produtividade desses funcionários, podendo causar-lhes problemas de saúde (na coluna, por exemplo). Por todos esses motivos, é um trabalho de pouca motivação, já que exige o bem estar das aves durante a apanha e o seu manuseio (MITCHELL; KETTLEWELL, 2009).

Deve-se avaliar a ergonomia dos trabalhadores no momento da captura e carregamento. O trabalhador deve ser encarado como prioridade, pois seu bem-estar

repercute diretamente sobre o bem-estar das aves e a qualidade final da carcaça (VIEIRA; DA SILVA; BARBOSA FILHO, 2009).

#### 2.4.2 Operação 2 – Transporte

Segundo o CNT (2018a), 61% do transporte de cargas, mercadorias e passageiros é feito por rodovias e, embora pareça um número elevado, esse índice está muito próximo de países como os Estados Unidos (60%) e Alemanha (70%).

O transporte de aves consiste na tarefa de encaminhar as aves do aviário até o abatedouro, podendo ser executada em diferentes condições, distância e tipos de vias (BARBOSA FILHO, 2009). Alguns estímulos podem estressar os frangos, comprometendo o bem-estar do animal e a qualidade da carne. Os fatores estressantes são: estresse térmico devido à elevada temperatura e à umidade; estresse pelo frio devido à alta velocidade do veículo de transporte e à umidade e; estresse social, decorrente da alta lotação nas caixas, vibração, aceleração e barulho (JORGE, 2008).

Durante o transporte, as aves são submetidas à ação direta da radiação solar, fator agravado durante a estação de verão. Unido a isso, ocorre a ventilação insuficiente da carga, gerando o acúmulo de calor na ave, resultando em um maior desconforto térmico dos animais. Para dissipar o calor, muitos frangos tentam expor uma maior área do corpo e buscam ofegar, na tentativa de perder calor por evaporação.

No entanto, com densidade alta por caixa, ambos os mecanismos têm sua eficácia diminuída. Portanto, quanto maior a densidade das caixas, menor será a perda de calor sensível, sendo que as aves que se encontram nas extremidades da carga sofrem menos (WARRIS et al., 2005).

A disponibilidade de oxigênio é um fator importante, pois seu baixo nível pode causar asfixia nas aves, sendo preciso que ocorra uma separação entre as fileiras de caixas que devem estar limpas, porque o acúmulo de fezes e penas atrapalha a circulação do ar. No caminhão, as caixas devem estar bem presas, evitando que se movimentem e que se soltem. O sistema mais utilizado nos veículos é o de cano nas laterais e cobertura na parte superior da carroceria. A ação dos motoristas é extremamente importante para eficiência do processo, eles precisam ser bem

orientados e treinados, conhecendo os riscos que pode sofrer a carga que estão transportando (ABREU; AVILA, 2003).

O planejamento antecipado do tempo de viagem é vital para poder adequar a distância do aviário até o abatedouro, tendo em vista as condições climáticas. Longas distâncias não podem ser associadas com períodos mais quentes do dia, pois as aves seriam submetidas a um calor excessivo por mais tempo. As chuvas também devem ser consideradas, pois estradas que não são pavimentadas podem ficar intransitáveis (VIEIRA; DA SILVA; BARBOSA FILHO, 2009).

Costa, Prata e Pereira (2007) compararam a distância (aviário-abatedouro) e a posição das caixas na carga em relação ao número de aves lesionadas em duas integradoras. Nas distâncias maiores, o percentual de lesão foi mais elevado, contudo tanto em distâncias menores quanto maiores ocorreu uma maior incidência de lesão nas aves localizadas na parte traseira do veículo. Isso pode ser explicado pelos maiores efeitos de aceleração e vibração sofridos pelos animais situados neste local.

Segundo Barbosa Filho (2009), a morte das aves na chegada do abatedouro, também chamada de – *death on arrivals* - (DOA), pode ser ocasionada pela saúde dos animais, estresse térmico e pelos traumas sofridos no transporte nas etapas anteriores.

Jorge (2008) avaliou a taxa de mortalidade na chegada ao abatedouro e as principais lesões encontradas em três grupos: frangos de corte, galinhas de postura de descarte, matrizes de descarte. A taxa de mortalidade foi maior em animais que viajaram por períodos mais longos. Essa percentagem, 1,23%, foi muito maior que a faixa aceitável por Branco (2004) que varia de 0,30% no verão e de 0,20% no inverno. As áreas corpóreas com maiores índices de lesão foram peito e asa.

Para analisar os efeitos de altas temperaturas e umidade no transporte, Silva et al. (2007) simularam o ambiente de transporte colocando 30 aves, 10 por caixa, em câmara climática com temperatura de 35°C e umidade relativa de 85%. Realizaram o teste em quatro períodos 0, 30, 60, 90 e 120 minutos e depois compararam a perda de peso e a temperatura. A temperatura aferida foi por meio da cloaca, e a frequência respiratória foi aferida por observação visual. A temperatura limite mínima na qual as aves começam a sofrer estresse térmico foi de 41,1°C, já a máxima foi de 46,3°C, pois o animal veio a óbito quando chegou a essa temperatura. Com relação à frequência respiratória, só foi possível aferi-la nos grupos 0, 30 e 60 minutos de exposição, pois nos outros dois grupos (90 e 120 minutos), foi impossível a contagem devido à alta

frequência respiratória na tentativa de eliminação do calor das aves por meio da ofegação.

As aves apresentaram perda de peso significativa e diminuição dos pesos de pernas, asas e dorso, conforme aumentou o período de estresse térmico. O peso de peito e de vísceras não foram afetados pelo período de estresse. Esse fato, deve-se à maior perda de água das extremidades do corpo (pernas e asas) no início da exposição à alta temperatura e à umidade. A partir de 30 minutos na exposição de 35°C de temperatura e 85% de umidade, as aves apresentaram evidência de estresse térmico, comprovado pela influência negativa nos parâmetros fisiológicos (temperatura e frequência respiratória) e na qualidade da carcaça, com perda de peso de pernas, asas e dorso (SILVA et al., 2007). O estresse térmico muitas vezes é apenas associado às altas temperaturas, no entanto, às baixas também devem ser consideradas. Com o aumento da velocidade do veículo de transporte, eleva-se a ventilação e, consequentemente, as aves sentirão mais frio. O estresse pelo frio é agravado quando as aves estão molhadas, pois há perda de temperatura pela evaporação da água, por isso, em dias chuvosos, recomenda-se colocar uma proteção na parte superior da carga, e em temperaturas baixas não molhar as aves (RIBEIRO, 2008).

#### 2.4.2.1 Impacto da vibração nas cargas vivas

Com relação as vibrações, segundo Randall et al. (1997), as faixas de aceleração são consideradas (i) pouco aversivas quando se encontram de 0,315 a 0,63 m/s<sup>2</sup>; (ii) aversivas de 0,5 a 1,6 m/s<sup>2</sup> e; (iii) extremamente aversivas se forem superiores a 4,0 m/s<sup>2</sup>. Em estudos realizados por meio de testes de escolha, observou-se que frangos adultos tendem a evitar vibrações com acelerações de 10 m/s<sup>2</sup>, comparadas às acelerações de 5 m/s<sup>2</sup> (RUTTER; RANDALL, 1993).

Gebresenbet, Van de Water, Geers (2011) propuseram faixas ideais de aceleração de 0,5 a 1,15 m/s<sup>2</sup>, entretanto, no transporte em estradas brasileiras já foram observados valores médios de aceleração geral superiores a 10,4 m/s<sup>2</sup> (NAZARENO et al., 2013).

Segundo Carlisle et al. (1998) e pesquisadores Minka e Ayo (2009), as vibrações durante o transporte podem contribuir potencialmente para a fadiga e incidência de lesões nas aves e, assim, induzir a respostas fisiológicas resultantes do estresse experimentado pelos animais. Durante exposições de 3 h a vibrações

mecânicas, observou-se um aumento na temperatura corporal e redução no pH muscular de frangos de corte (WARRISS et al., 1997).

Abeysingne et al. (2001) verificaram que um período de 60 min de exposição, os efeitos da vibração são suficientes para provocar estresse em frangos; além disto, acelerações superiores a  $2 \text{ m/s}^2$  resultam na queda significativa dos níveis de glicose e pH do peito e das coxas de frangos de corte. Tais resultados refletem o esgotamento das reservas de energia resultante do estresse causado pela exposição às vibrações (WARRISS et al., 1997; CARLISLE et al., 1998).

Segundo o que consta na NHO 09 (Norma de Higiene Ocupacional, FENACENTRO, 2012a), que assegura a prevenção à saúde humana, infere-se que, se a aceleração resultante de exposição normalizada ( $a_{ren}$ ) da carga estiver entre  $0,5 \text{ m/s}^2$  e  $1,1 \text{ m/s}^2$  ou, sempre que o valor de dose de vibração resultante (VDVR) estiver entre  $9,1 \text{ m/s}^{1,75}$  e  $21 \text{ m/s}^{1,75}$ , a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas para minimizar a probabilidade de que as exposições à vibração possam causar prejuízos à saúde dos trabalhadores, além de evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

#### 2.4.2.2 Qualidade das rodovias e pavimento

##### a) Rodovias

A Pesquisa CNT (2018b) de Rodovias percorreu e avaliou toda a malha rodoviária federal pavimentada e os principais trechos estaduais também pavimentados, totalizando, assim, 107.161 km de rodovias avaliadas em todo o país, em 2018. Do total de rodovias avaliadas, 57% possuem algum tipo de deficiência, sendo que, 35,2% encontram-se em estado Regular; 15,3%, Ruim; e 6,5%, Péssimo, seja no pavimento, na sinalização ou na geometria da Via. A concentração de trechos deficientes na maior parte das rodovias demanda grandes volumes de investimento, e a não intervenção de forma rápida e eficiente torna esse custo ainda maior ao longo dos anos, principalmente, devido ao uso frequente e intenso da infraestrutura precária disponível (CNT, 2018b). A Tabela 3 mostra a classificação do estado geral das estradas brasileiras.

Tabela 3 – Classificação do Estado Geral

Estado Geral	Extensão Total	
	km	%
Ótimo	12412	11,6
Bom	33669	31,4
Regular	37735	35,2
Ruim	16364	15,3
Péssimo	6981	6,5
<b>TOTAL</b>	<b>107161</b>	<b>100</b>

Fonte: CNT (2018b).

