

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

DANIEL SÁ FREIRE LAMARCA

**IMPACTO DE ONDAS DE CALOR NA PRODUÇÃO DE OVOS DE POEDEIRAS:
SISTEMA DE PREVISÃO DE MORTALIDADE APLICADO À CENÁRIOS DO IPCC**

TUPÃ – SP

2018

DANIEL SÁ FREIRE LAMARCA

**IMPACTO DE ONDAS DE CALOR NA PRODUÇÃO DE OVOS DE POEDEIRAS:
SISTEMA DE PREVISÃO DE MORTALIDADE APLICADO À CENÁRIOS DO IPCC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de pesquisa: Competitividade de Sistemas Agroindustriais

Orientador: Prof. Adj. Danilo Florentino Pereira

Coorientadores: Prof. Dr. Douglas D’Alessandro Salgado - Prof. Dr. Marcelo Marques de Magalhães - Prof. Dr. Sergio Silva Braga Junior

TUPÃ – SP

2018

L215o

Lamarca, Daniel Sá Freire.

Impacto de ondas de calor na produção de ovos de poedeiras : sistema de previsão de mortalidade aplicado à cenários do IPCC / Daniel Sá Freire Lamarca. – Tupã, 2018.

155 f.

Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Faculdade de Ciências e Engenharia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Florentino Pereira.

Co-orientador: Prof. Dr. Douglas D’Alessandro Salgado.

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Marques de Magalhães.

Co-orientador: Prof. Dr. Sergio Silva Braga Junior.

1. Avicultura de Postura. 2. Mudanças climáticas. 3. Anomalias climáticas. 4. Lógica Fuzzy. 5. Zootecnia de precisão. I. Autor. II. Título.

CDD 636.5



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IMPACTOS DE ONDAS DE CALOR NA PRODUÇÃO DE OVOS DE POEDEIRAS: SISTEMA DE PREVISÃO DE MORTALIDADE APLICADO À CENÁRIOS DO IPCC

AUTOR: DANIEL SÁ FREIRE LAMARCA

ORIENTADOR: DANILO FLORENTINO PEREIRA

COORDENADOR: MARCELO MARQUES DE MAGALHAES

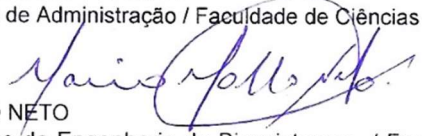
COORDENADOR: SERGIO SILVA BRAGA JUNIOR

COORDENADOR: DOUGLAS D'ALESSANDRO SALGADO

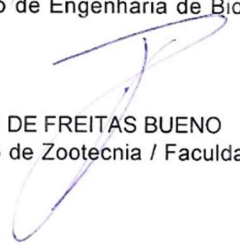
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONEGÓCIO E DESENVOLVIMENTO, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. DANILO FLORENTINO PEREIRA

Coordenadoria do Curso de Administração / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP


Prof. Dr. MARIO MOLLO NETO

Coordenadoria de Curso de Engenharia de Biosistemas / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP


Profa.Dra. LEDA GOBBO DE FREITAS BUENO

Coordenadoria do Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT - UNESP - Dracena/SP

Tupã, 01 de fevereiro de 2018

Dedico este trabalho para meu querido irmão ***Thiago Sá Freire Lamarca***, pois foi mais que um irmão durante toda minha vida! Foi pai e amigo! Sempre estive ao meu lado nos momentos difíceis e também sempre me apoiou na minha formação profissional.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus, pelo dom divino da vida, pela saúde e força de vontade para seguir em busca dos meus sonhos.

A minha mãe Selma Sá Freire, sendo a pessoa mais importante em todas as fases da minha vida, estando sempre presente e me apoiando.

Ao meu irmão Thiago Sá Freire Lamarca que participou e colaborou de maneira fundamental na minha formação pessoal e profissional.

Ao meu pai Humberto Lamarca pelas excessivas orientações e compartilhamento de experiências de vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Danilo Florentino Pereira que colaborou fortemente na minha formação profissional e que tive a grande oportunidade de trabalhar em conjunto para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Aos grandes amigos, Prof. Dr. Sergio Silva Braga Junior e Prof. Dr. Marcelo Marques de Magalhães que além das diversas orientações realizadas desde minha graduação em fase de Iniciação Científica, sempre participaram da minha formação, não somente profissional, mas também pessoal.

Ao Prof. Dr. Douglas D'Alessandro Salgado pelas orientações realizadas para a construção desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Mario Mollo Neto, ao Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manzione e a Prof^a Leda Gobbo de Freitas Bueno, os quais apontaram importantes sugestões para este trabalho.

Ao Sergio Kenji Kakimoto pelo fornecimento de dados de produção avícola, os quais foram de enorme importância para o desenvolvimento desta dissertação.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Tupã, e aos colaboradores desta instituição, onde tive a oportunidade de realizar minha graduação. Ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento (PGAD) desta mesma universidade em que realizei minha pós-graduação.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) referente ao processo Nº 2016/25464-8 e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ambas por concessão de bolsa de Mestrado.

Aos familiares Jaqueline Escobar, Isabela Lamarca, Juliana Lamarca, Mara Lamarca, Miriam Lamarca, Bruna Lamarca, Pamela Lamarca, Lilian Sá Freire, Luciana Sá Freire, Ana Lúcia Sá Freire, Rosa Sá Freire, Francisco Sá Freire e aqueles que ao longo da vida também passei a considerar como família, Angela Jordão, Mara Bastianik, Mara Iglesias, Marcelo Jordão e Rivelton Nascimento.

Aos amigos (irmãos) Douglas Lelis, Gustavo Iglesias, Igor Bastianik, Lucas Colombero, Pedro Jordão, Thiago Iglesias, Vitor Bastianik e Wesley Carçado, que estiveram presentes em muitos momentos importantes da minha vida.

E por fim, as importantes amizades realizadas durante a minha graduação e pós-graduação, especialmente aos amigos e amigas: Jéssica Gonella, Mariana Mazeti, Silvia Cristina Vieira, Luana Ferreira, Gustavo Góes, Fernando Putti, Karina Dias, Anderson Rodolfo, Amanda Negreti, Thayse Pantolfi e Jéssica Bruvers. E aos professores da UNESP do campus de Tupã: Luis Roberto (Betão), Camila e Eduardo.

“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário”

(Frase atribuída para Albert Einstein)

*“Você por tantas vezes fala mal de mim
E o motivo até eu juro que eu não sei
Eu não devo ser um cara tão ruim
Se o que te mata a fome foi eu quem plantei
O que te aquece o corpo é cria lá de casa
Cobertor de lã, o pão e o café
Sou um sertanejo adoro o meu país
Sou desse meu jeito e assim sou feliz
E você me diga por favor quem é*

*Quem é você
Será que já curtiu o amanhecer no mato?
A relva molhada e os pés sem sapatos
Será que já tocou a terra com as mãos?
Quem é você
Que só fala bonito e não ajuda em nada
Que tem a alma seca e a terra abandonada
O que você plantou nesse seu coração?*

*Não troco meu sono por dinheiro seu
Não troco meu sossego pela vida sua
E sempre que amanhece eu agradeço a Deus
Por mais um dia em que o trabalho continua
Você vive dizendo que eu sou caipira
Pra que alimentar no peito tanta mágoa?
Se eu cruzar os braços como é que vai ser?
Quando bater a fome vou pagar pra ver
Você comendo areia e mastigando água”*

Mastigando Água

Composição: Aparecido Marques dos Santos / João Miguel Marques de Medeiros

LAMARCA, D. S. F. **IMPACTO DE ONDAS DE CALOR NA PRODUÇÃO DE OVOS DE POEDEIRAS: SISTEMA DE PREVISÃO DE MORTALIDADE APLICADO À CENÁRIOS DO IPCC**. 2018. 155 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Tupã, 2018.

RESUMO

A temperatura da superfície do planeta vem aumentando no decorrer dos anos. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) reúne pesquisadores de diversos países e áreas de atuação, tendo como objetivo gerar e organizar as informações formulando cenários futuros de variação de temperatura e precipitação, para que seja possível projetar os possíveis impactos socioeconômicos e ambientais. A agropecuária é um dos setores mais influenciado pelas variações do clima (temperatura e precipitação), visto que os processos de produção agrícola e de produção animal, para cada espécie, possuem faixas ideais de condições ambientais para obter níveis de produção adequados. Na produção de ovos de poedeiras, verifica-se que as mudanças climáticas atingirão o sistema de produção, sendo destaque a mortalidade das aves por ondas de calor. Diante do contexto apresentado, o objetivo geral dessa pesquisa foi desenvolver um sistema *fuzzy* para previsão de mortalidade de poedeiras e simular cenários futuros baseados na previsão de mudanças climáticas para a região de Bastos-SP, de acordo com o relatório AR5 do IPCC. O modelo de previsão de mortalidade foi baseado em sistema *fuzzy* e possui como variáveis de entrada: duração da onda de calor (em dias), a temperatura máxima (°C) e a idade da ave (em semanas) e como única variável de saída a mortalidade (nível de mortalidade). O sistema *fuzzy* de previsão de mortalidade foi construído a partir de dados e informações presentes na literatura e apresentou um bom nível de predição em termos de acurácia. O sistema obteve uma média 75,48% de taxa de acurácia entre os 25 aviários de duas granjas analisados durante seu processo de validação. A capacidade de predição do sistema apontou uma taxa de acurácia do sistema que variou entre 50% e 100%. Os resultados da pesquisa para projeções climáticas apontam que mesmo nos cenários otimistas do IPCC, segundo as previsões do sistema *fuzzy* construído, que haverá aumento preocupante de taxa de mortalidade de poedeiras para a região de Bastos-SP.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas. Anomalias Climáticas. Avicultura de Postura. Lógica *Fuzzy*. Zootecnia de Precisão.

LAMARCA, D. S. F. **IMPACT OF HEAT WAVES IN LAYING HENS EGG'S PRODUCTION: SYSTEM OF PREVISION OF MORTALITY TO IPCC FORECASTS.** 2018. 155 p. Dissertation (Master in Agribusiness and Development) – School of Sciences and Engineering, São Paulo State University “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Tupã, 2018.

ABSTRACT

The surface temperature of the planet has been increasing over the years. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) brings together researchers from different countries and areas of action, with the objective of generating and organizing information by formulating future scenarios of temperature variation and precipitation, so that it is possible to design possible socioeconomic and environmental impacts. Agriculture is one of the sectors most influenced by climatic variations (temperature and precipitation), since the agricultural production and animal production processes, for each species, have ideal ranges of environmental conditions to obtain adequate levels of production. In the production of eggs of laying hens, it is verified that the climatic changes will reach the system of production, being emphasized the mortality of birds by heat waves. In view of the presented context, the general objective of this research was to develop a fuzzy system to predict mortality of laying hens and to simulate future scenarios based on the prediction of climatic changes for the Bastos-SP region, according to the IPCC report AR5. The model of mortality prediction was based on fuzzy system and has as entry variables: heat wave duration (in days), maximum temperature (°C) and bird age (in weeks) and as the only output variable a mortality (level of mortality). The fuzzy system of mortality prediction was constructed from data and information present in the literature and presented a good level of prediction in terms of accuracy. The system obtained an average 75.48% accuracy rate among the 25 aviaries from two farms analyzed during its validation process. The system prediction capability showed a system accuracy rate ranging from 50% to 100%. The results of the research for climatic projections show that even in the optimistic scenarios of the IPCC, according to the fuzzy system constructed, there will be a worrying increase in the mortality rate of laying hens for the region of Bastos-SP.

Key words: Climate Changes. Climate Anomalies. Poultry Farming. Fuzzy Logic. Zootechny of Precision.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variabilidade Climática e Mudança Climática.....	23
Figura 2 - Análise de vulnerabilidade de sistemas perante as mudanças climáticas.....	25
Figura 3 - Variação de temperatura média global em graus Celsius (C°)	27
Figura 4 – Projeção de alterações climáticas e uso da terra no sudeste da América do Sul....	28
Figura 5 - Temperatura média e nível de precipitação no sudeste da América do Sul	28
Figura 6 - Mudanças projetadas na temperatura média anual para a América do Sul	30
Figura 7 - Projeções possíveis para a ocorrência de eventos extremos.....	31
Figura 8 - Variação da Temperatura Média Global entre 1880 e 2016.....	32
Figura 9 - Emissão de CO ₂ , N ₂ O e CH ₄ entre 1979 e 2015.....	34
Figura 10 - Modelo simplificado de representação do Efeito Estufa	35
Figura 11 - Fenômeno El Niño	37
Figura 12 - Fenômeno La Niña	39
Figura 13 – Mudanças nos padrões espaciais de ondas de calor simuladas entre o final do século 21 (2080-2099) e final do século 20 (1980-1999).....	42
Figura 14 - Histórico de produção de ovos de poedeiras e quantidade de galinhas poedeiras no Brasil entre 1987 e 2016.....	49
Figura 15 – Mapa de distribuição da produção de ovos de poedeiras em 2016 no Brasil por unidade da federação	50
Figura 16 - Localização do município de Bastos-SP.....	51
Figura 17 - Histórico de produção de ovos de poedeiras no município de Bastos-SP entre 1985 e 2015	51
Figura 18 – Produção de calor versus temperatura ambiente.....	53
Figura 19 – Faixas de Conforto Térmico Humano.....	54
Figura 20 - Representação do potencial do ambiente térmico sobre o potencial de produção e qualidade do produto na pecuária.....	55
Figura 21 - Recomendações na fase inicial do controle de variáveis do ambiente para a linhagem Hy-Line W-36.....	57
Figura 22 - Recomendações na fase inicial do controle de variáveis do ambiente para a linhagem Hy-Line Brown.....	57
Figura 23 - Comparação das principais regiões produtoras de ovos do Brasil em relação as alterações climáticas e uso da terra.....	62

Figura 24 - Classificação de Koeppen para o Estado de São Paulo	63
Figura 25 - Estrutura de um controlador de lógica fuzzy	65
Figura 26 - Diagrama de desenvolvimento da pesquisa	66
Figura 27 – Sistema de previsão de mortalidade baseado em regras fuzzy	67
Figura 28 - Variável de entrada "Temperatura Máxima (°C)"	73
Figura 29 - Variável de entrada "Duração da Onda de Calor (dias)"	75
Figura 30 - Variável de entrada "Idade da Ave (semanas)"	76
Figura 31 - Variável de saída "Mortalidade (nível de mortalidade)"	77
Figura 32 - Interface de base de regras do sistema fuzzy no software MATLAB 6.5	79
Figura 33 – Gráficos de Superfície do sistema fuzzy.....	80
Figura 34 - Ocorrência de ondas de calor entre novembro de 2014 e dezembro de 2015	81
Figura 35 - Curva ROC para a Granja 1	84
Figura 36 - Curva ROC para a Granja 2.....	89
Figura 37 - Temperatura Máxima (°C) diária para o município de Presidente Prudente – SP entre 1961 e 2012	91
Figura 38 – Média mensal da Temperatura Máxima (°C) para o município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012	92
Figura 39 - Gráfico de Boxplot da Temperatura Máxima Mensal (°C) para o município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012.....	93
Figura 40 - Média anual da Temperatura Máxima (°C) para o município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012	94
Figura 41 - Quantidade de dias identificados como onda de calor e dias com dados em branco para o município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012.....	95
Figura 42 - Distribuição da quantidade de dias para faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no período entre 1961 e 2012.....	96
Figura 43 - Distribuição da quantidade de dias para faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2008	97
Figura 44 - Projeção RCP2.6 (otimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2030	98
Figura 45 - Projeção RCP2.6 (otimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2050	99
Figura 46 - Projeção RCP2.6 (otimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2100	99

Figura 47 - Projeção RCP8.5 (pessimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2030	100
Figura 48 - Projeção RCP8.5 (pessimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2050	100
Figura 49 - Projeção RCP8.5 (pessimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2100	101
Figura 50 - Ambiente Interno e Externo do Aviário A da Granja 1	146
Figura 51 - Ambiente Interno e Externo do Aviário B da Granja 1	146
Figura 52 - Ambiente Interno do Aviário C da Granja 2	147
Figura 53 - Ambiente Interno do Aviário F da Granja 2.....	147
Figura 54 - Ambiente Interno do Aviário J da Granja 2.....	148
Figura 55 - Ambiente Interno do Aviário R da Granja 2	148
Figura 56 - Ambiente Interno do Aviário U da Granja 2	149
Figura 57 - Ambiente Externo do Aviário C da Granja 2	149
Figura 58 - Ambiente Externo do Aviário D da Granja 2	150
Figura 59 - Ambiente Externo do Aviário G da Granja 2	150
Figura 60 - Ambiente Externo do Aviário M da Granja 2	151
Figura 61 - Ambiente Externo do Aviário S da Granja 2.....	151
Figura 62 - Ambiente Externo do Aviário Y da Granja 2	152

