



**UNIVERSIDADE TECNÓLOGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

THIAGO FLORES SILVA

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DOS FATORES DE PRÉ-ABATE NO *DRIPPING*
TEST DE FRANGO UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS**

FRANCISCO BELTRÃO

2021

THIAGO FLORES SILVA

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DOS FATORES DE PRÉ-ABATE NO *DRIPPING*
TEST DE FRANGO UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS**

**EVALUATION OF THE IMPACTS OF PRE-SLILLING FACTORS ON THE
DRIPPING TEST OF CHICKEN USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Área de Concentração: Tecnologia de alimentos

Linha de Pesquisa: Tecnologia de produtos de origem animal

Orientador: Prof. Dr.Alexandre da Trindade Alfaro
Coorientadora: Profa. Dra.Cleusa Inês Weber

FRANCISCO BELTRÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



THIAGO FLORES SILVA

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DOS FATORES DE PRÉ-ABATE NO DRIPPING TEST DE FRANGO UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 04 de Agosto de 2021

Prof Alexandre Da Trindade Alfaro, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Cristiane Canan, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Sandro Parteca, Mestrado - Brf S.A.

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 11/10/2021.

Dedico a realização desse estudo aos meus familiares e amigos
que se fizeram presente ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter sido meu apoio em todos os momentos, pois foi com ele que encontrei forças para chegar até aqui.

A minha família a qual é à base de tudo, sem ela não teria impulso algum para ir em busca de alcançar os objetivos até então traçados.

Aos meus amigos que sempre buscaram de uma forma ou outra ajudar-me quando precisei.

Agradeço em especial ao meu orientador, professor Alexandre da Trindade Alfaro e a co-orientadora Cleusa Weber, pela dedicação em me orientar, sempre dispostos a me ajudar quando solicitado, sempre com o máximo de atenção.

“Há homens que lutam um dia, e são bons;
Há outros que lutam um ano, e são melhores;
Há aqueles que lutam muitos anos, e são muito bons;
Porém há os que lutam toda a vida
Estes são os imprescindíveis”.

Bertold Brecht

SILVA, Thiago Flores. **Avaliação dos impactos dos fatores de pré-abate no *dripping test* de carcaças de frango utilizando redes neurais artificiais.** 72 f. Monografia. (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2021.

RESUMO

O crescente aumento no consumo mundial de carne de frango tem por consequência um aumento na produção e na exigência do consumidor por qualidade atendendo os atributos sensoriais. A qualidade da carne é controlada por parâmetros físico-químicos de aparência, textura, pH e suculência e é diretamente ligada as reações bioquímicas pós morte da ave. Com o aumento da demanda, as empresas necessitam se manter competitivas. Dentro do processo de abate de aves, durante o resfriamento em imersão em água, cada carcaça pode ganhar até 8% em absorção em água e o parâmetro de controle é a perda por gotejamento (*dripping test*) não podendo ultrapassar 6%, conforme legislação do MAPA. Um problema recorrente na indústria, é o não atendimento do *dripping test*, extrapolando os 6%, gerando elevada perda econômica. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os impactos e identificar os fatores pré-abate que apresentam influência na absorção de água de carcaças de frango, utilizando redes neurais artificiais. Para o desenvolvimento, foi utilizado o algoritmo *Multilayer Perceptron* que compõe o programa *Weka* versão 3.8.3 para identificar as variáveis de pré-abate. Com o estudo verificou-se que o método de *Percentage Split* apresentou melhores resultados que o *Cross Validation*, uma vez que utiliza 70% dos dados para treinamento da RNA, ao contrário do *Cross Validation* que utiliza 100% para validação, não exercendo o treinamento da rede. A melhor estrutura de rede encontrada foi com duas camadas ocultas com 20 e 10 neurônios por camada com 500 épocas, resultando em correlação (R) de 0,6138 e RMSE 0,1064. As variáveis com maior impacto foram o coeficiente de absorção, temperatura de galpão, temperatura ambiente externo, tempo de espera no galpão e distância de transporte, desse modo, demonstrando que o estresse térmico das aves tem influência direta na absorção de água de carcaças de frango.

Palavras-chave: Fatores pré-abate, Bem-estar animal, Absorção de água, RNA's.

SILVA, Thiago Flores. **Evaluation on the impacts of pre-slaughter factors on the dripping test of chicken carcasses using artificial neural networks.** 72 f. Monography. (Professional Master in Food Technology) - Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2021.

ABSTRACT

The growing increase in the world consumption of chicken meat has, as a consequence, an increase in production and consumer demand for quality, taking into account sensory attributes. Meat quality is controlled by physical-chemical parameters of appearance, texture, pH and succulence and is directly linked to the bird's post mortem biochemical reactions. With the increase in demand, companies need to remain competitive. Within the poultry slaughter process, during cooling in water immersion, each carcass can gain up to 8% in water absorption and the control parameter is the loss by dripping test, not exceeding 6%, according to the legislation of the MAP. A recurrent problem in the industry is the non-compliance with the dripping test, exceeding 6%, generating a high economic loss. The present work aimed to evaluate the impacts and identify the pre-slaughter factors that influence the water absorption of chicken carcasses, using artificial neural networks. For the development, the Multilayer Perceptron algorithm that composes the program Weka version 3.8.3 was used to identify the pre-slaughter variables. With the study it was found that the Percentage Split method presented better results than the Cross Validation, since it uses 70% of the data for ANN training, unlike the Cross Validation which uses 100% for validation, not exercising the training of the network. The best network structure found was with two hidden layers with 20 and 10 neurons per layer with 500 epochs, resulting in correlation (R) of 0.6138 and RMSE 0.1064. The variables with the greatest impact were absorption coefficient, house temperature, outdoor temperature, house waiting time, transport distance, demonstrating that the thermal stress of birds has a direct influence on the water absorption of chicken carcasses.

Keywords: Pre-slaughter factors, Animal welfare, Water absorption, RNA's.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informação nutricional para uma porção de 10 gramas de carne de frango sem pele.....	25
Tabela 2 - Composição química (g/100g) e conteúdo energético (Kcal/100g) médio da carne de frango.....	28
Tabela 3 - Tempo de imersão no procedimento de <i>dripping test</i> em relação ao peso das carcaças.....	36
Tabela 4 - Variáveis de entrada.....	47
Tabela 5 - Dados coletados no processo.....	52
Tabela 6 - Diferentes estruturas de redes compostas.....	56
Tabela 7 - Configuração com melhor resultado com <i>Percentage Split</i>	59
Tabela 8 - Configuração com melhor resultado com <i>Cross Validation</i>	62
Tabela 9 - Variáveis com maior impacto no <i>dripping test</i> de carcaças de frango.....	64
Tabela 10 - Configuração com melhor resultado com <i>Percentage Split</i>	67
Tabela 11 - Configuração com melhor resultado com <i>Cross Validation</i>	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de processo de abate de aves.....	21
Figura 2 - Aves imersas no tanque durante a realização do teste.....	35
Figura 3 - Ganchos onde são penduradas as carcaças para o gotejamento...	36
Figura 4 - Modelo geral do neurônio.....	40
Figura 5 - Organização em camadas.....	41
Figura 6 - Redes neurais artificiais de múltiplas camadas.....	42
Figura 7 - Redes neurais artificiais recorrentes.....	43
Figura 8 - Arquitetura rede neural MLP com duas camadas escondidas.....	44
Figura 9 - Condicionamento dos animais durante o tempo de descanso.....	49
Figura 10 – phmêtro digital.....	50
Figura 11 - Carcaças imersas em água com gelo.....	51
Figura 12 - Carcaças durante o gotejamento.....	52
Figura 13 - Conversão dos dados em extensão arff.....	53
Figura 14 - Normalização de dados através da função Normalize.....	54
Figura 15 - Parâmetros padronizados do programa para avaliação dos dados.....	55
Figura 16 - Valores preditos versus reais pelo MiniTab6.....	56
Figura 17 - Método de seleção de atributos de Ranker.....	57
Figura 18 - RNA com melhor correlação para <i>dripping test</i> pelo método de <i>Percentage Split</i>	58
Figura 19 - Gráfico experimental x predito.....	60
Figura 20 - RNA com melhor correlação para <i>dripping test</i> pelo método de <i>Cross Validation</i>	61
Figura 21 - Gráfico experimental x predito.....	63
Figura 22 - RNA com melhor correlação para <i>dripping test</i> pelo método de <i>Percentage Split</i>	63
Figura 23 - RNA com melhor correlação para <i>dripping test</i> pelo método de <i>Percentage Split</i>	68

LISTA DE SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
BR	Regularização Baysiana
CRA	Capacidade de Retenção de Água
LM	Levenberg-Marquardt
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MSE	Erro Quadrático Médio
OIE	Organização Mundial para Saúde Animal
pH	Potencial Hidrogeniônico
PSE	Pálido, Flácido e Exsudativo
R	Coefficiente de Correlação
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RNA	Redes Neurais Artificiais
SCG	Gradiente Conjugado Escalado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 CONSUMO DE CARNE DE AVES.....	17
2.2 MANEJO DE PRÉ-ABATE.....	18
2.3 ABATE DE AVES.....	20
2.3.1 Fazes do abate.....	21
2.4 BEM-ESTAR ANIMAL.....	23
2.5 CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE FRANGO.....	25
2.5.1 Características sensoriais.....	26
2.5.2 Características químicas e nutricionais.....	27
2.5.3 PSE - <i>Pale, Soft and Exudativa</i>	29
2.5.4 Capacidade de retenção de água (CRA).....	30
2.6 FATORES DE PRÉ-ABATE QUE INTERFEREM NA ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	31
2.7 LEGISLAÇÃO VIGENTE PARA CONTROLE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA EM CARCAÇAS DE FRANGO.....	33
2.7.1 Medição de absorção de água em carcaças.....	34
2.7.2 Teste de gotejamento ou <i>dripping test</i>	34
2.7.3 Resfriamento de carcaça de aves e sua importância quanto a absorção.....	37
2.8 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS.....	38
2.8.1 Arquitetura das redes neurais artificiais.....	41
2.8.2 <i>Software Weka</i>	43
2.8.3 <i>Multilayer Perceptron</i>	44
3 MATERIAL E MÉTODOS	46
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	46
3.2 COLETA DE DADOS.....	46
3.2.1 Animais.....	46
3.3 MÉTODOS.....	46

3.3.1 Distância do aviário.....	47
3.3.2 Tempo de jejum.....	47
3.3.3 Sexo.....	48
3.3.4 Idade.....	48
3.3.5 Peso médio.....	48
3.3.6 Tempo de descanso no galpão de espera.....	48
3.3.7 Temperatura ambiente.....	49
3.3.8 Massa inicial da carcaça.....	49
3.3.9 Absorção de água pela carcaça.....	49
3.3.10 pH.....	50
3.4 PROCEDIMENTO DO <i>DRIPPING TEST</i>	50
3.5 TRATAMENTO DOS DADOS.....	52
3.5.1 Pré-processamento.....	52
3.5.2 Mineração dos dados.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1 <i>PERCENTAGE SPLIT</i>	59
4.2 <i>CROSS VALIDATION</i>	61
4.3 <i>RANKER</i>	64
4.4 OTIMIZAÇÃO DA REDE NEURAL.....	67
4.4.1 <i>Percentage Split</i>	67
4.4.2 <i>Cross Validation</i>	68
5 CONCLUSÃO	70
6 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS	71
REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

O consumo mundial de carne de frango e, conseqüentemente, a sua produção é crescente. No Brasil, a produção de carne de frango dobrou nas últimas décadas, passando de 5,082 milhões de toneladas ano em 2000 para 13,512 toneladas/ano em 2018. A maior produtora é a região sul com 7,875 toneladas, seguidas da região sudeste e centro-oeste, com 2,784 e 1,873 toneladas/ano, respectivamente. O Brasil é também o 2º maior produtor de frangos do mundo, o maior exportador com mais de 40% do mercado (VENANCIO, 2020).

Conforme dados divulgados pela ABPA (2020), a avicultura brasileira teve resultados positivos em 2019. A produção de carne de frango foi estimada em 13,15 milhões de toneladas, 2,3% a mais do que as 12,85 milhões de toneladas de 2018.

A produção destinada ao mercado interno foi superior a 60%. Considerando a exportação de carne de frango, incluindo os produtos *in natura* e processados, foi registrado volume e receita positivos em 2019. O embarque de carne de frango totalizou 4,212 milhões de toneladas, com 2,8% de aumento em comparação com as 4,1 milhões de toneladas de 2018 (ABPA, 2020).

Para 2021, o Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) estima que o volume de carne de frango proveniente dos cinco maiores produtores mundiais, EUA, China, Brasil, União Europeia e México deve ter um aumento de 0,98%, passando de 64,644 milhões de toneladas em 2020 para 65,280 milhões de toneladas. Ressalta-se que, a produção desses países corresponde a dois terços do volume total previsto (USDA, 2021).

O índice de aumento de produção previsto para o Brasil em 2021 é de 1,73%. Dessa forma, o país vai ultrapassar a quantidade de 14 milhões de toneladas, sendo responsável por cerca de 14% da produção mundial, 0,61% a mais que no ano de 2019. Mesmo com esse acréscimo de produção, o índice de expansão será inferior ao da China (+5,71%), EUA (+2,68%) e México (+2,43%), o que significa ritmo de evolução mais lento que o dos outros produtores (USDA, 2021).

Aliado ao elevado crescimento da produção de carne de frango nos últimos anos, o consumidor tornou-se mais exigente, sendo a qualidade da carne um fator fundamental. O mercado consumidor quer um produto com elevado padrão atendendo os atributos sensoriais de aparência, textura, suculência e sabor. Frente a isso, houve

um aumento na fiscalização desses produtos. Há uma preocupação pela qualidade da carcaça e pelo excesso de água absorvida durante os processos de abate e resfriamento que podem caracterizar fraude comercial.

Em 1998, o Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) implantou controles rigorosos para garantir a qualidade dos produtos frente a esse tema. A Portaria nº.210 e os programas de PPCAAP, dispõem que a carcaça pode absorver até 8% de água na fase de resfriamento. Há ainda o controle de ganho de água realizando o teste de gotejamento ou *dripping test*, que consiste em determinar a quantidade de água resultante do descongelamento de carcaças congeladas, não podendo ultrapassar os 6% (BRASIL, 1998).

Sabe-se que a qualidade da carne é controlada por parâmetros físico-químicos como aparência, textura, pH e suculência, os quais estão diretamente ligados a velocidade das reações bioquímicas que ocorrem após a morte da ave, características essas que interferem no processo de absorção pela carcaça de frango (ORDONEZ et al., 2005).

Segundo Garcia et al. (2008), o jejum alimentar interfere na qualidade da carne de frangos de corte, sendo possível verificar perdas de peso vivo e aumento das taxas de absorção de água pela carcaça. Debut et al. (2003) ao avaliar condições de estresse na fase pré-abate de aves observaram que um estresse de duas horas a uma temperatura de 35° C, afeta consideravelmente o pH do músculo. Os autores relataram que altas taxas na força de cisalhamento ocasionam redução quanto a qualidade de carne, onde ela apresenta baixa capacidade de retenção de água, já que possuem reduzido potencial proteolítico *post mortem*, reduzindo as características organolépticas (maciez) (GARCIA et al., 2008; DEBUT et al., 2003).

Devido a grande preocupação do setor quanto a produção de carne com qualidade, se faz necessário estabelecer parâmetros e condições de avaliação que contribuam com melhorias do processo produtivo. As redes neurais artificiais (RNAs) são modelos computacionais que simulam o cérebro humano, através de neurônios artificiais conectados em camadas entre si aplicam uma função matemática de dados e geram uma ou mais respostas (BINOTI; BINOTI; LEITE, 2014). Segundo Borges et al. (2018) a ampla utilização de redes neurais em diversos segmentos do mercado, inclusive na indústria de alimentos, pode viabilizar análises mais complexas que a

estatística convencional, uma vez que utilizam dados quantitativos e qualitativos no mesmo modelo e realizam análises de dados não lineares e multivariados.

Assim, o presente estudo visa identificar e avaliar os impactos provenientes dos fatores pré-abate na absorção de água pela carcaça de frango, por meio do emprego de redes neurais artificiais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Utilizar redes neurais artificiais para avaliar os impactos e identificar os fatores pré-abate que apresentam influência na absorção de água de carcaças de frango.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as condições de pré-abate que interferem na absorção de água;
- Utilizar o *dripping test* para determinar a absorção de água das carcaças de frango;
- Correlacionar as variáveis pré-abate com a absorção de água pelas carcaças de frango;
- Verificar a interferência do pH da carne na absorção pelas carcaças de frango;
- Utilizar o algoritmo *Multilayer Perceptron* que compõe o programa *Weka* versão 3.8.3 para identificar as variáveis de pré-abate que interferem na absorção de água na carcaça;
- Avaliar o melhor modelo para as variáveis estudadas quanto a absorção de água em carcaça de frango;
- Estudar as diferentes arquiteturas de redes neurais e identificar a que melhor se enquadra no estudo proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSUMO DE CARNE DE AVES

A carne de frango é uma das mais consumidas no mundo e dentre as principais características que beneficiam o consumo destacam-se o preço, a disponibilidade para o mercado consumidor, a percepção de segurança quanto à origem da carne, a preocupação com a saúde por buscar produtos mais saudáveis. Outra característica é que não apresenta restrições religiosas ou culturais quanto ao seu consumo (GANECO, 2016).

A avicultura de corte no Brasil até o final da década de 50 era considerada uma atividade de subsistência e com poucos recursos, sendo desenvolvida em escala sem ambição comercial / industrial. A partir de 1960, passou a ter uma maior intensidade no seu processo de produção, em virtude da melhoria genética, introdução de novas tecnologias, uso de instalações apropriadas, alimentação elaborada, e parceria entre produtor e a agroindústria (SILVA, 2007).

Em 2019 a exportação de carne de frango brasileira teve um aumento de 37% nos volumes exportados para a Ásia, onde a China concentrou 14% do volume total de carne de frango exportada pelo Brasil, sendo que as 513 mil toneladas importadas em 2019 representaram um aumento de 28% em relação as 401 mil toneladas importadas em 2018. Ao avaliar o comportamento das exportações por estado, o Paraná continua sendo o maior exportador de carne de frango do país (BECK, 2019).

Conforme dados divulgados para Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), a produção de carne de frango em 2020 superou em 4% a produção registrada em 2019. No mercado interno, os níveis de consumo também aumentaram quando comparado o ano de 2019 com o de 2020, tendo um acréscimo de 2,5%, representando um total de 43,9 quilogramas per capita em 2020.

De acordo com o estudo desenvolvido pelo MAPA, foram estabelecidas projeções entre o período de 2019/20 a 2029/30, onde consta que a produção de carne de frango deve atingir o maior crescimento no período frente à carne bovina e suína, chegando a 28,1%. A proteína avícola também deve liderar o ranking do consumo de carnes, com avanço de 27,6% na década. Considerando o consumo da carne de frango, o crescimento projetado para o consumo da carne de frango é de

2,5% no período 2019/20 a 2029/2030. Já o consumo previsto para a próxima década é de 13,3 milhões de toneladas (GUIMARÃES, 2020).