No ano de 2018, foram avaliados 87.563 km (81,7%) de rodovias sob gestão pública e 19.598 km (18,3%) de rodovias concedidas. As rodovias sob gestão concedida apresentam 16.071 km avaliados que foram classificados como: Ótimo ou Bom no Estado Geral (81,9%). Essa situação é bem diferente quando consideradas as rodovias sob gestão pública, em que o percentual de rodovias classificadas como Ótimo ou Bom no Estado Geral chega a 34,2% (30.010 km). Em 65,8% (57.553 km) das rodovias sob gestão pública avaliadas, foram identificados problemas e classificadas como Regular, Ruim ou Péssimo no Estado Geral, já nas rodovias sob gestão concedida, o percentual é de 18,1% (3.527 km) para essa mesma classificação (CNT, 2018b) (Tabela 4).

Tabela 4 – Classificação do Estado Geral – Gestões Concedida e Pública

Estado Geral	Gestão Concedida		Gestão Pública	
	km	%	km	%
Ótimo	8349	42,5	4063	4,6
Bom	7722	39,4	25947	29,6
Regular	3249	16,6	34486	39,4
Ruim	268	1,4	16096	18,4
Péssimo	10	0,1	6971	8,0
<b>TOTAL</b>	<b>19598</b>	<b>100,0</b>	<b>87563</b>	<b>100,0</b>

Fonte: CNT (2018b).

## b) Pavimentos

Em 2018, foram identificados 54.635 km (50,9% da extensão total avaliada) com problemas no pavimento, sendo que 37,0% encontram-se em estado Regular;

9,5%, Ruim e; 4,4%, Péssimo. Em 42,3%, o pavimento encontra-se em Ótimo estado; e em 6,8%, é considerado Bom (CNT, 2018b) (Tabela 5).

Tabela 5 – Classificação do pavimento.

Estado Geral	Extensão Total	
	km	%
Ótimo	45211	42,3
Bom	7315	6,8
Regular	39664	37,0
Ruim	10205	9,5
Péssimo	4766	4,4
<b>TOTAL</b>	<b>107161</b>	<b>100</b>

Fonte: CNT (2018b).

Segundo a Pesquisa CNT (2018b) de Rodovias a qualidade do pavimento também é superior nas rodovias sob gestão concedida quando comparada à qualidade das rodovias sob gestão pública. Dos 19.598 km sob gestão concedida, 79,1% (48.536 km) são considerados Ótimo ou Bom em relação à avaliação da qualidade do pavimento. Nas rodovias sob gestão pública, dos 87.563 km avaliados, um percentual menor, 42,2% (37.025 km), encontram-se na mesma situação (CNT, 2018b) (Tabela 6).

Tabela 6 – Classificação do Pavimento - Gestões Concedida e Pública

Pavimento	Gestão Concedida		Gestão Pública	
	km	%	km	%
Ótimo	14533	74,2	30678	35,0
Bom	968	4,9	6347	7,2
Regular	3711	18,9	35953	41,2
Ruim	376	1,9	9829	11,2
Péssimo	10	0,1	4756	5,4
<b>TOTAL</b>	<b>19598</b>	<b>100,0</b>	<b>87563</b>	<b>100,0</b>

Fonte: CNT (2018b).

Há predominância de desgaste em 55,9% (10.952 km) das rodovias avaliadas sob gestão concedida, quando esta é avaliada quanto a condição do pavimento. Já 36,0% (7.061 km) encontram-se em perfeito estado. Foram identificados 1.565 km

(8,0%) com trincas em malha, remendos, afundamentos, ondulações ou buracos. Há ainda 20 km (0,1%) destruídos. Nas rodovias sob gestão pública, predominam também trechos desgastados em 52,2% (45.630 km) da extensão avaliada. Em 21,4% (18.749 km), o estado de conservação da superfície é perfeito, e existem 801 km destruídos (0,9%) (CNT, 2018 b) (Tabela 7).

A qualidade do pavimento das rodovias tem impacto direto no desempenho do transporte rodoviário e na economia do Brasil. Uma rodovia com más condições de pavimento aumenta o custo operacional do transporte, reduz o conforto e a segurança dos passageiros e das cargas, além de causar prejuízos ambientais (CNT, 2018b).

Tabela 7 – Condição da superfície do pavimento

Condição da superfície do pavimento	Gestão Concedida		Gestão Pública	
	km	%	km	%
Perfeito	7061	36	18749	21,4
Desgastado	10952	55,9	45630	52,2
Trincas em malhas/remendos	1535	7,8	18769	21,4
Afundamento/ondulações/buracos	30	0,2	3614	4,1
Destruído	20	0,1	801	0,9
<b>TOTAL</b>	<b>19598</b>	<b>100,0</b>	<b>87563</b>	<b>100,0</b>

Fonte: CNT (2018b).

Metade (50%) dos quase 106.000 km de rodovias tem problemas no pavimento, ou seja, a qualidade foi classificada como regular, ruim ou péssima (CNT, 2018b).

Conforme o estudo da CNT (2018b), as propriedades dos materiais que compõem o pavimento se alteram a partir do uso, piorando gradualmente. Essa piora está associada ao tempo de vida do pavimento, mas também às características do tráfego e às condições climáticas.

Estima-se que menos de 5% das rodovias use pavimento rígido (concreto). Nas rodovias com pavimento flexível, segundo os manuais técnicos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2019), a espessura total das três camadas pode variar de 25 a 55 cm — um dimensionamento inadequado.

Estudos realizados por Mattos (2014) da UFRGS e Pasche et al. (2014) do DNIT/RS concluíram que os métodos de dimensionamento da espessura de pavimentos flexíveis adotados no Brasil não são ideais e, precisam ser revistos pois as espessuras vigentes são insuficientes para rodovias de alto tráfego. Em 1966, a

frota brasileira, segundo o Sindipeças, tinha menos de 2,5 milhões de veículos. Atualmente são mais de 42 milhões de veículos em circulação segundo a mesma instituição.

Intervenções nas restaurações são necessárias para que as concessionárias que controlam as principais rodovias, mantenham um nível de serviço devidamente balanceado a principalmente à segurança e a capacidade de carga dos veículos de carga.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Pesquisa Exploratória**

A pesquisa exploratória e bibliográfica foi realizada por meio de bases de dados como *Elsevier, Journals, Scielo, Google Scholar, Researchgate*, Manuais de empresas do Agronegócio e sites oficiais. Foi realizada pesquisas sobre aspectos da Cadeia Logística de Frangos, ressaltando alguns aspectos:

- a) Operação e de problemas nos transportes rodoviários de carga animal;
- b) Vibração na carga transportada; e,
- c) Qualidade dos pavimentos e como isto impactava na vibração.

#### **3.2 Estudo de caso: localização, período e coleta dos dados**

Em novembro de 2018 foi realizado uma similaridade logística de transporte de carga, equiparando uma carga convencional de frango vivo, a uma outra carga seca envolvendo ração animal (pássaros em geral).

Ambas as cargas são transportadas em um veículo de carga trucado, isto é, um caminhão contendo dois eixos na carroceria (unidade de carga), com capacidade de 10 a 15 toneladas e com dimensões de até 14 m de comprimento.

A carga viva de frangos normalmente é transportada em caminhão truck com carroceria aberta contendo em média 11,8 tons e com dimensões de carga de 2,6 m de largura, 4,4 m de altura e 14 m de comprimento.

O volume transportado é composto em média por 540 caixas contendo um peso médio de 22 kg/caixa.

Os valores estipulados (kg/caixa) são semelhantes àqueles sugeridos por Carvalho (2001) e Branco (2004).

A carga seca com ração animal foi transportada em um caminhão truck com carroceria baú, contendo peso de carga de aproximadamente 12 toneladas e com dimensões de 2,5 m de largura, 3,90 m de altura e 10 metros de comprimento (Figura 10).

O volume transportado foi composto em média por 800 sacos contendo um peso médio de 15 kg/saco.

A simulação de carga, conforme preconiza Silva et al. (2007), foi submetida ao trajeto em estradas com diferentes características e pavimentos.

Figura 10 – Carga em análise



Fonte: O autor.

O caminhão veículo truck em questão era um Volvo (modelo 260) com capacidade máxima de 15 toneladas, pertencente a uma indústria de rações animais (aves), que manufatura e distribuiu seus produtos, localizada em São Paulo (Capital).

O percurso para o ensaio de vibração na carga, foi de São Paulo (Capital) até distribuidora de rações animais em Contagem (Minas Gerais).

Foram percorridos um total de 1.105 km, ida e volta, sendo que 620 km do percurso o caminhão estava carregado e 485 km estava, sem carga - vazio, totalizando 19,28 horas de viagem, sendo 11,28 horas na ida e 8 h na volta, com

velocidades médias de percurso de 57,3 km/h (ida e volta), sendo de 55 km/h (ida) e de 60 km/h (volta).

O percurso total envolveu as Rodovias Regis Bittencourt (BR 116), o Rodoanel Mário Covas e a Rodovia Fernão Dias (BR 381) e a Rodovia BR 040.

As rodovias BR 381 e BR 040, segundo a IMA (INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA, 2018) são rotas determinadas e frequentes para o trânsito animal (aves vivas).

### 3.3 Equipamentos utilizados

Foi utilizado para a medição nesta operação (ida e volta), o acelerômetro (medidor de vibração), este provido de dispositivo com sensores (transdutores de vibração mecânica) que serve para a captação de vibrações (Figura 11).

Figura 11 – Acelerômetro utilizado na pesquisa



Fonte: O autor.

O acelerômetro utilizado foi do modelo Svantek 100 A, cumpre integralmente com os requisitos do ISO 2631-1 (1997) e da NHO 09 (FUNCENTRO, 2012a) fornecendo o valor de exposição de vibração A(8), referindo-se ao valor de vibração total de saúde e para a avaliação de conforto. Duas entradas desse equipamento permitem a conexão de dois sensores triaxiais de vibração de corpo inteiro em simultâneo. O valor de exposição de vibração A(8) é calculado em tempo real e os resultados de ambos os sensores são exibidos simultaneamente em unidades VDV e RMS ou pontos.