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - CO ₂ equivalente entre os GEE	33
Quadro 2 – Apontamentos dos relatórios do Grupo de Trabalho 2 (Parte A e Parte B) do IPCC sobre ondas de calor.....	43
Quadro 3 - Tabela de Contingência	68
Quadro 4 - Lista de regras para variáveis de entrada e saída fuzzy	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Projeções de temperatura média global nos cenários do IPCC para 2100	27
Tabela 2 - Projeções de temperatura média para cenários do IPCC para o sudeste da América do Sul.....	29
Tabela 3 – Histórico de eventos de El Niño	38
Tabela 4 – Histórico eventos de La Niña.....	40
Tabela 5 - Níveis de viabilidade de mortalidade para diferentes linhagens de poedeiras	58
Tabela 6 - Classificação proposta para mortalidade das aves.....	68
Tabela 7 - Variáveis e Fórmulas calculadas para avaliar o sistema fuzzy.....	69
Tabela 8 – Coordenadas de georreferenciamento de Bastos - SP e Presidente Prudente - SP	70
Tabela 9 - Propriedades das funções de pertinência do sistema fuzzy	73
Tabela 10 - Níveis de acertos obtidos para os aviários da Granja 1 utilizados no processo de validação do sistema.....	81
Tabela 11 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "NORMAL" para a Granja	182
Tabela 12 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "ALTA" para a Granja 1	82
Tabela 13 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "MUITO ALTA" para a Granja 1	82
Tabela 14 - Avaliação do sistema fuzzy para Granja 1	83
Tabela 15 - Área da curva ROC para resultados da Granja 1.....	85
Tabela 16 – Níveis de acertos obtidos para os aviários da Granja 2 utilizados no processo de validação do sistema.....	86
Tabela 17 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "NORMAL" para a Granja	287
Tabela 18 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "ALTA" para a Granja 2.....	87
Tabela 19 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "MUITO ALTA" para a Granja 2	87
Tabela 20 - Avaliação do sistema fuzzy para Granja 2	88
Tabela 21 - Área da curva ROC para resultados da Granja 2.....	90
Tabela 22 - Estatística descritiva para a variável Temperatura Máxima (°C) diária do município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012.....	91
Tabela 23 – Projeções para os cenários RCP2.6 (otimista) e RCP8.5 (pessimista) da quantidade de dias com temperatura acima de 32°C no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100.....	102

Tabela 24 - Quantidade de ondas de calor entre os anos de 2006 e 2011	103
Tabela 25 - Projeção da quantidade de ondas de calor para os cenários RCP2.6 (otimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100	103
Tabela 26 - Projeção da quantidade de ondas de calor para os cenários RCP8.5 (pessimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100.....	104
Tabela 27 – Projeção da duração de ondas de calor para o cenário RCP2.6 (otimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100	105
Tabela 28 - Projeção da duração de ondas de calor para o cenário RCP8.5 (pessimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100	106
Tabela 29 - Projeção da temperatura de ondas de calor para o cenário RCP2.6 (otimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100	107
Tabela 30 - Projeção da temperatura de ondas de calor para o cenário RCP8.5 (pessimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100	108
Tabela 31 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2030 para aves de 30 semanas de idade	129
Tabela 32 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2030 para aves de 70 semanas de idade	130
Tabela 33 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2050 para aves de 30 semanas de idade	131
Tabela 34 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2050 para aves de 70 semanas de idade	132
Tabela 35 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2100 para aves de 30 semanas de idade	133
Tabela 36 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2100 para aves de 70 semanas de idade	134
Tabela 37 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2030 para aves de 30 semanas de idade	135
Tabela 38 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2030 para aves de 70 semanas de idade	136
Tabela 39 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2050 para aves de 30 semanas de idade	137
Tabela 40 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2050 para aves de 70 semanas de idade	138

Tabela 41 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2100 para aves de 30 semanas de idade	139
--	-----

Tabela 42 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2100 para aves de 70 semanas de idade	140
--	-----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
CEPAGRI	Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura
CFCs	Clorofluorcarbonos
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPMC	Grupo de Pesquisas de Mudanças Climáticas
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IAG	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
IPMet	Instituto de Pesquisas Meteorológicas
NF ₃	Trifluoreto de Nitrogênio
N ₂	Nitrogênio
N ₂ O	Óxido Nitroso
O ₂	Oxigênio
O ₃	Ozônio
PFCs	Perfluorcarbonetos
POG	Produção de Ovos de Galinha
RCPs	<i>Representative Concentration Pathways</i>
ROC	<i>Receiver Operating Characteristic</i>
SRES	<i>Special Report Emissions Scenarios</i>
SF ₆	Hexafluoreto de Enxofre
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>

UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNPD	<i>United Nations Population Division</i>
USP	Universidade de São Paulo
WG I	<i>Working Group I</i>
WG II	<i>Working Group II</i>
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS.....	21
3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS, AVICULTURA DE POSTURA E LÓGICA <i>FUZZY</i> : UMA REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS	22
2.1.1 PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – <i>INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE</i> (IPCC).....	26
2.1.2 AQUECIMENTO GLOBAL, EFEITO ESTUFA E CAMADA DE OZÔNIO ³¹	
2.1.3 <i>EL NIÑO</i> e <i>LA NIÑA</i>	36
2.1.4 EVENTOS EXTREMOS	40
3.2. AVICULTURA DE POSTURA	48
3.2.1. SISTEMA PRODUTIVO DE OVOS E SUA IMPORTÂNCIA NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO	48
3.2.2. AMBIÊNCIA NA AVICULTURA DE POSTURA	52
3.3. IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	59
3.3.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO AGRONEGÓCIO.....	59
3.3.2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE OVOS.....	61
3.4. LÓGICA <i>FUZZY</i>	63
4. MÉTODO DE PESQUISA	65
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
5.1. SISTEMA <i>FUZZY</i> PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ONDAS DE CALOR NA MORTALIDADE DE POEDEIRAS	72
5.2. ANÁLISE DESCRITIVA DAS CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS	90
5.3. PREVISÃO DE MORTALIDADE DE POEDEIRAS DECORRENTES DE ONDAS DE CALOR UTILIZANDO OS CENÁRIOS DO IPCC DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA A REGIÃO DE BASTOS-SP	98
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
8. APÊNDICE	129
9. ANEXOS.....	146

1. INTRODUÇÃO

As mudanças do clima no planeta geradas pela interferência do homem na natureza é um fato ainda incerto, mas atualmente é aceito pela comunidade científica de maneira geral. Os efeitos causados pelas mudanças do clima têm recebido a atenção de diversos países (governo, setor privado, sociedade) para desenvolver políticas e processos em ordem de adaptações e mitigações (BRASIL, 2008).

É fato que a temperatura da superfície do planeta tem aumentado no decorrer dos anos. A Organização Mundial Meteorológica (WMO) e o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) criaram o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC). O IPCC, por sua vez reúne pesquisadores de diversos países e áreas de atuação, tendo como objetivo gerar e organizar as informações, formulando cenários futuros de variação de temperatura e precipitação. A partir da formulação desses cenários é possível projetar possíveis impactos socioeconômicos e ambientais gerados pelas mudanças climáticas (IPCC, 2017a).

Existem diversos estudos que analisam os impactos das mudanças do clima em diferentes culturas do agronegócio, a partir dos cenários formulados pelo IPCC. Entre esses estudos, pode-se citar: Zullo Junior *et al.*, (2006); Zullo Junior *et al.*, (2008); Assad *et al.*, (2013), os quais apontam diferentes impactos das mudanças climáticas em diversas culturas (algodão, café, milho e soja) no cenário nacional. Os autores apontam que em algumas regiões haverá a diminuição da área disponível para a produção nos próximos anos, caso não sejam realizadas adaptações ou estudos para melhoramento genético.

Os canais de impactos das mudanças climáticas na avicultura de postura podem ser vários. Entre eles pode-se destacar: impactos indiretos, afetando insumos para a produção (milho, soja, energia elétrica, entre outros) e impactos diretos, os quais podem ser gerados pelo aumento constante da temperatura ao longo dos anos (perda de produtividade e redução da qualidade do ovo) ou por eventos extremos de temperatura (mortalidade). Esta pesquisa seguiu na direção de analisar dentre os impactos diretos citados, os eventos extremos de temperatura, tratando especificamente da mortalidade por onda de calor.

Destaca-se ainda que a análise para este estudo é voltada para os sistemas de produção que não possuem um sistema de climatização, visto que sistemas de produção climatizados apresentam impactos diferentes. Para a produção de ovos verifica-se que a temperatura afeta a viabilidade do sistema de produção (PEREIRA *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2017; OGUNTUNJI E ALABI, 2010).

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017a), onda de calor “é um período desconfortável e excessivamente quente”. As ondas de calor podem ser caracterizadas também como períodos que tenham uma elevação brusca da temperatura ambiente, podendo variar a intensidade e a duração (ZUO *et al.*, 2015). Na avicultura, existem estudos sobre a variável onda de calor, tendo destaque para o artigo de Vale *et al.* (2008), o qual realizaram uma caracterização e previsões de mortalidade por onda de calor impactando na produção de frango de corte.

O município de Bastos-SP, conhecido como a “capital do ovo”, responsável por cerca de 7% da produção nacional no ano de 2015 (IBGE, 2017a), sofreu no ano de 2012 uma onda de calor, a qual resultou na morte de aproximadamente 500 mil galinhas, segundo informações divulgadas na época (A HORA DO OVO, 2012; AVICULTURA INDUSTRIAL, 2012; ESTADÃO, 2012; GLOBO RURAL, 2012). Complementando este fato, Salgado e Nääs (2010) apontam que os municípios de Tupã-SP, Osvaldo Cruz-SP e Rancharia-SP, os quais estão localizados próximos ao município de Bastos-SP, estão entre os municípios que apresentam um alto risco para a ocorrência do evento onda de calor, quando comparado com os demais municípios do estado de São Paulo.

Então, torna-se importante, a partir dos fatos apresentados sobre mortalidade das aves por onda de calor, entender de modo mais aprofundado quais as variáveis, e como as mesmas afetam a mortalidade das poedeiras, visto que este evento (onda de calor) pode gerar sérios prejuízos financeiros, podendo até inviabilizar o processo.

Outro fator importante nesse contexto é que segundo dados publicados em 2008 pela Divisão de População das Nações Unidas (UNPD, 2015), a projeção da população global para 2050 é estimada em 9,55 bilhões de pessoas, fazendo com que a demanda por alimentos de maneira geral aumente. Para tanto, torna-se importante entender como o sistema de produção de ovos poderá ser atingido pelas mudanças do clima, considerando que o ovo é uma excelente fonte de proteína animal de baixo custo.

Dado que estudos baseados em cenários do IPCC indicam adaptações para diversos tipos de produções do agronegócio; que a produção de ovos é afetada quando as poedeiras são submetidas a diferentes temperaturas, em especial eventos extremos (ondas de calor); e que a demanda pelo produto possui uma tendência de crescimento para os próximos anos, considera-se de grande relevância estudos específicos para compreender os impactos das mudanças climáticas na produção de ovos para os próximos anos.

Destaca-se que foram utilizados os cenários propostos pelo IPCC neste trabalho, tendo em vista que o IPCC um dos principais órgãos em nível mundial que trata acerca das

mudanças do clima e também que gera cenários futuros de temperatura. Além disso, diversos trabalhos científicos dentro da cadeia do agronegócio brasileiro utilizam os cenários do IPCC para projeções de produção agrícola e animal. Assim, justifica-se o uso destes cenários para o presente trabalho, observando o setor da avicultura de postura.

Construiu-se um sistema baseado em lógica *fuzzy*, o qual permite realizar uma previsão do nível de mortalidade de poedeiras para qualquer região produtora de ovos, desde que seja realizado uma calibração e revalidação do modelo. Para o desenvolvimento da pesquisa foi aplicado o sistema *fuzzy* construído para a região do município de Bastos-SP, visto que este município possui a maior produção do país (IBGE, 2017a).

Para esta pesquisa, levantou-se como hipótese que as ondas de calor podem afetar fortemente a produção de ovos de poedeiras no município de Bastos-SP, podendo prejudicar a produção de granjeiros que não optarem por um sistema de climatização nos próximos anos.

Portanto, apresenta-se como problema desta pesquisa: Qual o aumento da mortalidade de poedeiras devido a ocorrência de ondas de calor para a região do município de Bastos-SP e o que esperar no futuro considerando as previsões do IPCC para o clima da região?

2. OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver um sistema *fuzzy* para previsão de mortalidade de poedeiras em função de ondas de calor e simular cenários futuros baseados na previsão de mudanças climáticas para a região de Bastos-SP, de acordo com o relatório AR5 do IPCC.

Para cumprir o objetivo acima, propôs-se os seguintes objetivos específicos:

- Fazer ampla revisão bibliográfica sobre as previsões de mudanças climáticas para a região do estudo e como esta poderá afetar ocorrência e intensidade de eventos extremos, com foco nas ondas de calor.
- Analisar a sensibilidade e especificidade do sistema *fuzzy* desenvolvido.

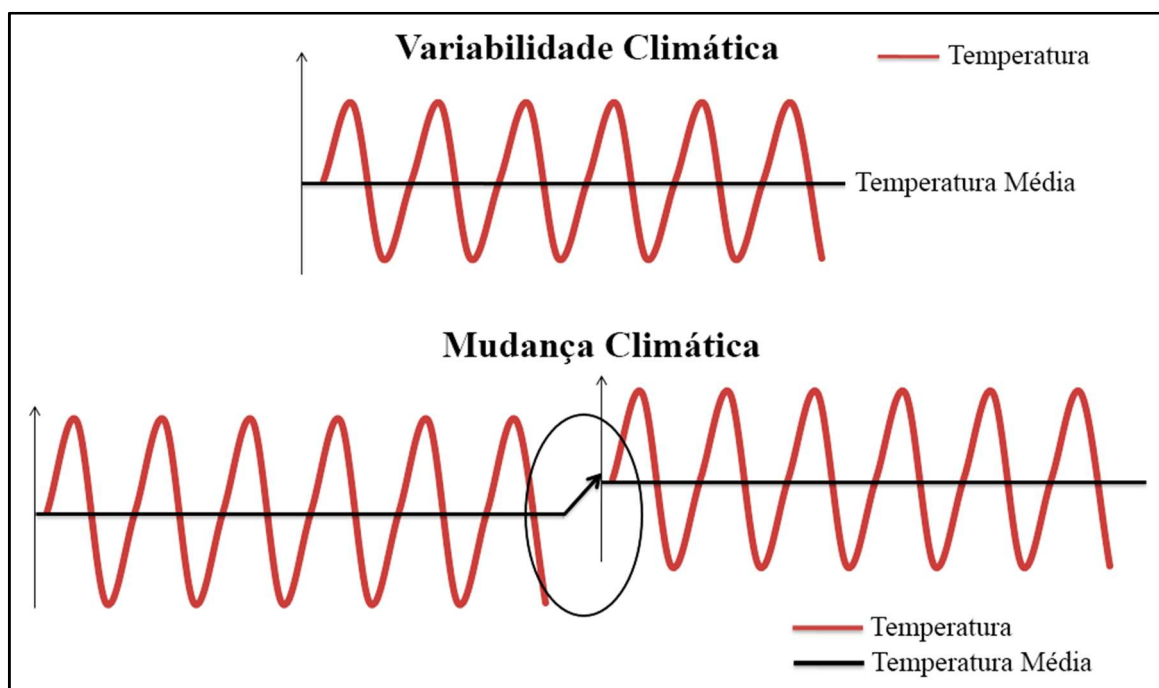
3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS, AVICULTURA DE POSTURA E LÓGICA *FUZZY*: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção será abordado sobre a revisão de literatura de dois importantes tópicos para esta pesquisa (mudanças climáticas e avicultura) e também o levantamento de literatura sobre o método *fuzzy* que será utilizado para construir o sistema de previsão de mortalidade de poedeiras. Ressalta-se que os tópicos acerca das mudanças climáticas e de avicultura, possuem subtópicos visando o aprofundamento de cada um dos conteúdos.

3.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Para o IPCC (2012b), o termo “mudança climática” pode ser definido como uma alteração do estado do clima em um período longo de tempo, baseando-se na variação média de temperatura a partir de testes estatísticos. Ainda segundo o IPCC (2012b), as mudanças do clima podem ser geradas por processos naturais internos, forças externas, mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra.

Destaca-se que o termo “mudança climática” difere do significado de “variação climática”, visto que a primeira é uma alteração do valor médio da temperatura em um longo espaço de tempo, podendo ser décadas ou séculos. Já o segundo termo indica uma alteração da temperatura em um curto espaço de tempo (BÄRRING, 1992; ALCOFORADO, 1999). O termo “variação climática” também pode ser encontrado na literatura como “variabilidade climática”. A Figura 1 ilustra os conceitos de variabilidade climática e mudança climática.

Figura 1 - Variabilidade Climática e Mudança Climática

Fonte: Adaptado de Trostmann (2015).

No contexto histórico existem evidências de que o planeta já apresentou mudanças de clima. Entre os anos de 800 a 1200 houve temperaturas mais quentes que nos dias de hoje. Já entre os anos de 1350 e 1850 na região da Europa Ocidental foram registradas temperaturas até 2°C menores que as atuais. Após 1850 foi observado que as temperaturas voltaram a aumentar. Essa ocorrência, após 1850, foi denominada como aquecimento global (MOLION, 2008).

Esse evento é marcado pela interferência do homem no planeta (VITOUSEK, 1994). Destaca-se que após a segunda metade do século XVIII ocorreu a primeira revolução industrial. Com esta revolução, houve a utilização de combustíveis fósseis, os quais tiveram seu uso intensificado após o ano de 1850. Isso levou a um aumento da quantidade da emissão de Gases de Efeitos Estufa (GEE) na atmosfera (ZHANG *et al.*, 2008).

Para tanto, as mudanças do clima podem gerar diversos tipos de impactos no planeta, na qual segundo Lal *et al.*, (2011), podem ser divididas em três esferas: ecológico, econômico e social. Os impactos ecológicos estão relacionados a alterações nos tipos de vegetações e também na biodiversidade presente nos ecossistemas (LAL *et al.*, 2011; NAST, 2001). Os impactos sociais podem ser na saúde humana; equidade e realocação da população (LAL *et al.*, 2011; KARL *et al.*, 2009). Por fim, os impactos econômicos são aqueles que podem afetar diferentes custos de utilidades e serviços (LAL *et al.*, 2011), sendo que nesta

esfera é possível citar impactos na produção agrícola (PINTO e ASSAD, 2008) e na pecuária (NÄÄS *et al.*, 2010).