A produção de frangos de corte brasileira é uma das mais produtivas e desenvolvidas aviculturas do mundo inteiro, devido aos investimentos nas áreas de genética, nutrição, manejo, biossegurança e à implementação de programas de qualidade que incluem o bem-estar animal e a preservação do meio ambiente (MENDES, 2017).

2.2 MANEJO DE PRÉ-ABATE

O pré-abate consiste na ação de carregamento dos frangos em idade ideal para serem direcionados a planta industrial, considerando quatro operações que são programação de retirada, jejum, carregamento e transporte. Em virtude de um significativo potencial de riscos com relação a qualidade, rendimento de carcaça e inocuidade alimentos, é vital que esse procedimento seja bem dimensionado, a fim de seja possível assegurar a integridade das aves no momento da entrega/descarga no abatedouro (MONTEIRO et al., 2017).

Conforme descrito por Tavernari et al. (2012), o manejo pré-abate tem início logo após a fase de criação, momento em que é feita a retirada da ração, até quando a ave chega ao abatedouro. Durante todos os processos desenvolvidos no período de criação, tem-se a preocupação quanto a integridade física das aves, para a obtenção de um produto final com qualidade e segurança, minimizando ao máximo condenações das carcaças, atendendo dessa forma as normas de bem-estar animal.

O manejo de pré-abate, 24 horas que antecedem o abate das aves, constitui um passo vital na preparação para o processamento da carne de frango. Nesta etapa final do ciclo de manejo do frango, os procedimentos realizados (jejum, apanha das aves, transporte e área de espera) podem impactar substancialmente no bem-estar das aves, no rendimento e qualidade da carcaça e na rentabilidade geral (MONLEÓN, 2013).

Outra etapa importante do pré-abate está no momento do corte da ração, ou seja, o jejum alimentar. Essa etapa tem por objetivo deixar o sistema gastrointestinal das aves limpo, sem a presença de alimentos, de maneira que com isso seja possível reduzir o risco de contaminação durante o abate. Quando ocorre a contaminação, ela

acarreta em perdas econômicas significativas, pois quando identificada a contaminação é preciso reduzir a velocidade da linha para que seja realizada a inspeção adequada das carcaças, após a etapa de evisceração, pelas autoridades sanitárias competentes, se bem como pelas perdas provenientes da presença de matéria fecal ou manchas de bÍlis na superfície interna ou externa das carcaças (MONLEÓN, 2013). Após o corte de ração, é realizado o tempo de jejum, que é de até 12 horas, com temperatura no galpão de espera de no máximo 25° C, a qual é mantida através de ventilação e aspersão de água. O objetivo é manter o bem-estar animal, sem causar estresse nas aves, uma vez que afeta diretamente na qualidade da carne posteriormente (BRASIL, 1998).

Mediante a retirada da ração, é preciso garantir aos animais acesso livre água até o momento do carregamento. Durante o jejum há uma redução do peso vivo da ave, que é inerente ao processo. Essa redução, resultante da excreção das fezes, da eliminação das reservas de água e energia para se manter vivo até o abate não é recuperada no abatedouro, sendo convertida em uma perda líquida, irreversível e de grande expressividade econômica para as empresas. Dessa forma, para que o programa de jejum seja efetivo, é primordial que ele seja elaborado por profissionais com o conhecimento desejado e devido de todo o processo, para que se obtenha, assim, o equilíbrio entre os aspectos econômico e sanitário (MONTEIRO et al., 2017).

Mendes (2013), em seu estudo relatou a presença de outras condenações resultantes do manejo inadequado das aves durante o pré-abate como:

- a. Desenvolvimento não satisfatório decorrente no manejo incorreto dos pintos;
- b. Lote não uniforme;
- c. Fraturas de pernas e asas, e verificação de mortalidade resultante de apanha incorreta, carregamento das aves, e durante o transporte;
- d. Perda de peso e mortalidade das aves durante o transporte e o tempo de espera para o abate;
- e. Contusões verificadas durante o manuseio das caixas no processo de descarga e retirada das aves;
- f. Hemorragias e fraturas da asa observadas durante o processo de apanha, transporte e pendura e atordoamento das aves;

- g. Arranhões de dorso e coxas, relacionados com a grande densidade de criação, apanha das aves, relação aves/caixa no transporte, retirada das aves das caixas e com o pendura;
- h. Hematomas de peito devido a amontoamentos de aves e choques durante a apanha ou decorrente de outras variáveis como densidade, manejo da apanha, manejo das caixas, tipos de caixas, aves soltas e pendura brusco.

Ludtke, Vilela e Costa (2009), citaram que os problemas de bem-estar relacionados ao transporte e a descarga das aves são morte, hematomas, fraturas, lesão de pele, exaustão metabólica, desidratação e estresse térmico, problemas esses que interferem diretamente na qualidade de carcaça, e conseqüentemente modificando os custos de produção.

O transporte de aves vivas é realizado em gaiolas, um fator essencial para assegurar a qualidade e o rendimento das carcaças entre a granja e a planta. Dessa forma, recomenda-se estabelecer um limite de peso, ou número de aves a ser transportado por gaiola para poder acomodar, confortavelmente, as aves durante o trajeto; escolher gaiolas que facilitem a colocação e retirada das aves; utilizar gaiolas que permitam o arejamento das aves durante o transporte e que estejam em boas condições de conservação para evitar que as aves se machuquem (MONLEÓN, 2013; MONTEIRO et al., 2017).

A elaboração do programa de transporte deve avaliar as distâncias a serem percorridas, a condição das estradas, se bem como o peso dos caminhões quando vazios e carregados, sendo assim possível programar os tempos de viagem para que elas sejam tranquilas e atendam às necessidades dos abatedouros.

O pré-abate é uma etapa de curta duração, porém pode afetar negativamente a qualidade das aves. Nesse contexto, é importante seu gerenciamento visando assegurar a qualidade e rendimento de carcaça e a inocuidade da matéria-prima (MONLEÓN, 2013; MONTEIRO et al., 2017).

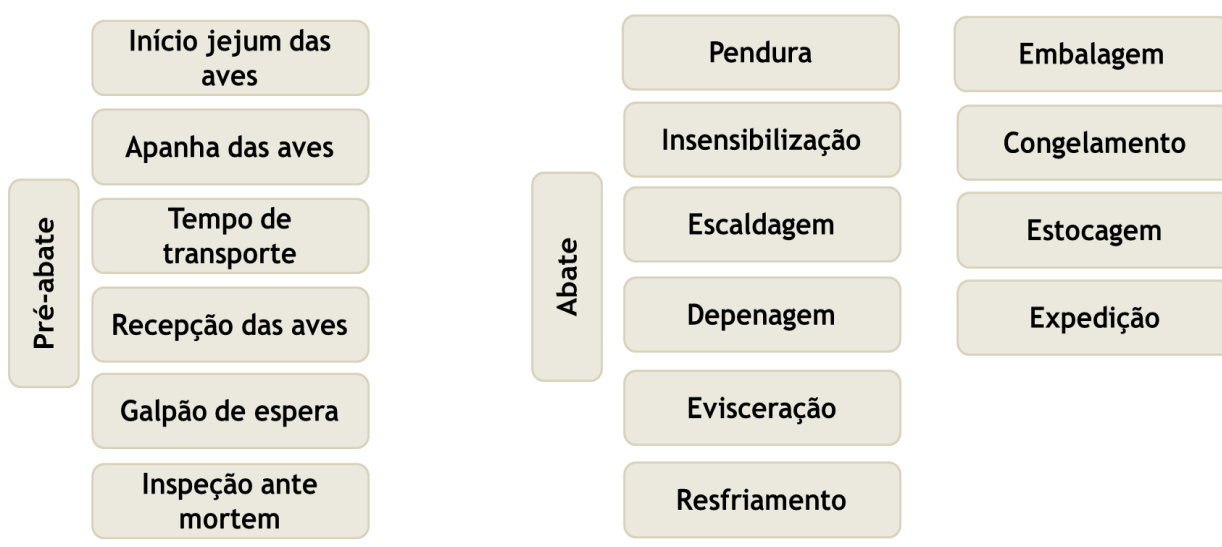
2.3 ABATE DE AVES

Qualquer abatedouro licenciado com inspeção federal, independente da espécie de origem, deve seguir o que preconiza o Regulamento da Inspeção Industrial

e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), contudo para o matadouro de aves e coelhos há, ainda, uma legislação específica (Portaria nº.210/1998) que norteia todos os trabalhos. Tal legislação se encontra em vigor e rege todas as operações e produtos advindos do abate de aves, exceto o manejo pré-abate das aves.

O fluxograma de abate de aves inicia-se com a chegada das mesmas ao matadouro a partir da etapa de recepção e finaliza com a expedição dos produtos prontos para consumo (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma de processo de abate de aves



Fonte: Autor (2021).

2.3.1 Fases do abate

A pendura é feita através do enganchamento da ave pelos pés, introduzindo a cabeça da ave em um local com água onde será submetida a passagem de uma corrente elétrica, onde o animal ficará atordoado e imobilizado, facilitando a saída de sangue no processo de sangria (GONÇALVES, 2008; OLIVEIRA, 2014).

A insensibilização é feita por eletronarcolese. Esse processo consiste na imersão da ave em água ou salmoura, pelo tempo de até 2 segundos com voltagem de 60 V para frango, 70-80 V para galinha, e acima de 120 V para peru. Deve-se evitar a imersão além da cabeça para que não ocorrem problemas durante a sangria (GONÇALVES, 2008; OLIVEIRA, 2014).

A sangria é caracterizada como uma ação passiva, a qual pode ser acelerada

através do bombeamento cardíaco. A insensibilização elétrica reduz, parcialmente, as reações bioquímicas *post mortem*, agindo na maciez verificada no peito. É realizada mediante uma incisão manual dos vasos do pescoço, sendo o sangue coletado em calha própria e depois bombeado para graxaria para fabricação de farinha. O tempo mínimo de sangria é de 3 minutos até o tanque de escaldagem. A completa sangria é de extrema importância para a boa apresentação e para a qualidade microbiológica da carcaça. O volume de sangue corresponde até 4% do peso vivo da ave. O tempo de sangria não deve ultrapassar três (3) minutos, visto que um tempo maior que esse irá interferir diretamente na qualidade da depenagem (TAVERNARI et al., 2012).

A escaldagem visa realizar uma prévia lavagem e afrouxamento das penas. Deve ser ajustada de acordo com a ave a ser abatida, levando em consideração o aspecto higiênico e os cuidados para escalda excessiva ocorrendo queimaduras no peito e coxas. Já na depenagem é feita a retirada da maior quantidade possível de penas sem lesionar o tecido cutâneo. Se faz importante o ajuste da depenadeira de acordo com o tamanho da ave que irá sofrer o processo. Pode ser usada duas ou três depenadeiras, estando elas posicionadas em alturas diferentes, com o objetivo de atingir toda a ave. Nessa ação é possível verificar fraturas de asas, sendo essa a lesão mãos comum (MATSUMURA, 2007).

Antes das aves serem encaminhadas para a evisceração, as aves precisam ser limpas. É realizado o corte da cloaca, seguido pela abertura do abdômen, com isso as vísceras são examinadas e separadas; e os pulmões são retirados por meio da pistola a vácuo. Após, a ave é lavada em um chuveiro de aspersão (TAVERNARI et al., 2012).

O resfriamento pode ser realizado no pré-*chiller* e no *chiller*. Com o pré-*chiller* tem-se o resfriamento, a limpeza e a reidratação da carcaça, processo esse que tem como propósito recuperar a água perdida durante os processos realizados anteriormente na carne, garantindo com isso conservação e boa aparência da mesma (SILVA, 2007). O resfriamento no *chiller* é a fase final do processo, ocorrendo a queda da temperatura de 25° C para 4° C, com isso visa-se eliminar o calor *post mortem* adquirido nas fases iniciais do abate, e evitar a proliferação da flora microbiana presente nas carcaças. Após serem retiradas dos *chiller*, as aves são novamente penduradas para ser feito o gotejamento. A finalidade do gotejamento está em eliminar o excesso de água adquirido na fase do pré-resfriamento (BAILONE; ROÇA, 2017).

O processo de embalagem / envase da ave é realizado em embalagens de polietileno com grampos ou por meio de atmosfera modificada. Quanto ao congelamento, a temperatura do túnel deve estar regulada de -35 a -40° C por 4 horas. Considerando o armazenamento, que deve ser realizado sob uma temperatura de até -12° C – ele apresenta durabilidade de 8 a 18 meses. Após todas essas etapas, as aves estão prontas para serem expedidas. Na expedição as caixas são plastificadas com polietileno em túnel de encolhimento. Após isso, são montados paletes para cada produto, posteriormente encaminhado para a câmara de estocagem, onde permanece, até a hora do embarque, a uma temperatura de 23° C negativos (OLIVEIRA, 2014).

2.4 BEM-ESTAR ANIMAL

O Brasil tem grande destaque na avicultura de corte, porém a indústria do frango apresenta diariamente perdas no que diz respeito a qualidade do produto final proveniente do estresse que ocorre durante o manejo pré-abate. Com essa ótica, as agroindústrias apresentam a necessidade de desenvolver e implementar programas de bem-estar adequados, contribuindo para melhorar o ambiente de criação e também de abate, e o principal, que não proporcione sofrimento desnecessário aos animais (RODRIGUES et al., 2016).

Bem-estar animal é uma expressão que apresenta diversas definições, porém em todas elas se faz importante avaliar três elementos que consistem em o estado emocional do animal, o funcionamento biológico e a capacidade de mostrar os padrões normais de comportamento. Estudos relacionados a cognição, motivação e complexidade do comportamento social nos animais levaram a um rápido desenvolvimento da ciência do bem-estar animal. Lida com a saúde, envolve a fisiologia, comportamento, sentimentos e resposta patológica (MANTECA et al., 2009; RODRIGUES et al., 2016).

Segundo o Código Sanitário dos Animais Terrestres, da *World Organisation for Animal Health* - OIE (2017), bem-estar animal está associado a maneira com a qual o animal se relaciona com as condições do ambiente onde ele habita. Um bom estado de bem-estar, indicado por evidências científicas, é quando o animal está saudável, confortável, bem nutrido, seguro, capaz de expressar seu comportamento natural e

não está sofrendo de sensações desagradáveis de dor, medo e angústia (MENDES, 2017).

De acordo com o Código Sanitário dos Animais Terrestres (2017), o bem-estar de frangos de corte deve ser avaliado tendo como base os parâmetros encontrados nos resultados de análises realizadas referentes aos indicadores associados ao bem-estar, como a taxa mortalidade e de crescimento. A utilização de tais parâmetros e também dos limiares adequados, devem ser adaptados conforme as situações em que as aves são manejadas, considerando ainda a linhagem da ave. Esses critérios mensuráveis e baseados em resultados podem ser indicadores úteis do bem-estar dos frangos de corte.

O programa de bem-estar animal está embasado nas cinco (5) liberdades das aves, e possui legislação específica do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA, 1998):

- a. Liberdade fisiológica (Ausência de fome e sede): Os animais devem ter acesso a água e alimento adequados para manter sua saúde e vigor.
- b. Liberdade Ambiental (Livre de desconforto): O ambiente em que eles vivem deve ser adequado a cada espécie, com condições de abrigo e descanso adequados.
- c. Liberdade Sanitária (Ausência de dor, doenças e injúrias): Os responsáveis pela criação devem garantir prevenção, rápido diagnóstico e tratamento adequado aos animais.
- d. Liberdade Comportamental (Exprimir comportamentos normais): Os animais devem ter a liberdade para se comportar naturalmente, o que exige espaço suficiente, instalações adequadas e a companhia da sua própria espécie.
- e. Liberdade Psicológica (Ausência de medo e estresse): Não é só o sofrimento físico que precisa ser evitado. Os animais também não devem ser submetidos a condições que os levem ao sofrimento mental, para que não fiquem assustados ou estressados, por exemplo.

Conforme Mendes (2001), deve-se considerar a redução do impacto do estresse pré-abate no campo do bem-estar animal, de maneira que o alto nível de

estresse pode reduzir o tempo de *rigor mortis*, que consiste na transformação do músculo em carne, tendo como resultado uma carne com consistência mais endurecida.

2.5 CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE FRANGO

Segundo Ganeco (2016), a carne de frango é uma das mais consumidas no mundo, onde as principais características para consumo são o preço, a disponibilidade para o mercado consumidor, a percepção de segurança quanto à origem da carne, a preocupação com a saúde, a busca por produtos mais saudáveis, entre outros. Essa carne apresenta rico teor de proteínas, com excelente qualidade e é recomendada para o consumo pela população em todas as idades. A Tabela 1 demonstra os teores nutricionais para uma porção de 100 gramas de carne de frango.

Tabela 1 – Informação nutricional para uma porção de 10 gramas de carne de frango sem pele

	Quantidade por porção	% Valor Diário
Valor Energético	125 Kcal	6%
Carboidrato	0 g	0%
Proteínas	20 g	27%
Gorduras Totais	5 g	9%
Gorduras Saturadas	1,50 g	7%
Gorduras Trans	0 g	***
Sódio	61 mg	2%
Colesterol	52 mg	17%
Fibra Alimentar	0 g	0%
Ferro	0,80 mg	6%

Fonte: Taea (2021).

As proteínas que compõem a musculatura são responsáveis pela retenção de umidade na carne, contribuindo com o rendimento da mesma, sua qualidade, além dos aspectos sensoriais e nutricionais. A perda da umidade compromete a qualidade da carne, pois atribui a ela uma textura dura, seca e fibrosa, assim como uma predisposição à rancificação e presença de outras alterações físico-químicas indesejáveis (SARCINELLI; VENTURIN; SILVA, 2007).

A composição química, físico-químicas indesejáveis (SARCINELLI compromete a qualidade da carne. De maneira geral, a composição da carne de

frango ãode 60% a 80% de carnee 15% a 25% de proteáveis (SARCINELLI compromete a qualidade da carne, pois qualidade, além x4zfAhXBnJAKHXT3DScQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fslideplaydade e pelo ambiente de criação (ASSIS et al., 2010; HAUTRIVE; MARQUES; KUBOTA, 2012).

Para os lipídeos, os valores encontrados na literatura variam de 1,5 a 5,3% na carne de peito, apresentando valores pouco mais elevados para a carne da coxa. Os lipídios que compõem a carne de frango apresentam um importante papel na aceitação do produto, devido à influência que promovem nas propriedades sensoriais, como textura, cor, sabor e aroma (OVERLAND et al., 2011).

Os cortes da ave são equivalentes na quantidade de nutrientes, mas diferem na concentração de gordura. O peito sem pele é a parte mais magra, com apenas três a quatro gramas de lipídios. A coxa tem de 5 g a 6 g de gordura, a sobrecoxa, de 12 g a 13 g, e a asa, de 13 g a 20 g (HAUTRIVE; MARQUES; KUBOTA, 2012).