### 3.4 Análise dos dados

Os dados foram obtidos fixando o acelerômetro (*logger*) em vários pontos dentro da carga e no baú do caminhão em questão.

O eixo “z” correspondia à vibração vertical (dos pés à cabeça), o eixo “y” correspondia à vibração horizontal da direita para a esquerda e o eixo “x” correspondia à vibração horizontal de ré para a frente. Com os dados coletados, utilizou-se dois métodos para cálculo da vibração.

No primeiro método a aceleração média (RMS) para cada um dos três eixos poderia ser estimada, além da aceleração geral (RSS). A raiz quadrada média da aceleração (RMS), em cada um dos três eixos separados, e fornece uma indicação da severidade da vibração em cada um desses eixos. A Soma Raiz de Quadrados (RSS) é a raiz quadrada da média da soma dos quadrados dos três valores de RMS e fornece uma medida da vibração global que ocorre no ponto de medição (RANDALL; STREADER; MEEHAN, 1993) e também é chamada Soma de Vetores. Portanto, a aceleração média (RMS) em cada um dos três eixos pode ser dada pela Equação 13 (RANDALL; STREADER; MEEHAN, 1993; RANDALL et al., 1997).

$$\text{RMS} = \left( \frac{\sum a_i^2}{N} \right)^{\frac{1}{2}}$$

**Equação 13**

Em que:

$a_i$  - valor observado no eixo (x, y ou z) no tempo i ( $i = 1, 2, \dots, N$ )

$N$  - número de observações no eixo (x, y ou z)

E a vibração geral é dada pela Equação 14.

$$\text{RSS} = (\text{RMS}_x^2 + \text{RMS}_y^2 + \text{RMS}_z^2)^{1/2}$$

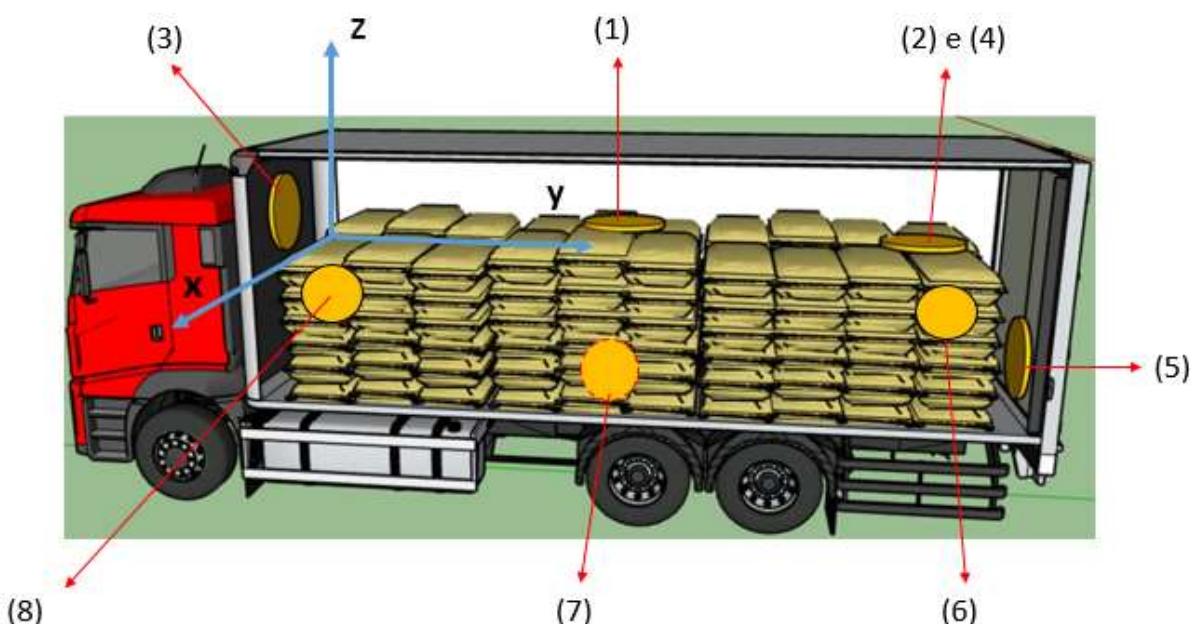
**Equação 14**

Onde: “ $\text{RMS}_x$ ” é a aceleração no eixo x, “ $\text{RMS}_y$ ” é a aceleração no eixo y e “ $\text{RMS}_z$ ” é a aceleração no eixo z.

Outra metodologia empregada (segundo método), mais sensível a picos de acelerações que o método do valor RMS, utiliza uma potência de quarta ordem semelhante ao método para avaliar o valor RMS, isto é, o VDV (Valor de Dose de Vibração). Aparentemente, o segundo método poderia ser considerado como mais conservativo já que leva mais em conta valores de pico da aceleração, entretanto curvas limites de vibração diferentes são adotados neste caso, tornando as duas metodologias praticamente iguais para tempos de exposição de 4 h a 8 h.

Para a captar os dados, o acelerômetro foi postado junto a unidade transportada (saco de ração), para a verificação de qual a variação da vibração na carga em pontos variados dentro do baú, por meio da ordem de posicionamento durante o experimento, conforme a Figura 12.

Figura 12 – Posição do acelerômetro no caminhão na sequência das medições



**Legenda:** Posição 1: parte superior da carga e meio (centro) do baú; Posição 2 e 4: parte superior da carga e traseira (centro) do baú; Posição 3: parte superior da carga e frontal (centro) do baú; Posição 5: parte inferior da carga e traseira (centro) do baú; Posição 6: parte superior da carga e traseira (lateral esquerda) do baú; Posição 7: parte inferior da carga e meio (lateral direita) do baú; Posição 8: parte superior da carga e frontal (lateral esquerda) do baú.

Fonte: O autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Principais defeitos identificados na malha rodoviária de transporte

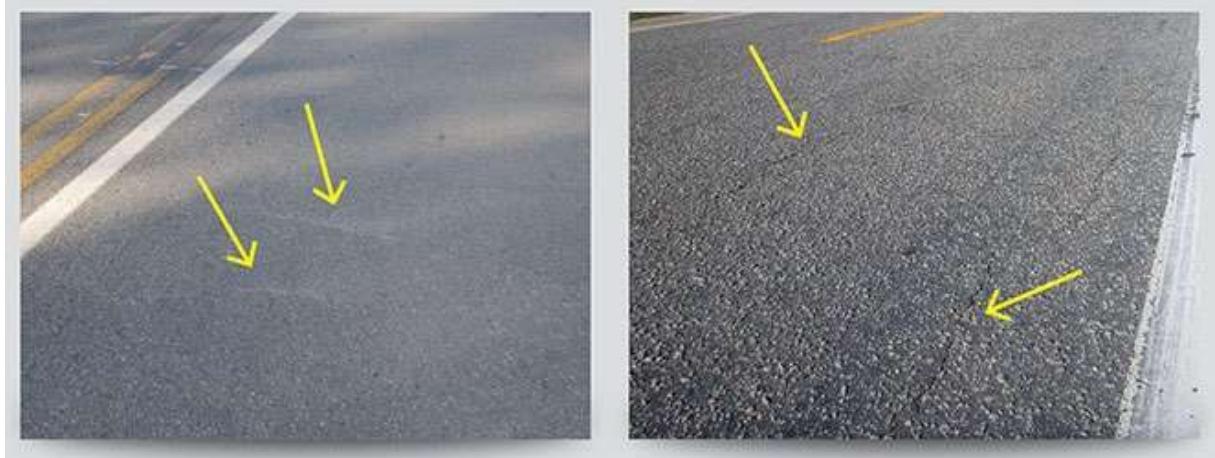
Os principais defeitos foram classificados, de acordo com a CNT (2018b), como segue:

#### a) Fissuras

São fendas capilares no revestimento asfáltico que ainda não causam problemas funcionais nem estruturais na rodovia (Figura 13). As fissuras estão posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente e são perceptíveis à vista de quem está a até 1,5 m de distância. A extensão das fissuras é inferior a 30 cm (CNT, 2018b).

**Principais causas das fissuras:** má dosagem do asfalto, excesso de finos (ou material de enchimento) no revestimento; compactação excessiva ou em momento inadequado (CNT, 2018b).

Figura 13 – Fissuras identificadas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

#### b) Trinca transversal

Na Figura 14, pode-se observar a trinca isolada em direção perpendicular ao eixo da via. Se a extensão for de até 100 cm, é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm, denomina-se trinca transversal longa. É um

defeito funcional (grandes trincamentos causam irregularidade) e estrutural (enfraquecem o revestimento do pavimento) (CNT, 2018b).

**Principais causas da trinca transversal:** contração da capa asfáltica causada por baixas temperaturas ou devido o endurecimento do asfalto; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada (CNT, 2018b).

Figura 14 – Trincas transversais identificadas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

### c) Trincas longitudinais

As trincas longitudinais são isoladas em direção predominantemente paralela ao eixo da via (Figura 15). Se a extensão for inferior a 1 m, é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 1 m, denomina-se trinca longitudinal longa. Defeito funcional (grandes trincamentos causam irregularidade) e estrutural (enfraquecem o revestimento do pavimento) (CNT, 2018b).

**Principais causas das trincas longitudinais:** má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego; recalque diferencial; contração de capa asfáltica devido as baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da Estrada (CNT, 2018b).

Figura 15 – Trincas longitudinais encontradas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

#### d) Trincas em malha tipo “couro de jacaré”

Esse conjunto de trincas interligadas sem direções definidas, assemelha-se ao aspecto de “couro de jacaré” (Figura 16). São um defeito estrutural (CNT, 2018b).

**Principais causas das trincas em malha:** colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego; subdimensionamento ou má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento; baixa capacidade de suporte do solo; envelhecimento do pavimento (fim da vida); asfalto duro ou quebradiço (CNT, 2018b).

Figura 16 – Trincas em malhas encontradas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

#### e) Trincas em malha tipo “bloco”

Essas trincas são um conjunto de trincas interligadas formando blocos retangulares com lados bem definidos (Figura 17). Trata-se de defeito funcional ocasionando grandes trincamentos em bloco causam irregularidade, e estrutural em que reduzem a integridade estrutural do pavimento (CNT, 2018b).