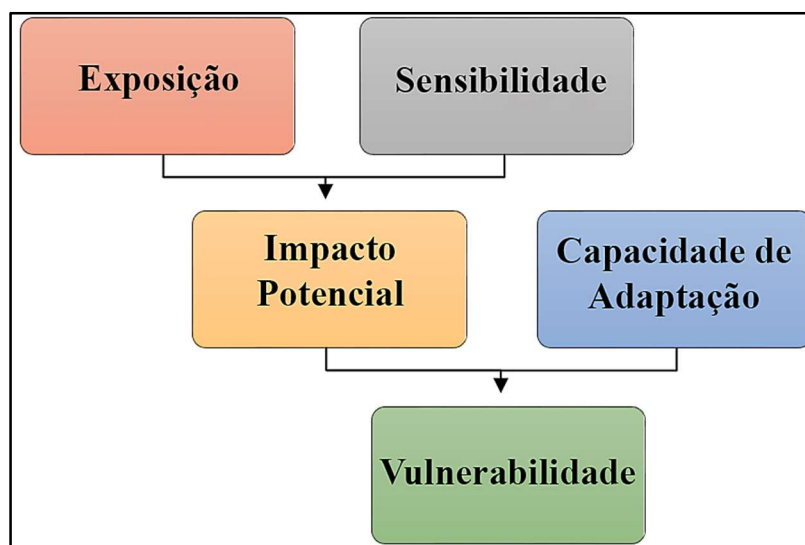
Além dos impactos citados, existem diversos fenômenos que podem ser gerados a partir das mudanças do clima que são considerados extremos (severos) para os ecossistemas. Entre esses fenômenos, pode-se destacar: furacões, ciclones, tempestades, inundações, ondas de calor, secas, entre outros (AALST, 2006).

Para tanto, nos últimos anos é possível observar um aumento em larga escala do número de trabalhos científicos nacionais e internacionais que abordam as implicações dos fenômenos e impactos gerados pelas mudanças climáticas. Um exemplo, é a matéria principal da Revista Fapesp (Nº 249) que mostra os resultados dos trabalhos de Almeida *et al.*, (2016) e Debortoli *et al.*, (2017), os quais apontam a vulnerabilidade para desastres naturais a partir dos riscos de eventos extremos.

A partir de trabalhos como estes e muitos outros encontrados na literatura (Berardy e Chester, 2017; McIver *et al.*, 2016; IPCC, 2014a), é possível caracterizar a vulnerabilidade para determinadas áreas, sistemas produtivos e também para a população humana. Entende-se aqui o termo vulnerabilidade como: a propensão ou predisposição a ser adversamente afetada pelas mudanças climáticas (IPCC, 2007b).

Vulnerabilidade pode ser entendido também como a sensibilidade, o grau de exposição e a capacidade de adaptação de um sistema em relação às mudanças do clima (IPCC, 2007b; Glick, Stein e Edelson, 2011). Torna-se importante entender a vulnerabilidade de um sistema, visto a necessidade de criar alternativas para diminuir o risco de ser afetado pelas mudanças do clima. A seguir a Figura 2 ilustra a relação de vulnerabilidade para um sistema perante as mudanças climáticas.

Figura 2 - Análise de vulnerabilidade de sistemas perante as mudanças climáticas



Fonte: Adaptado de Glick, Stein e Edelson (2011).

Destaca-se que diante de eventos catastróficos que vêm ocorrendo nos últimos anos, como, por exemplo, a onda de calor na Europa em 2003 e duas temporadas de furacões no Atlântico de 2004 e 2005 (AALST, 2006), pode-se afirmar que a mudança do clima é um complexo problema vivenciado atualmente.

Para tanto, existe uma crescente preocupação em ordem mundial para a preservação do meio ambiente que vêm ocorrendo há vários anos, visto um não contentamento de muitos setores da sociedade em relação aos problemas gerados por conta da poluição na qualidade de vida das pessoas (LAGO, 2006).

Nesse contexto, vêm sendo firmados acordos globais e a realização de diversos eventos para discutir questões relacionadas ao meio ambiente. Entre esses eventos, pode-se destacar: Estocolmo, 1972 (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente), Rio de Janeiro, 1992 (ECO-92), Quioto, 1997 (COP 3), Joanesburgo, 2002 (Rio +10), Bali, 2007 (COP 13), Copenhague, 2009 (Conferência de Copenhague), Durban, 2011 (COP 17), Rio de Janeiro, 2012 (Rio +20) e mais recentemente a Paris, 2015 (COP 21).

Observa-se que as preocupações em relação ao meio ambiente e as mudanças do clima, tratam de um complexo problema de ordem mundial, pois os impactos causados não possuem fronteiras terrestres e, portanto, afeta o planeta de modo geral. As Nações Unidas, por meio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme* - UNEP) em conjunto com a Organização Mundial de Meteorologia (*World Meteorological Organization* - WMO) criaram o Painel Intergovernamental de Mudança Climática (*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC).

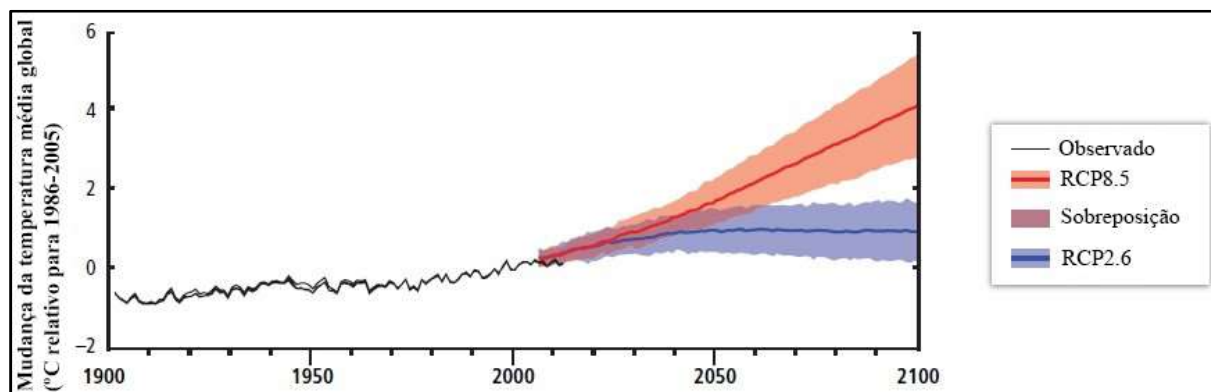
2.1.1 PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – *INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE* (IPCC)

Para que haja avanços de pesquisas em escala de nível global, existem órgãos nacionais e internacionais que trabalham na área de estudo do clima. Entre os principais órgãos, pode-se citar: a Organização Mundial de Meteorologia (*World Meteorological Organization* - WMO); o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme* - UNEP); o Quadro de Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC); o Grupo de Pesquisas de Mudanças Climáticas (GPMC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); o Programa de Mudanças Climáticas Globais da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP); o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); o Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMet) da Universidade Estadual Paulista (UNESP); entre outros.

Em 1988, buscando obter novas descobertas e também procurando solucionar problemas futuros, a WMO e o UNEP criaram o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC), o qual tem como objetivo gerar e organizar as informações por pesquisadores de todo o mundo acerca das mudanças climáticas (IPCC, 2017a).

Periodicamente o IPCC publica relatórios gerados por três grupos de trabalhos, os quais procuram descrever os efeitos das mudanças climáticas sob diferentes abordagens. Esses relatórios estão divididos em: “A base da ciência física” (Grupo de Trabalho 1); “Impactos, Adaptações e Vulnerabilidade” (Grupo de Trabalho 2) e “Mitigação das Mudanças Climáticas” (Grupo de Trabalho 3). Além disso, também são construídos relatórios especiais para tratar sobre temas específicos, tendo a mesma estrutura dos relatórios principais (IPCC, 2017b).

Nestes relatórios é possível encontrar dados, informações, gráficos e mapas que realizam as projeções de temperatura e precipitação em diversas regiões do planeta para os próximos anos. A Figura 3 ilustra a observação e a projeção de temperatura global média da superfície para os próximos anos.

Figura 3 - Variação de temperatura média global em graus Celsius (C°)

Fonte: IPCC (2014a).

Na Figura 3, temos a linha preta como observação da variação de temperatura desde o ano 1900 até 2012, seguida de duas linhas de projeções: a linha azul considerada “otimista” (RCP2.6) e a linha vermelha considerada “pessimista” (RCP8.5). Pode-se observar (Tabela 1), os valores projetados de aumento na temperatura (em °C) da superfície global até o final deste século.

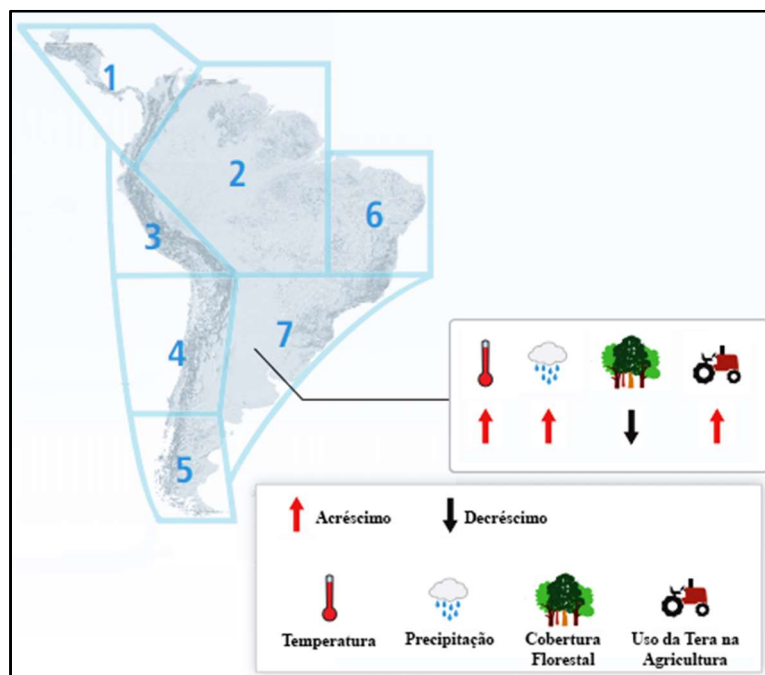
Tabela 1 - Projeções de temperatura média global nos cenários do IPCC para 2100

Cenário	RCP2.6	RCP8.5
2100	Aumento aproximadamente entre 0,2°C e 1,7°C	Aumento aproximadamente entre 2,8°C e 5,3°C

Fonte: Elaborado a partir dos dados da Figura 3.

Além da observação e projeção da variação da temperatura média global, o IPCC também realiza essa mesma análise para regiões menores do planeta, como, por exemplo, a América do Sul. Na Figura 4, pode-se visualizar apontamentos gerais do IPCC acerca das alterações climáticas que deverão ocorrer para o sudeste da América do Sul, onde está localizado o município de Bastos-SP, analisado no presente trabalho.

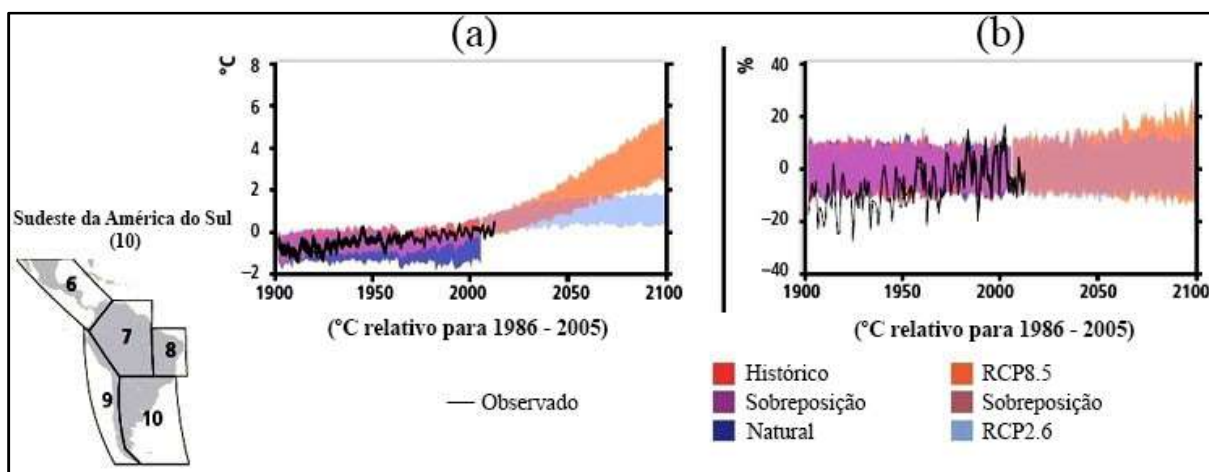
Figura 4 – Projeção de alterações climáticas e uso da terra no sudeste da América do Sul



Fonte: IPCC (2014a).

De acordo com o IPCC, para esta região, haverá um acréscimo na temperatura, precipitação e uso da terra na agricultura e um decréscimo na cobertura florestal. Para este estudo, destaca-se o acréscimo na temperatura, que por sua vez poderá atingir o sistema de produção de ovos. Na Figura 5 é possível observar o histórico e a projeção para a variação de temperatura e também de precipitação, focalizada para o sudeste da América do Sul.

Figura 5 - Temperatura média e nível de precipitação no sudeste da América do Sul



Fonte: IPCC (2014b).

Na Figura 5, os gráficos *a* e *b*, ilustram a temperatura e precipitação respectivamente, e, assim como na Figura 3, a linha na cor preta é a observação da variação desde o ano 1900 até 2012, seguida de duas faixas de projeções: a faixa na cor azul considerada “otimista” (RCP2.6) e a faixa na cor laranja considerada “pessimista” (RCP8.5). Na Tabela 2 é possível visualizar os valores de projeção de temperatura (em °C) para o Sudeste da América do Sul até o final do século.

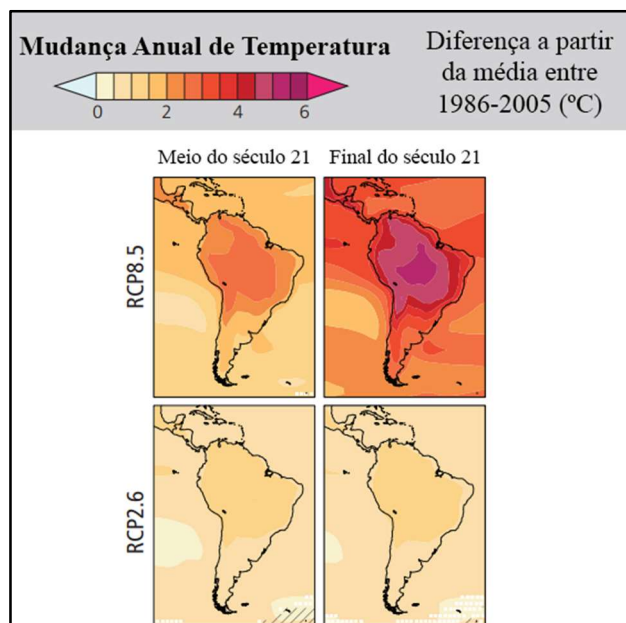
Tabela 2 - Projeções de temperatura média para cenários do IPCC para o sudeste da América do Sul

Cenário	RCP2.6	RCP8.5
2030	Aumento aproximadamente entre 0,2°C e 1,2°C	Aumento aproximadamente entre 0,4°C e 1,6°C
2050	Aumento aproximadamente entre 0,3°C e 1,8°C	Aumento aproximadamente entre 1,0°C e 2,6°C
2100	Aumento aproximadamente entre 0,4°C e 1,9°C	Aumento aproximadamente entre 2,4°C e 5,2°C

Fonte: Elaborado a partir das informações da Figura 5.

Portanto, assim como para a temperatura global, também haverá um acréscimo na temperatura, de maneira similar em ambos os cenários propostos para o sudeste da América do Sul. Para complementar esta análise, a Figura 6 ilustra na forma de mapa, o aumento da temperatura na América do Sul para a metade e final do século XXI, nos dois cenários climáticos.

Figura 6 - Mudanças projetadas na temperatura média anual para a América do Sul



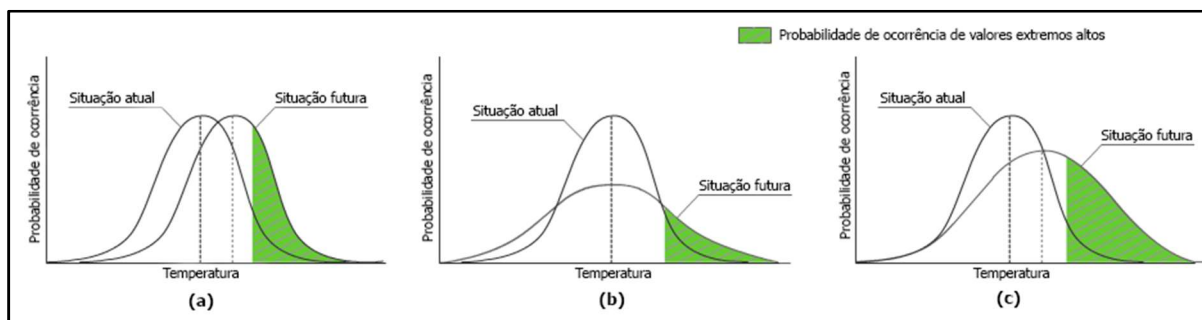
Fonte: IPCC (2014b).

Essas projeções são elaboradas a partir dos novos cenários, denominados RCPs (*Representative Concentration Pathways*) - Caminhos Representativos de Concentrações, na qual abrange os cenários gerados pelo Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (*Special Report Emissions Scenarios* - SRES) que analisa as emissões futuras de gases de efeito estufa somando a uma análise mais restritiva em termos de emissões de ozônio, aerossóis precursores e poluentes associados (IPCC, 2014a).