A rancificação se dá em decorrência da oxidação lipídica através da produção de compostos que são responsáveis por desencadear um alto número de reações da cadeia dos lipídeos. Tais reações reduzem a vida de prateleira dos produtos alimentares, podendo ainda reduzir o teor nutricional, formando compostos nocivos (OLIVO, 2006).

Ao avaliar o teor de minerais a carne de frango é excelente fonte de ferro e de vitaminas do complexo B, as quais auxiliam no funcionamento do sistema nervoso e no metabolismo energéticoA vitamina B2 (riboflavina) e a vitamina B3 (niacina) agem na redução do cansaço. Já a vitamina B6 (piridoxina) e a vitamina B12 (cobalamina) atuam na formação de hemácias e impedem a formação de uma substância chamada homocisteína, que lesiona o revestimento das artérias (HAUTRIVE; MARQUES; KUBOTA, 2012).

Além do ferro, outros minerais encontrados no frango são magnésio, essencial para a função muscular; zinco, importante para a manutenção de pele, olhos e unhas saudáveis; e selênio, antioxidante que atua no sistema imune e no funcionamento da tireoide (OVERLAND et al., 2011).

2.5.1 Características sensoriais

A aparência da carne está relacionada com a cor e exsudação dela. O consumidor durante a escolha do produto tende a avaliar a cor e aparência da carne primeiramente e isto influencia diretamente na compra (FLETCHER, 2002).

A cor é a primeira característica sensorial apreciada pelo consumidor, e sua recusa ou aceitação determina que uma carne seja escolhida com mais ou menos aceitação. A cor está relacionada com as fibras musculares, o pigmento mioglobina e a hemoglobina presente no sangue, e duas proteínas de comportamento similares; elementos esses quando associados ao ferro reagem com o oxigênio, alterando a cor da carne. A cor da carne de frango varia da tonalidade cinza a vermelho pálido (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007; ORDONEZ et al., 2007).

A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física, sendo que a mioglobina é constituída de 80 a 90% do total de pigmentos (ROÇA, 2000).

A palatabilidade da carne está associada com a textura. A textura pode ser afetada por fatores *ante mortem*, como espécie, fatores genéticos, idade, estado de nutrição, estresse, entre outros. O *rigor mortis*, estimulação elétrica, a velocidade do resfriamento e o pH são fatores post-mortem que também influenciam na textura da carne de frango (CASTILHO, 2001).

2.5.2 Características químicas e nutricionais

O pH do músculo de frango vivo e sadio é de 7,2. Ocorrido o abate, a carne continua em processo bioquímico, no qual o armazenador energético (glicogênio) do músculo é transformado em ácido láctico através da ação de várias enzimas. O pH da carne de frango diminui devido à formação ácida, sendo que a carne de peito deve apresentar pH final entre 5,4 e 5,5. A velocidade de decréscimo de pH é influenciada por muitos fatores, como espécie de animal, tipo de músculo e estresse pré-abate (ORDONEZ et al., 2007).

Se o pH estiver superior a 6,2, após 24 horas, é indício que a carne de frango se encontra com grande retenção de água. Caso o pH se encontre abaixo de 5,8, em menos de 1 hora, teremos a carne PSE (do inglês *pale, soft and exsudative* – pálida, flácida e exsudativa), caracterizada pela glicólise *post mortem* muito rápida, baixando muito rápido o pH quando a temperatura do músculo ainda é elevada em torno de

37°C. Esse fato reduz a capacidade de retenção de água da carne (ORDONEZ et al., 2007; PARDI et al., 2006).

O decréscimo do pH está relacionado com a atividade de enzimas glicolíticas verificadas após o abate, sendo o pH final determinado pela reserva inicial de glicogênio que compõe o músculo. A queda post mortem do pH é um dos fatores com maior relevância na conversão do músculo em carne, interferindo na cor, capacidade de retenção de água e maciez da mesma (MELLO, 2016).

Ao identificar o pH final da carne a um nível abaixo de 5,8, as fibras musculares encontram-se mais distantes, o que desencadeia a difração da luz e reduz a intensidade da cor. Já quando o pH final é mais elevado, com teor igual ou acima de 6, as fibras musculares ficam distendidas, formando uma barreira à difusão de oxigênio e à absorção da luz (BROSSI et al., 2009).

Tong et al. (2014), ressaltaram também que o pH é um parâmetro relevante no processo de preservação da carne, já que uma carne com pH alto possui uma vida de prateleira mais curta, principalmente no que se refere ao desenvolvimento microbiano.

Os componentes majoritários da carne são água, proteína, gordura e cinzas, embora também exista pequenas quantidades de outras substâncias como aminoácidos livres, peptídeos, carboidratos, minerais e vitaminas (ORDONEZ et al., 2007).

A carne de frango é amplamente escolhida pela população como fonte de alimento, pois é classificado como alimento saudável, com baixo teor de gorduras quando consumido sem pele. Constitui uma fonte importante de proteínas; além disso, trata-se de proteínas de boa qualidade, porque são ricas em aminoácidos essenciais. Na Tabela 2 estão ilustradas as informações nutricionais da carne de frango (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007).

Tabela 2 - Composição química (g/100g) e conteúdo energético (Kcal/100g) médio da carne de frango

Tipo de Carne	Água	Proteína	Gordura	Minerais	Conteúdo Energético
Frango - peito	75,0	22,8	0,9	1,2	105 Kcal
Frango - coxa	74,7	20,6	3,1	----	116 Kcal

Fonte: Bermel (1995).

O peito, que é a parte mais magra, contém apenas 2% de lipídios. Além disso, as gorduras são de boa qualidade, visto que se tratam em grande parte de gorduras mono e poli-insaturadas. A carne de frango ainda é rica em ferro hemínico que é a forma do ferro melhor assimilada pelo organismo, e além de fontes importantes de vitaminas do grupo B, principalmente, B2 e B12 (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007; ORDONEZ et al., 2007).

2.5.3 PSE - *pale, soft and exudative*

A carne PSE (no inglês *pale, soft and exudative*; no português pálido, flácido e exsudativo), é proveniente de más condições de manejo *ante mortem* se bem como alterações metabólicas ocorridas no processo *post mortem*, ações essas que desencadeiam o aceleração ou retardamento no processo de *rigor mortis*. A carne PSE causa grande impacto na economia, já que a carne com essa característica se torna imprópria para o processamento de produtos industriais e consumo *in natura*, comprometendo significativamente a qualidade e rendimento da mesma (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007).

A coloração pálida que é verificada na carne PSE ocorre devido a desnaturação das proteínas. Com isso, a luz incidida não consegue ser transmitida por ausência de proteínas e, assim, ela acaba sendo dissipada e quando ela dispersa, a mioglobina presente no músculo não recebe a luz e a carne torna-se pálida (BROSSI et al., 2009).

O aparecimento de carnes pálidas, moles e exsudativa são vistos como um problema econômico a nível mundial. São identificadas algumas variáveis que causam a pré-disposição para a formação do processo PSE, sendo as variáveis consideráveis as diferentes estações do ano e as variações de temperaturas. Esses fatores contribuem para o aparecimento do estresse térmico nos animais. Com isso, além das perdas produtivas resultantes da formação da carne PSE, isso demonstra que os animais foram submetidos a um grande e agudo estresse, podendo com isso afirmar ou não se está sendo respeitado o bem-estar animal recomendado e preconizado (QUEIROZ, 2015; URAYAMA et al., 2018).

Alguns fatores foram identificados como elementos influenciadores para a formação de carne PSE como temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa do

ar, luminosidade, medo, fadiga; ou seja, ações que podem estressar as aves nas etapas do manejo que antecedem o abate (URAYAMA et al., 2018).

Santos et al. (2015) dispuseram que as técnicas empregadas na produção avícola de corte nos momentos pré-abate podem ocasionar alterações na qualidade da carne o que acarreta em perdas na produção, onde a falta de conforto térmico é a principal causa para danos na carne, de maneira que quanto mais extremo for o estresse térmico sofrido, mais prejuízos ainda.

A formação da carne PSE nos frangos ocorre, principalmente, por manejo realizado de forma incorreta nas etapas do pré-abate, pela formação do estresse nesses animais. Em carnes onde ocorre o PSE ocorre a rápida formação de glicose no *ante mortem*, devido a quebra de glicogênio muscular produzido pelo estresse, que faz essa quebra ser muito mais rápida do que o normal (ALVES et al., 2016).

O principal problema do PSE está na aceleração do *rigor mortis*, onde na presença de um pH entre 5,6 e 5,8, ativa as enzimas proteolíticas, que surgiram mediante a um acúmulo exagerado de ácido lático na musculatura. Essas enzimas proteolíticas interferem na contração muscular do *rigor mortis* e, conseqüentemente, agem na maciez da carne (DROVAL et al., 2012; URAYAMA et al., 2018).

2.5.4 Capacidade de retenção de água (CRA)

De acordo com Ordonez et al. (2007), entende-se por capacidade de retenção de água a aptidão da carne para reter total ou parcialmente a própria água. É uma medida de capacidade da carne ou de um produto derivado para manter seu conteúdo aquoso durante a aplicação de forças como compressão, impacto ou cisalhamento ou ao longo de determinados processos, como maturação, cozimento ou congelamento. A CRA incide sobre as características sensoriais da carne, como a cor, textura e maciez. Os autores citaram ainda que um fator importante que impacta diretamente na CRA é a alteração de pH provocada pelo estresse pré-abate, reduzindo assim a retenção de água pelo músculo

A CRA é uma das propriedades funcionais mais importantes da carne, visto que ela pode interferir em vários aspectos como a palatabilidade, além de estar diretamente associada com as perdas de água antes e durante o cozimento. É importante tanto para a carne em cortes inteiros como para produtos processados,

uma vez que, se for baixa, os mesmos não apresentarão suculência. Uma baixa capacidade de retenção de água pode significar ainda a redução do valor nutricional da carne através do líquido exsudado, o que resulta em carne mais seca e dura (MELLO, 2016).

Conforme Venturini, Sarcinelli e Silva (2007), a CRA consiste na capacidade que a carne apresenta em reter água durante os processos de aquecimento, cortes, trituração, prensagem. A capacidade de retenção de água do tecido muscular possui efeito direto durante a fase de armazenamento. Quando os tecidos apresentam pequena capacidade de retenção de água, é verificado a redução da umidade e também redução do peso durante o armazenamento. A qualidade da carne sofre interferência direta devido a capacidade de retenção de água, já que tal atividade afeta as propriedades essenciais da carne de frango.

2.6 FATORES DE PRÉ-ABATE QUE INTERFEREM NA ABSORÇÃO DE ÁGUA

Durante o processamento da carcaça, o resfriamento é vital para a qualidade do produto final. A evisceração e o resfriamento das carcaças realizado logo após o abate é uma exigência da legislação brasileira. Esse método de resfriamento permite as carcaças de frango realizar a absorção da água, e quando isso ocorre em excesso, acarreta em problemas para as indústrias (BRASIL, 1998).

O manejo pré-abate dos frangos é provavelmente uma das etapas da cadeia produtiva que exerce maior influência nos índices qualitativos e quantitativos dos produtos do abatedouro. Nesse contexto, fatores relacionados ao pré-abate também interferem nas características da carne. O tempo de jejum, que consiste na ausência de ração / alimentação da granja até o momento da pendura, e a temperatura ambiente são duas variáveis relevantes, já que estão associados ao aumento de casos de estresse nos animais, e com isso a ocorrência de carne PSE em frangos de corte. Outro aspecto refere-se a não padronização quanto ao tempo de espera já no abatedouro, já que durante esse período podem ocorrer alterações fisiológicas nos animais; devido a isso o recomendado é que as aves fiquem o menor tempo possível no galpão, sendo responsabilidade do controle de qualidade industrial realizar o monitoramento (ROSA, 2014).

O manejo pré-abate em animais envolve atividade muscular, assim como o estresse ocasionado por fatores físicos e emocionais. No transporte, é importante a utilização de caminhões higienizados, com no máximo dois pisos, visando uma melhor distribuição e conforto dos animais antes do abate (ALVES; MEDEIRO; ALBUQUERQUE, 2015).

O período pré-abate dos frangos, que vai desde a pesagem até o abate, possui aproximadamente 24 horas de duração e é, provavelmente, a etapa da cadeia produtiva que exerce maior influência nos índices qualitativos e quantitativos dos produtos do abatedouro. Dentre os fatores que antecedem o abate, o período de jejum de ração é o mais importante, pois pode evitar contaminações e prejuízos nos rendimentos das carcaças caso seja feito de maneira correta (SCHETTINO et al., 2006).

Na visão de Ludke et al. (2010), o estresse é o principal indicador para avaliar o bem-estar da ave. Durante o manejo pré-abate, a ave é exposta a variados fatores estressantes, e seu organismo responde considerando uma combinação de respostas bioquímicas, fisiológicas e comportamentais. Essas reações ajudam a ave a eliminar ou reduzir os aspectos adversos do manejo e do ambiente, como tentativa de resgatar o equilíbrio do organismo.

Para Sandercock et al. (2001), no momento do pré-abate, os principais fatores de estresse na produção que propiciam mudanças na fisiologia do animal são intervalo de jejum e dieta hídrica, transporte, e temperaturas ambientais. Doneley (2011), cita que o estresse durante o transporte pode acarretar na liberação de corticosteroides endógenos, resultando em mudanças no hemograma. O transporte é uma variável considerável ao longo da cadeia produtiva, sendo necessária a adoção de cuidados no decorrer de tal ação, visando não comprometer o estado físico do animal, seu bem-estar e desempenho produtivo.

Sobre o transporte, citam-se as situações precárias das estradas e dos veículos que circulam nesta diariamente. As possíveis vibrações produzidas durante o transporte proporcionam resultados negativos na produção, já que causam exaustão e incidências de lesões nas aves. Durante essa etapa, tem-se a geração de respostas fisiológicas resultantes do estresse ao qual os animais foram submetidos. Dessa forma, em condições pouco controlados, as aves estão mais susceptíveis à combinação de inúmeros fatores de estresse, que por sua vez, acabam propiciando

perdas na desuniformidade do lote, o que pode comprometer seu desempenho (SILVA; SILVEIRA, 2010; VIEIRA, 2011).

2.7 LEGISLAÇÃO VIGENTE PARA CONTROLE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA EM CARÇAÇAS DE FRANGO

O Programa de Combate à Fraude por Adição de Água em Carcaças de Aves, foi desenvolvido com o propósito de inibir fraudes que podem ser realizadas durante o resfriamento das carcaças de aves. Esse programa foi desenvolvido tendo como embasamento a Portaria nº.210, de 10 de novembro de 1998, que aprovou o Regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carnes de Aves, no qual está prevista a metodologia de análise (*dripping test*) e determina-se o limite máximo de 6% de água resultante do descongelamento das carcaças congeladas (BRASIL, 1998).

Em 07 de maio de 2019, passou a vigorar a Portaria nº. 74, com alterações em assuntos específicos como tanque de pré-resfriamento, gotejamento, temperaturas, frequência de testes, além de revogar item dos anexos II, III e IV e todo o anexo VII, VIII e IX. Com a publicação da nova Portaria, a Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998, passa a vigorar com as seguintes alterações:

Cada tanque do sistema de pré-resfriadores contínuos por imersão deve ser completamente esvaziado, limpo e desinfetado pelo menos nos intervalos dedicados a higienização pré-operacional.

Gotejamento: Destinado ao escoamento da água da carcaça decorrente da operação de pré-resfriamento. Ao final desta fase, a absorção da água nas carcaças de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão, não deverá ultrapassar a 8% (oito por cento) de seus pesos. O gotejamento deverá ser realizado imediatamente após o pré-resfriamento, em equipamento de material inoxidável, dispendo de calha coletora de água de gotejamento, suspensa e disposta ao longo do transportador. Processos tecnológicos diferenciados que permitam o escoamento da água excedente nas carcaças de aves decorrente da operação de pré-resfriamento por imersão em água poderão ser autorizados, desde que aprovados pelo DIPOA.

A temperatura das carnes na entrada desta seção não poderá exceder 7°C. A variação aceitável de temperatura dos produtos no ambiente de corte e manipulação deve ser estabelecida e validada como base em microbiologia preditiva, de forma garantir a manutenção do binômio tempo e temperatura que garanta a ausência de multiplicação de patógenos e a produção de toxinas, respeitado o resfriamento dos cortes a 4°C em até 4 horas.

Frequência dos testes: dentro da Verificação Oficial do autocontrole relativo aos controles de composição de produtos e prevenção de fraude.

A legislação contém a metodologia oficial utilizada por laboratórios oficiais e credenciados ao MAPA (BRASIL, 1999).

2.7.1 Medição de absorção de água em carcaças

O teste de absorção objetiva estabelecer a porcentagem de água absorvida pela carcaça durante as etapas de pré-resfriamento e resfriamento, através da comparação dos pesos das carcaças antes e após o sistema de resfriamento (BRASIL, 1998).

O teste é realizado com dez (10) carcaças íntegras antes da entrada no sistema de pré-resfriamento, e em seguida, são identificadas com lacre. As carcaças são pesadas, determinando assim o peso inicial. O momento de entrada no sistema é anotado, bem como a temperatura da entrada do pré-chiller, assim como a saída do chiller e o tempo de permanência no pré-chiller, que não deve ser superior a trinta (30) minutos (BRASIL, 1998).

Após a saída das carcaças do sistema de pré-resfriamento, ocorre o gotejamento e depois a pesagem, para obtenção do peso final. A diferença entre o peso final e o peso inicial, multiplicada por cem (100) e dividida pelo peso inicial, determina o percentual de água absorvida durante o processo. Em seguida, é realizada a média das dez (10) carcaças, que não deve ser superior a 8%, como citado anteriormente (BRASIL, 1998).

2.7.2 Teste de gotejamento ou *dripping test*

O gotejamento é destinado ao escoamento da água da carcaça decorrente da operação de pré-resfriamento. Ao término dessa fase, a absorção da água nas carcaças de aves que passaram pelo processo de pré-resfriamento por imersão, não deverá estar acima de 8% de seus pesos. O gotejamento deve ser feito, de imediato, após o pré-resfriamento, com as carcaças suspensas pelas asas ou pescoço. Esse procedimento é empregado no controle de absorção de água em carcaças congeladas de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão (BRASIL, 1998).

Segundo estudos do Embrapa (2018), o método de gotejamento, também conhecido como *dripping test* é usado para determinar a quantidade de água resultante do descongelamento de carcaças congeladas, auxiliando no controle realizado pela área da garantia da qualidade da indústria. Se a quantidade de água resultante, expressa em percentagem do peso da carcaça, com todas os miúdos/partes comestíveis na embalagem, ultrapassar o valor limite de 6%, considera-se que as carcaças absorveram excesso de água durante o pré-resfriamento por imersão em água.

O *dripping test* é utilizado para determinar a quantidade de água resultante do descongelamento de carcaças congeladas. Se a quantidade de água resultante, expressa em percentagem do peso da carcaça, ultrapassar o valor limite de 6%, considera-se que a carcaça absorveu um excesso de água durante o sistema de resfriamento por imersão em água (BRASIL, 1998).