**Principais causas de trinca em malha do tipo ‘bloco’:** contração da capa asfáltica devido à alternância entre altas e baixas temperaturas; baixa resistência à tração da mistura asfáltica (CNT, 2018b).

Figura 17 – Trincas de malha em bloco encontradas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

#### f) Afundamento plástico

O afundamento plástico ocasiona uma deformação permanente (plástica) que é caracterizada por depressão da superfície do pavimento acompanhada de solevamento, ou seja, compensação volumétrica lateral (Figura 18). Quando a extensão é de até 6 m, denomina-se de afundamento plástico local. Para extensões maiores que 6 m e, se for localizado ao longo da trilha de roda, denomina-se afundamento plástico de trilha de roda (CNT, 2018b).

**Principais causas do afundamento plástico:** Este tipo de afundamento é causado por misturas que possuem pequena resistência ao cisalhamento, insuficiente para resistir à passagem das cargas repetidas (CNT, 2018b).

Figura 18 – Afundamento plástico encontrado nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

### **g) Afundamento de consolidação**

Ocorre a deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento sem estar acompanhado de solevamento, ou seja, compensação volumétrica lateral. Quando a extensão é de até 6 m, é denominado de afundamento de consolidação local. Para extensões maiores que 6 m e se for localizado ao longo da trilha de roda, denomina-se afundamento de consolidação de trilha de roda (CNT, 2018b) (Figura 19).

**Principais causas do afundamento de consolidação:** fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito; densificação ou ruptura por cisalhamento de camadas subjacentes ao revestimento; falha de compactação na construção; problemas de drenagem (CNT, 2018b).

Figura 19 – Afundamento de consolidação encontrado nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

#### **h) Ondulação ou corrugação**

A ondulação ou corrugação é um movimento plástico do revestimento, caracterizado por ondulações ou corrugações que são enrugamentos transversais na superfície do pavimento (CNT, 2018b).

**Principais causas da ondulação ou corrugação:** falta de estabilidade da mistura asfáltica; excessiva umidade do solo subleito; contaminação da mistura asfáltica; falta de aeração das misturas líquidas de asfalto (CNT, 2018b) (Figura 20).

Figura 20 – Ondulação ou corrugação encontradas nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

### i) Escorregamento

O escorregamento é um deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento com aparecimento de fendas em meia-lua (CNT, 2018b) (Figura 21).

**Principais causas do escorregamento:** falhas construtivas e de pintura de ligação (CNT, 2018b).

Figura 21 – Exemplos de escorregamento encontrado nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

#### j) Exsudação

A exsudação é um filme de material betuminoso que aparece na superfície do pavimento criando um brilho vítreo, causado pela migração do ligante por meio do revestimento (CNT, 2018b) (Figura 22).

**Principais causas da exsudação:** excessiva quantidade de ligante; baixo conteúdo de vazios (CNT, 2018b).

Figura 22 – Exemplos de exsudação que ocorrem em estradas onde são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

### k) Desgaste

O desgaste é um efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento (Figura 23), causando aspereza superficial do revestimento (CNT, 2018b).

**Principais causas do desgaste:** falhas de adesividade ligante-agregado; presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante; deficiência no teor de ligante; problemas executivos ou de projeto de misturas (CNT, 2018b).

Figura 23 – Exemplos de defeito de desgaste que ocorre nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

### I) Panela ou buraco

A panela ou buraco apresenta cavidades de tamanhos variados no revestimento do pavimento (CNT, 2018b) (Figura 24).

**Principais causas da panela ou buraco:** trincas de fadiga, processo ocasionado pelo acúmulo das solicitações do tráfego ao longo do tempo; desintegração localizada na superfície do pavimento; deficiência na compactação; umidade excessiva em camadas de solo; falha na imprimação (CNT, 2018b).

Figura 24 – Exemplo de panelas que ocorrem nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

### m) Remendo

O remendo é a panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimentação. Apesar de ser uma atividade de conservação, é considerado um defeito por apontar um local de fragilidade e por impactar o conforto no rolamento (Figura 25). A deterioração de remendos é o conjunto de danos existentes em uma área de remendo (CNT, 2018b).

**Principais causas do remendo:** carga de tráfego; emprego de material de má qualidade; ação do meio ambiente; má construção (CNT, 2018b).

Figura 25 – Exemplos de remendos identificados nas estradas em que são transportados frangos vivos para abate



Fonte: CNT (2018b).

Tais defeitos estruturais identificados nas estradas de escoamento de frangos vivos para o abatedouro, podem levar ao prejuízo no total da carga de frangos vivos. Jorge (2008) avaliou a taxa de mortalidade das aves na chegada ao abatedouro e as principais lesões encontradas em três grupos: frangos de corte, galinhas de postura de descarte, matrizes de descarte.

A taxa de mortalidade foi maior em animais que viajaram por períodos mais longos. Essa percentagem de 1,23% foi muito maior que a faixa aceitável por Branco (2004) cuja variação é de 0,30% no verão e 0,20% no inverno, respectivamente. As áreas corpóreas com maiores índices de lesão foram peito e asa.

Considerando a exposição a estes defeitos nas estradas, pode-se inferir que o tempo de transporte pode realmente prejudicar a forma com que estas aves chegam ao seu destino final - o abatedouro.

Costa et al. (2007) compararam a distância (aviário-abatedouro) e a posição das caixas na carga em relação ao número de aves lesionadas em duas integradoras.

Nas distâncias maiores, o percentual de lesão foi mais elevado, contudo tanto em distâncias menores quanto nas maiores, ocorreu uma maior incidência de lesão nas aves localizadas na parte traseira do veículo. Isso provavelmente pode ser explicado pelos maiores efeitos de aceleração e vibração sofridos pelos animais situados neste local.

#### **4.2 Resultados da análise de vibração da carroceria do caminhão**

Pode-se observar nas Tabelas 8 e 9, os dados de percurso, da carga e da posição do equipamento, sendo que os resultados de vibrações resultantes são representados em  $m/s^2$  e  $m/s^{1,75}$ , respectivamente.

As Tabelas 8 e 9, mostram os dados coletados durante oito percursos de transporte, através do acelerômetro Svantek 100. A distância média percorrida em todos os trajetos foi de 138,13 km, com um tempo médio de 2,41 h. A velocidade média dos trajetos foi de 54,65 km/h, enquanto que a maior resultante de vibração com o caminhão carregado foi de 1,121  $m/s^2$  (Tabela 8).

Pode-se observar que a maior distância percorrida (243,0 km) com tempo de percurso de 3,79 h foi o que apresentou a menor vibração resultante com o caminhão carregado ( $0,525 m/s^2$ ). Isto implica que as condições da estrada percorrida têm peso importante na condição de vibração. Por exemplo, o trecho percorrido sem carga de 103,0 km foi aquele que apresentou a maior vibração ( $2,151 m/s^2$ ), pois o percurso se deu na estrada com as piores condições de trafegabilidade.

Tabela 8 – Dados gerais de carga (kg), percurso do caminhão (km), posição do acelerômetro e exposição à vibração (RSS)

Medida	Carga		Percorso			Posição do acelerômetro no baú			Exposição à vibração de corpo inteiro ( $m/s^2$ ) - RMS		
	Nº	( $10^3$ kg)	Distância (km)	Tempo (h)	Velocidade (km/h)	*C	**L	***A	(X)	(Y)	(Z)
1	12,0	107,0	2,25	47,56	Central	Central	Superior	0,361	0,357	0,386	0,809
2	12,0	40,0	1,15	34,78	Traseira	Central	Superior	0,382	0,327	0,395	0,807
3	12,0	243,0	3,79	64,12	Frontal	Central	Superior	0,267	0,225	0,242	0,525
4	12,0	125,0	2,00	62,50	Traseira	Central	Superior	0,461	0,262	0,366	0,828
5	12,0	105,0	2,09	50,24	Traseira	Central	Inferior	0,437	0,352	0,800	1,121
6	0,0	103,0	2,00	51,50	Traseira	Esquerda	Superior	1,019	0,976	0,852	2,151
7	0,0	160,0	2,75	58,18	Central	Direita	Superior	0,460	0,522	0,407	1,055
8	0,0	222,0	3,25	68,31	Frontal	Esquerda	Superior	0,573	0,662	0,429	1,299

\*C= comprimento; \*\*L= largura; \*\*\*A=altura

Fonte: O autor.

Tabela 9 – Dados gerais de carga (kg), percurso do caminhão (km), posição do acelerômetro e exposição à vibração (VDV)

Medida	Carga		Percorso			Posição do acelerômetro no baú			Exposição à vibração de corpo inteiro ( $m/s^{1,7}$ ) - VDV		
	Nº	( $10^3$ kg)	Distância (km)	Tempo (h)	Velocidade (km/h)	*C	**L	***A	(X)	(Y)	(Z)
1	12,0	107,0	2,25	47,56	Central	Central	Superior	12,67	14,58	11,76	14,58
2	12,0	40,0	1,15	34,78	Traseira	Central	Superior	14,22	11,78	13,26	14,22
3	12,0	243,0	3,79	64,12	Frontal	Central	Superior	13,90	11,04	9,27	13,90
4	12,0	125,0	2,00	62,50	Traseira	Central	Superior	17,73	9,40	14,94	17,73
5	12,0	105,0	2,09	50,24	Traseira	Central	Inferior	16,99	13,41	18,62	18,62
6	0,0	103,0	2,00	51,50	Traseira	Esquerda	Superior	31,58	31,65	30,94	31,65
7	0,0	160,0	2,75	58,18	Central	Direita	Superior	12,83	14,97	13,22	14,97
8	0,0	222,0	3,25	68,31	Frontal	Esquerda	Superior	21,10	25,19	12,87	25,19

\*C= comprimento; \*\*L= largura; \*\*\*A=altura

Fonte: O autor.

Foram testados os dados de distância *versus* vibração para verificar se havia correlação entre esses dados, como podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 – Dados gerais de percurso do caminhão (km), posição do acelerômetro, vibração (RSS) e relação entre as variáveis

Distância					
Medida	(d)	Vibração (v)	d x v	d <sup>2</sup>	v <sup>2</sup>
Nº	(km)	(m/s <sup>2</sup> )			
1	107	0,809	86,56	11449,00	0,65
2	40	0,807	32,28	1600,00	0,65
3	243	0,525	127,58	59049,00	0,28
4	125	0,828	103,50	15625,00	0,69
5	105	1,121	117,71	11025,00	1,26
6	103	2,151	221,55	10609,00	4,63
7	160	1,055	168,80	25600,00	1,11
8	222	1,299	288,38	49284,00	1,69
$\Sigma = 1105$		$\Sigma = 8,6$	$\Sigma = 1146,35$	$\Sigma = 184241,00$	$\Sigma = 10,95$

Fonte: O autor.