Descreve-se que para o cenário RCP8.5, o forçamento radiativo está maior do que $8,5 \text{ W m}^{-2}$ e concentração de CO_2 equivalente maior do que 1.370 ppm e para o cenário RCP2.6, o forçamento radiativo cerca de 3 W m^{-2} e concentração de CO_2 equivalente chegará em um pico de aproximadamente de 490 ppm antes de 2100 e diminuirá (MOSS *et al.*, 2010).

Além disso, o IPCC também aponta em seus relatórios que os eventos extremos, em especial ondas de calor e secas, possuem probabilidade de aumento, gerando impacto na média e variação da temperatura (IPCC 2001a, IPCC 2001b; Salgado, 2008). A Figura 7 ilustra possíveis projeções para ocorrências de eventos extremos.

Figura 7 - Projeções possíveis para a ocorrência de eventos extremos



Fonte: Adaptado de IPCC (2001a, 2001b).

Nota-se na Figura 7, três possíveis projeções. A primeira (Figura 7a) mostra um acréscimo das temperaturas mínimas, máximas e médias (deslocamento da distribuição para a direita), seguido da segunda (Figura 7b), a qual aponta para uma variação maior de temperaturas frias e quentes, tendo uma diminuição da temperatura média (achatamento da distribuição). Por fim, a terceira (Figura 7c) ilustra um deslocamento da curva para a direita junto a um leve achatamento, fazendo com que haja um acréscimo na temperatura média e na temperatura máxima.

Esses tipos de informações tornam-se de grande importância para tomadores de decisões em processos de adaptação e mitigação, visto como maneira de prevenção em termos de custos e benefícios. Entretanto, quando tratamos do Brasil, existem alguns setores específicos que merecem maior atenção, sendo que entre eles é possível citar: recursos hídricos; de energia; a zona costeira (elevação do nível do mar) e na agricultura e pecuária (MARCOVITCH *et al.*, 2011).

A seguir, no subcapítulo 2.1.2, é descrito de modo breve acerca de fatores extremamente importantes que influenciam na mudança do clima do planeta. Entre eles, são tratados os fenômenos aquecimento global, efeito estufa, e também sobre a camada de ozônio presente na atmosfera.

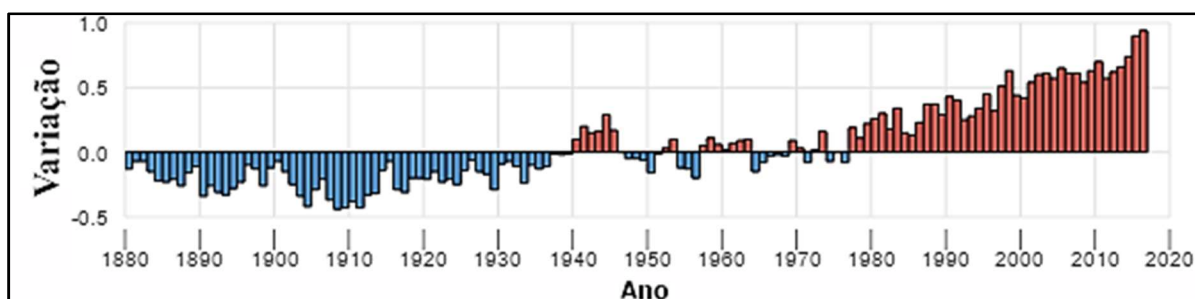
2.1.2 AQUECIMENTO GLOBAL, EFEITO ESTUFA E CAMADA DE OZÔNIO

Este subcapítulo irá descrever de maneira breve acerca do Aquecimento Global, Efeito Estufa e também sobre a Camada de Ozônio, os quais são importantes atores no processo das mudanças climáticas.

- ***Aquecimento Global***

O Aquecimento Global possui tal identificação devido a um aquecimento da camada de ar na superfície terrestre. Pode ser considerado um processo prejudicial ao planeta de maneira geral, visto que o ganho de temperatura pode gerar diferentes problemas. Entre os problemas, pode-se citar: o derretimento de calotas polares gerando aumento no nível do mar; impactos nos ecossistemas e, intensificação de fenômenos naturais (NASA, 2017). A seguir na Figura 8, pode-se observar a variação da temperatura média global entre 1880 e 2016.

Figura 8 - Variação da Temperatura Média Global entre 1880 e 2016



Fonte: NOAA (2017a).

Na Figura 8 cada barra é resultado da média de temperatura anual menos a média de temperatura para o século XX. A partir deste fato, é possível analisar que após o final dos anos 70 a temperatura do planeta ficou acima da média em todos os anos seguintes.

De acordo com Goldemberg e Villanueva (1998), as mudanças no meio ambiente podem ser divididas em causas naturais e causas antropogênicas (causadas pela interferência do homem). Segundo os autores, entre as causas antropogênicas, está a emissão de CO₂ na atmosfera, a qual colabora para a aceleração do Efeito Estufa. Molion (2008), aponta que quando há uma maior presença de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, contribui para a aceleração do Efeito Estufa, fazendo com que haja a intensificação do processo e assim causando danos irreversíveis para o meio ambiente e a população de modo geral.

Para tanto, no evento da 3ª Conferência da Partes (COP 3) ocorrido na cidade de Quioto, no Japão, no Quadro de Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, *sigla em inglês*) firmou-se o acordo que resultou no Protocolo de Quioto. De acordo com o UNFCCC (2017a), o Protocolo de Quioto é um acordo internacional firmado entre vários países, o qual define metas para a redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

No Protocolo de Quioto (1998), são reconhecidos como Gases de Efeito Estufa (GEE): Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorcarbonetos (HFCs), Perfluorcarbonetos (PFCs) e Hexafluoreto de Enxofre (SF₆). Em 2012, após o 18º evento da Conferência das Partes (COP 18), na cidade de Doha, no Qatar, foi feito um documento aditivo ao Protocolo de Quioto, acordando em assumir novos compromissos (UNFCCC, 2017a). Nesta emenda de Doha (2012), adicionou-se a lista de GEE, o Trifluoreto de Nitrogênio (NF₃).

Entretanto, para a comparação entre os diferentes GEE lançados na atmosfera, realiza-se os cálculos baseados no GWP (*Global Warming Potential* – Aquecimento Global Potencial), que por sua vez, calcula o CO₂ equivalente na emissão de qualquer GEE (Thomas *et al.*, 2016). O Quadro 1 possui as taxas de conversões entre os GEE.

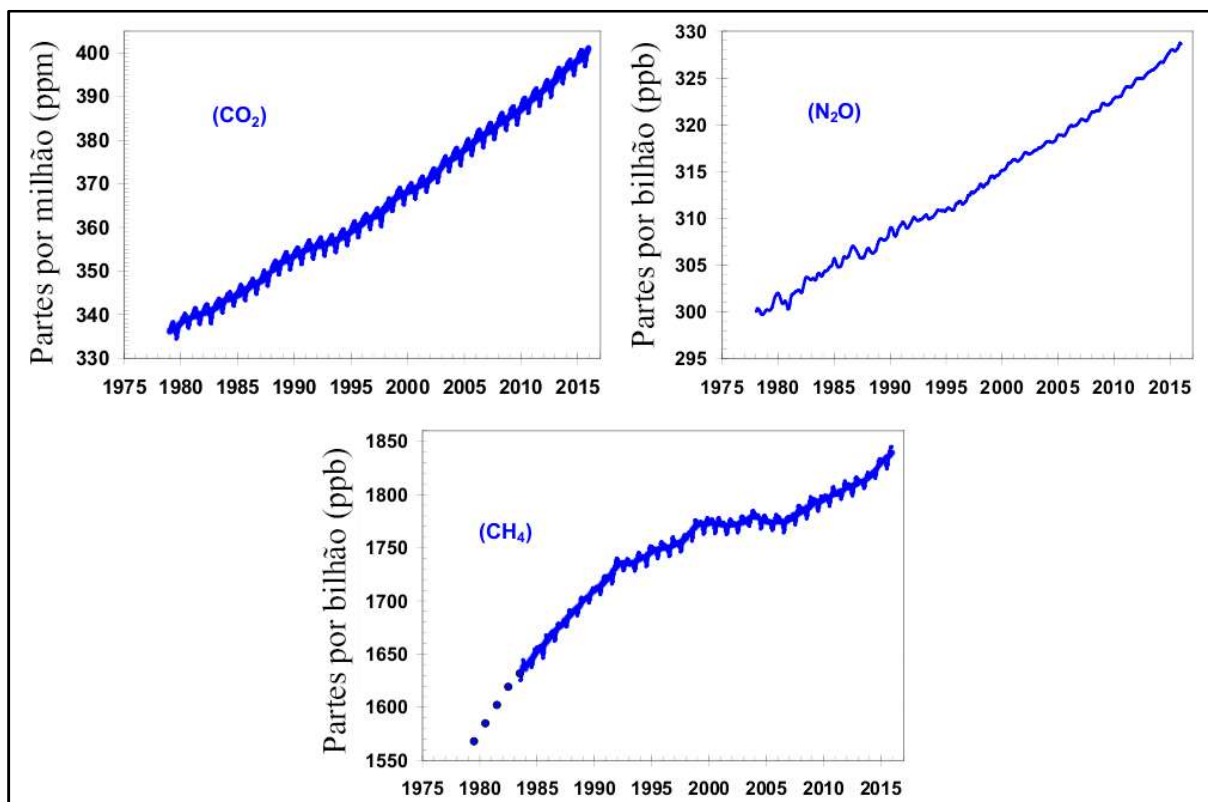
Quadro 1 - CO₂ equivalente entre os GEE

Gases de Efeito Estufa (GEE):	Fórmula:	GWP (Horizonte)		
		20 anos	100 anos	500 anos
Dióxido de Carbono	CO ₂	1	1	1
Metano	CH ₄	56	21	6.5
Óxido Nitroso	N ₂ O	280	310	170
Hexafluoreto de Enxofre	SF ₆	16300	23900	34900

Fonte: Adaptado de UNFCCC (2017b).

No Quadro 1, nota-se que foram colocados apenas quatro tipos de GEE, não listando os Hidrofluorcarbonetos (HFCs) e nem os Perfluorcarbonetos (PFCs). É possível a visualização da lista completa acessando o site sobre dados de GEE da UNFCCC (UNFCCC, 2017b). Percebe-se que os outros gases têm um potencial significativamente maior que o Dióxido de Carbono (CO₂), tendo destaque para o Hexafluoreto de Enxofre (SF₆), o qual se demonstra com maior potencial de impacto entre todos os GEE, inclusive entre os HFCs e PFCs. É possível observa na Figura 9, o histórico de lançamento dos gases CO₂, N₂O e CH₄ na atmosfera entre 1979 e 2015.

Figura 9 - Emissão de CO₂, N₂O e CH₄ entre 1979 e 2015



Fonte: NOAA (2017b).

Na Figura 9 é possível observar um constante aumento no decorrer dos anos na emissão dos três tipos de gases (CO₂, N₂O e CH₄). O Dióxido de Carbono (CO₂), o qual possui maior quantidade na atmosfera, tem seu aumento fortemente influenciado pela Revolução Industrial, devido ao aumento da queima de combustíveis fósseis e também pela emissão gerada a partir dos veículos. Destaca-se que é preciso uma diminuição da emissão de GEE na atmosfera, caso contrário, a tendência é que o fenômeno do Efeito Estufa se intensifique cada vez mais e acelere o Aquecimento Global.

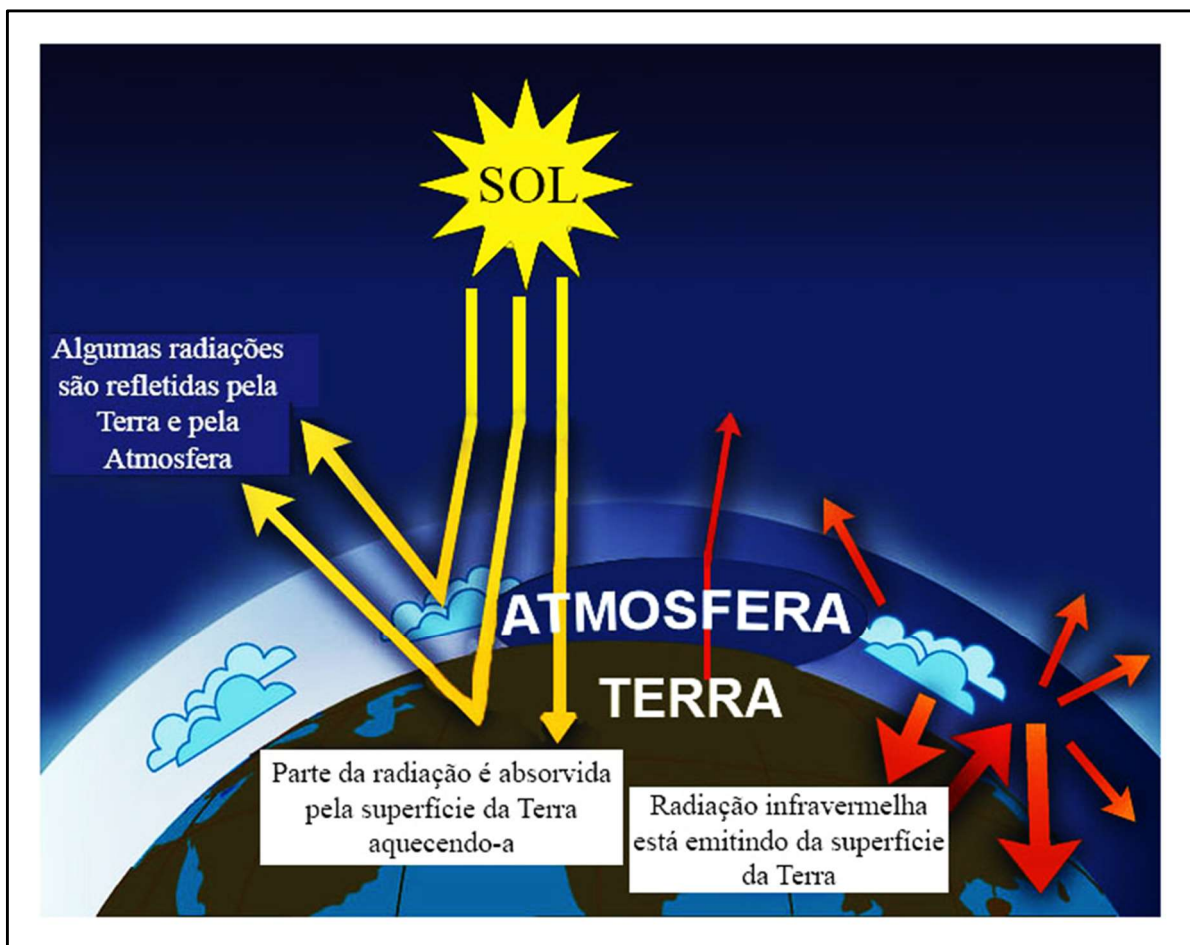
- ***Efeito Estufa***

No tópico anterior sobre o Aquecimento Global, tratou-se acerca dos Gases de Efeito Estufa (GEE) que contribuem para o aumento da temperatura do planeta. Nesse sentido, este tópico descreve de maneira sintetizada sobre o que é o Efeito Estufa e a sua importância no contexto das mudanças do clima.

O Efeito Estufa é um fenômeno natural responsável por um aquecimento da Terra, fazendo com que a temperatura média do planeta atualmente que é de 15°C, diminuísse

consideravelmente para -18°C , caso o mesmo não existisse (CONTI, 2005). Tal fenômeno possui este nome, visto que o processo de aquecimento do planeta é muito semelhante ao que ocorre em uma estufa, na qual a atmosfera, funciona freando e espaçando o sistema de saída da radiação infravermelha emitida pela superfície (MENDONÇA, 2006). Na Figura 10 é ilustrado um modelo simplificado de representação do Efeito Estufa.

Figura 10 - Modelo simplificado de representação do Efeito Estufa



Fonte: Adaptado de IPCC (2007a).

Aproximadamente um terço da radiação solar que atinge a atmosfera é refletida de volta para o espaço, sendo que o restante é absorvido pela superfície e também uma pequena parte pela própria atmosfera. Para equilibrar a entrada de energia absorvida, o planeta devolve para o espaço a mesma quantidade recebida. Uma grande parte da radiação térmica emitida pela superfície (terra e mar) é absorvida pela atmosfera, e, então, outra vez irradiada para o planeta (IPCC, 2007a).

Na atmosfera existem diversos tipos de gases, mas com a predominância do nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e argônio, representando 99% do total. Os outros gases, que

compõe o 1%, são de grande importância no equilíbrio térmico do planeta, pois retêm parte do calor irradiado pela luz solar. Pelo fato de serem responsáveis por retenção do calor, são conhecidos como Gases de Efeito Estufa (GEE) (OSTERMAYER, 2004).

A emissão de GEE na atmosfera, por sua vez, intensifica este fenômeno, visto que haverá uma maior fixação do calor, fazendo com que o planeta tenha um processo de aumento da temperatura, tal como explicado no tópico anterior sobre o Aquecimento Global.

- ***Camada de Ozônio***

A camada de ozônio tem sido um tema de interesse público, pois foi observado que processos gerados pelos seres humanos estão levando a diminuição desta camada. Esse fato pode levar a um aumento da exposição de radiação ultravioleta na superfície do planeta, sendo prejudicial para todos os tipos de vida (DESSLER, 2000).

No solo, o ozônio (O₃) é considerado como um poluente, mas na atmosfera superior (estratosfera), localizada entre 10 e 50 quilômetros da superfície do planeta, o mesmo forma uma camada que funciona como uma espécie de filtro, protegendo os seres vivos dos Raios Ultravioletas (UV) do Sol. Foi descoberto um buraco nessa camada na região da Antártica e também do Polo Norte nos anos 70, tendo em 1985 o reconhecimento internacional como um problema ambiental (SILVA, 2009).