O *dripping test* é realizado com seis (6) carcaças de cada lote. As carcaças no início do teste devem estar com a temperatura de -12° C. As carcaças ainda embaladas são enxugadas com papel toalha e pesadas (M0). Após são retiradas das embalagens enxugadas e pesadas (M1). As carcaças são alocadas em sacos transparentes com a cavidade abdominal para cima e lacradas. Em seguida são imersas no banho em água a 42° C. Estas deverão ficar imersas até que o centro da ave atinja a temperatura de 4° C. O tempo de imersão é determinado pelo peso da ave, conforme descrito na Tabela 3 (BRASIL, 1998).

Figura 2 - Aves imersas no tanque durante a realização do teste



Fonte: Autor (2021).

Tabela 3 - Tempo de imersão no procedimento de *dripping test* em relação ao peso das carcaças

Massa da ave mais vísceras (gramas)	Tempo de imersão (em minutos)
1.001 a 1.000	85
1.101 a 1.200	91
1.201 a 1.300	98
1.301 a 1.400	105
1.401 a 1.500	112
1.501 a 1.600	119
1.601 a 1.700	126
1.701 a 1.800	133
1.801 a 1.900	140
1.901 a 2.000	147

Fonte: Brasil (1998).

Após o tempo de imersão, a embalagem é retirada do tanque e perfurado o saco para que a água do descongelamento saia. As embalagens são penduradas e permanecem por uma hora a temperatura ambiente, conforme Figura 3.

Figura 3 - Ganchos onde são penduradas as carcaças para o gotejamento



Fonte: Autor (2021).

Após o período de gotejamento, a ave é retirada e enxugada e pesada (M3). O Cálculo da absorção do *dripping test* é descrito a seguir (Equação 1):

$$\text{Drip test} = \frac{M_0 - M_1 - M_3}{M_0 - M_1} \times 100 \quad (1)$$

2.7.3 Resfriamento de carcaças de aves e sua importância quanto a absorção

O pré-resfriamento é caracterizado como o processo de redução da temperatura das carcaças de aves, logo após as etapas de evisceração e lavagem, podendo ser realizado por um sistema de imersão em água gelada e/ou água e gelo ou passagem por túnel de resfriamento. A redução da temperatura pode ser obtida pela aspersão de água gelada; imersão em água por resfriadores contínuos, tipo rosca sem fim ou resfriamento por ar em câmaras frigoríficas (BRASIL, 1998; CARCIOFI, 2005).

Conforme previsto pelo MAPA, o resfriamento consiste no processo de refrigeração e manutenção da temperatura da carne das aves, seja a carcaça como seus cortes (BRASIL, 1998).

Na maior parte das plantas industriais do Brasil, é feita a imersão das carcaças em tanques de inox, denominado de resfriamento por chiller. Os tanques são completados com água e/ou gelo, que apresentam um sistema de roscas. Os frigoríficos podem ainda fazer uso de dois tanques de resfriamento que trabalham acoplados, sendo esse sistema chamado de pré-chiller e chiller (CARCIOFI, 2005; OLIVO, 2006).

O pré-resfriamento por imersão representa uma etapa relevante do processo da planta industrial, impactando economicamente nos frigoríficos, visto que possibilita a recuperação da água perdida pelas aves em outras fases do processamento. Mas é válido enfatizar que essa atividade deve ser devidamente monitorada e inspecionada, de maneira que seja evitado a absorção de água em teores superiores aos que está previsto na legislação (GOMIDE et al., 2006).

Conforme consta na legislação, a renovação da água dos resfriados contínuos tipo rosca deve ocorrer de forma constante, e na contramão da movimentação das carcaças. A água empregada pelo sistema de resfriamento por imersão deve atender aos padrões de potabilidade previstos pelo RIISPOA, artigo 62 (BRASIL, 1998).

Segundo a Portaria n.210 do MAPA, a temperatura da água que preenche os tanques do pré-chiller e chiller não deve ultrapassar 16° C e 4° C, respectivamente; considerando que o tempo de permanência das carcaças no primeiro tanque não deve exceder trinta (30) minutos (BRASIL, 1998).

O Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves, com o objetivo de garantir a qualidade das carcaças de frango, autoriza que a água de renovação do sistema de pré-resfriamento por imersão tenha presença de, no máximo, 5 ppm de cloro livre. A renovação de água que comporem o processo de resfriamento deve ser constante, onde a renovação no último tanque deve ser de 1,0 L por carcaça com peso de até 2,5 kg, 1,5 L para carcaças com peso entre 2,5 kg e 5 kg ou ainda, 2,0 L de água para carcaças com peso superior a 5 kg (BRASIL, 1998).

A Portaria nº.210 dispõe ainda que o teor de absorção de água nas carcaças de frango que são expostas ao pré-resfriamento não deve estar acima de 8% com relação ao seu peso, tendo o excesso de água eliminado por gotejamento ou outros procedimentos que sejam autorizados pela legislação vigente (BRASIL, 1998).

2.8 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

O uso de redes neurais artificiais é um tema consolidado como alternativa a computação tradicional programada para resolução de problemas que possuem um grande número de variáveis impactantes e demandam uma análise mais complexa. (MC CULLOCH et al., 1943).

Segundo artigo publicado por Alves (2020), as primeiras pesquisas sobre o uso de RNAs foram desenvolvidas na década de 1950. O uso da inteligência artificial se configura na formulação de hipóteses e confirmações experimentais, envolvendo a aplicação de cálculos matemáticos. Sob o ponto de vista empírico, a RNA destina-se a pensar como os seres humanos, permitindo o aprendizado com experiências. Nessa ótica, o autor relata ainda que as RNAs consistem em métodos de *deep learning* com capacidade de reconhecimento de padrões complexos ou numerosos e com função de aprendizado dentro da própria rede. As RNAs são representadas na forma de neurônios humanos, e visam replicar o aprendizado através da criação de sistemas que permitem o aprendizado por meio de exemplos de treinamento (ALVES, 2020).

Ferreira et al. (2010) cita que redes neurais artificiais são modelos computacionais que simulam o cérebro humano. Aplicam determinada função matemática de dados através de elementos de processamento (neurônios artificiais) e geram uma ou mais respostas. Estes neurônios artificiais se apresentam em camadas conectados entre si associados a coeficientes de peso, estes são ajustados conforme o processo de aprendizado do programa. Complementando, para Braga et al. (2007) as RNAs são modelos computacionais que simulam o cérebro humano. Aplicam determinada função matemática de dados através de elementos de processamento (Neurônios artificiais) e geram uma ou mais respostas. Estes neurônios artificiais se apresentam em camadas conectados entre si associados a coeficientes de peso, estes são ajustados conforme o processo de aprendizado do programa.

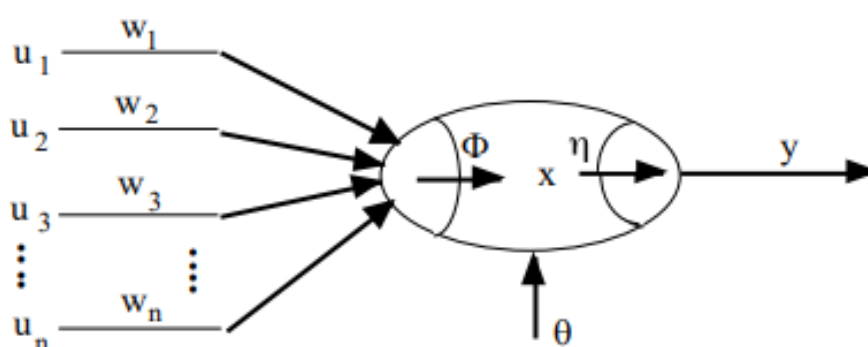
Esses modelos atuam simulando comportamentos, sendo necessária a aprendizagem do sistema com os dados inseridos, e desenvolvem capacidade de associação, generalização e abstração, baseando-se sempre na lógica dos parâmetros. São usados algoritmos, de maneira que uma gama de algoritmos permite o aprendizado mediante ao uso de dados associado ao aprimoramento de novos

conjuntos de procedimentos e métodos, os quais permitem a descoberta a possibilidade de solucionar problemas através de estratégias e inferências (FERREIRA; SASSI; AFFONSO, 2011; ALVES, 2020).

A aplicação das RNAs baseia-se em parâmetros de entrada que geram uma ou mais respostas interconectadas de forma não linear com as variáveis independentes. Dessa forma sua utilização pode prever respostas a parâmetros não quantificados, como padrões de comportamento, por exemplo, desenvolvendo assim técnicas para resolução de problemas complexos (PANDORFI et al., 2011; MATIN et al., 2012).

RNA é um sistema formado por uma série de neurônios, os quais estão interligados por conexões, denominadas de conexões sinápticas. Alguns neurônios recebem informações do exterior sendo chamados de neurônios de entrada, enquanto que outros neurônios possuem suas respostas usadas para modificar, de alguma maneira, o mundo exterior, sendo eles chamados de neurônios de saída. Já os neurônios que não são nem de entrada nem de saída são classificados como neurônios internos, tendo eles muita importância na composição da RNA. O modelo geral do neurônio que compõe a RNA está representado na Figura 4 (BARRETO, 2002).

Figura 4 - Modelo geral do neurônio



Fonte: Barreto (2002).

No neurônio as entradas $w_i u_i$ são combinadas utilizando a função Φ , onde, consegue-se obter um estado de ativação do neurônio que por meio da função η vai criar a saída do neurônio. O neurônio é tido como um sistema dinâmico por apresentar uma memória materializada pelo retardo (BARRETO, 2002).

É ampla a utilização de redes neurais em diversos segmentos do mercado

como prognósticos de mercados financeiros, otimização de processos químicos, na medicina e em menor número já vem ocorrendo na indústria de alimentos também, principalmente por apresentar análises mais complexas que a estatística convencional, uma vez que utilizam dados quantitativos e qualitativos no mesmo modelo e realizam análises de dados não lineares e multivariados (BORGES et al., 2017).

Dessa forma, o modelo matemático de RNAs permite uma análise de sistemas de parâmetros mais complexos, como prever o conforto térmico em frangos, ou até mesmo avaliar as variáveis impactantes em determinado problema em um processo de abate de aves, onde temos um elevado número de variáveis que impactam no problema. As RNAs podem simular o comportamento das aves, tanto produtivo quanto fisiologicamente, prevendo o gerenciamento do ambiente e a resposta dos animais (BORGES et al., 2018; RIBEIRO et al., 2019; SANTOS et al., 2016).

As RNAs são técnicas não-lineares que podem ser empregadas na previsão de absorção de água em carcaças de frango durante o resfriamento por imersão, ação essa que pode auxiliar na redução dos custos de produção das plantas industriais (KLASSEN et al., 2009; MARTINS et al., 2011).

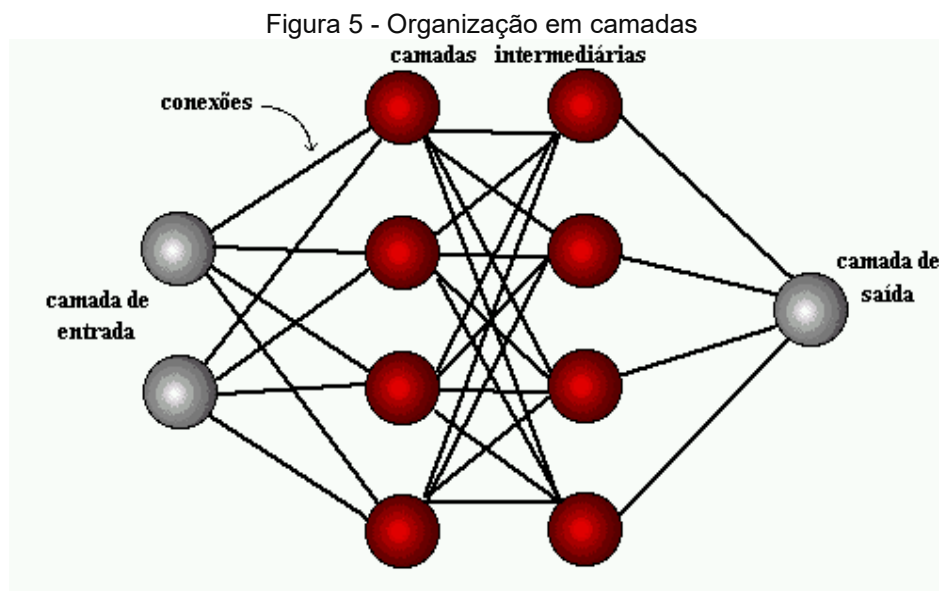
As RNAs consistem em sistemas paralelos formados por unidades de processamento simples, que utilizam de funções matemáticas não lineares, sendo aplicadas a problemas que já possuem dados experimentais ou dados gerados por meio de modelos (BRAGA; CARVALHO, LUDEMIR, 2011).

2.8.1 Arquiteturas das redes neurais artificiais

As arquiteturas mais utilizadas usadas de RNAs são as de camada simples, camadas múltiplas, recorrentes ou realimentadas, e reticuladas. Na arquitetura de camada simples, tem-se uma camada de entrada interligada diretamente a um ou mais neurônios, onde vai ser gerada a resposta de saída; de maneira que o fluxo de dados segue a direção da camada de saída (KLASSEN et al., 2016).

Grande parte dos modelos de redes neurais apresentam procedimentos para realizar o treinamento, onde os pesos de suas conexões são ajustados de acordo com os padrões apresentados. Em outras palavras, elas aprendem através de exemplos. As arquiteturas neurais são organizadas em camadas, sendo que as unidades podem

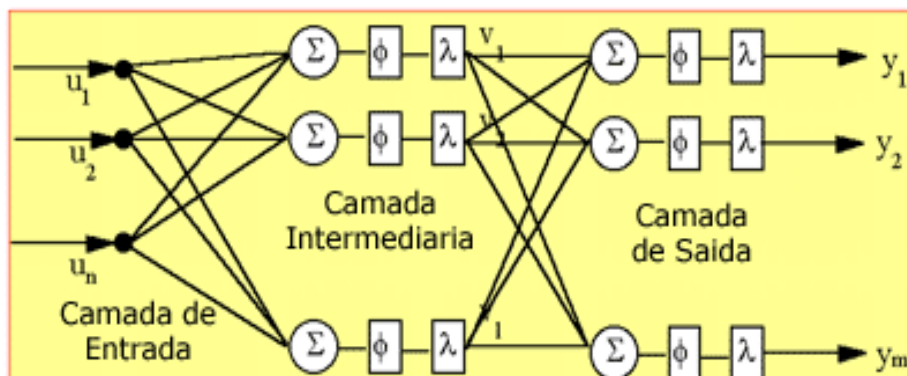
estar interligadas as unidades da camada posterior conforme demonstra a Figura 5 (BARRETO, 2002).



A forma como os neurônios podem ser agrupados é uma característica que estabelece a arquitetura das RNAs. Os agrupamentos são baseados na forma como os neurônios são interligados ao cérebro humano, de maneira que as informações possam ser processadas de maneira interativa. As redes neurais são organizadas e construídas de forma tridimensional por componentes microscópicos. Há uma forte restrição no número de camadas que a rede pode conter, limitando consideravelmente o tipo e o escopo da implementação da mesma no computador (VIEIRA, 2007)

A RNA pode ter uma ou mais camadas. As redes que possuem uma única camada são as redes que possuem um nó entre uma entrada e uma saída da rede (Figura 6). Esse tipo de rede é indicado para a solução de problemas linearmente separáveis. Já as redes multicamadas possuem uma ou mais camadas entre as camadas de entrada e saída. Essas camadas são chamadas de camadas escondidas (SILVA et al., 2010).

Figura 6 - Redes neurais artificiais de múltiplas camadas

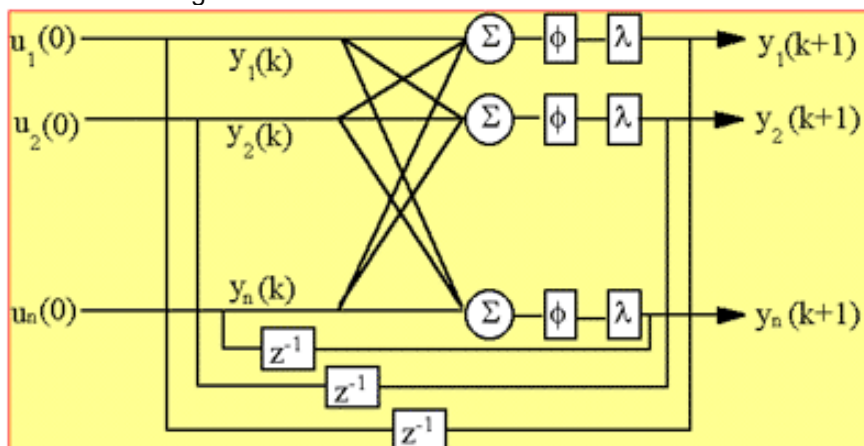


Fonte: GSigma (2021).

Sobre a topologia das RNAs, elas dependem da maneira como os neurônios formam a conexão para formar uma rede de neurônios, podendo a topologia de redes ser direta ou de rede recorrentes. Na topologia de redes diretas, o grafo não tem ciclos, e com isso as redes são em formas de camadas. Na camada de entrada os neurônios recebem sinais de excitação e na camada de saída são enviados o resultado do processamento para a RNA (SILVA et al., 2010; KLASSEN et al., 2016).

Nas RNAs recorrentes, o grafo de conectividade contém ao menos um ciclo. Por esta razão McCulloch chamou-as de *networks with cycles*, ou redes com ciclos, sendo as mais importantes as redes propostas por Hopfield e as redes bi-direcionais (BARRETO, 2002).

Figura 7 - Redes neurais artificiais recorrentes



Fonte: GSigma (2021).

A topologia de RNA mais utilizada em estudos é a rede direta com presença de neurônios estáticos como *Feedforward*, *Multi Layer Perceptron* e com algoritmo de treinamento *Back Propagation*.