Para a verificação da correlação entre as variáveis distância e vibração utiliza-se o coeficiente de correlação de Pearson dada pela Equação 15.

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}}$$

**Equação 15**

Aplicando os dados da Tabela 8, na Equação 15, obteve-se um coeficiente de correlação  $\rho = -0,178$ , havendo portanto uma fraca correlação entre as variáveis, pois, segundo Callegari-Jacques (2003), o coeficiente de correlação (que normalmente está no intervalo entre 0,00 e 1,00) se apresenta, neste caso, entre  $0,00 < |\rho| < 0,30$ , indicando que a vibração está relacionada com a condição da estrada.

#### 4.2.1 Resultados das mensurações

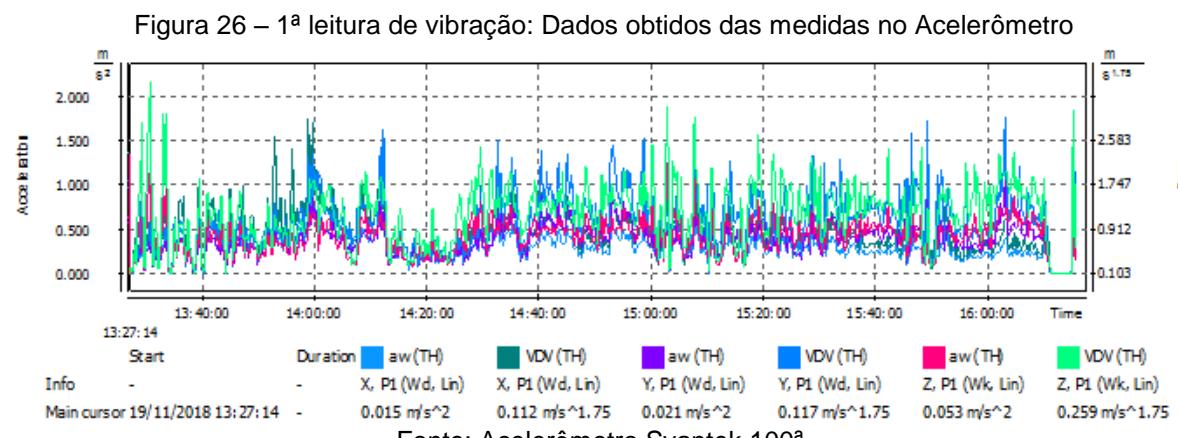
Nas Figuras 27 a 34, pode-se observar as leituras do acelerômetro durante o percurso do caminhão.

As medições foram realizadas a cada mudança do acelerômetro dentro da carga e consequentemente a cada distância ao longo do percurso. A partir dos dados

obtidos do gráfico, presente nas figuras, pode visualizar a variação de intensidade de vibração durante os intervalos de tempo definidos por meio de cores que identificam as vibrações em RMS ( $\text{m/s}^2$ ) na escala à esquerda ou, em VDV ( $\text{m/s}^{1.75}$ ) na escala a direita. Na parte de inferior do quadro gráfico, o acelerômetro registrou algumas vibrações em um determinado instante.

#### 4.2.1.1 Primeira medida (com carga)

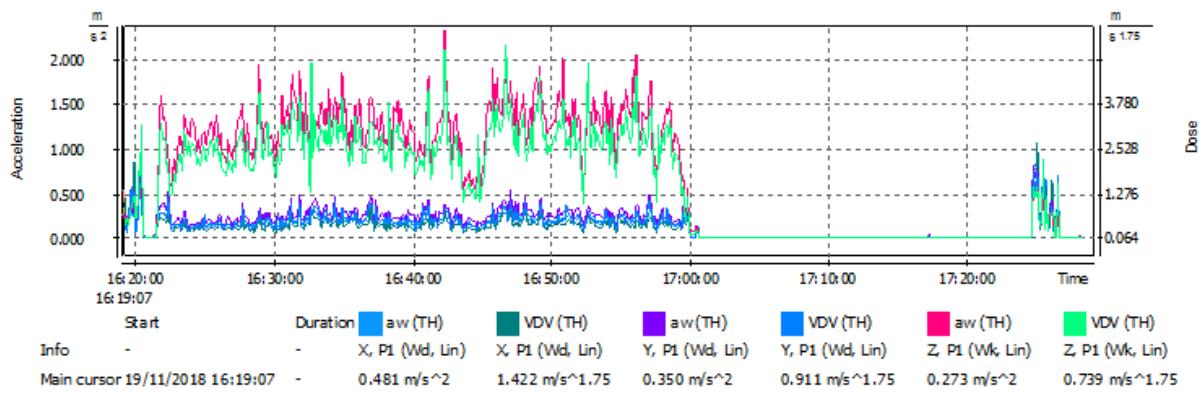
Na Figura 26, observa-se neste primeiro quadro o prevalecimento de uma maior vibração no sentido longitudinal (z), isto é, vertical, devido a saída da zona urbana, apresentando lombadas e valetas e pavimentos com remendos.



#### 4.2.1.2 Segunda medida (com carga)

Neste quadro (Figura 27), observa-se que prevalece a vibração maior no sentido longitudinal (z), mostrando uma vibração em função de pavimento com remendos e buracos.

Figura 27 – 2<sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro

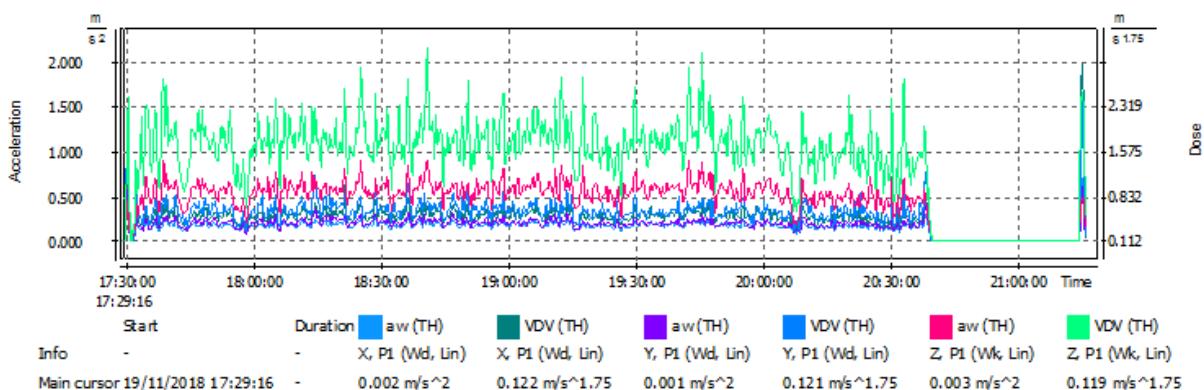


Fonte: Acelerômetro Svantek 100<sup>a</sup>.

#### 4.2.1.3 Terceira medida (com carga)

Na Figura 28, diante dos dados apresentados, prevalece a vibração maior no sentido transversal (x), indicando uma vibração da frente para a traseira do baú, seguida de uma vibração no sentido longitudinal (z). O trecho apresentou pavimento com muitos buracos e escorregamentos.

Figura 28 – 3<sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro

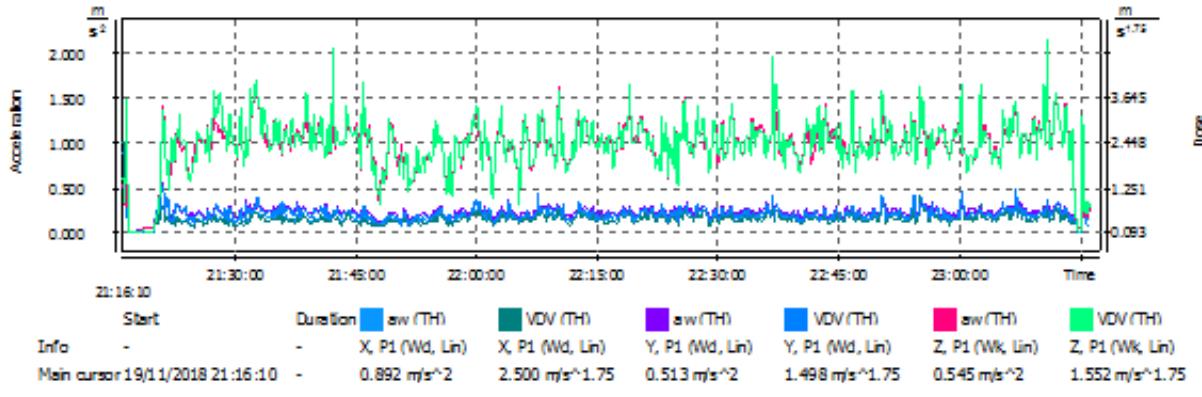


Fonte: Acelerômetro Svantek 100<sup>a</sup>.

#### 4.2.1.4 Quarta medida (com carga)

Na Figura 29, observa-se que prevalece a vibração maior no sentido transversal (x), mostrando uma vibração da frente para a traseira do baú, seguida de uma vibração no sentido longitudinal (z). O trecho apresentou pavimento com acentuada quantidade de remendos e buracos.