Segundo Nascimento (2012), fenômenos naturais, como, por exemplo, as erupções vulcânicas podem destruir a camada de ozônio, mas gases liberados pelo homem na atmosfera também podem colaborar para a sua destruição. Ainda segundo o autor, entre os principais gases que corroboram para esta destruição estão os CFCs (clorofluorcarbono), que se utilizava em modelos de equipamentos de versões antigas de refrigeradores, *sprays*, ar-condicionado e equipamentos industriais.

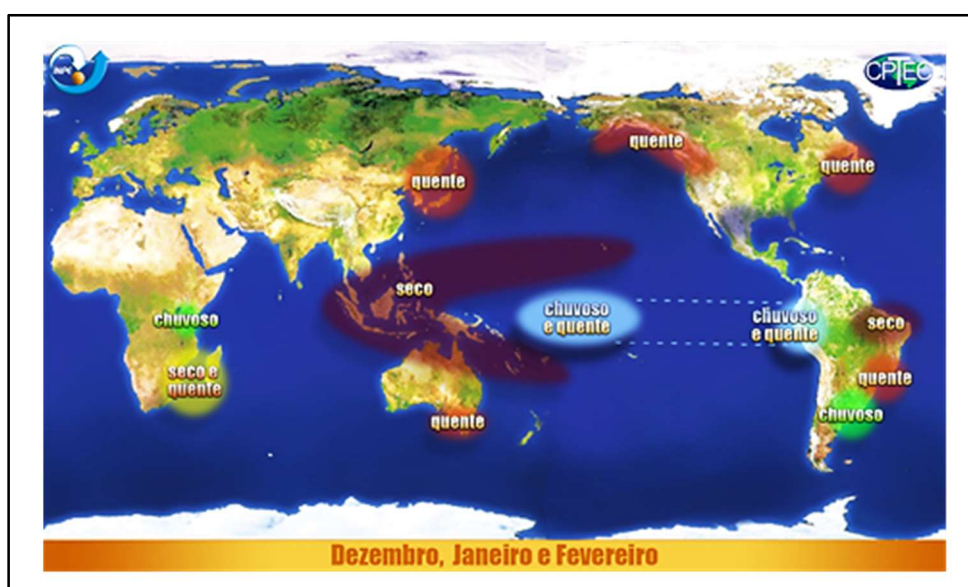
2.1.3 *EL NIÑO e LA NIÑA*

Os fenômenos *El Niño* e *La Niña* são dois acontecimentos complementares, que podem gerar fortes impactos nas alterações do clima. Em ambos, ocorrem anomalias nas temperaturas dos oceanos, fazendo com que aumente (*El Niño*) ou diminua (*La Niña*) sua temperatura. Tais ocorrências, podem ser causadas devido a interações instáveis entre a atmosfera e o oceano tropical (PHILANDER, 1985). A seguir são descritos e ilustrados acerca destes dois fenômenos.

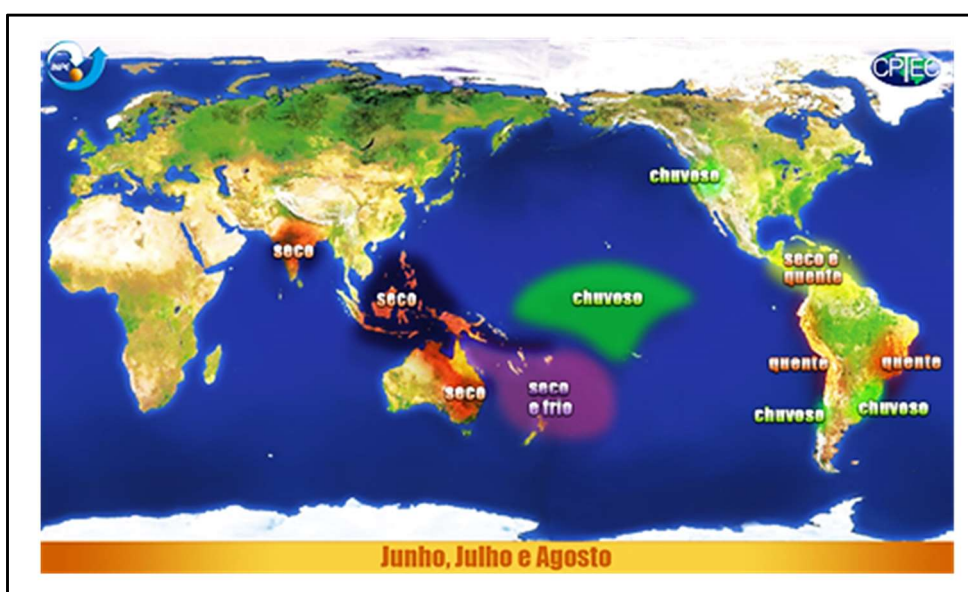
- *El Niño*

O *El Niño* pode ser descrito como um fenômeno atmosférico-oceânico, no qual ocorre um aumento da temperatura anormal no oceano Pacífico Equatorial. Esse fato pode gerar uma mudança no clima regional e global, afetando principalmente os padrões de precipitação em regiões tropicais e de latitudes médias (INPE, 2017a; OLIVEIRA, 2001). A Figura 11 ilustra as anomalias do clima quando existe a presença deste fenômeno em diferentes períodos do ano.

Figura 11 - Fenômeno *El Niño*



(a)



(b)

Fonte: INPE (2017a).

Na Figura 11 é possível visualizar as possíveis diferenças nas alterações do clima em uma escala global nas estações de verão (a) e inverno (b). Destaca-se que a presença de *El Niño*, apresenta temperaturas mais quentes em relação as temperaturas médias para este período na região do município de Bastos-SP (Sudeste da América do Sul). Na Tabela 3, a seguir, aponta-se o histórico de eventos de *El Niño*.

Tabela 3 – Histórico de eventos de *El Niño*

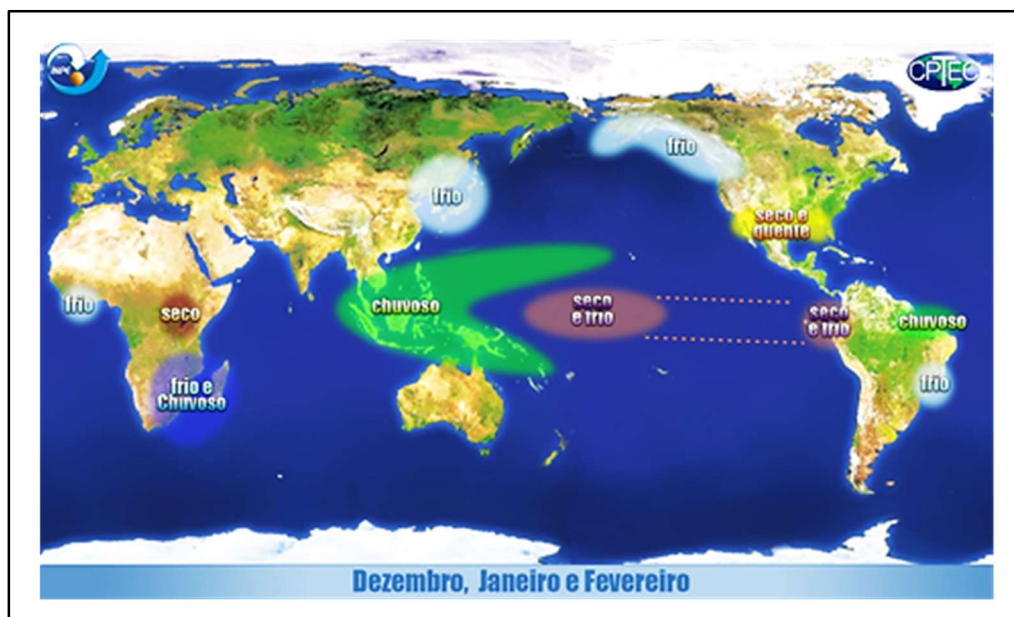
1877 – 1878	1888 – 1889
1896 – 1897	1899
1902 – 1903	1905 – 1906
1911 – 1912	1913 – 1914
1918 – 1919	1923
1925 – 1926	1932
1939 – 1941	1946 – 1947
1951	1953
1957 – 1959	1963
1965 – 1966	1968 – 1970
1972 – 1973	1976 – 1977
1977 – 1978	1979 – 1980
1982 – 1983	1986 – 1988
1990 – 1993	1994 – 1995
1997 – 1998	2002 – 2003
2004 – 2005	2006 – 2007
2009 – 2010	-
Legenda:	Forte Moderada Fraco

Fonte: INPE (2017b).

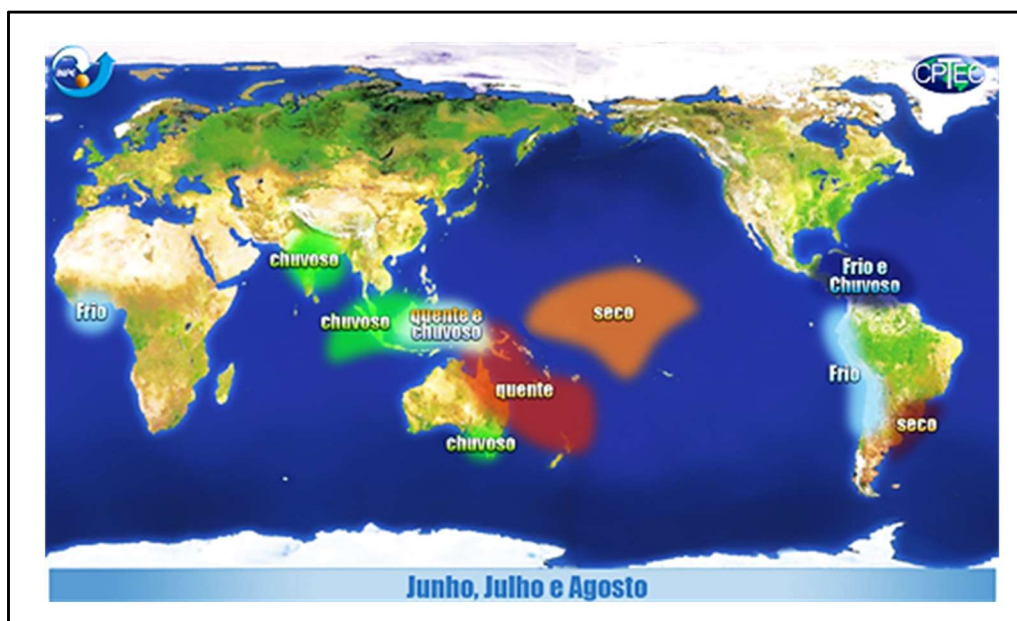
- ***La Niña***

O evento *La Niña* é conhecido por ser o oposto do *El Niño*, na qual ocorre um resfriamento das águas do oceano Pacífico Equatorial. Assim como no *El Niño*, seus efeitos podem causar alterações no clima regional e global (INPE, 2017a; OLIVEIRA, 2001). Na Figura 12, ilustra-se as anomalias geradas pelo evento *La Niña* em diferentes períodos do ano.

Figura 12 - Fenômeno *La Niña*



(a)



(b)

Fonte: INPE (2017a).

A Figura 12 apresenta para os períodos de verão (a) e inverno (b) os efeitos gerados pela *La Niña*. Para a região deste estudo, verifica-se que podem haver temperaturas mais amenas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Para o problema em questão (ondas de calor), a presença de *La Niña* não apresenta riscos. O evento *La Niña* tem ocorrido com menor frequência (Tabela 4) que o *El Niño* nas últimas décadas (INPE, 2017a; OLIVEIRA, 2001).

Tabela 4 – Histórico eventos de *La Niña*

1886	1903 – 1904
1906 – 1908	1909 – 1910
1916 – 1918	1924 – 1925
1928 – 1929	1938 – 1939
1949 – 1951	1954 – 1956
1964 – 1965	1970 – 1971
1973 – 1976	1983 – 1984
1984 – 1985	1988 – 1989
1995 – 1996	1998 – 2001
2007 – 2008	-
Legenda:	Forte Moderada Fraco

Fonte: INPE (2017c).

Destaca-se que os valores históricos apresentados na Tabela 3 (*El Niño*) e Tabela 4 (*La Niña*) foram retirados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que por sua vez, formulou parcialmente essas tabelas a partir de trabalhos científicos internacionais acerca de eventos climáticos, dos autores Rasmusson e Carpenter (1983), Ropelewski e Halpert (1986) e Ropelewski e Halpert (1989).

2.1.4 EVENTOS EXTREMOS

Eventos extremos podem ser considerados como valores extremos de variáveis meteorológicas importantes, tais como: grande quantidade de precipitação (inundações), alta velocidade dos ventos (ciclones), altas temperaturas (ondas de calor), entre outros (STEPHENSON, 2008).

Em um primeiro momento, desastres (provindos de eventos extremos), ocorrem em níveis locais e afetam pessoas próximas ao local. Em um segundo momento, a partir de um efeito cascata, podem gerar ramificações dos impactos em escala nacional e internacional (IPCC, 2012a).

De acordo com o IPCC (2012a), destaca-se a importância do conhecimento do contexto em nível local para a adaptação das mudanças do clima, visto o valioso conhecimento local em planos de adaptações para a diminuição de desastres e/ou adaptação aos desastres.

O Grupo de Trabalho 2 (*Working Group II – WG II*) do IPCC tem desenvolvido relatórios sobre a avaliação das mudanças climáticas, em relação aos seus impactos,

adaptações e vulnerabilidades. Os resultados sobre eventos extremos encontrados no relatório AR5 gerados pelo WG II, foram construídos a partir de contribuições de outros importantes relatórios do IPCC, sendo: o Quarto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho II (WGII - AR4), publicado em 2007; o Relatório Especial para Gestão do Risco de Eventos Extremos e Desastres para Avanço na Adaptação das Mudanças Climáticas, publicado em 2012; e também de contribuições do Grupo de Trabalho I do relatório AR5 (IPCC, 2014a).

Para este estudo, entre os eventos extremos citados anteriormente, destacam-se as ondas de calor, que por sua vez, podem ser uma grande ameaça para vários ecossistemas, inclusive para a avicultura de postura.

• Ondas de Calor

Na literatura ainda não é encontrada de maneira clara uma definição para onda de calor, havendo diferentes definições de acordo com o local de ocorrência (ROBINSON, 2001; VALE *et al.*, 2010; ABAURREA *et al.*, 2006). Entretanto, pode-se destacar algumas definições utilizadas por importantes órgãos da área climatológica e também de alguns importantes autores.

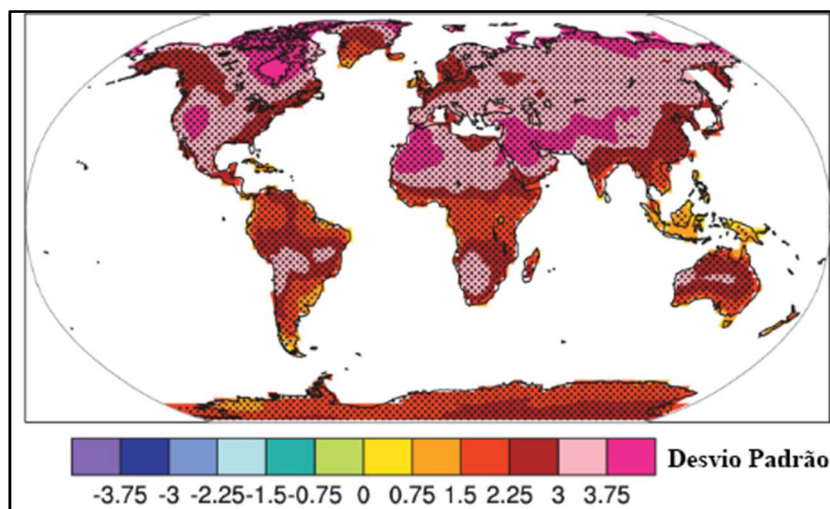
De acordo com o glossário do IPCC (2012b), ondas de calor são um período anormalmente quente. Aponta também que existem diversas definições para onda de calor. O INMET (2017a) considera como um “período de tempo desconfortável e excessivamente quente”, podendo durar vários dias ou semanas. Como critério para definição de onda de calor o INMET, baseando-se nos critérios do *The Weather Channel* aponta que é necessário que a temperatura esteja maior que 32°C e cinco graus acima do normal com pelo menos dois dias de duração.

Rossato *et al.*, (2003) indicam que a classificação de uma onda de calor pode ser realizada a partir da análise das temperaturas mínimas e máximas. Segundo os autores, quando a temperatura mínima do dia é maior que 22°C e a máxima acima de 32°C, em um período maior ou igual a três dias, considera-se como onda de calor.

No relatório AR4 (IPCC, 2007a), versão anterior do último relatório publicado pelo IPCC, é ilustrado um mapa com mudanças nos padrões espaciais de ondas de calor (Figura 13). Estas variações de ondas de calor, publicada no relatório do IPCC provém do trabalho de Tebaldi *et al.* (2006). Neste, os autores, utilizaram para a construção de nível geográfico (Figura 13), as diferenças entre os valores de temperatura (valores extremos) médios projetados nos últimos 20 anos do século 21 (2080-2099) e registrados dos últimos 20

anos do século 20 (1980-1999). Destaca-se que foram utilizados por Tebaldi *et al.* (2006), diversos modelos climáticos e procedimentos estatísticos para construção do mapa ilustrado a seguir.

Figura 13 – Mudanças nos padrões espaciais de ondas de calor simuladas entre o final do século 21 (2080-2099) e final do século 20 (1980-1999)



Fonte: IPCC (2007a).

Observa-se, na Figura 13, em uma visão geral, que é projetado para toda a superfície terrestre do planeta uma variação positiva significativa do acréscimo de desvios padrões (temperatura) de ondas de calor para o final do século 21, quando comparado com o final do século XX. Neste mesmo trabalho, Tebaldi *et al.* (2006), apontam, a partir de observações globais entre os anos de 1960 e 2000, que para o futuro existe uma tendência de acréscimo deste evento, a partir de todos os modelos climáticos, que os mesmos analisaram.