2.8.2 Software Weka

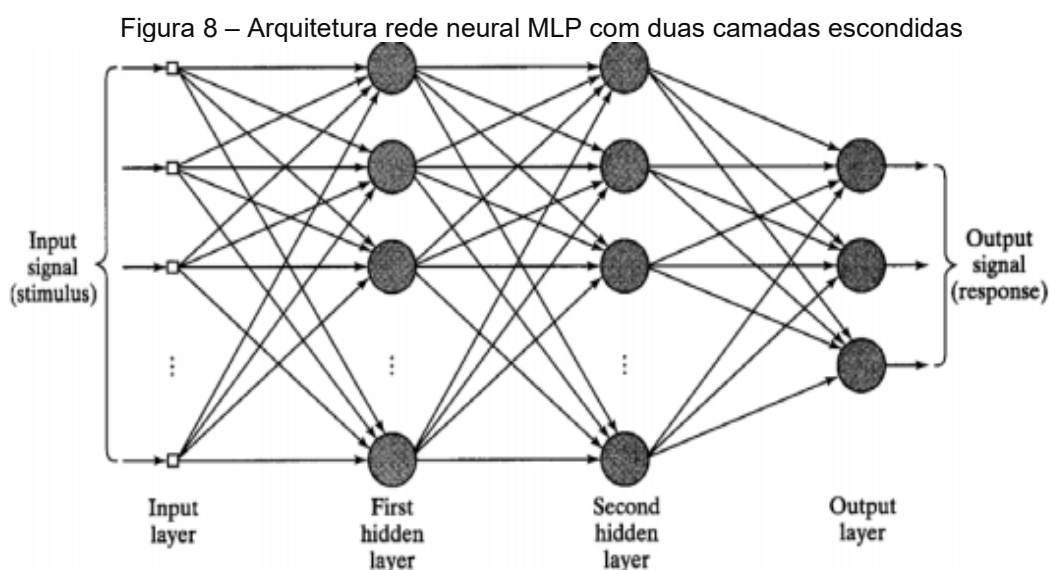
O *Weka* é um grupo de algoritmos de aprendizagem de máquina utilizado para realizar tarefas de mineração de dados. Nele constam ferramentas destinadas a preparação de dados, classificação, regressão, agrupamento, mineração de regras e visualização. Está implementado na linguagem Java, que tem como principal característica a sua portabilidade, desta forma é possível utilizá-la em diferentes sistemas operacionais, além de aproveitar os principais benefícios da orientação a objetos (HAN; KAMBER, 2001).

O *Weka* desenvolve à análise computacional e estatística dos dados fornecidos recorrendo a técnicas de mineração de dados tentando, indutivamente, a partir dos padrões encontrados gerar hipóteses para soluções e no extremo inclusive teorias sobre os dados em questão. É um *software* de código aberto, licenciado pela *General Public License*. É possível utilizar o *Weka* para processar big data e realizar aprendizado profundo (*deep learning*). (WITTEN; FRANK, 2000).

2.8.3 Multilayer Perceptron

O *perceptron* é um algoritmo simples destinado a realizar a classificação binária; ou seja, prevê se a entrada pertence a uma determinada categoria de interesse ou não. É um classificador linear; é um algoritmo que classifica a entrada separando duas categorias com uma linha reta. A entrada geralmente é um vetor de recurso (X) multiplicado por pesos (W) e adicionado a um viés (B). Um *perceptron* produz uma única saída com base em várias entradas de valor real, formando uma combinação linear usando os pesos, algumas vezes passando a saída através de uma função de ativação não linear (TEIXEIRA JR et al.; 2015).

O *Multilayer Perceptron* (MLP) consiste em uma rede neural artificial composta por mais de um *perceptron*. Eles são compostos por uma camada de entrada para receber o sinal, uma camada de saída que toma uma decisão ou previsão sobre a entrada, e entre esses dois, um número arbitrário de camadas ocultas que são o verdadeiro mecanismo computacional do MLP, conforme representa a Figura 8. MLP's com uma camada oculta são capazes de aproximar qualquer função contínua (HAYKIN, 2001).



Fonte: Haykin (2001).

Os MLP's são aplicados a problemas de aprendizagem supervisionados. Realizam o treinamento de um conjunto de pares entrada-saída e aprendem a modelar a correlação formada entre as entradas e saídas. O treinamento compreende o acerto dos parâmetros, ou os pesos e bias, do modelo para reduzir o erro encontrado.

O MLP é um modelo de rede neural artificial *feedforward* que mapeia conjuntos de dados de entrada em um conjunto de saídas apropriadas. Um MLP consiste em várias camadas de nós em um gráfico direcionado, com cada camada totalmente conectada à próxima. Exceto para os nós de entrada, cada nó é um neurônio com uma função de ativação não linear. O MLP utiliza uma técnica de aprendizado supervisionado chamada *backpropagation* para treinar a rede. MLP é uma modificação do *perceptron* linear padrão e pode distinguir dados que não são linearmente separáveis (TEIXEIRA JR et al. 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 TIPO DE PESQUISA

O estudo proposto foi realizado utilizando a modalidade de pesquisa exploratória e estudo de caso, fazendo uso da análise quantitativa, bem como a realização de análise multivariada e utilização do *software Weka*.

3.2 COLETAS DE DADOS

3.2.1 Animais

Para realização dos testes foram utilizadas trezentas e doze (312) aves de um processo de abate industrial, sendo frangos com idade média de 28 dias, com desvio de +/- 01 dia, peso médio de 1,380 kg, linhagens Cobb e Ross, com aves do tipo fêmea, misto e macho.

O estudo proposto foi desenvolvido em uma indústria frigorífica de grande porte, que fica situada no município de Francisco Beltrão, região Sudoeste do Paraná

3.3 MÉTODOS

Foram avaliadas trezentas e doze (312) aves no período de julho de 2019 a maio de 2020, garantindo o a assertividade dos dados coletados frente ao máximo de variações possíveis, avaliando as reais condições diferentes e impactos no indicador.

Na recepção das aves foram coletadas as informações de lote, carga, tempo de jejum, temperatura ambiente externa, temperatura, tempo e umidade do galpão de espera, distância percorrida do aviário ao abatedouro, sexo e idade da ave.

No processo de abate no frigorífico, foram coletados os dados antes do resfriamento e pós resfriamento para cálculo de absorção. Na saída do resfriamento foram coletados os valores de pH de cada carcaça.

Foram coletadas todas as informações necessárias conforme o planejamento experimental e as variáveis de entrada estão expressas na Tabela 4.

Tabela 4- Variáveis de entrada

Variáveis	Extensão – Unidade
Distância do aviário – abatedouro	Quilômetros
Tempo de jejum *	Minutos
Sexo	M / F
Idade	Dias
Massa inicial da carcaça	Gramas
Massa média da ave viva	Gramas
Temperatura do galpão de descanso	°C
Umidade do galpão de descanso	%
Tempo de descanso no galpão de espera	Minutos
Temperatura do ambiente externa	°C
pH	Absoluto
Absorção de água pela carcaça	%

* Considerado o tempo de jejum até chegar na unidade para abate.

Fonte: Autor (2021).

As variáveis apresentadas na Tabela 4 foram coletadas com o processo de abate de frango ocorrendo conforme o previsto, seguindo o fluxo do processo produtivo. Foram coletadas vinte (20) carcaças por lote, e foram coletados os dados conforme descrito a seguir.

3.3.1 Distância do aviário

Para cada lote avaliado, foram coletados a distância total percorrida em quilômetros entre o aviário e o abatedouro.

3.3.2 Tempo de jejum

Para cada lote, foi anotado o tempo de jejum das aves, desde a sua retirada da ração no aviário até o abatedouro. Na avaliação foram considerados também os lotes com jejum extrapolado acima de doze (12) horas.

3.3.3 Sexo

Para cada lote avaliado, foram coletadas as informações de sexagem da ave, macho fêmea ou lote misto.

3.3.4 Idade

Para cada lote avaliado, foi coletado a idade média do lote em dias.

3.3.5 Peso médio

No momento em que o caminhão foi realizar o carregamento das aves, antes de sair da unidade ele foi pesado na balança plataforma. Quando retornou da propriedade, foi pesado novamente.

O peso médio de cada ave que compõe a carga foi calculado pelo peso total da carga recebida, dividido pelo número de aves que está descrito na nota fiscal de carregamento. Assim, o peso médio, em quilograma, foi coletado a cada lote avaliado, e corresponde ao peso médio de todas as aves do lote abatido.

3.3.6 Tempo de descanso no galpão de espera

O tempo de descanso das aves foi anotado a partir do momento que o caminhão estacionou no galpão de espera, até o momento do abate na pendura. Esse tempo foi medido em minutos e em geral não excederam cento e vinte (120) minutos. A umidade relativa ambiente foi medida através do medidor digital (Inobra, modelo SMAAI02). O mesmo se aplica para a medição de temperatura realizada no galpão. Para controle de temperatura e umidade, foram utilizados ventiladores e aspersores com água para garantir o conforto térmico das aves (Figura 9).

Figura 9 - Condicionamento dos animais durante o tempo de descanso



Fonte: Autor (2021).

3.3.7 Temperatura ambiente

A temperatura ambiente foi medida através de termômetro (Akso, modelo 106), no momento da coleta de cada amostra/lote.

3.3.8 Massa inicial da carcaça

Antes do resfriamento, foram coletados os valores da massa inicial das carcaças (kg). Foram selecionadas dez (10) carcaças por linha, totalizando vinte (20) carcaças. As amostras foram pesadas em balança digital (Toledo, modelo 2096H), anotados os valores de peso individualmente, com cada amostra devidamente identificada.

3.3.9 Absorção de água pela carcaça

Em cada teste realizado, foram coletadas aleatoriamente vinte (20) carcaças íntegras, identificadas por lacre de cor azul, anotado a massa inicial, e a massa final na saída do sistema de resfriamento, para realização do cálculo da água absorvida por cada carcaça representada em percentual.

Após a passagem de cada amostra pelo sistema de resfriamento, as carcaças foram direcionadas para a pesagem final. Cada amostra devidamente identificada foi pesada em balança (Toledo, modelo 2096H) anotando seu peso final. Para cálculo de absorção foi utilizada a diferença entre a massa final da carcaça e a massa inicial anotada no item anterior dividido pela massa inicial. O valor de absorção foi anotado na planilha referente a cada amostra identificada pelo lacre.

3.3.10 pH

O pH foi medido após a saída de cada carcaça do sistema de resfriamento com equipamento de medição de pH (Akso, modelo pH Classic). Para a medição foi introduzida a haste na parte superior do peito da carcaça, pela cavidade superior, sem danificar a pele do peito.

Figura 10 – pHmêtro digital



Fonte: Autor (2021).

3.4 PROCEDIMENTO DO *DRIPPING TEST*

O procedimento de gotejamento ou *dripping test* foi realizado conforme descrito pela Portaria nº.210 de 10 de novembro de 1998. Em 2018 essa portaria foi atualizada, considerando a necessidade de Padronização dos Métodos de Elaboração

de Produtos de Origem Animal no tocante às Instalações, Equipamentos, Higiene do Ambiente, Esquema de Trabalho do Serviço de Inspeção Federal, para o Abate e a Industrialização de Aves. Com a atualização da portaria foi aprovado o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves (BRASIL, 2018).

As amostras ao serem embaladas na saída do sistema de resfriamento, foram direcionadas ao túnel de congelamento, com cada caixa devidamente identificada para realização posterior do *dripping test*.

Após a saída do túnel, foi realizado o *dripping test*. Após a carcaça de frango atingir a temperatura de 10° C, foi feita a remoção do gelo excedente, e posterior pesagem da carcaça. Esse procedimento foi realizado em uma amostragem de dez (10) carcaças de frango.

Em seguida foram embaladas e colocadas no tanque de descongelamento com tempo de permanência diferente para cada amostra. Na sequência, as amostras foram retiradas e penduradas para o gotejamento; em seguida pesadas individualmente com balança (Toledo, modelo 2096H) e anotado o peso final para cálculo do *dripping*.

Figura 11 - Carcaças imersas em água com gelo



Fonte: Autor (2021).

Figura 12 - Carcaças durante o gotejamento



Fonte: Autor (2021).

3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento de dados foi dividido em duas (2) etapas: pré-processamento e mineração dos dados.

3.5.1 Pré-Processamento

Após a coleta de dados no processo, os dados foram digitados em planilha do MS Excel, divididos em quatorze (14) colunas, representando as treze (13) variáveis de entrada e uma variável de saída, conforme representado na Tabela 5.

Tabela 5 - Dados coletados no processo

Amostras	Variável 1	Variável 2	Variável 3	...	Variável 13
Amostra 1	Valor 1,1	Valor 1,2	Valor 1,3	...	Valor 1,13
Amostra 2	Valor 2,1	Valor 2,2	Valor 2,3	...	Valor 2,13
Amostra 3	Valor 3,1	Valor 3,2	Valor 3,3	...	Valor 3,13
...
Amostra 312	Valor 312,1	Valor 312,2	Valor 312,3	...	Valor 312,13

Fonte: Autor (2021).

Para utilização dos dados no programa *Weka*, os mesmos precisam ser convertidos em formato específico aceito pelo programa, com extensão *arff*, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Conversão dos dados em extensão *arff*

```
@relation drip

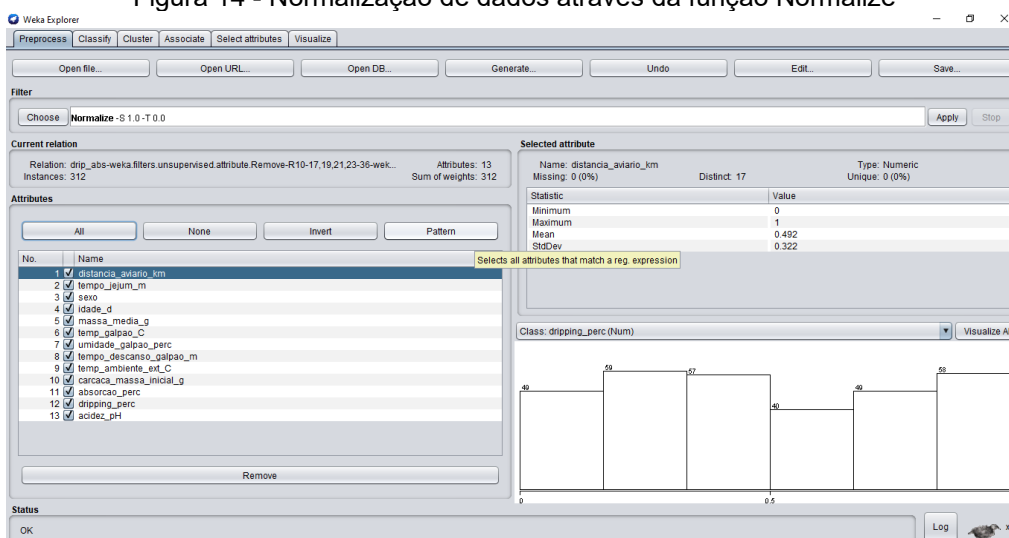
@attribute distancia_aviario_km numeric
@attribute tempo_jejum_m numeric
@attribute sexo {Femea, Macho}
@attribute idade_d numeric
@attribute massa_media_g numeric
@attribute temp_galpao_C numeric
@attribute umidade_galpao_perc numeric
@attribute tempo_descanso_galpao_m numeric
@attribute temp_ambiente_ext_C numeric
@attribute carcaca_massa_inicial_g numeric
@attribute absorcao_perc numeric
@attribute dripping_perc numeric
@attribute acidez_pH numeric

@data
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 592, 8.1, 6.7, 6.71
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 890, 4.15, 3.6, 6.71
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 1167, 5.39, 6.12, 6.37
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 864, 3, 2.93, 7.09
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 884, 3.84, 4.48, 6.62
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 914, 5.79, 4.61, 6.54
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 892, 5.15, 5.11, 6.67
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 1170, 4.44, 3.97, 6.86
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 990, 4.24, 4.67, 6.62
210, 529, Femea, 28, 1414, 21.3, 96, 22, 21, 816, 7.35, 7, 6.88
145, 599, Femea, 27, 1316, 21.1, 99, 67, 19, 984, 3.96, 4.23, 7.08
[...]
```

Fonte: Autor (2021)

Para realização da análise, os dados foram normalizados pelo programa através da função *Normalize*, conforme Figura 14. Assim, todas as variáveis assumem um número entre 0 e 1, padronizando os dados na mesma escala, evitando assim a interferência na análise da RNA. Essa normalização é importante para realizar a padronização de todos os dados na mesma escala, devido a função de ativação e atualização dos pesos das camadas da rede neural, eliminando a interferência na rede por uso de escalas diferentes.

Figura 14 - Normalização de dados através da função Normalize



Fonte: Autor (2021).

Calcula-se a normalização através da Equação 2:

$$Z = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \quad (2)$$

Onde Z é o valor normalizado do intervalo e X representa o valor original do conjunto de dados.

3.5.2 Mineração de dados

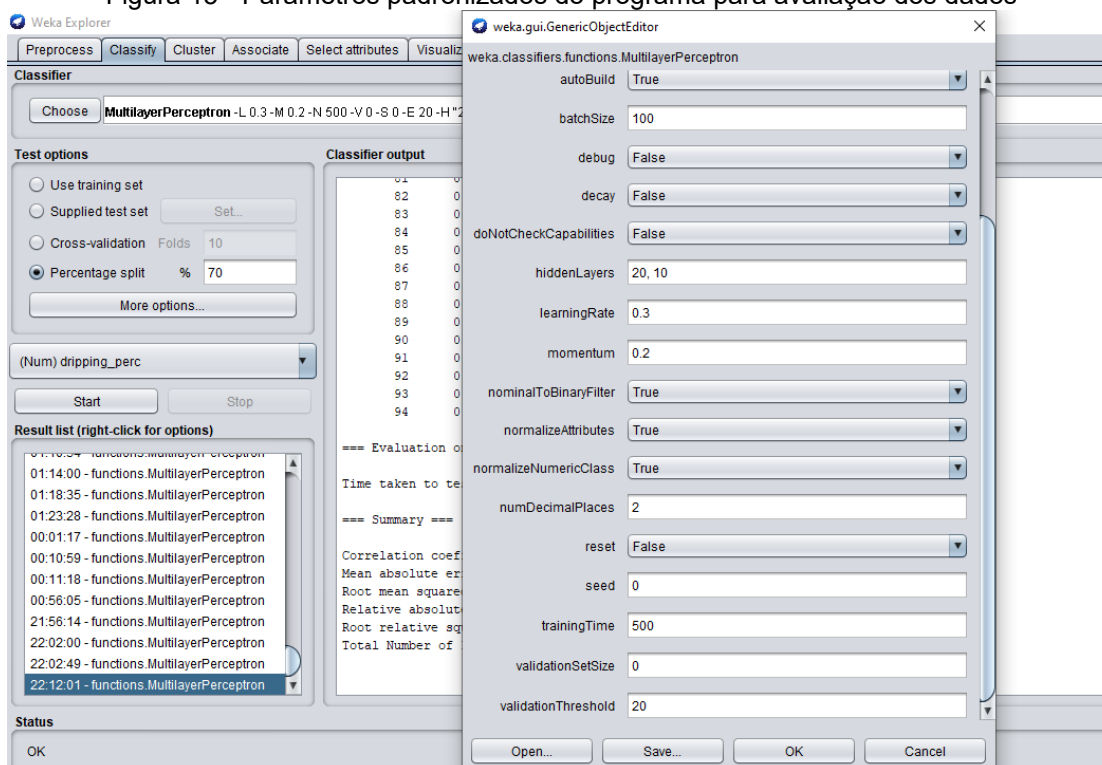
Para a classificação dos dados e determinação da melhor estrutura de rede, foi utilizado o algoritmo *Multilayer Perceptron* (MLP), com camadas ocultas, utilizando os métodos de *Percentage Split* com utilização de 70% dos dados para treinamento e 30% para validação e, o *Cross Validation* com dez (10) partições. Os testes foram realizados variando a quantidade de camadas ocultas, número de neurônios por camada oculta e o número de épocas, sendo a resposta de saída o percentual do *dripping test*. Os demais parâmetros do programa foram padronizados, conforme apresentado na Figura 15.