Figura 29 – 4<sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro

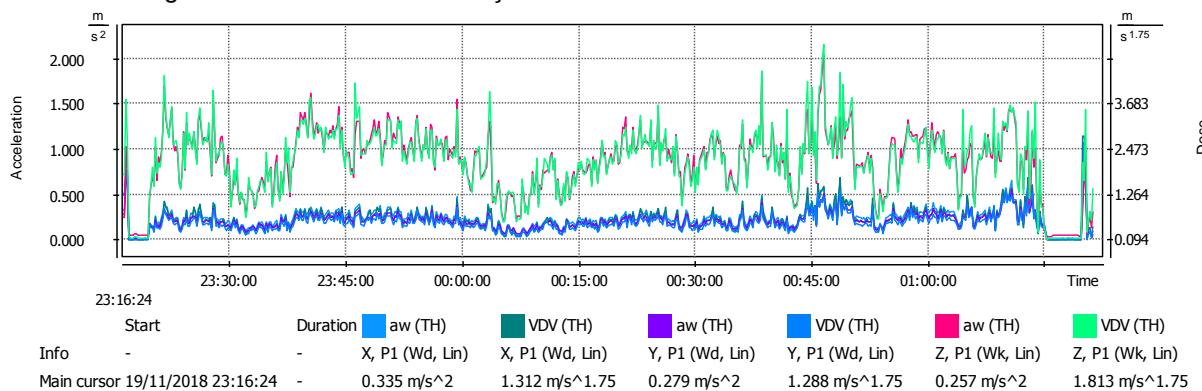


Fonte: Acelerômetro Svantek 100<sup>a</sup>.

#### 4.2.1.5 Quinta medida (com carga)

A partir dos dados apresentados na Figura 30, pode-se observar a prevalência da vibração maior no sentido longitudinal (z), mostrando uma acentuada vibração em função de pavimento com remendos e buracos.

Figura 30 – 5<sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro

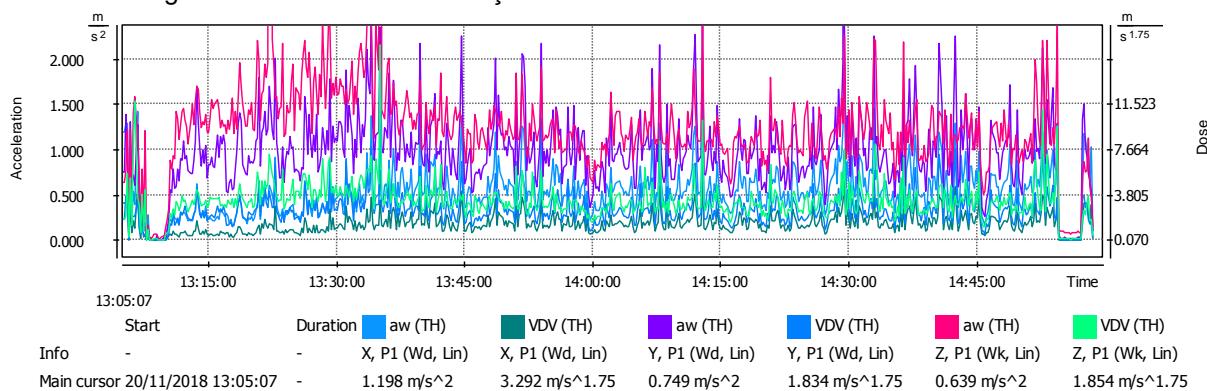


Fonte: Acelerômetro Svantek 100<sup>a</sup>.

#### 4.2.1.6 Sexta medida (sem carga)

Na Figura 31, observa-se que prevalece a vibração maior no sentido lateral (y), com uma acentuada vibração em função de pavimento com remendos e buracos.

Figura 31 – 6<sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro

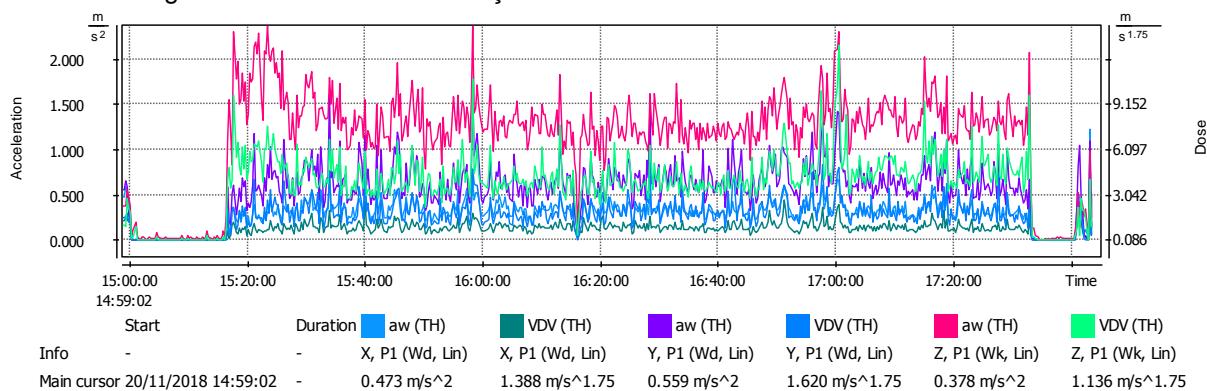


Fonte: Acelerômetro Svantek 100<sup>a</sup>.

#### 4.2.1.7 Sétima medida (sem carga)

Na Figura 32, observa-se que prevalece a vibração maior no sentido lateral (y), mostrando uma vibração em função de pavimento com remendos e buracos.

Figura 32 – 7<sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro

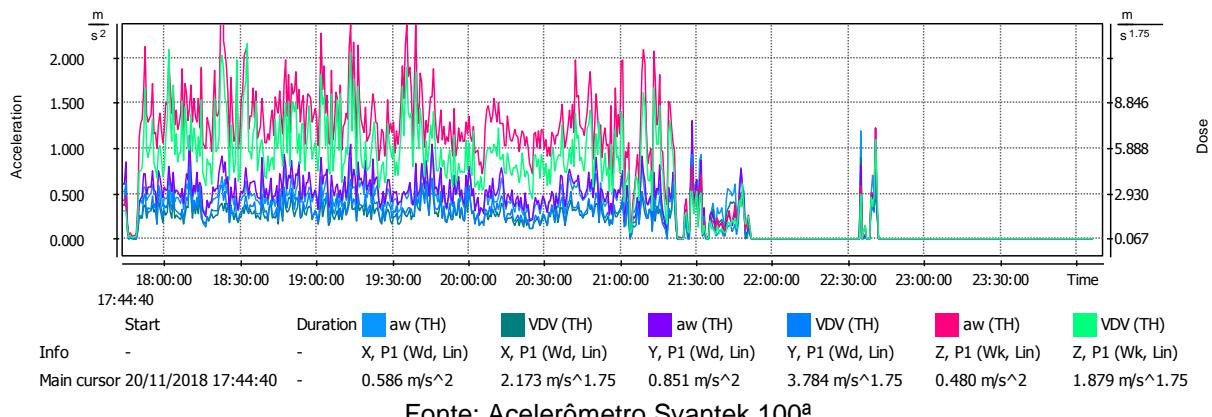


Fonte: Acelerômetro Svantek 100<sup>a</sup>.

#### 4.2.1.8 Oitava medida (sem carga)

Na Figura 33, observa-se que prevalece a vibração maior no sentido lateral (y), com uma vibração em função de pavimento com remendos e buracos.

Figura 33 – 8<sup>a</sup> leitura de vibração: Dados obtidos das medidas no Acelerômetro



Fonte: Acelerômetro Svantek 100<sup>a</sup>.

Os trechos que mais apresentaram vibrações foram aqueles com menor qualidade no percurso (Tabela 11).

Tabela 11 – Trechos do percurso com problemas de qualidade

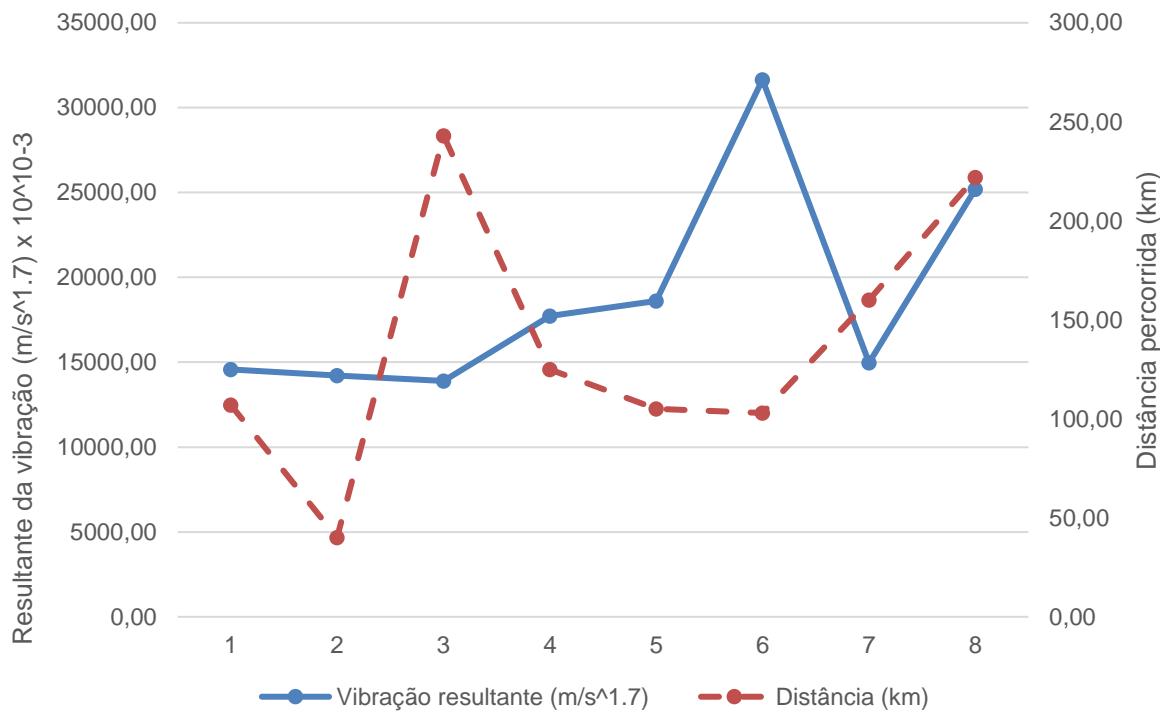
TRECHO	VIBRAÇÃO (m/s <sup>1.7</sup> )	DEFEITO
Lavras - Guararapes – MG	17,73	Remendos
Perdões - Contagem – MG	18,82	Remendos e buracos
Contagem - Guararapes – MG	31,65	Remendos e buracos
Nepomuceno – MG	25,19	Remendos e trincas

Fonte: O autor.

Na Figura 34, observa-se a variação da vibração e da distância percorrida. O que se pode notar é que há uma tendência na diminuição da vibração em relação à distância percorrida. Entretanto, esta variável está mais relacionada à condição da estrada percorrida.