De acordo com o IPCC (2014a), eventos extremos, como ondas de calor, secas, inundações, ciclones e incêndios florestais, apontam com alto nível de confiança para uma forte vulnerabilidade e exposição de diversos ecossistemas com a atual presença da variabilidade climática. Ainda segundo o IPCC (2014a), os extremos climáticos podem gerar impactos nos ecossistemas, levando a “interrupção da produção de alimentos e o abastecimento de água, danos à infraestrutura e assentamentos, morbidade, mortalidade e consequências para a saúde mental e para o bem-estar humano” (IPCC, 2014a, p. 6).

No Quadro 2, são descritos os principais apontamentos feitos pelo IPCC em seus últimos relatórios, acerca das ondas de calor.

Quadro 2 – Apontamentos dos relatórios do Grupo de Trabalho 2 (Parte A e Parte B) do IPCC sobre ondas de calor

Referência	Página	Descrição
Relatório WG II Parte A - 2014	6; 40	Os impactos de eventos extremos recentes relacionados ao clima, como as ondas de calor ... revelam uma vulnerabilidade significativa e exposição de alguns ecossistemas e muitos sistemas humanos à atual variabilidade climática (alta confiança).
	12; 61	Os riscos associados a alguns tipos de eventos extremos (por exemplo, calor extremo) aumentam ainda mais a altas temperaturas (alta confiança).
	52	Confiança média de que o comprimento e a frequência de período verânico, incluindo ondas de calor, aumentaram globalmente desde 1950.
	52; 187	Escala regional (projeção): Muito provavelmente ondas de calor mais frequentes e/ou mais longas ou períodos verânicos sobre a maioria das áreas terrestres.
	93	Os impactos de uma mudança nas condições médias geralmente ocorrem como resultado de mudanças na frequência, intensidade ou duração de eventos climáticos e climáticos extremos ... Para muitos tipos de interrupção de falhas de colheitas causadas pela seca para doença e morte por ondas de calor, os principais riscos estão nos extremos ...
	109	Os sistemas de alerta precoce são instrumentos para evitar impactos negativos sobre a saúde durante as ondas de calor.
	109	... é provável (confiança média) que a ocorrência de ondas de calor (vários dias de clima quente em seguida) mais do que duplicou em alguns locais, mas é muito provável que haja ondas de calor mais frequentes na maioria das áreas depois da metade do século.
	109	As ondas de calor afetam diretamente os sistemas naturais e humanos, muitas vezes com graves perdas de vidas e ativos.
	110; 364	Os ecossistemas de ervas marinhas e algas irão diminuir com o aumento da frequência das ondas de calor e pelo impacto de espécies subtropicais invasivas (alta confiança).

Relatório WG II Parte A - 2014	115	Duração e variabilidade das ondas de calor aumentando os riscos ao longo do tempo na maioria dos locais devido a interações com múltiplos estressores, como a poluição do ar.
	116	Risco de aumento da morbidade e mortalidade por estresse por calor, entre trabalhadores homens e mulheres, crianças e idosos.
	117	Maior variabilidade de chuvas e/ou eventos extremos (inundações, secas, ondas de calor): risco de colheita, aumento dos preços dos alimentos, redução do consumo para proteger os bens domésticos, risco de insegurança alimentar.
	189	Não há um nível de confiança atribuído aos aumentos projetados de curto prazo na duração, intensidade e extensão espacial das ondas de calor e períodos verânicos, mas as ondas de calor a longo prazo ocorrerão em maior frequência e maior duração em resposta a temperaturas médias sazonais aumentadas.
	215	Aprendendo com as ondas de calor de 2003 que mataram cerca de 35 mil pessoas em toda a Europa, muitos países europeus implementaram sistemas de alerta de vigilância para saúde.
	305	Vários estudos descobriram que as taxas de crescimento das árvores nas florestas temperadas passaram seu pico no final do século 20 e que o declínio nas taxas de crescimento das árvores pode ser atribuído a fatores climáticos, especialmente a seca ou ondas de calor.
	319	A frequência e a magnitude dos dias e noites quentes (ondas de calor) são praticamente determinadas a aumentar globalmente no futuro.
	630	Os impactos na agricultura e nos ecossistemas podem provir de eventos extremos como ondas de calor ou secas, de outras formas de variabilidade climática, ou de mudanças nas condições climáticas médias, como temperaturas geralmente mais altas.
	633	Os eventos extremos relacionados às mudanças climáticas que podem causar mudanças nos valores econômicos nas áreas rurais incluem ondas de calor e secas, tempestades e inundações.
	672	... estudos que consideram as ondas de calor a curto prazo e a

		escassez de água encontram impactos de preços consideravelmente mais altos ...
Relatório WG II Parte A - 2014	672	As ondas de calor agudas e as secas podem ter um impacto muito maior, embora de curto prazo, nos preços da eletricidade.
	713	Se as mudanças climáticas continuarem conforme projetado em todos os cenários da Estratégia de Concentração Representativa (RCP), as principais mudanças na saúde em comparação com nenhuma mudança climática será: - Maior risco de lesão, doença e morte devido a ondas de calor e incêndios mais intensas (muita alta confiança).
	720	A onda de calor de 2003 foi um desses eventos recorde; portanto, a probabilidade de que uma onda de calor particular possa ser atribuída a mudanças climáticas é de 75% ou mais e, provavelmente o excesso de mortalidade atribuído à onda de calor (cerca de 15.000 mortes na França) foi causada por mudanças climáticas antropogênicas.
	720	As ondas de calor referem-se a uma série de dias quentes; precisamente quantos dias, e quão altas as temperaturas devem subir, são definidas de forma variada.
	720	Alguns pesquisadores relataram que a mortalidade aumenta mais durante as ondas de calor do que seria antecipado apenas com base no relacionamento de mortalidade a curto prazo, embora o efeito adicional seja relativamente pequeno em algumas séries, e mais evidente com ondas de calor prolongadas.
	720	Como as ondas de calor são relativamente infrequentes em comparação com o número total de dias com temperaturas maiores do que o ótimo para esse local, os efeitos das ondas de calor são apenas uma fração do impacto total do calor sobre a saúde.
	721	Alguns estudos mostraram efeitos maiores de calor e ondas de calor no início da estação quente. Isso pode ser um testemunho da importância da aclimação e medidas adaptativas, ou pode resultar de um grande grupo na população que é mais suscetível

		ao calor no início da temporada.
Relatório WG II Parte A - 2014	721	Os cenários de mudanças climáticas modelados pelo WGI AR5 projetam temperaturas crescentes e um aumento na frequência e intensidade das ondas de calor (Seção 2.6.1, Capítulo 1) no futuro a curto prazo, definido como aproximadamente a meio do século 21, ou a era de responsabilidade climática.
	729	Incêndios florestais, que ocorrem mais comumente após ondas de calor e seca, liberando partículas e outras substâncias tóxicas podem afetar um grande número de pessoas por vários dias ou meses.
	730	... eventos climáticos extremos, especialmente inundações, secas e ondas de calor, podem ter contribuído para preços mais elevados.
	734	De sete estudos sobre a eficácia de sistemas de alerta precoce de ondas de calor ou atividades de prevenção de calor para reduzir a mortalidade relacionada ao calor, seis relataram menos mortes durante as ondas de calor após a implementação do sistema.
	734	Uma revisão dos sistemas de alerta precoce das ondas de calor nos 12 países europeus, com tais planos, concluiu que as avaliações da eficácia desses sistemas são urgentemente necessárias para informar as boas práticas, particularmente em entender quais ações aumentam a resiliência.
	805	Desidratação, exaustão de calor gerados pela exposição a ondas de calor prejudicam a capacidade das pessoas de realizarem trabalho físico ao ar livre e dentro de casa.
	811	Diminuição da produtividade do trabalho, morbidade (por exemplo, desidratação, exaustão de calor) e mortalidade por exposição a ondas de calor. O risco é particularmente para produções agrícolas e trabalhadores da construção civil, bem como crianças, pessoas sem-teto, idosos e mulheres que têm que caminhar por muito tempo para coletar água (alta confiança).
	839	Muitas ações que facilitam a adaptação às mudanças climáticas são realizadas para lidar com eventos extremos atuais, como

		ondas de calor e ciclones, e muitas vezes são incorporados em iniciativas setoriais mais amplas, como planejamento de recursos hídricos, defesa costeira e gerenciamento de desastres.
Relatório WG II Parte A - 2014	848	Os sistemas de alerta de ondas de calor e alerta de saúde podem ser projetados para prevenir impactos negativos para a saúde, prevendo possíveis resultados de saúde, identificação e comunicação de respostas de prevenção.
	877	Alguns estudos relatam que os sistemas de alerta precoce de ondas de calor são eficazes para reduzir a mortalidade relacionada ao calor, resultando em menos mortes durante as ondas de calor após a implementação do sistema.
	992	Eventos de temperatura extrema podem alterar comunidades costeiras, como mostrado, por exemplo, para a onda de calor na Europa em 2003, e a onda de calor do início de 2011 na costa oeste da Austrália.
	1068	As ondas de calor são previstas para aumentar em sua duração, intensidade e extensão.
	1069	O impacto do estresse térmico no envelhecimento das populações, como durante a catástrofe de onda de calor em 2003 na Europa, mostra como a mudança das condições climáticas interagem com as tendências da estrutura da população.
	1076	Eventos climáticos extremos (por exemplo, ondas de calor, precipitação intensa, seca, ciclones tropicais) desencadeiam impactos que podem representar riscos importantes para as sociedades expostas e vulneráveis. No que diz respeito aos o aspecto de risco físico, o AR5 avalia uma maior probabilidade de atribuição de ondas de calor em dias e noites extremas para atividades humanas do que o AR4. WGI AR5 afirma: “Nós avaliamos que é muito provável que a influência humana contribuiu para as mudanças observadas na frequência e intensidade dos extremos diários de temperatura em escala global desde meados do século 20”.

Relatório WG II Parte B - 2014	1505	Com confiança média, é muito provável que o comprimento, a frequência e/ou a intensidade das ondas de calor tenham um grande aumento em relação à maior parte da América do Sul, com uma tendência mais fraca para o aumento no sudeste da América do Sul.
	1532	Casos existentes de inundações, poluição do ar e ondas de calor revelam que não só os grupos de baixa renda estão em risco, mas também que os setores mais ricos não são poupados.
	1535	As ondas de calor aumentaram as taxas de mortalidade urbana.
	1537	Desidratação a partir das ondas de calor aumenta as internações por doenças renais crônicas, afetando trabalhadores das áreas da construção civil, cana-de-açúcar e algodão na América Central.

Fonte: Elaborado a partir dos Relatórios WG I (IPCC, 2014a) e WG II (IPCC, 2014b) do IPCC.

Esses apontamentos do IPCC, condizem com alguns acontecimentos em torno do planeta que vêm ocorrendo nos últimos anos. Entre eles, pode-se citar a onda de calor ocorrida na Europa em 2003 (BOUCHAMA, 2004), a qual levou a morte de milhares de pessoas; também no Paquistão em 2015 levou a morte de várias pessoas devido a doenças causadas pela onda de calor (WAHEED *et al.*, 2016); uma onda de calor que levou ao cancelamento de diversos voos mais recentemente nos Estados Unidos (EL PAÍS, 2017).

Tratando-se do presente problema de estudo, houve em 2012 uma onda de calor no município de Bastos-SP, a qual causou a morte de cerca de 500 mil aves, gerando forte impacto na produção (A HORA DO OVO, 2012; AVICULTURA INDUSTRIAL, 2012; ESTADÃO, 2012; GLOBO RURAL, 2012). Esse problema também ocorre em outros lugares, como, por exemplo, nos estados de Kansas e Nova Carolina, Estados Unidos (POULTRY WORLD, 2011; FOX NEWS, 2011).

3.2. AVICULTURA DE POSTURA

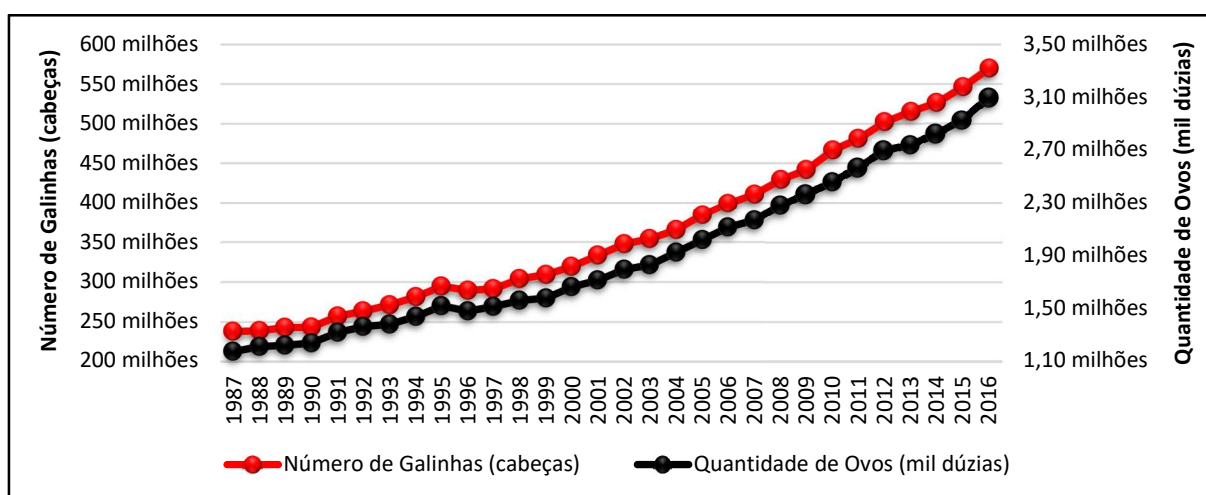
3.2.1. SISTEMA PRODUTIVO DE OVOS E SUA IMPORTÂNCIA NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

A produção de ovos no Brasil é realizada geralmente em gaiolas, sendo os galpões de cria e recria em locais diferentes dos galpões de produção de ovos. A maior parte dos

produtores é de pequeno e médio porte e possuem galpões abertos. Nesse sistema de produção de gaiolas em galpões, destaca-se também que alguns grandes produtores estão investindo em ambientes climatizados e automação das instalações (UBA, 2008).

Segundo dados da Produção de Ovos de Galinha (POG) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017b), no ano de 2016 a produção nacional foi de 3.097.287 mil dúzias de ovos, sendo que aproximadamente 30% do total estão concentrados no estado de São Paulo. No cenário mundial, o Brasil é o sétimo maior produtor de ovos do planeta (ANUALPEC, 2014) e o maior produtor da América Latina (USDA, 2011). A seguir, na Figura 14, ilustra-se por meio de um gráfico, a evolução do número de galinhas (cabeça) e quantidade de ovos (mil dúzias) produzidas no país entre 1987 e 2016.

Figura 14 - Histórico de produção de ovos de poedeiras e quantidade de galinhas poedeiras no Brasil entre 1987 e 2016

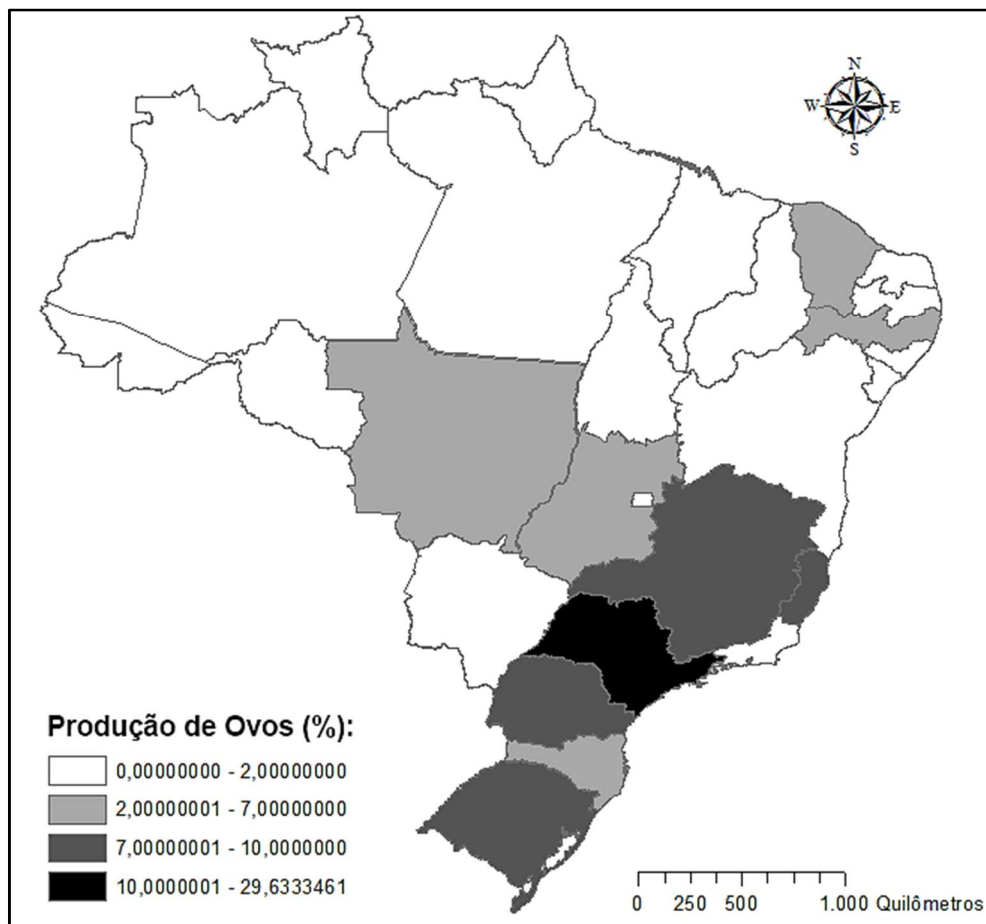


Fonte: IBGE – Produção de Ovos de Galinha (2017b)¹.