O método de *Cross Validation* é uma técnica de avaliação padrão, realizada de forma sistemática, destinada a executar divisões de porcentagem repetidas. Os dados são analisados em partições, sendo uma para testar e as nove restantes para serem

treinadas juntas; resultando em dez (10) avaliações do conjunto de dados. Esse método é muito utilizado em estudos que fazem o uso da predição.

Já o método de *Percentage Split* é o método empregado para realizar testes das variáveis utilizando o treinamento da rede. O método utiliza parte dos dados para treinar e parte para testes. No experimento foram utilizados 70% para treino e 30% para validação dos dados.

Figura 15 - Parâmetros padronizados do programa para avaliação dos dados



Fonte: Autor (2021)

Na Tabela 6, temos as diferentes estruturas de rede testadas onde os parâmetros utilizados para escolha da melhor RNA foram o coeficiente de correlação (R) e o erro quadrado médio (RMSE).

O coeficiente de correlação consiste na relação estatística entre duas variáveis contínuas. Se a associação entre os elementos não for linear, o coeficiente não será representado adequadamente. O coeficiente de correlação pode apresentar um intervalo de valores de +1 a -1. Um valor de 0 indica que não há associação entre as duas variáveis. Um valor maior que 0 indica uma associação positiva. Isto é, à medida que o valor de uma variável aumenta, o mesmo acontece com o valor da outra

variável. Um valor menor que 0 indica uma associação negativa. Isto é, à medida que o valor de uma variável aumenta, a outra reduz.

Já o erro quadrado médio é visa encontrar a diferença média de um valor e o seu parâmetro inicial. De maneira mais prática, o seu uso é destinado a compreender um erro de previsão. Para encontrar o valor, deve-se trabalhar com a soma de todos os resultados tidos como erros em relação à previsão inicial e, posteriormente, dividi-los pela quantidade de valores somados. Ou seja, apurar o quanto alguns resultados passam a se afastar de uma média aguardada inicialmente.

Tabela 6 - Diferentes estruturas de rede propostas

Num. de camadas ocultas	Num. de neurônios por camada oculta	Épocas
1	5	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
1	10	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
1	15	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
1	20	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	5 / 5	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	5 / 10	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	5 / 15	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	5 / 20	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	10 / 5	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	10 / 10	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	10 / 15	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	10 / 20	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	15 / 5	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	15 / 10	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	15 / 15	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	15 / 20	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	20 / 5	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	20 / 10	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	20 / 15	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000
2	20 / 20	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000

Fonte: Autor (2021).

A função de ativação utilizada pelo programa é denominada de sigmoide e está representada na Equação 3.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (3)$$

Para avaliara dispersão dos valores reais e valores preditos foi utilizada a opção de avaliação (classifier evaluation option), marcando a opção de saída de predição Plain text, conforme verificado na Figura 16. Foi usada a mesma configuração de dados de teste da rede, onde foi encontrada a melhor configuração frente a correlação. Finalizando o teste, a tela Classifier exibiu todos os valores reais e preditos e todas as instâncias dos dados utilizados para validação. Tendo os valores, foi plotado o gráfico composto dos valores preditos versus os valores reais através do programa MiniTab16.

Figura 16 - Valores preditos x reais pelo MiniTab6

The screenshot shows the Weka Explorer interface. The 'Classifier' window is set to 'MultilayerPerceptron -L 0.3-M 0.2-N 500-V 0-S 0-E 20-H*20, 10*-R'. The 'Test options' are set to 'Percentage split' at 70%. The 'Classifier output' window displays a table of predicted vs. actual values for 94 instances. A 'Classifier evaluation options' dialog box is open, with 'Output model', 'Output per-class stats', 'Output confusion matrix', and 'Store predictions for visualization' checked. The 'Output predictions' are set to 'Plain Text'. The 'Evaluation metrics...' button is visible at the bottom of the dialog.

Instance	Actual	Predicted	Confidence
81	0.190	0.190	0.190
82	0.496	0.387	-0.109
83	0.184	0.311	0.127
84	0.191	0.264	0.073
85	0.291	0.247	-0.045
86	0.504	0.34	-0.164
87	0.198	0.178	-0.019
88	0.329	0.208	-0.12
89	0.243	0.304	0.061
90	0.213	0.309	0.097
91	0.304	0.405	0.101
92	0.314	0.34	0.026
93	0.228	0.217	-0.01
94	0.628	0.48	-0.149

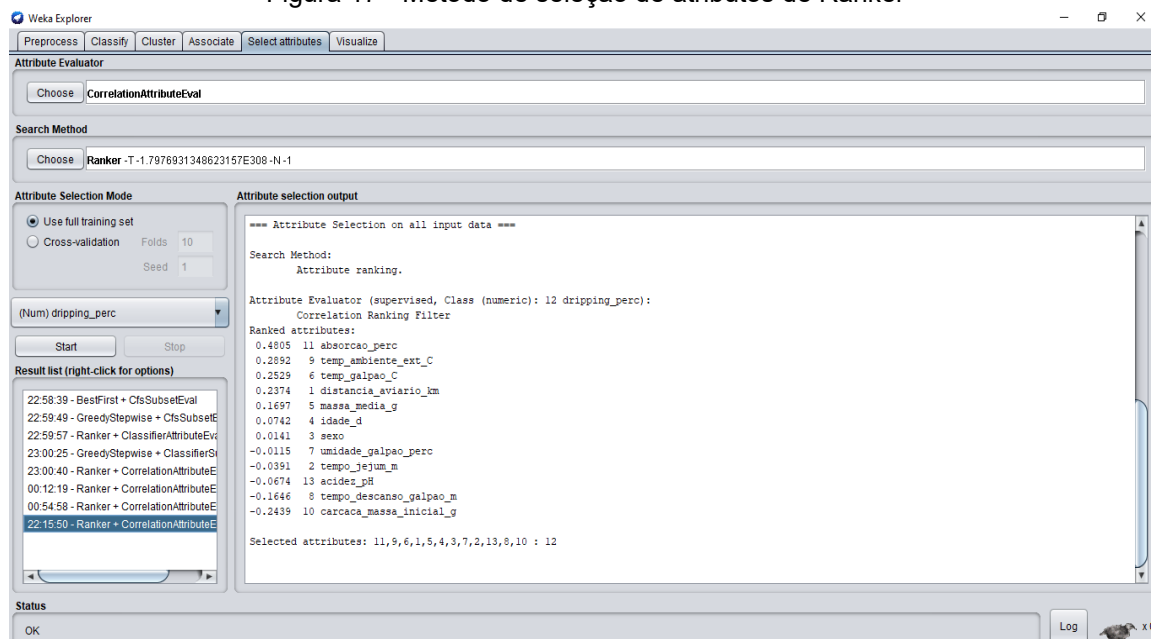
=== Evaluation on test split ===
Time taken to test model on test split: 0.14 seconds
=== Summary ===
Correlation coefficient 0.6138
Mean absolute error 0.0813
Root mean squared error 0.1064
Relative absolute error 89.7915 %
Root relative squared error 89.3901 %
Total Number of Instances 94

Fonte: Autor (2021).

Com a otimização dos resultados, e a escolha pela melhor configuração de RNA pela classificação dos dados, foi utilizado o método de seleção de atributos para avaliação das variáveis mais impactantes no dripping test das carcaças. Conforme mostra a Figura 17, foi empregado o algoritmo *CorrelationAttributeEval* pelo método de Ranker. Esse método avaliou quais foram as variáveis que apresentaram maior

impacto, em ordem crescente, e determinou o coeficiente de correlação de cada uma delas.

Figura 17 - Método de seleção de atributos de Ranker



Fonte: Autor (2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o tratamento dos dados e fixação dos mesmos na rede, foram avaliadas 240 variações de rede, onde foram modificadas a quantidade de neurônios (Tabela 6), camadas ocultas e épocas para a camada de saída *dripping test*, avaliando a metodologia de *Percentage Split* e *Cross Validation*, seguido do método de *Ranker*, para prever as variáveis mais impactantes no *dripping test* das carcaças de frango.

4.1 PERCENTAGE SPLIT

Foram testadas 120 configurações de rede para *dripping test* com variável de saída utilizando a metodologia de *Percentage Split*, sendo 70% dos dados para treino da rede e 30% para validação. A configuração que obteve o melhor resultado está expressa na Tabela 7 e o desenho da rede na Figura 18, bem como os valores dos preditos versus os reais na Figura 19.

Tabela 7 - Configuração com melhor resultado com *Percentage Split*

Parâmetros	Valor
Número de camadas ocultas	2
Número de neurônios/camada	20.10
Número de épocas	500
Resultados	Resultado
Coefficiente de correlação	0,6138
Erro médio absoluto	0,0813
Erro quadrado médio	0,1064

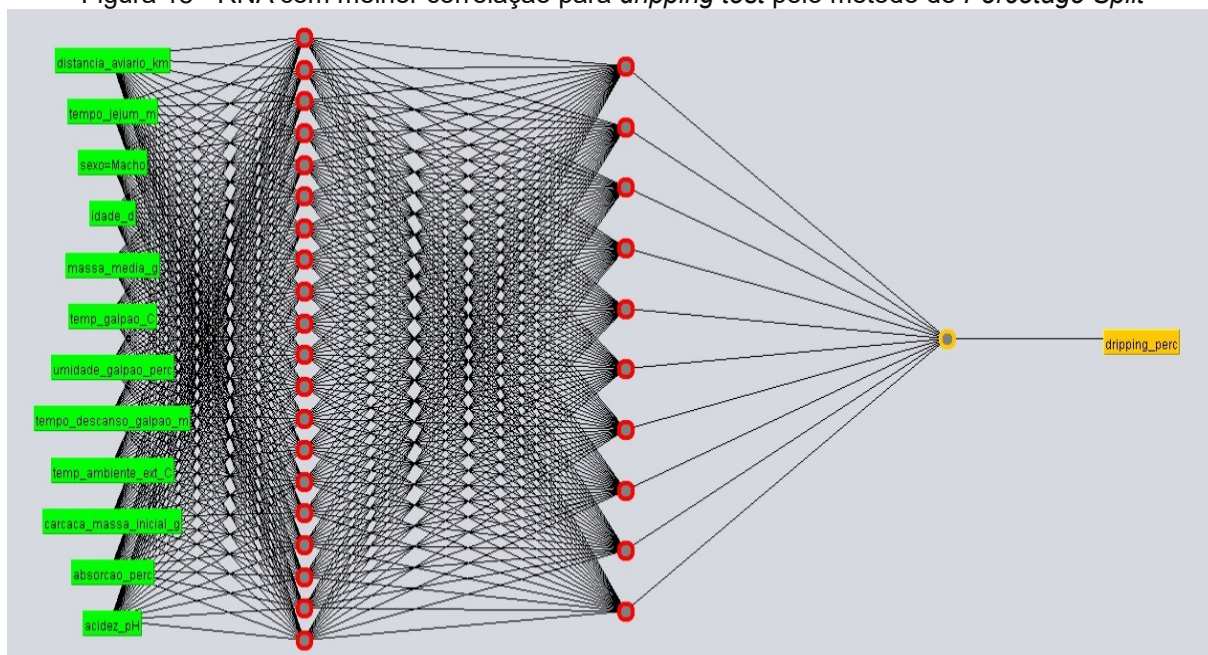
Fonte: Autor (2021).

O coeficiente de correlação e o erro quadrado médio, estão expressos na Tabela 7. Podemos notar que a melhor correlação das configurações testadas foi a de 2 camadas ocultas, com 20 e 10 neurônios por camada e 500 épocas, tendo o valor de correlação de 0,6138 e, erro quadrado médio de 0,1064. A correlação encontrada é significativa, porém existem variáveis no processo não testadas no estudo que

podem interferir nos valores de absorção de água pelas carcaças e impactar no *dripping*, como o tempo total de resfriamento durante a etapa de imersão.

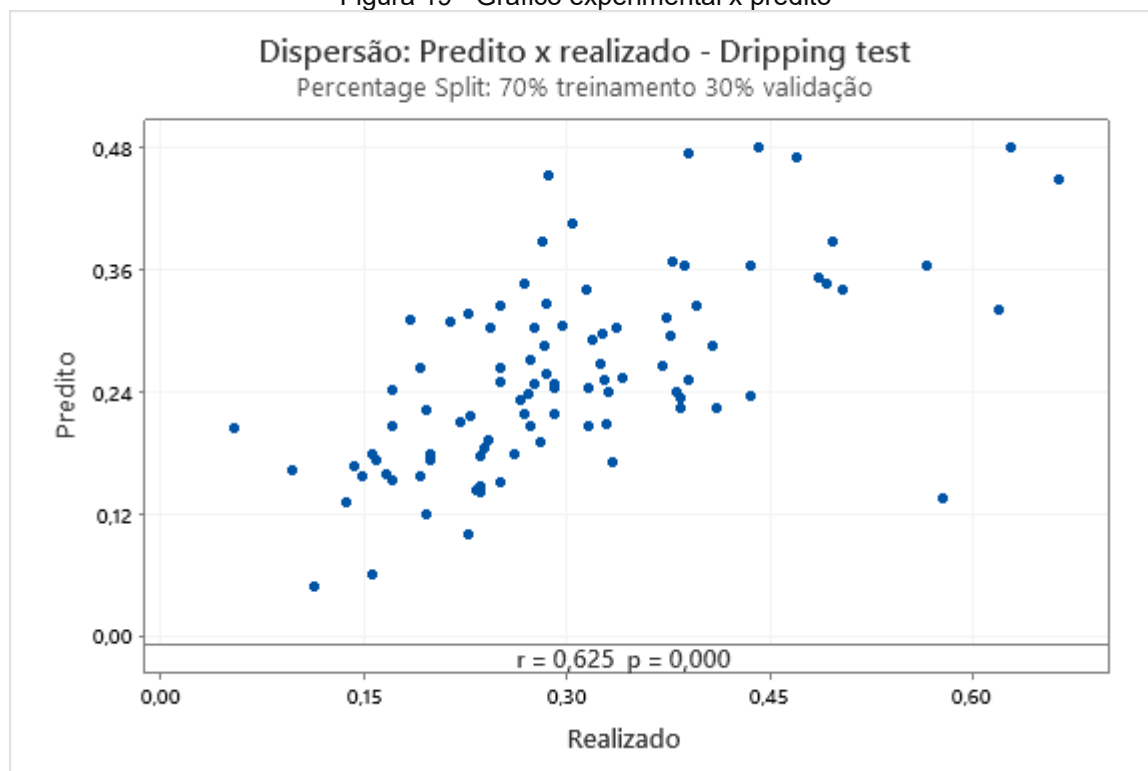
Corroborando com essas informações, no estudo proposto por Pinto (2006), foi usado RNA para prever o indicador de absorção de água em carcaças de frango durante o resfriamento. O autor encontrou um coeficiente de correlação alto, (0,99) e, o erro médio (0,01) e erro quadrado médio (0,000311) e o estudo mostrou que as variáveis mais impactantes foram o peso inicial e final da carcaça e o tempo total de resfriamento. Além dos fatores já mencionados, Klassen (2008) relatou que outras variáveis como: a alimentação da ave, a velocidade do abate, o tamanho do corte abdominal, a presença de lesões na pele, e o tempo e temperatura de escaldagem, podem interferir na absorção e no *dripping test* de carcaças de frango.

Figura 18 - RNA com melhor correlação para *dripping test* pelo método de *Percentage Split*



Fonte: Autor (2021).

Figura 19 - Gráfico experimental x predito



Fonte: Autor (2021).

A Figura 19 apresenta o gráfico dos valores preditos versus os reais obtidos para *dripping test* através do método de *Percentage Split*. No eixo Y estão dispostos os valores preditos pelo RNA e no eixo X estão os valores experimentais encontrados no estudo. Foi possível notar a presença de alguns pontos fora da curva, possivelmente decorrentes de anomalias ocorridas no processo, como bolsões de ar na pele, provenientes do descolamento, resultando em um residual de água entre a pele e o musculo. Deve-se considerar também que o método de *Percentage Split* faz uso apenas de 30% dos dados para validação.

4.2 CROSS VALIDATION

Foram testadas 120 configurações de rede para *dripping test* como variável de saída utilizando a metodologia de *Cross Validation*. A configuração que obteve o melhor resultado está expressa na Tabela 8 e o desenho da rede na Figura 20, bem como os valores dos preditos versus os reais na Figura 21.

Tabela 8 - Configuração com melhor resultado com *Cross Validation*

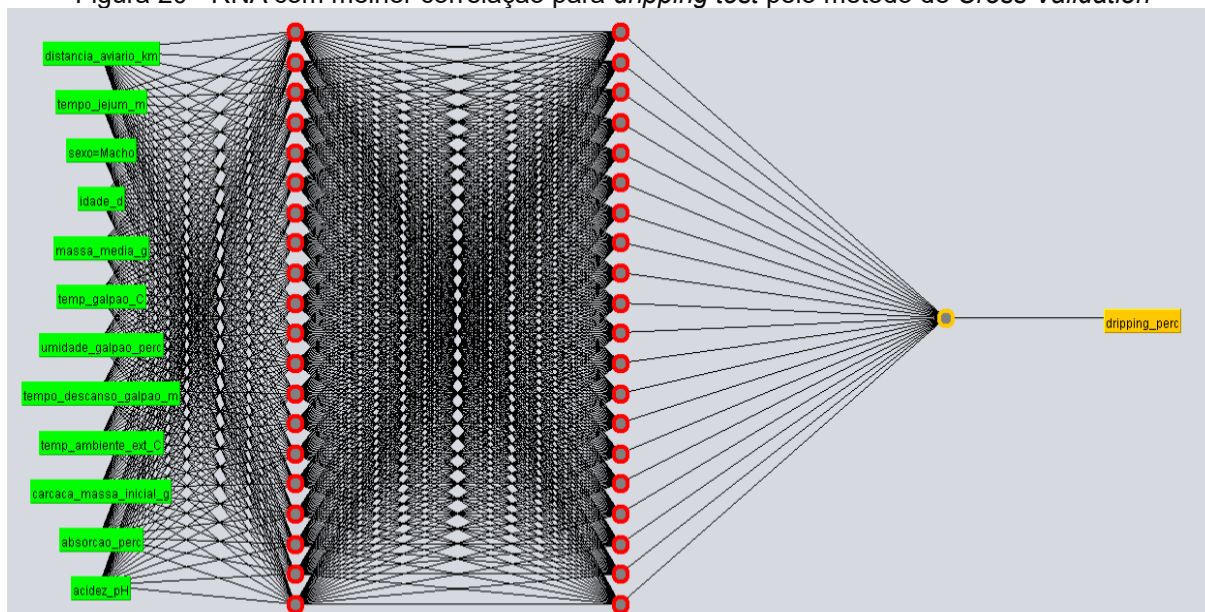
Parâmetros	Valor
Número de camadas ocultas	2
Número de neurônios/camada	20.20
Número de épocas	500
Resultados	Resultado
Coefficiente de correlação	0,501
Erro médio absoluto	0,0845
Erro quadrado médio	0,1151

Fonte: Autor (2021).