O efeito de vibração alta nos parâmetros fisiológicos de animais transportados vivos é registrado na literatura corrente (RANDALL et al., 1997; GEBRESENBET; VAN DE WATER; GEERS, 2011), como o medo, alterações na frequência respiratória e fadiga muscular, resultantes da distribuição dos movimentos oscilatórios e forças dentro do corpo. Ademais, testes de aversão à vibração em frangos vivos indicam que alta vibração pode indicar diminuição no bem-estar das aves (MINKA; AYO, 2009).

Figura 34 – Perfil de vibração ( $m/s^{1.7}$ ) em relação à distância percorrida (km)



Fonte: O autor.

Durante o transporte, as aves são expostas a vibrações decorrentes do movimento do veículo (RANDALL; STREADER; MEEHAN, 1993). Se a vibração estiver próxima à frequência de ressonância do corpo inteiro dos frangos de corte, em pé ou sentado é considerada aversiva (RANDALL et al., 1997; ABYESINGHE et al., 2001) e pode aumentar a temperatura corporal (WARRISS et al., 1999). Este calor metabólico extra, contribuiria para a carga térmica experimentada pelos frangos durante o transporte (ABYESINGHE et al., 2001). Carlisle et al. (1998) descobriram que a exposição dos frangos à vibração resultou em aumento da atividade da creatina quinase plasmática, possivelmente como resultado da fadiga muscular decorrente da instabilidade postural. Também o transporte pode provocar uma variação da concentração de cortisol no sangue, indicativo de estresse, possivelmente como resultado do aumento do gasto de energia (ZHANG et al., 2009). No entanto, Warriss et al. (1999) não observaram em seu estudo, uma redução significativa na concentração de glicogênio hepático ou muscular após 3 h de exposição à vibração.

Vibrações excessivas durante o transporte podem contribuir para o aumento da incidência de lesões nas aves, reduzindo o valor nominal da carne que chega ao

abatedouro (CARLISLE et al., 1998; MINKA; AYO, 2009). Warriss et al. (1997) observaram efeitos negativos na qualidade de frangos vivos transportado para o abate em exposição a alta vibração por período de 3 h. Já Abeysingne et al. (2001) relatam que, a partir de 60 min de exposição à vibração excessiva, ocorrem efeitos fisiológicos que podem levar ao óbito e representam perdas na produção. Como na cadeia produtiva de frangos de corte, este transporte representa a fase final de criação, em que já foram investidos todos os recursos de produção, tais perdas têm um peso significativo no custo total (CARLISLE et al., 1998).

Tais indicações do efeito danoso de altas vibrações durante o transporte ao abate de animais vivos não se refere apenas as aves. Villarroel et al. (2003) identificaram que o nível de injúria em bovinos de corte levados em caminhões ao abate, apresentam alta correlação com o tempo de transporte e condições de vibração, devido à estrada. No presente estudo, não foi encontrada esta correlação esperada. Todavia, maior número de percursos, bem como, dados reais sobre o transporte de frangos vivos para abate seriam necessários para uma avaliação mais acurada.

A Pesquisa CNT de Rodovias avaliou 107.161 km em todo o país, em 2018 sendo que, 57,0% possuem algum tipo de deficiência (35,2% encontram-se em estado regular; 15,3%, ruim; e 6,5%, péssimo) seja no pavimento, na sinalização ou na geometria da Via.

Em 2018, foram identificados 54.635 km (50,9% da extensão total avaliada) com problemas no pavimento, sendo que 37,0% encontram-se regular; 9,5%, ruim e 4,4%, péssimo. Em 42,3%, o pavimento encontra-se em ótimo estado; e em 6,8%, esse é considerado bom (CNT, 2018a).

Estima-se que menos de 5% das rodovias use pavimento rígido (concreto), e nas rodovias com pavimento flexível, segundo os manuais técnicos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a espessura total das três camadas pode variar de 25 a 55 cm — um dimensionamento inadequado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infraestrutura logística envolvendo as estradas, suas rotas, pavimentos e o modal de transporte rodoviário, na sua maioria formado por caminhões, precisam ter uma equação perfeita para não afetar a qualidade do produto em seu destino final.

Nas estradas brasileiras necessitam de manutenções corretas, ajustadas às necessidades das cargas, em relação aos volumes e ao peso médio das cargas que transitam em nossas rodovias, visto que, na sua maioria, a qualidade dessas estradas é de regular para péssimo. Os engenheiros avaliaram que a normatização brasileira sobre dimensionamento de pavimentação (aquela dos manuais do DNIT) não apresentou evolução desde 1966.

A limitação desta pesquisa está no fato de se colocar a similaridade entre a carga viva e a carga seca aqui utilizada.

Projetos mais adequados a realidade operacional diminuiria sensivelmente o nível de vibração nas cargas, principalmente nas cargas vivas, diminuindo o tempo médio de viagens e, consequentemente, a exposição da carga viva agente desgastantes a sua composição física.

### 5.1 Conclusões

Foram identificados os defeitos que interferem na vibração em caminhões.

Os resultados médios de vibração ( $RMS$  médio =  $0,818 \text{ m/s}^2$  e  $VDR$  médio =  $15,81 \text{ m/s}^{1,75}$ ) com caminhão carregado, demonstraram que a operação obteve uma faixa de aceleração aversiva, segundo Randall et al. (1997), e acima do nível de ação conforme recomenda a NHO 09 (FUNCENTRO, 2012a), o que oferece um estresse adicional ao frango de corte, influenciando negativamente no produto final.

### 5.2 Trabalhos futuros

Durante este estudo a limitação está concentrada na dificuldade de acesso a carga viva de frango, entre o produtor e o abatedouro, em função do evento da gripe víaria durante o período.

Na possibilidade de acesso, um acelerômetro para se medir a vibração e um termômetro para medição da temperatura, seriam alocados em vários pontos da carga, considerando pavimentos asfaltados e/ou de terra.

Para futuros estudos deve-se considerar:

- a) as medições de vibração devem ser iniciadas no carregamento das caixa com as aves, mecanizado e convencional (manual), analisando métodos e tempos;
- b) Medir as vibrações mecânicas nos eixos do veículo de carga e comparar com o da carga;
- c) Analisar as condições dos pneus do veículo de carga, como possível agente causador de vibração na carga;
- d) Ampliar as pesquisas sobre vibração em cargas vivas no transporte de bovinos ou suínos.

## REFERÊNCIAS

- ABEYESINGHE, S. M.; WATHES, C. M.; NICOL, C. J.; RANDALL, J. M. The aversion of broiler chickens to concurrent vibration and thermal stressors. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 73, n. 3, p. 199-215, 2001.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR-7207 – Terminologia e classificação de Pavimentação**. Rio de Janeiro, 1982.
- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2018**. 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2019.
- ABREU, V. M. N.; AVILA, V. S. **Preparação do aviário e apanha**. Concordia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000092&pid=S0103-847820110007000300002&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000092&pid=S0103-847820110007000300002&lng=pt)>. Acesso em: 18 fev. 2019.
- ALVES FILHO, E.; ARAÚJO, M. P. Origens e desenvolvimento do sistema de produção integrada no Brasil. In: CASIMIRO FILHO, F.; SHIKIDA, P. F. A. (coordenação). **Agronegócio e desenvolvimento regional**. Cascavel: Edunioeste, p. 207, 1999.
- BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C.; DA SILVA, I. J. O.; GARCIA, D. B.; DA SILVA, M. A. N.; FONSECA, B. H. F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2442-2446, 2009.
- BOARETTO, T. N. Melhoramento genético em frangos de corte. **Revista Formação Informação Zootecnia**. v. 1, n.1,p.1-16, 2009.
- BOVENZI, M. Health effects of mechanical vibration. **Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia**, v. 27, p. 58-64, 2005.
- BRANCO, J. A. D. Manejo pré-abate e perdas decorrentes do processamento de frango de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, v. 2, p. 129-142, 2004.
- CALLEGARI-JACQUES. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Artmed, Porto Alegre, 2003.
- CANEVER, M. D. **Competitividade relativa entre as cadeias de carne de frango brasileira e Argentina**. 1997. 37f. Dissertação de Mestrado em Economia Rural - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.
- CANEVER, M. D.; CHIUCHETTA, O.; DOS SANTOS FILHO, J. I.; TALAMINI, D. J. D. Mudanças tecnológicas na avicultura de corte: implicações sócio-econômicas. **Revista de Política Agrícola**, São Paulo, v. 7, p. 5-10, 1998.

CARLISLE, A. J.; MITCHELL, M. A.; HUNTER, R. R.; DUGGAN, J. A.; RANDALL, J. M. Physiological responses of broiler chickens to the vibrations experienced during road transportation. **British Poultry Science**, v. 39, p. 48-49, 1998.

CARVALHO, M. F. A. Manejo final e retirada. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 59-68, 2001.

CNT. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletim Estatístico CNT**. 2018a. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

CNT. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Pesquisa CNT de Rodovias 2018: **Relatório Gerencial**. – Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2018b. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Edicoes>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

CONTESINI, L. **Cinco fatores que tornam o asfalto brasileiro tão ruim**. 2017. Disponível em: <<https://www.flatout.com.br/cinco-fatores-que-tornam-o-asfalto-brasileiro-tao-ruim>>. Acesso em: 23 set 2018.

COSTA, F. M.; PRATA, L. F.; PEREIRA, G. T. Influência das condições de pré-abate na incidência de contusões em frango de corte. **Revista Veterinária e Zootecnia**. v. 14, n. 2, p. 234-245, 2007.

DELIBERALI, E. A.; VIANA, G.; STADUTO, J. R.; RINALDI, R. N. Exportações e habilitações de carne de frango ao mercado internacional: um estudo da mesorregião oeste do Estado do Paraná. **Informações Econômicas**, v. 40, n. 6, 2010.

DNIT – Ministério dos Transportes. **Mapas e Informações**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados econômicos do cultivo de soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 18 fev. 2019.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Revista Geosul**, v. 27, n. 53, p. 89-113, 2012.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. Apresentação. In: FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. (Orgs.). **Internacionalização e os Países Emergentes**. São Paulo: Atlas, p. 3-14, 2007.