Observa-se (Figura 14), que no período analisado houve um forte crescimento da produção de ovos no país, obviamente, acompanhado com o mesmo nível de crescimento da quantidade de cabeças de galinha. Na Figura 15, nota-se no mapa, a distribuição da produção de ovos no Brasil em 2016 dividido por estados. Entre os estados que mais destacam-se, estão: São Paulo (29,52%), Minas Gerais (9,77%), Paraná (9,31%), Espírito Santo (8,54%) e Rio Grande do Sul (7,82%). Destaca-se que apenas estes cinco estados, são responsáveis por aproximadamente 65% do total da produção nacional.

¹ Valores são considerados para produtores que possuem acima de 10.000 galinhas.

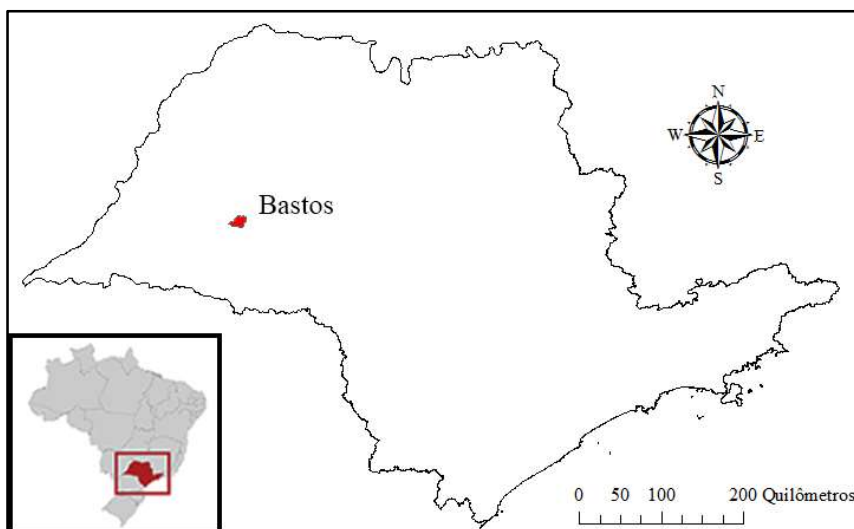
Figura 15 – Mapa de distribuição da produção de ovos de poedeiras em 2016 no Brasil por unidade da federação



Fonte: IBGE – Produção de Ovos de Galinha (2017b)².

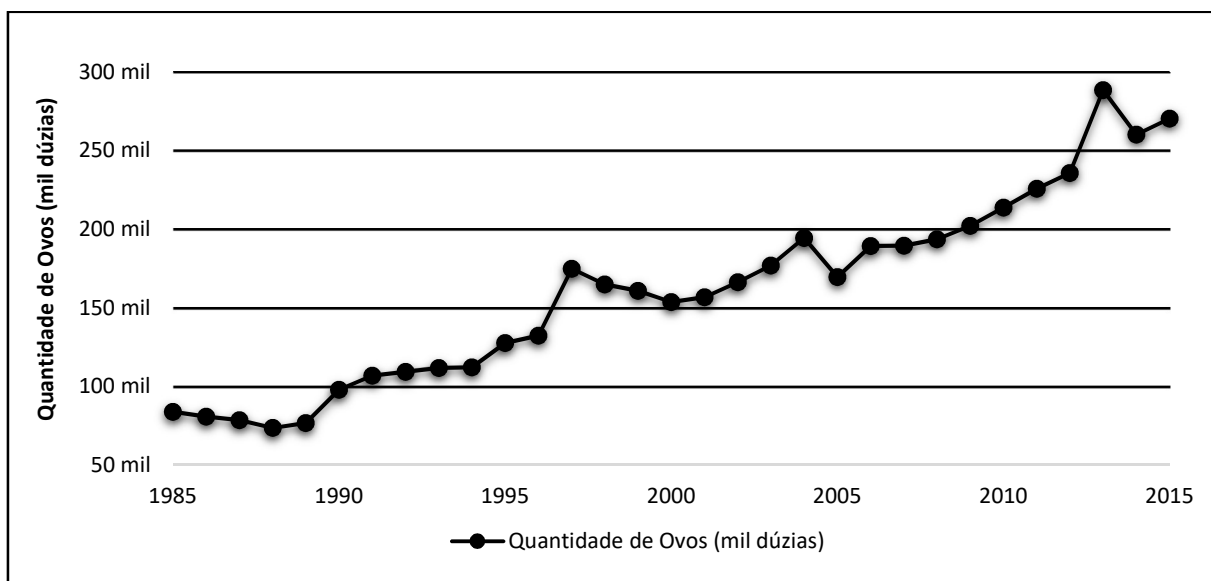
No interior do estado de São Paulo, encontra-se o município de Bastos, recorte geográfico da presente pesquisa, o qual é conhecido popularmente como a “capital do ovo”, sendo o maior produtor nacional de ovos. O município foi responsável por 7,18% (IBGE, 2017a) da produção de ovos nacional no ano de 2015. Na Figura 16 é ilustrado a localização do município de Bastos, no interior do estado de São Paulo.

² Valores são considerados para produtores que possuem acima de 10.000 galinhas.

Figura 16 - Localização do município de Bastos-SP

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 17 é ilustrada a evolução da quantidade da produção de ovos em Bastos-SP entre os anos de 1985 e 2015. Pode ser observado no gráfico que a produção de ovos neste município possui de modo geral um forte crescimento no período analisado. Denota-se que a taxa de crescimento média para o período analisado é de aproximadamente 7% ao ano. Essa taxa de crescimento de produção do município mostrou-se superior ao crescimento nacional de produção de ovos, o qual possui uma taxa média de crescimento de 3,41% no período entre 1987 e 2016 (IBGE, 2017b), como observado na Figura 14.

Figura 17 - Histórico de produção de ovos de poedeiras no município de Bastos-SP entre 1985 e 2015

Fonte: IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal (2017a).

De acordo com Pavan *et al.*, (2005), esse crescimento da avicultura no país, gerou um processo de mecanização dos aviários e também um aumento na densidade das gaiolas na criação de poedeiras comerciais.

O processo de mecanização leva a um acréscimo de temperatura no ambiente interno dos aviários, sendo que o calor pode gerar estresse para as poedeiras ocasionando perdas de produção, como, por exemplo, diminuição da quantidade de ovos, obtenção de tamanhos menores dos ovos e podendo até chegar ao processo de óbito das aves (PEREIRA *et al.*, 2010; QUINTEIRO-FILHO *et al.*, 2010; RENAUDEAU *et al.*, 2012; LARA e ROSTAGNO, 2013; ABDELQADER e AL-FATAFTAH, 2014).

A avicultura de postura é uma importante atividade para o complexo do agronegócio brasileiro, visto a sua magnitude de produção e também pelo fato de se encontrar entre os maiores produtores mundiais. Todavia, este setor possui algumas características para manter uma boa produção. Segundo estudos realizados por diversos autores (FAO, 2003; VITORASSO e PEREIRA, 2009; SILVA *et al.*, 2013; CASTILHO *et al.*, 2015; NAYAK *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2015), as poedeiras possuem variações de produção (qualidade e quantidade) e comportamento quando submetidas a diferentes níveis de temperatura, efeitos que podem ser intensificados pelas mudanças climáticas.

3.2.2. AMBIÊNCIA NA AVICULTURA DE POSTURA

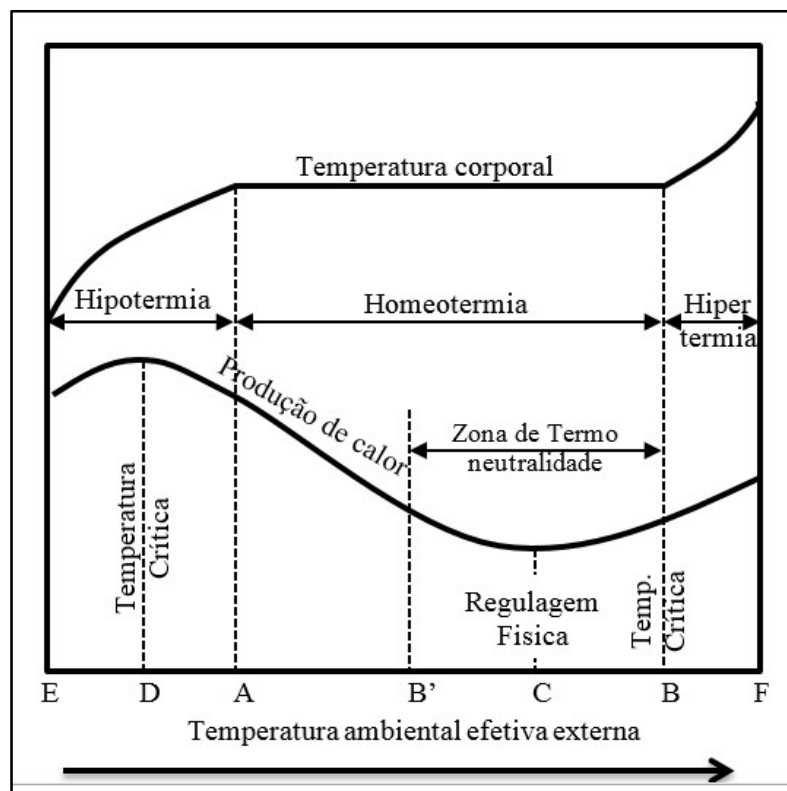
Esta seção tem como objetivo descrever acerca de fatores de ambiência que influenciam o processo produtivo das poedeiras. Para tanto, dividiu-se em dois subtópicos: i) Bem-estar e conforto térmico e ii) Desempenho térmico.

3.2.2.1. BEM-ESTAR E CONFORTO TÉRMICO

O processo de produção animal leva diversos fatores em consideração, entre eles, o bem-estar animal. De acordo com Pereira (2011), este é um fator muito importante para a produção avícola, afirmando que é uma das exigências do mercado internacional, além de agregar valor ao produto. Ainda segundo o autor, o controle do microclima no interior dos galpões influencia fortemente no sucesso do empreendimento.

Na Figura 18 é ilustrado “a produção de calor *versus* a temperatura ambiente, onde se verifica que a faixa onde acontece o mínimo desperdício de energia é a zona de termoneutralidade” (SILVA e SEVEGNANI, 2001, p. 154).

Figura 18 – Produção de calor *versus* temperatura ambiente



Fonte: Lopes (1986).

Na Figura 18, tem-se a região de zona de termoneutralidade entre B' e B. Quando ocorrem temperaturas abaixo de B', ocorre o aumento da produção de calor sensível, em que existe a tentativa do animal de contrabalançar o frio. Em casos em que a temperatura está acima de B, se inicia o processo de produção de calor latente, com o intuito de baixar a temperatura corporal (PEREIRA, 2005).

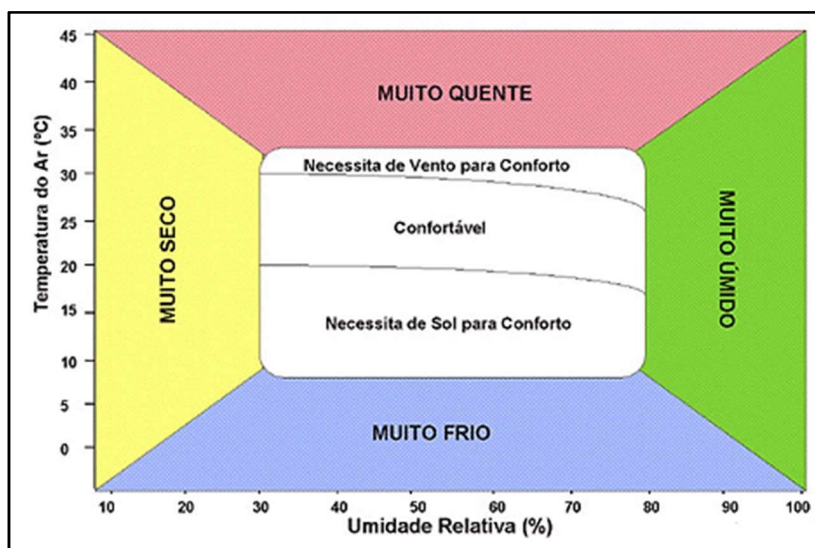
Silva *et al.* (1995) apontam que a zona de termoneutralidade para a ave possui ligação com a temperatura ideal do ambiente, a qual detém uma faixa consideravelmente estreita. Ainda segundo os autores, na zona de termoneutralidade está o ponto ótimo de produtividade do animal.

Esta é uma questão de investigação no meio científico de grande importância, visto que há muitos anos vem sendo produzidos experimentos e pesquisas, com o intuito de identificar o melhor nível de produção em diversas cadeias produtivas.

Assim como para as aves, existem padrões de conforto térmico para os seres humanos. Denota-se que em animais homeotérmicos existem similaridades na interpretação da influência da temperatura e umidade relativa do ar. No entanto, destaca-se que os limites pautados para os seres humanos são diferentes, e, também os efeitos gerados pelo vento

possuem um resultado distinto (SALGADO, 2008). A Figura 19 apresenta o efeito da sensação térmica para os seres humanos em função da temperatura e umidade relativa do ar.

Figura 19 – Faixas de Conforto Térmico Humano



Fonte: INMET (2017b).

As aves também possuem padrões ideais de conforto térmico, havendo padrões de temperatura e umidade relativa do ar que fornecem uma combinação, na qual geram resultados semelhantes as faixas propostas para os seres humanos na Figura 19. Para o presente estudo, a condição de “Muito Quente” é o local que se encontra a alta probabilidade de mortalidade da ave, em função da temperatura.

De acordo com Silva e Sevegnani (2001), “[...] as aves são animais que não se ajustam perfeitamente a extremos de temperatura, podendo inclusive morrer em função dessas oscilações”. Nesse contexto, na próxima seção será abordado acerca dos fatores que influenciam no desempenho térmico da ave.

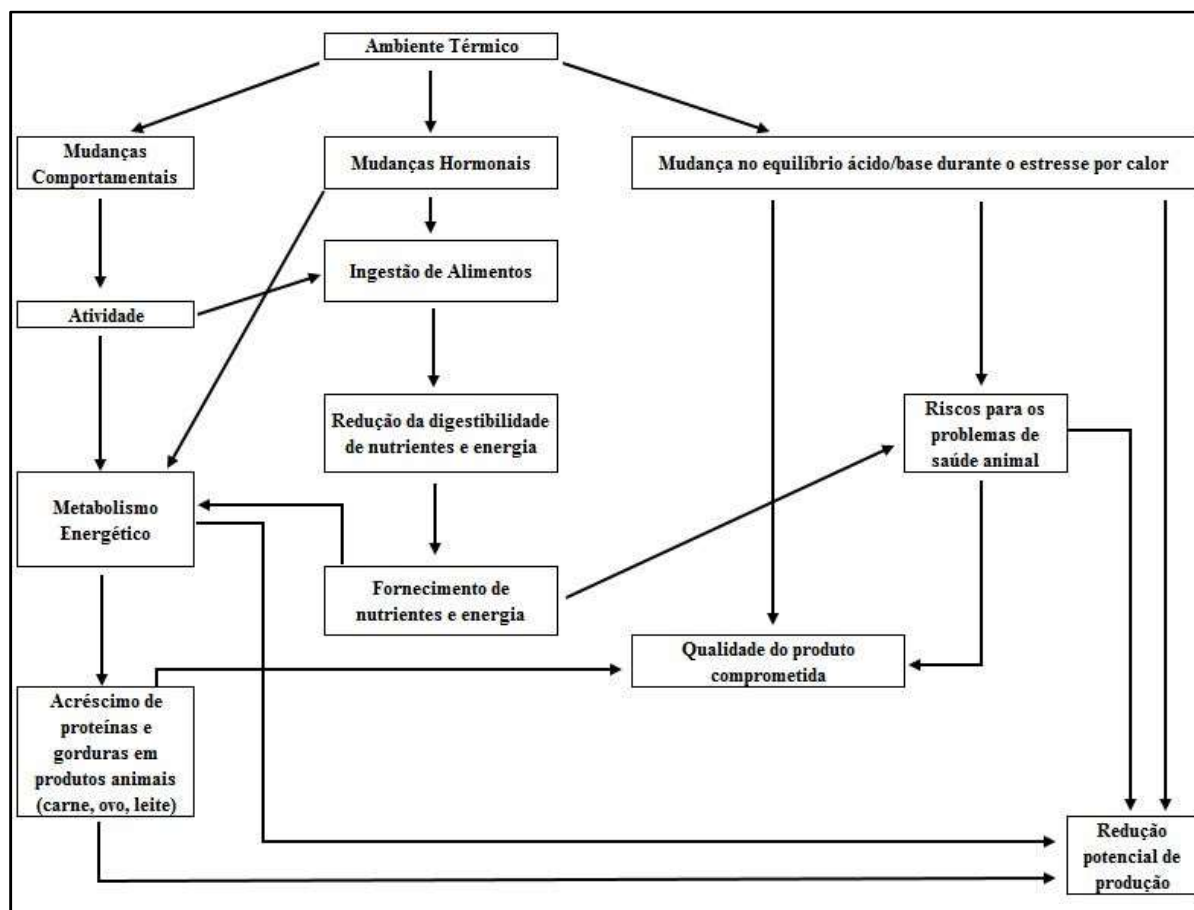
3.2.2.2. DESEMPENHO TÉRMICO

De acordo com Babinszky *et al.*, (2011), para que exista um equilíbrio térmico, é preciso que a diferença entre a produção de calor e a perda de calor do animal seja igual a zero, sendo que quando a produção de calor é superior a perda de calor resulta em um aumento da temperatura corporal.