Podemos notar que a melhor correlação das configurações testadas foi a de 2 camadas ocultas, com 20 e 20 neurônios por camada e 500 épocas, tendo o valor de correlação de 0,501 e, erro quadrado médio de 0,1151. Foi verificada uma correlação razoável dos dados, embora ainda tenham variáveis dentro do processo que podem interferir no resultado de *dripping test* das carcaças, porém não foram consideradas no estudo.

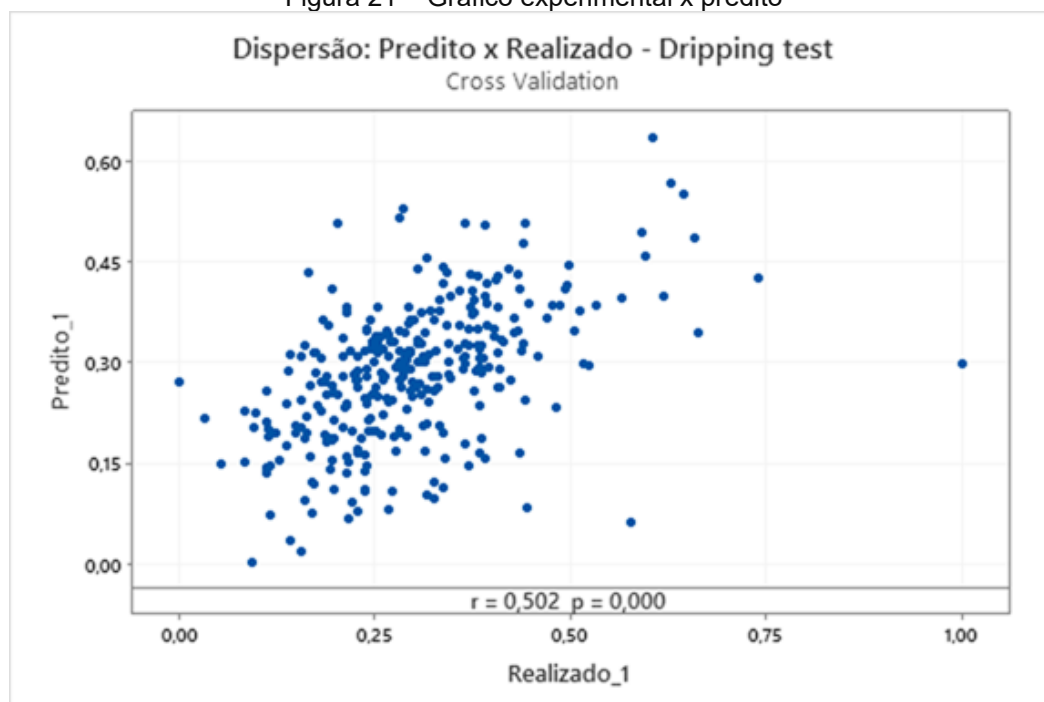
O estudo desenvolvido demonstrou que a análise realizada por meio de correlação de redes neurais artificiais consiste em uma ferramenta eficaz, podendo ser aplicada no ambiente industrial, possibilitando a escolha das variáveis que realmente interferem no processo de absorção de carcaças de frango. Considerando a aplicação das redes neurais na produção de frango, Beledelli (2014) também fez uso de uma RNA com duas camadas intermediárias radial e algoritmo *gradient descent backpropagation* para o treinamento de dados para avaliar as variáveis do processo. O coeficiente de regressão obtido foi 0,9265. Mesmo com variáveis que afetam o processo de resfriamento das carcaças de frangos, a RNA aplicada foi satisfatória quanto a temperatura final de carcaças.

Figura 20 - RNA com melhor correlação para *dripping test* pelo método de *Cross Validation*



Fonte: Autor (2021).

Figura 21 – Gráfico experimental x predito



Fonte: Autor (2021).

A Figura 21 refere-se ao gráfico dos valores preditos versus os reais para *dripping test* através do método de *Cross Validation*. Foi observado que os pontos fora da curva representam amostras que tiveram um coeficiente de absorção maior em

relação ao *dripping*, fator esse que pode ser explicado pelo fato dessas carcaças terem ficado por um período superior ao ideal no sistema de resfriamento, permitindo maior absorção de água pelas carcaças. Os autores Bailone e Roça (2017) expuseram que a etapa de resfriamento é a que mais exerce influência na capacidade de absorção da água, visto que os frangos são submetidos a diversas lavagens e submersas em tanques com água fria. Dessa forma, variáveis como tempo de imersão, temperatura da água no final do *chiller*, pressão hidrostática e agitação da água, são fatores determinantes com relação a quantidade de água absorvida pelas carcaças de ave durante o arrefecimento.

Na mesma linha, Kato et al. (2013) relataram que o alto índice de absorção de água em carcaças de frango congelado, pode ser justificado por fatores que estão relacionados desde a fase de pré-abate até o processamento, os quais interferem nos resultados do *dripping test*.

4.3 RANKER

Após a otimização dos dados e escolha da melhor RNA aplicando o algoritmo *Correlation Attribute Eval* pelo método de *Ranker* foi possível avaliar as variáveis mais impactantes no *dripping test*. Os resultados estão expressos na Tabela 9.

Tabela 9 - Variáveis com maior impacto no *dripping test* de carcaças de frango

Ordem	Variável	Correlação
1	Absorção	0.4805
2	Temperatura ambiente externa	0.2892
3	Temperatura do galpão de espera	0.2529
4	Distância de transporte	0.2374
5	Peso médio das aves	0.1697
6	Massa inicial da carcaça	-0.2439
7	Tempo de descanso das aves	-0.1646

Fonte: Autor (2021).

É possível notar que a variável de maior correlação com o *dripping test*, é o coeficiente de absorção de água das carcaças durante o resfriamento em sistema por imersão em água. Sabe-se que muitos fatores afetam a absorção de água pelas

carcaças, e os mais importantes são a temperatura da água, o tempo que as carcaças permanecem no chiller, a proporção de água e gelo no tanque, a agitação, o tamanho da carcaça, a espessura de pele e gordura. De acordo com Nascimento e Silva (2010) a absorção de água pelas carcaças de frango é influenciada pela temperatura final da carcaça, peso inicial da carcaça, tempo total de pré-resfriamento e pela temperatura final do *chiller*. Segundo os autores, menores temperaturas encontradas no *chiller* conduzem a uma menor absorção de água, e carcaças de frangos menores apresentam maior absorção de água.

Na mesma ótica, James et al. (2006) relacionaram a interferência do tempo de imersão, temperatura da água e quantidade de gelo sobre diversos parâmetros de resfriamento, entre eles a temperatura final e a quantidade de água absorvida pelas carcaças. Sugeriram que o tempo de imersão e intensidade de agitação de água são as variáveis que controlam a absorção de água pelas carcaças de aves.

A temperatura ambiente externa foi a segunda variável mais impactante no estudo. A influência dessa variável pode ser explicada pelo estresse gerado nas aves frente a temperaturas elevadas contribuindo para o aumento da perda de água do músculo após o abate. Corroborando, Bahuti et al. (2017), realizou estudo para prever o comportamento de aves de corte frente ao estresse térmico ambiente e obteve resultados satisfatórios. Os resultados de correlação e erro médio foram maiores do que 0,8 e menores que 3,29 respectivamente, validando o sistema como suporte de tomada de decisão para acionar sistemas de aquecimento de aves para criação de frangos de corte, minimizando o stress térmico das aves e reduzindo a perda em rendimento da carcaça, fator que impacta na absorção de água.

A temperatura e tempo de espera no galpão também tiveram correlação significativa. Tempo de espera maior e temperatura elevada no galpão, aumentam o estresse térmico das aves, reduzindo a capacidade de retenção de água da carne após o abate. Gottardi et al. (2012) verificou em seu estudo que aves abatidas com tempo em galpão de espera superior a 2 horas apresentaram menor capacidade de retenção de água pelo músculo após o abate. Já Sandercock et al. (2001) encontraram em seu estudo maior perda de peso por gotejamento (*dripping test*) e estresse elevado em aves submetidas a temperatura de galpão de espera superior a 32° C quando comparadas as aves em conforto térmico com temperatura de 21° C.

A distância de transporte é uma variável de impacto significativo causando o estresse nas aves e por consequência menor capacidade de retenção de água. Vecerek et al. (2006) e Barbosa Filho et al. (2008) obtiveram em seus estudos que distâncias mais longas no transporte reduziram a qualidade da carne e aumentaram a mortalidade das aves quando comparadas a distâncias mais curtas. Vieira et al. (2004), verificou que o manejo pré-abate influencia diretamente na carcaça de frangos; de maneira que a apanha, o transporte e o tempo de descanso no abatedouro devem ser bem planejados, a fim de reduzir os prejuízos que podem ocorrer na fase final de criação. A composição e o rendimento da carcaça refletem na qualidade final do produto, sendo interessante para a indústria uma menor quantidade de gordura presente na carcaça além do peso corporal, e rendimento satisfatório no momento do abate.

Outra variável impactante foi o peso inicial das carcaças, onde carcaças com menor peso tendem a absorver mais água durante o resfriamento por imersão em água. Estudo realizado por Sant'ana et al. (2008) mostraram que as carcaças de menor peso absorveram mais água durante o processo de resfriamento, confirmando a importância dessa variável. Complementando, Obdam et al. (2005) descreveram que carcaças com massa menor absorvem mais água durante o resfriamento em sistemas por imersão em água pois possuem a pele do pescoço menor facilitando a entrada e maior retenção de água na cavidade da carcaça.

Ressalta-se ainda que nesse estudo, as variáveis referentes a idade, sexo, umidade de galpão, pH e tempo de jejum não apresentaram correlação significativa com o índice de água absorvido pela carcaça.

O tempo de jejum não foi uma variável com influência no *dripping*, como citado anteriormente concordando com Schettino et al. (2006). Os autores avaliaram os efeitos do jejum pré-abate sobre a perda de peso e rendimento da carcaça e relataram que o período de jejum pré-abate não influenciou a taxa de absorção de água em carcaças de frango ($P > 0,05$).

Devido à escassez de trabalhos que utilizam algoritmo de aprendizagem da máquina com uso de redes neurais para predição de *dripping test* em carcaças de frango foram buscadas literaturas de outras áreas para um comparativo com os resultados encontrados no *software Weka*, bem como trabalhos que utilizam outra

metodologia estatística para comparar os impactos das variáveis estudadas que apresentam impacto no *dripping*.

4.4 OTIMIZAÇÃO DA REDE NEURAL

Após a exclusão das variáveis menos impactantes, foram testadas cento e vinte (120) configurações para os métodos de *Porcentagem Split* e *Cross Validation*.

O fator utilizado para determinar quais as variáveis eram as menos impactantes foi a correlação. Estipulou-se assim para novos testes o ponto de corte de correlação para redução das variáveis com valor acima de 0,16.

4.4.1 *Percentage Split*

Foram testadas cento e vinte (120) configurações de rede para *dripping test* com variável de saída, utilizando a metodologia de *Percentage Split*, sendo 70% dos dados para treino da rede e 30% para validação. A configuração que obteve o melhor resultado está expressa na Tabela 10 e o desenho da rede na Figura 22.

Tabela 10 - Configuração com melhor resultado com *Percentage Split*

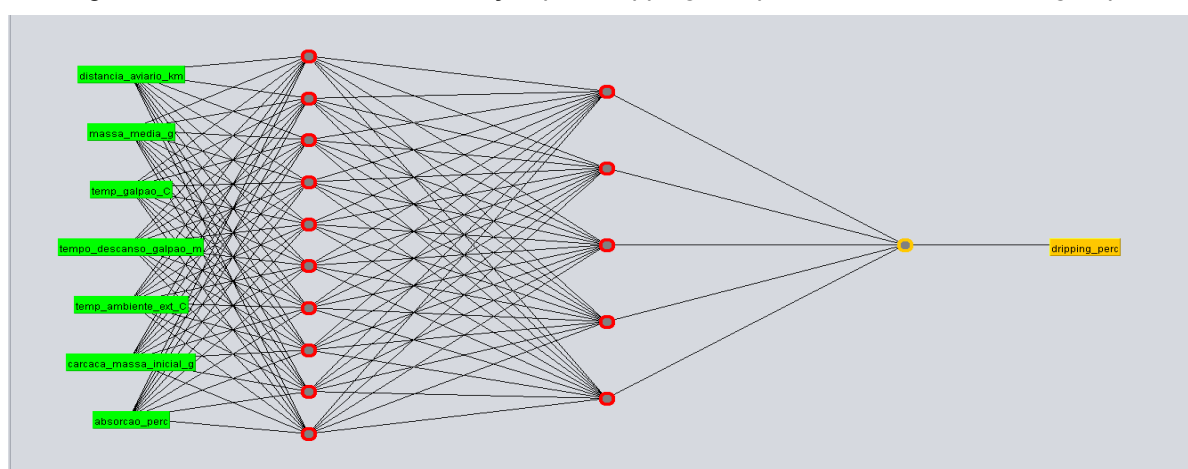
Parâmetros	Valor
Número de camadas ocultas	2
Número de neurônios/camada	10.5
Número de épocas	500
Resultados	Resultado
Coeficiente de correlação	0,6477
Erro médio absoluto	0,07
Erro quadrado médio	0,0948

Fonte: Autor (2021).

Quando comparado com o modelo anterior, onde eram consideradas todas as variáveis, sem exclusão, foi possível verificar que ocorreu o aumento da correlação, e consequente redução do erro médio absoluto quando avaliamos somente as variáveis impactantes. A correlação aumentou de 0,6138 para 0,6477 e o erro absoluto médio reduziu de 0,0813 para 0,07. Pode-se notar também que houve uma redução no

número de neurônios de cada camada oculta, visto que anteriormente a rede apresentava vinte (20) neurônios na primeira camada oculta e dez (10) neurônios na segunda camada. Já na nova configuração, a primeira camada é formada por dez (10) neurônios e a segunda camada por cinco (5) neurônios. Fato esse explicado pela redução na complexidade de rede neural, devido redução das variáveis de entrada. Assim, o algoritmo conseguiu encontrar a melhora resposta, com uma rede com menos neurônios (SILVA, 2010).

Figura 22 - RNA com melhor correlação para *dripping test* pelo método de *Percentage Split*



Fonte: Autor (2021).

4.4.2 Cross Validation

Foram testadas cento e vinte (120) configurações de rede para *dripping test* como variável de saída utilizando a metodologia de *Cross Validation*. A configuração que obteve o melhor resultado está expressa na Tabela 11 e o desenho da rede na Figura 23.

Tabela 11 - Configuração com melhor resultado com *Cross Validation*

Parâmetros	Valor
Número de camadas ocultas	2
Número de neurônios/camada	10.15
Número de épocas	500
Resultados	Resultado
Coefficiente de correlação	0,5235

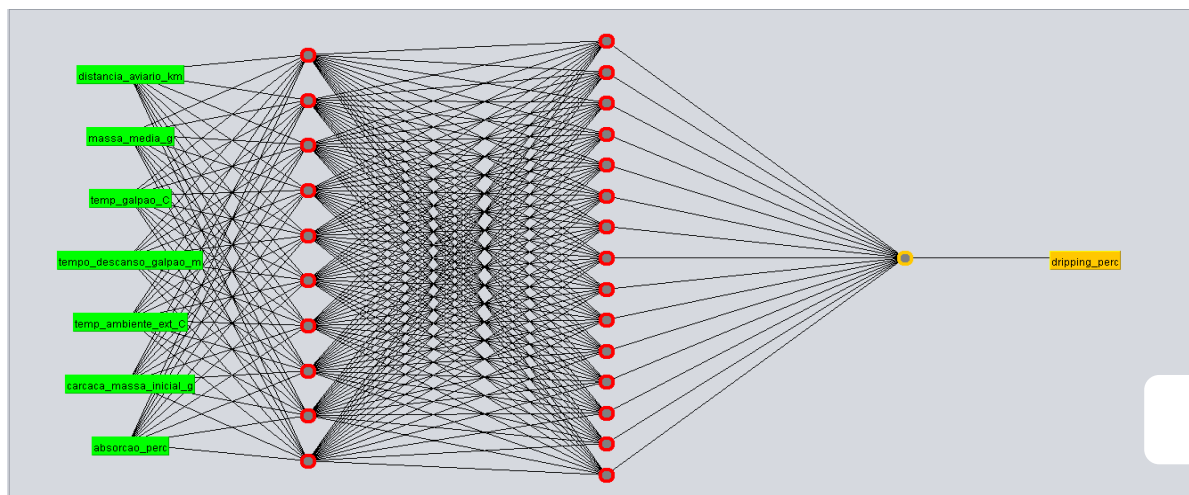
Erro médio absoluto	0,0826
Erro quadrado médio	0,1113

Fonte: Autor (2021).

Comparando com o modelo anterior onde foram consideradas todas as variáveis, foi verificado que quando utilizadas apenas as variáveis impactantes ocorreu o aumento na correlação e nenhuma variação no erro médio absoluto. Dessa forma, a correlação aumentou de 0,501 para 0,5235 e o erro absoluto médio praticamente não alterou passando de 0,0845 para 0,0826. Constatou-se também que ocorreu a redução dos números de neurônios de cada camada oculta. Anteriormente, a configuração da rede apresentava vinte (20) neurônios em cada camada oculta e na nova configuração apresentou dez (10) neurônios na primeira camada e quinze (15) na segunda camada. Devido a redução das variáveis de entrada, o algoritmo conseguiu encontrar a melhor resposta com uma rede neural menos complexa. Outro fato importante é que as variáveis excluídas possivelmente causavam um ruído a rede neural, reduzindo a precisão da resposta de saída (SILVA, 2010).

Complementando o raciocínio descrito na realização do estudo, Vieira et al. (2011) desenvolveram um estudo onde realizavam a simulação da mortalidade pré-abate de frangos de corte utilizando uma rede neural de retropropagação, com dez (10) neurônios na camada oculta e um neurônio na camada de saída. Para a simulação foram formados dois ambientes, um de estresse por frio e outro estresse por calor, utilizando variáveis influentes nas operações pré-abate, tais como a temperatura do ar, umidade relativa, número de aves por caixa e o tempo de espera. A variável resposta foi a taxa de mortalidade, expressa em porcentagem. A rede apresentou ajuste satisfatório, o que permitiu a predição de mortalidade por meio de simulações dos cenários estabelecidos neste trabalho.

Figura 23 - RNA com melhor correlação para *dripping test* pelo método de *Percentage Split*



Fonte: Autor (2021).

5 CONCLUSÃO

O estudo mostrou que as variáveis pré-abate têm impacto na absorção de água e *dripping test* das carcaças reduzindo a capacidade de retenção de água.