FRANÇA, L.. R. **A evolução da base técnica da avicultura de corte no Brasil: transformações, determinantes e impactos**. 2000. 141f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de higiene ocupacional NHO 09: avaliação da exposição**

ocupacional a vibrações de corpo inteiro: procedimento técnico. São Paulo, 63 p. 2012a.

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de higiene ocupacional NHO 10:** avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços: procedimento técnico. São Paulo, 53 p. 2012b.

GEBRESENBET, G.; VAN DE WATER, G.; GEERS, R. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. **Biosystems Engineering**, v. 110, p. 10-19, 2011.

GEIPOT. Grupo Executivo para Integração da Política de Transportes. **Estudo de Transportes no Brasil.** Rio de Janeiro, 1993.

GRIFFIN, M. J. Measurement and evaluation of whole-body vibration at work. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.6, p. 45–54. 1990.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Notícias e Releases. 2018** Disponível em : <<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=pib&searchphrase=all>>. Acesso em: 14 Nov. 2018.

IMA. Instituto Mineiro de Agropecuária. **Trânsito Animal.** 2018 Disponível em: <<http://www.ima.mg.gov.br/component/content/241?task=view>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

IPARDES-INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Análise da competitividade da cadeia agroindustrial de carne de frango no estado do Paraná.** Curitiba, 2002.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 1683:** Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic. Geneva, p. 4, 1983.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 2631-1:** Mechanical Vibration and Shock: Evaluation of human exposure to Whole-Body Vibration – Part 1: General Requirements, p. 31, 1997.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 5349 – 1:** Mechanical Vibration: Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration, p. 24, 2001.

JORGE, S.P. **Avaliação do bem-estar animal durante o pré-abate e abate e condição sanitária de diferentes segmentos avícolas.** 2008. 107f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/mvp/d/401.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

- LIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- MACEDO, E. F. S.; JÚNIOR, N. N. A importância do planejamento logístico com foco no crescimento da demanda da cadeia produtiva de alimentos até 2050. **Revista FATEC**. v. 3, n. 3, Abril, 2017.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E BASTECIMENTO. **Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP). 2018**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/em-2017-valor-bruto-da-producao-e-recorde-com-r-540-3-bilhoes>>. Acesso em: 16.12.2018
- MATTOS, J. R. G. **Monitoramento e Análise de Desempenho de Pavimentos Flexíveis da Ampliação da Rodovia BR – 290 / RS – A Implantação do Projeto Rede Temática de Asfalto no Rio Grande do Sul**. 2014. 250f. Tese de doutorado. PPGEC / UFRGS. Porto Alegre, RS, 2014.
- MEDINA, J. **Mecânica dos Pavimentos**, 1. ed., Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1997.
- MINKA, N. S.; AYO, J. O. Physiological responses of food animals to road transportation stress - Review. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, p. 7415-7427, 2009.
- MITCHELL, M. A.; KETTLEWELL,P. J. **Sistemas de transporte e bem-estar de frangos de corte**, CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, p. 199–215, 2009.
- NAZARENO, A. C.; DA SILVA, I. J.; VIEIRA, A.; VIEIRA, F.; MIRANDA, K. O. Níveis de vibração e choques em diferentes estradas durante o transporte de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: RBEAA**, v. 17, n. 8, p. 900-905, 2013.
- PASCHE, E.; SILVA, C. F. S. C.; PIRES, G. M.; SPECHT, L. P.; ECHEVERRIA, J. A. S. **Estudo das características tecnológicas do fresado e suas utilizações em camadas do pavimento no Rio Grande do Sul**. In: ENCONTRO DE ASFALTO, 21º, Rio de Janeiro, 2014.
- RANATHUNGA, C. L.; JAYAWEERA, H. H. E.; SURAWEEERA, S. K. K.; WATTAGE, S. C.; RUVINDA, K. K. D. L.; ARIYARATNE, T. R. **Vibration effects in vehicular road transportation**. Proceedings of the Technical Sessions, v. 26, p. 9-16, 2010.
- RANDALL, J. M.; DUGGAN, J. A.; ALAMI, M. A.; WHITE, R. P. Frequency weightings for the aversion of broiler chickens to horizontal and vertical vibration. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 68, p. 387-397, 1997.
- RANDALL, J. M.; STREADER, W. V.; MEEHAN, A. M. Vibration on poultry transporters. **British Poultry Science**, v. 34, p. 635-642, 1993.
- RAO, S. S. **Vibrações mecânicas**. 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

RIBEIRO, C. S. **Bem-animal como pré-requisito de qualidade na produção de frangos de corte.** 2008. 47f. Monografia (Especialização em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) - Universidade Castelo Branco, RJ.

RIZZI, A. T. A indústria de frangos no Brasil: constituição e transformações. In: III Congresso Brasileiro de História Econômica e 4<sup>a</sup> Conferência internacional de História de Empresas, Curitiba/1999. Congresso Brasileiro de História Econômica, 3. Conferência Internacional de História de Empresas, 4, **Anais...**, Belo Horizonte, MG, 2004.

RUTTER, S. M.; RANDALL, J. M. A version of domestic fowl to whole body vibratory motion. **Applied Animal Behaviour Science**, v.37, p.69-73, 1993.

SALGADO, C. C. R.; AIRES, R. F. F.; WALTER, F.; ARAÚJO, A. G. **Contribuições à melhoria de processos organizacionais: uma avaliação empírica sob a perspectiva de mapeamento de processos em uma unidade da Universidade Federal da Paraíba.** Holos. v. 1, n. 29, p. 151-169, 2013.

SANTANA, H. **Mecânica dos pavimentos de baixo custo.** 27<sup>a</sup> Reunião Anual de Pavimentação, ABPv, Teresina, p. 489 – 521, 1993.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; FAUCITANO, L. S.; DADGAR, P.; SHAND, L. A.; GONZÁLEZ, T. G. C. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 92, p. 227-243, 2012.

SEEG - SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Relatório SEEG Energia 2018.** Disponível em: <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/05/Relato%CC%81rios-SEEG-2018-Energia-Final-v1.pdf>>. Acesso em: 17 Dez. 2018.

SEBRAE – SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Cadeia produtiva da avicultura: cenários econômicos e estudos setoriais.** Recife, 2008. Disponível em: <<http://189.39.124.147:8030/downloads/avicultura.pdf>>. Acesso em: 7 Dez. 2018.

SILVA, C. L.; SAES, M. S. M. **Estruturas e Características da Cadeia de Valor a partir do Tipo de Governança: Uma Avaliação Preliminar da Avicultura de Corte Paranaense.** Cascavel, 2005. Disponível em: <<http://www.erevista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/224/157>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

SILVA, M.A.N.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, C. J.M.; ROSÁRIO, M.F.; SILVA, I.J.O.; COELHO, A.A.D; SAVINO, V.J.M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1126-1130, 2007.

SORJ, B.; POMPERMAYER, M. J.; CORADINI, O. L. **Camponeses e Agroindústria: Transformação social e representação política na avicultura brasileira.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1982.

SOTELO, J. J. **Introdução às vibrações mecânicas.** 1. Ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2006.

THE WORLD BANK (2018). **Logistics Performance Index:** International LPI global ranking. Disponível em: <<http://lpi.worldbank.org/international/global>>. Acesso em: 16 dez 2018.

TRIENEKENS, J.; WOGNUM, N. Requirements of Supply Chain Management in differentiating European pork chains. **Meat Science**, v. 95, p. 719-726, 2013.

UBA. UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Protocolo de bem-estar para frangos e perus.** São Paulo, jun. 2008. Disponível em: <[https://avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo\\_de\\_bem\\_estar\\_para\\_frangos\\_e\\_perus.pdf](https://avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo_de_bem_estar_para_frangos_e_perus.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2019.

VIEIRA, F. M. C.; DA SILVA; I. J. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D. Perdas nas operações pré-abate: Ênfase em espera. **Comunicado técnico**, maio 2009. Disponível em: <[http://pt.engormix.com/MA-avicultura/industria-carne/artigos/perdas-nas-operacoes-preabate\\_152.htm](http://pt.engormix.com/MA-avicultura/industria-carne/artigos/perdas-nas-operacoes-preabate_152.htm)>. Acesso em: 18 fev. 2019.

VILLARROEL, M.; MARÍA, G. A.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J. L.; GEBRESENBET, G. **Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality.** Meat Science, Barking, v. 63, n. 3, p. 353-357, 2003.

VIOLA, M.; TRICHES, D. **A cadeia de carne de frango: uma análise dos mercados brasileiros e mundial de 2002 a 2010 (Texto nº 44),** Caxias do Sul, RS, Centro de Ciências Econômicas, Contábeis e Comércio Internacional, Universidade de Caxias do Sul, Instituto de Pesquisas Econômicas e Sociais (IPES), 2013.

WALBER, M.; TAMAGNA, A. Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual. **Revista Liberato**, v.11, p.1-88, 2010.

WARRISS, P. D. et al. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 46, p. 647-651, 2005.

WARRISS, P. D.; BROWN, S. N.; KNOWLES, T. G.; EDWARDS, J. E.; DUGGAN, J. A. Potential effect of vibration during transport on glycogen reserves in broiler chickens. **The Veterinary Journal**, v.153, p.215-219, 1997.

WARRISS, P. D.; KNOWLES, T. G.; BROWN, S. N.; EDWARDS, J. E.; KETTLEWELL, P. J.; MITCHELL, M. A.; BAXTER, C. A. Effects of lairage time on body temperature and glycogen reserves of broiler chickens held in transport modules. **Veterinary Record**, v.145, p.218-212, 1999.

ZHANG, L.; YIE, H. Y.; ZHANG, H.J.; XU, L.; WU, S. G.; YAN, H. J.; GONG, Y. S.; QI, G. H. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. **Poultry Science**, v. 88, p. 2033-2041, 2009.

## APÊNDICE

Demais trabalhos elaborados durante o Programa de Pós-Graduação que contribuíram com dissertação.

TÍTULO	PERIÓDICO/base	Trabalhos	Status
Impacto da vibração durante o transporte simulado de frangos de corte	ENERGIA DA AGRICULTURA	Artigo	Submetido
Impactos da vibração e da pavimentação no transporte de aves	AGRARIAN	Artigo	Submetido
Impactos da vibração e da pavimentação no transporte de aves	NETLOG	Artigo	Submetido