O uso de redes neurais para prever o impacto das variáveis na absorção de carcaças de frangos é válido, podendo ser utilizado como ferramenta para controle do indicador diário.

Dentre as configurações de rede testadas a melhor correlação foi com 2 camadas ocultas, com 20 e 10 neurônios por camada e 500 épocas, tendo o valor de correlação de 0,6138 e, erro quadrado médio de 0,1064 pelo método de *Percentage Split*.

O método de *Percentage Split* apresentou melhores resultados que o *Cross Validation*, uma vez que utiliza 70% dos dados para treinamento da RNA, ao contrário do *Cross Validation* que utiliza 100% para validação, não exercendo o treinamento da rede, onde o resultado da melhor configuração com 2 camadas ocultas de 20 e 20 neurônios por camada e 500 épocas foi de 0,502 de correlação.

O estudo mostrou que, ao elevar o número de épocas, por quaisquer dos métodos, a correlação diminui. O que não se aplica ao número de camadas ocultas e neurônios, tendo uma melhor correlação quanto maior o tamanho da rede.

As variáveis com maior impacto no *Dripping test* foram o coeficiente de absorção, temperatura de galpão, temperatura ambiente externa, tempo de espera no galpão, distância de transporte, consolidando que o estresse térmico das aves tem influência direta na absorção de água de carcaças de frango.

A variável pH das carcaças não apresentou impacto significativo na absorção de água pela carcaça e perda por *Dripping test*, apresentando correlação baixa.

QUANDO AVALIADAS SOMENTE AS VARIÁVEIS IMPACTANTES, EXCLUINDO AS VARIÁVEIS QUE NÃO APRESENTARAM CORRELAÇÃO SIGNIFICATIVAS, FOI POSSÍVEL CONSTATAR UM AUMENTO NA CORRELAÇÃO E REDUÇÃO NO NÚMERO DE NEURÔNIOS POR CAMADA OCULTA, TANTO PARA O MÉTODO DE *PERCETAGE SPLIT* QUANTO NO MÉTODO *CROSS VALIDATION*, OBTENDO RESULTADOS DE 0,6477 E 0,5235 DE CORRELAÇÃO, RESPECTIVAMENTE.

6 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Estipular os valores máximos e mínimos para controle diário do indicador através das variáveis de maior impacto, limitando assim a possibilidade de não atendimento da legislação quanto a absorção de água das carcaças, o que como já mencionado antes, traz um prejuízo comercial elevado.

Avaliar a interferência do tempo de congelamento das carcaças em túnel contínuo sobre o *dripping test*.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. R. et al. Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal. Campinas: **Revista Pubvet**, vol.10, n.6, p. 1-12, 2016.

ALVES, M. G. M.; MEDEIROS, F. M.; ALBUQUERQUE, L. F. Bem-estar animal e qualidade da carne de frango. Sobral: **Revista Eletrônica Nutritime**, vol.12, n.4, p.4107-4114, Agosto/2015.

ALVES, P. **Inteligência artificial e redes neurais**. Publicado em: 11/06/2020. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos>> Acesso em: 05 fev. 2021.

AMARATUNGA, V.; WICKRAMASINGHE, L.; PERERA, A.; JAYASINGHE, J.; RATHNAYAKE, U. Artificial Neural Network to Estimate the Paddy Yield Prediction Using Climatic. **Mathematical Problems in Engineering**, 2020.

ASSIS, M. T. Q.; DAMIAN, C.; OLIVO, G.; MAGENIS, R. B.; TAHA, P.; ROTTA, J.; GAUCHE, C. Avaliação físico-química de filés de peito de frango adicionados de sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja. Porto Alegre: **Revista Alimentação e Nutrição**, vol.21, n.1, p.129-139, 2010.

BAHUTI, M.; ABREU, L. H.; JUNIOR, T. Y.; FERRAZ, P. F. Controle de respostas produtivas e fisiológicas em frangos de cortes utilizando redes neurais artificiais. Maceió: **XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – COMBEA**, 2017.

BAILONE, R. L.; ROÇA, R. O. **Tendência no Processamento de Frangos de Corte: uso racional da água**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2017.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Caracterização quanti-qualitativa das condições bioclim**

óticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte. 2008. 175f. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” , Universidade de São Paulo, SP.

BECK, P. **Produção de frango deverá crescer 5% e exportações até 7% em 2020.** Brasil Avinews. Publicado em: 12/2/2019. Disponível em: <<http://www.avicultura.info/pt-br/brasil-producao-exportacoes-frango-2020/>> Acesso em: 12 jan. 2021.

BELEDELLI, B. D. **Análise estatística e modelagem do processo industrial de resfriamento de carcaças de frango.** Erechim: Universidade do Alto Uruguai e das Missões – URI, 2014.

BORGES, P.H.; MENDOZA, Z. M. S. H.; MAIA, J. C. S.; BIANCHINI, A.; FERNANDES, H. C. Estimativa de consumo de combustível em operações agrícolas mecanizadas usando rede neural artificial. Campinas: Revista Engenharia Agrícola, vol.37, n.1, p.136-147, 2017.

BORGES, P.H.; MENDOZA, Z. M. S. H.; MORAIS, P. H.; SANTOS, R. L. D. Redes neurais artificiais para previsão térmica animal. Campinas: **Revista Engenharia Agrícola**, vol.38, n.6, p.844-856, 2018.

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. **Redes Neurais Artificiais: teoria e aplicações.** Rio de Janeiro: Editora LTC, 2 ed., 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. DCI/DIPOA. Portaria nº. 210, de 10 de novembro de 1998. **Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiénico Sanitária da Carne de Aves.** Diário Oficial da União, Brasília, 26 de novembro de 1998, Seção 1, p. 226

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº74, de 07 de maio de 2019. **Altera a Portaria nº. 210, de 10 de novembro de 1998.** Brasília: 2019.

BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; AMAZONAS, E. A.; MENTEN, J. F. M. Heat stress during the pre-slaughter on broiler chicken. Brasília: **Revista Ciência Rural**, vol.39, n.4, p.1296-1305, 2009.

CARCIOFI, B. A. M. **Estudo do resfriamento de carcaças de frango em chiller de imersão em água.** Florianópolis: Departamento de Engenharia Química e de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

CASTILLO, C. J. C. Qualidade de carcaça e carne de aves. Campinas: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**, p.160-178, 2001.

DROVAL, A. A. et al. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. **Journal Applied Poultry Research**, vol.21, n.3, p.502-507, 2012

FERRIRA, L.; JUNIOR, T. Y.; LOPEZ, A. Z.; LACERDA, W. S. Desenvolvimento de

uma rede neuro-fuzzy para predição da temperatura retal de frangos de corte. São Paulo: **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, vol.17, n.2, p.221-233, 2010.

FERREIRA, R. P.; SASSI, R. J.; AFFONSO, C. A. Aplicação de uma rede neuro Fuzzy para uma previsão do comportamento do tráfego veicular urbano na região metropolitana da cidade de São Paulo. São Paulo: **Revista Exacta**, vol.9, n.3, p.363-375, 2011.

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **Journal of World's Poultry Science**, Ithaca, vol.58, n.2, p.131-145, 2002.

GANECO, A. G. **Características qualitativas da carne de frango de corte proveniente de diferentes sistemas de produção**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016.

GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; VARGAS JUNIOR, F. M.; GRACIANO, J. D.; FREITAS, L. W.; MARIN, D.; AMADORI, A. H. Jejum alimentar pré-abate no rendimento e qualidade de carcaça de frangos de corte tipo *griller*. Dourados: **Revista Agrarian**, vol.1, n.2, p.113-121, Dezembro/2008.

GOMIDE, L. A. M. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

GONÇALVES, C. R. **Fluxograma de Abate de Aves**. Goiânia: Qualittas, 2008.

GOTTARDI, C.P.T.; CHAVES, L.S.; SCHUCK, F. **Influência do tempo de espera pré-abate na absorção de água, pH e cor de carcaças de frango**. Informativo Técnico, v. 2, n. 3, p. 1-5, 2012.

GUIMARÃES, L. **Projeção do MAPA para a década 2020/30 aponta produção e consumo da carne de frango em primeiro lugar**. Publicado em: 30/07/2020. Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/granjeiros/264977>> Acesso em: 10 fev. 2021.

HAN, J.; KAMBER, M. **Data Mining: Concepts and Techniques**. Morgan Kaufmann, 2001.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. Araraquara: **Revista Alimentação e Nutrição**, vol.23, n.2, p.327-334, 2012.

HAYKIN, S. S. **Redes Neurais Princípios e Aplicações**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2 ed., 2001.

JAMES, C.; VINCENT, C.; LIMA, T.I.; JAMES, S.J. The primary chilling of poultry carcasses - a review. **International Journal of Refrigeration**, vol.29, p.847 – 862, 2006.

KATO, T.; BARBOSA, C. F.; IDA, E. I.; SOARES, A. L.; SHIMOKOMAKI, M.; PEDRAO, M. R. Broiler chicken PSE (Pale, Soft, Exsudative) meat and water release during chicken Carcass Thawing and Brazilian legislation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, vol.56, n.6, p.996-1001, 2013.

KLASSEN, T. **Uso de redes neurais artificiais para a modelagem da temperatura e da retenção de água no processo de resfriamento de carcaças de frangos por imersão**. Toledo: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2008.

KLASSEN, T.; MARTINS, T. D.; FILHO, L. C.; DA SILVA, E. A. Modelagem do Sistema de Resfriamento por Imersão de Carcaças de Frangos Utilizando Redes Neurais Artificiais. São Paulo: **Revista Acta Scientiarum Technology**, vol.31, n.2, p.201–205, 2009.

KLASSEN, T.; FERRUZZI, A. C.; SILVA, E. A.; GERALDI, C. A. Q. Modelagem e otimização do resfriamento de frangos por imersão utilizando RNA combinada com PCCR. Fortaleza: **XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Setembro/2016.

LUDTKE, C. B.; VILELA, J. A.; COSTA, A. D. Abate humanitário de aves. Nova Odessa: **Anais Workshop de Bioética e Bem-estar Aplicados aos Animais de Produção**, 2009.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J. A. **Abate humanitário de aves**. São Paulo: Editora WSPA, 2010.

MANTECA, X.; VELARDE, A.; JONES, N. **Animal welfare components**. Welfare of production animals: assessment and management of risks. p 61-77, 2009.

MARTINS, T.D.; KLASSEN, T.; CANEVESI, R. L. S.; BARELLA, R. A.; CARDOZO FILHO, L.; SILVA, E. A. Modeling the Water Uptake by Chicken Carcasses during Cooling by Immersion. São Paulo: **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.31, n.3, p.571–576, 2011.

MATIN, H.; SAKI, A.; ALIARABI, H.; SHADMANI, M.; ABYANE, H. Z. Estimativa da microflora intestinal de frangos de corte artificial rede neural. São Paulo: **Revista Computação Neural e Aplicativos**, vol.21, n.5, p.1043-1047, 2012.

MATSUMURA, E. M. **Perspectivas para conservação e reuso de água na indústria de alimentos - estudo de uma unidade de processamento de frangos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

MCCULLOCH, W.; PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **Bulletin of Mathematical Biophysics**, vol.5, n.1, p.115-133, 1943.

MELLO, J. L. M. **Caracterização física e química da carne de peito de aves d diferentes idades submetida a maturação**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2016.

MENDES, A. A. Jejum pré-abate em frangos de corte. São Paulo: **Revista Brasileira**

de **Ciência Avícola**, vol., p.199-209, 2001.

MENDES, A. A. **Impactos nos Resultados Produtivos e na Qualidade do Produto: A Visão da Indústria**. Chapecó: Anais XIV Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2013.

MENDES, O. T. N. **Bem-estar animal na produção de frangos de corte no Brasil**. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

MONTEIRO, G. O. A.; SILVA, L. A. R. S.; ABREU, V. L. S.; COPAT, L. L. P.; NASCIMENTO, K. M. R. S. Manejo pré-abate de frangos de corte. Campo Grande: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, **Anais da X Mostra Científica Famez**, 2017.

NASCIMENTO, J. C.; SILVA, A. **Análise estatística do processo de absorção de água pelas carcaças de frango em chiller industrial**. Coronel Fabriciano: EMEPRO, Trajetórias e Perspectivas Tecnológicas, 2010

OBDAM, J. **Resfriamento de carcaça de aves em ar ou água - implicações microbiológicas e de qualidade da carne**. 2005.

OIE. **Código sanitário dos animais terrestres**. Publicado em: 2016. Disponível em: <<http://www.oit.int/en/international-standardsetting/terrestrialcode/acce>> Acesso em: 9 mai. 2017.

OLIVEIRA, G. **Abatedouro de Aves - Brasil Foods S.A**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná: 2014.

OLIVO, R. **Estrutura, composição e funcionalidade do tecido muscular**. Criciúma: O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. p.240-272, 2006.

ORDONEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MIGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALEZ, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos – Alimentos de Origem Animal**. Porto Alegre: Editora Artmed, vol.2, 2005.

ORDONEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MIGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALEZ, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos – Componentes dos Alimentos e Processos**. Porto Alegre: Editora Artmed, vol.1, 2007.

OVERLAND, M.; BORGE, G. I.; VOGT, G.; SCHOYEN, H. F.; SKREDE, A. Oxidative stability and sensory quality of meat from broiler chickens fed a bacterial meal produced on natural gas. **Poultry Science**, vol.90, n.1, p.201- 210, 2011.

PANDORFI, H., SILVA, I. J. O.; SANIGHAUSEN, V. C. R.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T.; GUISELINI, C. Uso de redes neurais artificiais para predição de índices zootécnicos nas fases de gestão e maternidade na suinocultura. São Paulo: **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.40, n.3, p.676-681, 2011.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. Goiânia: **Revista Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**, vol.1, UFG, 2006.

PINTO, P. R. **Uso de redes neurais artificiais no gerenciamento de matadouros-frigoríficos de aves e suínos no sul do Brasil**. Porto Alegre: Dissertação de mestrado, UFRGS, 2006

QUEIROZ, C. A. **Influência de carnes PSE (Pale, soft e exudative) na absorção e perda de água por gotejamento em carcaças de frango**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2015.

RIBEIRO, R.; CASANOVA, D.; TEIXEIRA, M.; WIRTH, A.; GOMES, H. M.; BORGES, A. P.; ENEMBECK, F. Gerando planos de ação para manejo de aves usando redes neurais artificiais. São Paulo: **Revista Computadores e Eletrônicos na Agricultura**, vol.161, p.131-140, 2019.

ROÇA, R. O. **Congelamento**. Botucatu: Universidade Estadual de São Paulo, Artigo Técnico, FCA-UNESP, 2000.

RODRIGUES, D. R.; SANTOS, F. R.; SILVA, W. J.; GOUVEIA, A. B. V.; MINAFRA, C. S. Abate humanitário de aves: Revisão. São Paulo: **Revista Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.10, n.9, p.650-658, 2016.

ROSA, K. R. **Fatores que interferem na absorção de água em carcaças de frango**. Cuiabá: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, 2014.

SANDERCOCK, D. A. et al. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. **Poultry Science**, Ithaca, vol.80, p.418-425, 2001.

SANT'ANA, V. **Análise dos fatores que afetam a temperatura e absorção de água em carcaças de frango em Chiller industrial**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de ciência e tecnologia de alimentos. Porto Alegre, 2008.

SANTOS, D. V. S. **Absorção de água em carcaças de frango: avaliação da eficiência dos métodos oficiais do Brasil**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2012.

SANTOS, J.P.A. et al. Perdas produtivas no pré-abate e carregamento de frangos de corte. São Paulo: **Revista Eletrônica**, vol.12, n.6, p.4450-4456, 2015.

SANTOS, D. S.; ARCE, A. I. C.; PIZA, L. V.; SILVA, A. S.; COSTA, E. J. X.; TECH, A. R. B. Redes bluetooth associada a redes neurais artificiais para monitoramento de suínos. Rio de Janeiro: **Arquivos de Zootecnia**, vol.65, n.252, p.557-563, 2016.

SCHETTINO, D.N.; CANÇADO, S. V.; BAIÃO, N. C.; LARA, L. J.C.; FIGUEIREDO, T. C.; SANTOS, W. L. M. Efeito do período de jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça de frango de corte. Belo Horizonte: **Revista Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, vol.58, n.5, p.918-924, 2006.

SILVA, J. L. A. **Avaliação da Gestão do Uso e Reuso de Água em Abatedores de Ave**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. **Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas**. São Paulo: Editora Artliber, 2010.

SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiente animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: O caso da avicultura de corte brasileira. **Revista Arquivos de Zootecnia**, vol.59, p.113-131, 2010.

TAVERNARI, F. C.; ALBINO, L. F. T.; ARAÚJO, W. A. G. Manejo pré-abate de frangos de corte. Brasília: **Revista CFMV**, vol.15, n.56, 2012.

TONG, H. B.; WANG, Q.; LU, J.; ZOU, J. M.; CHANG, L. L.; FU, S. Y. Effect of freerange days on a local chicken breed: Growth performance, carcass yield, meat quality, and lymphoid organ index. **Poultry Science**, vol.93, p.1883-1889, 2014.

URAYAMA, P. M. G.; PADILHA< J. B.; PIA, J.; TAKAHASHI, S. E. Formação da carne PSE em frangos de corte: um caso de manejo pré-abate. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, **Revista Veterinaria y Zootecnia**, vol.12, n.2, 2018.

USDA. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. **Volume de carne de frango dos 5 maiores produtores mundiais cresce menos de 1% em 2021**. Publicado em: 21/01/2021. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br>> Acesso em: 25 jun. 2021.

VECEREK, V.; GRBALOVA, S.; VOŠLAROVA, E. **Effects of travel distance and the season of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants**. Poultry Science, v. 85, p. 1881-1884, 2006.

VENANCIO, A. **Tecnologia na produção de frangos de corte**. Publicado em: 31/03/2020. Disponível em: <<http://www.agroceresmultimix.com.br/blog>> Acesso em: 13 fev. 2021.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características da carne de frango**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, Programa Institucional de Extensão Boletim, 2007.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, L.C. **Produção de Bovinos - Tipo Carne**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, Boletim Técnico, 2007.

VIEIRA, M. M. **Qualidade de carcaça em frangos de corte**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

VIEIRA, V. M. **Redes neurais artificiais: uma aplicação em petrofísica e estudo dos efeitos de estímulos persistentes**. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Física, 2007.

VIEIRA, F. M. C. **Transporte Animal: Influência das condições bioclimáticas no**

desempenho produtivo e fisiológico de pintos de um dia. Piracicaba: ESALQ/USP, 2011.

VIEIRA, F. M. C.; RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; LOMBARDI, L. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D. Simulação da mortalidade pré-abate de frangos de corte por meio das redes neurais artificiais. São Paulo: **Revista Thesis**, ano VII, n.16, p.56-64, 2011.

WITTEN, I.; FRANK, E. **Data Mining – Practical Machine Learning Tools.** Morgan Kaufmann, 2000.