Um ambiente com a temperatura acima do ideal para o animal, gera diversos efeitos adversos como, por exemplo, estresse, mudanças comportamentais e também

mudanças genéticas, tendo a partir desses elementos, desdobramentos que resultam na redução do potencial de produção dos animais como ilustrado na Figura 20.

Figura 20 - Representação do potencial do ambiente térmico sobre o potencial de produção e qualidade do produto na pecuária



Fonte: Adaptado de Babinszky et al. (2011).

Na avicultura de postura, verifica-se a diminuição da quantidade de produção de ovos e também do peso, além de reduzir a qualidade da casca dos ovos quando as poedeiras são submetidas em ambientes com altas temperaturas (BABINSZKY *et al.*, 2011).

Estes fatores levam a um problema de viabilidade econômica na produção de ovos. Pereira *et al.*, (2017), comparou a produção de ovos de um galpão climatizado com outro não climatizado. No galpão climatizado obteve-se um melhor desempenho na quantidade de ovos por galinha alojada, maior peso do ovo durante todo o período de observação e também melhor qualidade externa dos ovos durante o verão. A autora realizou uma análise de viabilidade econômica e constatou que quando não ocorrem falhas no fornecimento de energia elétrica, o ambiente climatizado é mais viável para a produção de ovos.

Assim, alguns produtores optam por realizar um investimento para a climatização dos aviários, instalando exaustores e painéis evaporativos, tendo por objetivo diminuir essas perdas. Contudo, é preciso que a aquisição de equipamentos para climatização faça com que ocorra o ganho de produtividade e também que seja rentável economicamente para a adesão do produtor (TIMMONS e GATES, 1988; SOUZA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2017).

Para tanto, primeiramente o produtor terá despesas para realizar o investimento na aquisição de equipamentos para climatização, sendo que logo em seguida, terá incluído em seus custos variáveis de produção o uso de energia elétrica. Nesse sentido, é importante salientar que segundo Mosko *et al.*, (2010), a utilização desse recurso representa de maneira significativa nos custos de produção de uma indústria.

A literatura sobre a produção de poedeiras em diferentes ambientes térmicos descreve que ocorrem perdas produtivas quando as aves se encontram em galpões com temperaturas diárias elevadas, fazendo com que haja perdas diretas e indiretas (Pereira *et al.*, 2015). Neste estudo (Pereira *et al.*, 2015), verificou-se diferenças comportamentais das poedeiras em diferentes ambientes térmicos e foi observado que o ambiente térmico possuiu influência no comportamento das aves.

Além dos estudos apresentados acima acerca deste tema, temos também os trabalhos (FAO, 2003; VITORASSO E PEREIRA, 2009; SILVA *et al.*, 2013; CASTILHO *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2015; CURTO *et al.*, 2007; OGUNTUNJI E ALABI, 2010; BABINSZKY *et al.*, 2011) que corroboram com a afirmativa de que aves quando submetidas à diferentes temperaturas sofrem variações em seus níveis de produtividade.

Destaca-se que existem diversos tipos de linhagens de poedeiras utilizadas para a fabricação comercial de ovos. Entre elas, pode-se citar: *Lohmann LSL-Lite (White)*, *Lohmann LB-Lite (Brown)*, *Hy-Line W-36*, *Hy-Line W-80*, *Hy-Line Brown*, *Babcock White*, *Babcock Brown*, *Isa White*, *Isa Brown*, *Hisex White*, *Hisex Brown*, *Dekalb White*, *Dekalb Brown*, *Bovans White*, *Bovans Brown*, *Shaver White* e *Shaver Brown*.

Para cada linhagem existe um guia de manejo com diversos apontamentos acerca do processo de produção comercial. Entre esses apontamentos, são encontrados os níveis adequados de acordo com a idade da ave para temperatura, umidade relativa do ar, intensidade de luz, entre outras variáveis que são importantes no processo produtivo. A seguir, na Figura 21 e na Figura 22, pode ser visualizado, como exemplo, para as linhagens *Hy-Line White* e *Hy-Line Brown*, respectivamente, os apontamentos citados.

Figura 21 - Recomendações na fase inicial do controle de variáveis do ambiente para a linhagem *Hy-Line W-36*

IDADE								
TEMP. DO AR (GAIOLA)	0-3 dias	4-7 dias	8-14 dias	15-21 dias	22-28 dias	29-35 dias	36-42 dias	
TEMP. DO AR (PISO)	32-33°C	30-32°C	28-30°C	26-28°C	23-26°C	21-23°C	21°C	
INTENSIDADE LUMINOSA	33-35°C	31-33°C	25 lux	27-29°C	24-27°C	22-24°C	21°C	
HORAS DE LUZ	30-50 lux	20 horas	25 lux	19 horas	25 lux	18 horas	5-15 lux	21°C
	22 horas ou Programa Intermitente	30-50 lux	29-31°C	26-28°C	23-26°C	21-23°C	5-15 lux	21°C
		21 horas ou Programa Intermitente	28-30°C	27-29°C	24-27°C	22-24°C	17 horas	16 horas

Fonte: HY-LINE W-36 (2015).

Figura 22 - Recomendações na fase inicial do controle de variáveis do ambiente para a linhagem *Hy-Line Brown*

IDADE								
TEMP. DO AR (GAIOLA)	0-3 dias	4-7 dias	8-14 dias	15-21 dias	22-28 dias	29-35 dias	36-42 dias	
TEMP. DO AR (PISO)	33-36°C	30-32°C	28-30°C	26-28°C	23-26°C	21-23°C	21°C	
INTENSIDADE LUMINOSA	30-50 lux	30-50 lux	25 lux	25 lux	25 lux	10-15 lux	10-15 lux	
FOTOPERÍODO	22 horas ou Programa Intermitente	22 horas ou Programa Intermitente	19 horas	17.5 horas	16 horas	14.5 horas	13 horas	

Fonte: HY-LINE BROWN (2014).

Além disso, também são apontados nestes guias, os níveis de mortalidade da linhagem durante o período de produção. Em outras palavras, são apontadas as taxas de

mortalidade aceitáveis para a linhagem durante seu processo produtivo. Ressalta-se que alguns guias de manejo apontam como taxa de mortalidade acumulada, e, outros como nível de viabilidade. A seguir, na Tabela 5, são descritos os valores encontrados para cada uma das linhagens citadas.

Tabela 5 - Níveis de viabilidade de mortalidade para diferentes linhagens de poedeiras

LINHAGEM	PERÍODO COMERCIAL (semanas)	VIABILIDADE (%)	FONTE
<i>Lohmann LSL-Lite (White)</i>	19 - 95	92 - 93	LOHMANN LB-LITE (2017)
<i>Lohmann LB-Lite (Brown)</i>	19 - 95	90 - 92	LOHMANN LSL-LITE (2017)
<i>Hy-Line W-36</i>	18 - 90	93,2	HY-LINE W-36 (2016)
<i>Hy-Line W-80</i>	18 - 90	94	HY-LINE W-80 (2016)
<i>Hy-Line Brown</i>	18 - 90	93	HY-LINE BROWN (2016)
<i>Babcock White</i>	18 - 90	95	BABCOCK WHITE (2017)
<i>Babcock Brown</i>	18 - 90	94	BABCOCK BROWN (2017)
<i>Isa White</i>	18 - 90	95	ISA WHITE (2017)
<i>Isa Brown</i>	18 - 90	94	ISA BROWN (2017)
<i>Hisex White</i>	18 - 90	94	HISEX WHITE (2017)
<i>Hisex Brown</i>	18 - 90	94	HISEX BROWN (2017)
<i>Dekalb White</i>	18 - 90	95	DEKALB WHITE (2017)
<i>Dekalb Brown</i>	18 - 90	94	DEKALB BROWN (2017)
<i>Bovans White</i>	18 - 90	94	BOVANS WHITE (2017)
<i>Bovans Brown</i>	18 - 90	95	BOVANS BROWN (2017)
<i>Shaver White</i>	18 - 90	94	SHAVER WHITE (2017)
<i>Shaver Brown</i>	18 - 90	94	SHAVER BROWN (2017)

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante destacar que existem fatores como, por exemplo, evolução genética das poedeiras que podem ser melhores desenvolvidas no decorrer dos anos e adaptar-se a um clima de temperatura mais alta. Em um estudo Patricio *et al.*, (2012), analisaram a evolução genética entre 1990 e 2009 de frangos de corte no Brasil, no qual foi permitido concluir que houve avanços genéticos. Os resultados mostraram que no ano de 1990 os frangos no país

necessitavam de 45 dias para atingir 2.06 kg, enquanto em 2009 era preciso 35,12 dias para obter o mesmo peso.

Para galinhas poedeiras, Mack *et al.*, (2013) examinaram os efeitos das variações genéticas na produtividade e comportamento das poedeiras analisando o estresse de acordo com o nível de calor. Nos resultados da pesquisa de Mack *et al.*, (2013), permitiu-se perceber que o estresse gerado pelo calor diminuiu os níveis de produção e também houve alterações comportamentais em ambas as linhagens analisadas, contudo as diferenças foram marcadas pelo genótipo. Além disso, os autores sugerem ideias para futuros estudos acerca do tema, visando desenvolver linhagens mais resistentes ao calor.

A partir da revisão de literatura apresentada acerca da produção de poedeiras em diferentes ambientes térmicos, podemos afirmar que a temperatura é um fator de grande importância na produtividade das poedeiras, interferindo em seu comportamento (bem-estar) e desempenho, gerando diferenças nas quantidades de ovos produzidos e na qualidade dos ovos de modo geral.

3.3. IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

3.3.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO AGRONEGÓCIO

Nelson *et al.*, (2009), afirmam que as mudanças climáticas geram impactos na agricultura. Entre eles, podemos citar os efeitos biológicos no rendimento das culturas e os impactos sobre os resultados (preço, produção e consumo).

Estudos realizados por diversos autores (ZULLO JUNIOR *et al.*, 2006; ZULLO JUNIOR *et al.*, 2008; ASSAD *et al.*, 2013), demonstram os impactos das mudanças climáticas em diversas culturas (algodão, café, milho e soja) no cenário nacional, levando em consideração os cenários futuros de projeções de temperatura e precipitação gerados pelo IPCC. Nestes trabalhos observa-se que em algumas regiões haverá a diminuição da área de produção nas próximas décadas, caso não haja adaptações ou evoluções genéticas.

No trabalho denominado “*Global Warming and New Geography of Agricultural Production in Brazil*” (Aquecimento Global e a Nova Geografia de Produção Agrícola no Brasil), elaborado por Pinto e Assad (2008), é realizada uma análise abrangente sobre diversas culturas (algodão, arroz, café, cana de açúcar, feijão, girassol, mandioca, milho e soja), construindo-se projeções baseadas nos relatórios do IPCC para área de produção nos anos de 2020, 2050 e 2070.

Pinto e Assad (2008) indicam que as mudanças do clima (temperatura e precipitação) por meio do aquecimento global, podem afetar fortemente o agronegócio brasileiro e provocar perdas de até R\$ 7,4 bilhões em 2020 e chegar em R\$ 14 bilhões em 2070. Estas projeções somente para o cenário de colheita de sementes, fazendo com que haja alterações no mapa de produção agrícola nacional.

A agropecuária é um dos setores mais influenciados pelas variações do clima (temperatura e precipitação). Há faixas ideais de clima para obter-se níveis de produção adequados segundo cada criação animal e cultura vegetal (MENDELSON e DINAR, 2009). Ainda segundo Mendelsohn e Dinar (2009), existem fatores indiretos, como, por exemplo, uma cultura é afetada em determinada região pelo clima, mas esta é insumo para uma produção animal em outra localidade, fazendo com que afete também este sistema de produção.

Nääs *et al.*, (2010), também após utilização de projeções do IPCC, verificaram um aumento no custo de produção de carne bovina na região do Cerrado, tanto para a previsão “otimista”, quanto para a previsão “pessimista”. Em outra vertente, pesquisas (CURTO *et al.*, 2007; OGUNTUNJI e ALABI, 2010; ALMEIDA *et al.*, 2013) apontam que a variação de temperatura possui grande influência sobre o nível de produção dos animais (carne, leite, ovo). Trabalhos científicos sobre clima e agricultura têm demonstrado que serão necessárias soluções e novas estratégias para adaptar a produção às alterações climáticas (BABINSZKY *et al.*, 2011).

Dessa perspectiva, a elevação da temperatura e variações nos padrões de precipitação modificam de maneira forte os ambientes de produção agrícola, afetando assim a área de produção, a produtividade das culturas, sistema de produção irrigados, entre outros. Destaca-se que para a pecuária também incidem diversos fatores prejudiciais, visto que haverá variações nos preços pagos pelos produtores na compra de insumos, quanto nos preços de venda dos produtos no varejo (MALCOLM *et al.*, 2012).

Diversos estudos (ASSAD *et al.*, 2004; PINTO *et al.*, 2004; PINTO e ASSAD, 2008; ZULLO JUNIOR *et al.*, 2008; ASSAD *et al.*, 2013) foram realizados pelos autores Hilton Silveira Pinto, Eduardo Delgado Assad, Jurandir Zullo Junior com a contribuição de outros autores em alguns trabalhos, realizando projeções para os impactos do aquecimento global no agronegócio brasileiro em diferentes culturas de várias regiões do país, utilizando-se dos cenários de variação de temperatura e precipitação proposto pelo IPCC.

Estudos que abrangem os impactos na pecuária apontam para o fato das mudanças climáticas afetarem os sistemas pecuários de modo geral. Thornton e Gerber (2010)

descrevem em seu trabalho que poderá haver impactos diretos e indiretos, podendo estar entre os diretos: eventos climáticos extremos; perda de produtividade (estresse psicológico) devido ao aumento de temperatura; secas e inundações; e disponibilidade de água; e indiretos: epidemias (doenças); qualidade e quantidade das pastagens (sistemas de pastoreio); aumento do custo dos alojamentos dos animais (sistemas de confinamento); entre outros.

3.3.2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE OVOS

As mudanças do clima no planeta podem gerar diversos tipos de impactos na produção de ovos. Entre esses impactos é possível destacar: i) impactos nos principais insumos utilizados no sistema de produção de ovos (milho, soja, energia elétrica); ii) redução na produtividade da ave, diminuindo a quantidade de ovos produzidos e iii) mortalidade das aves por eventos extremos, tais como ondas de calor.

Os principais insumos necessários para a ração das poedeiras (milho e soja) que são de extrema importância na formação dos custos de produção, também serão atingidos pelos efeitos das mudanças climáticas. Diversos estudos abordam sobre os impactos das mudanças climáticas nas culturas do milho e da soja, entre eles, podemos citar Streck e Alberto, (2006); Pinto e Assad, (2008); Maciel, (2010); Banco Mundial, (2013); Rio, (2014).

O relatório de Nelson *et al.*, (2009), mostra os valores projetados do milho e da soja baseando-se nos cenários propostos pelo IPCC, permitindo descrever que haverá um aumento do preço desses itens maior do que o normal caso ocorra os cenários projetados. Em outro estudo realizado por Moraes (2010), mostra variações percentuais das atividades econômicas em diversas culturas, entre elas, o milho e a soja também se baseando nos cenários projetados pelo IPCC.

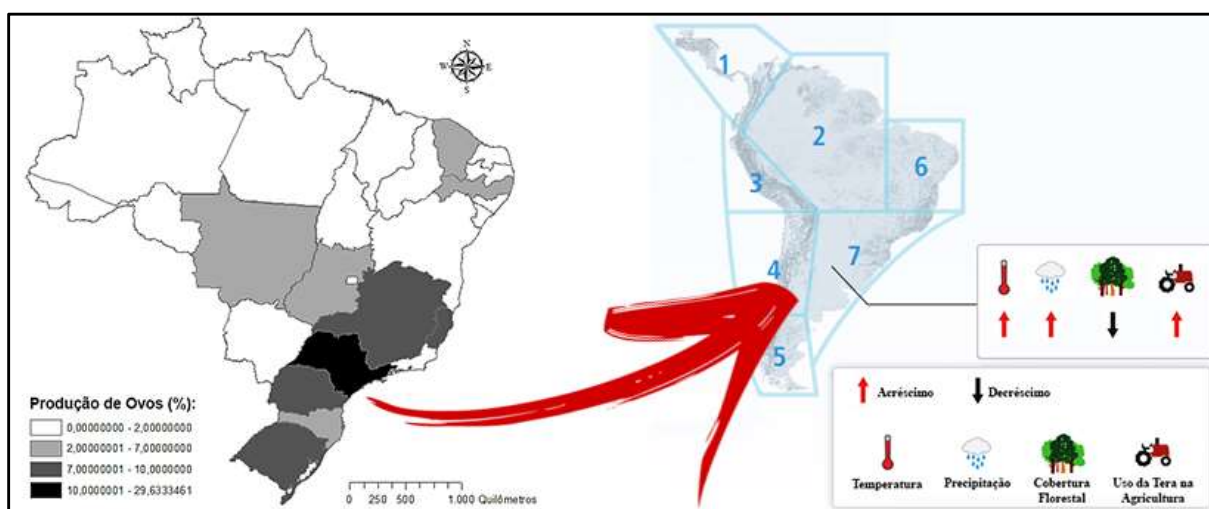
Em outra vertente dos impactos, tem-se que no contexto das mudanças climáticas pode haver queda na produtividade do sistema de produção de ovos, visto que o acréscimo de temperatura leva a ave para uma zona de desconforto térmico (LOPES, 1986). E, além disso, tem-se por meio de eventos extremos de temperatura (ondas de calor), aumento na mortalidade das aves (RIQUENA, 2017). Neste último ponto apresentado (aumento na mortalidade), dependendo do aumento da magnitude de ondas de calor, pode vir a inviabilizar o processo de produção.

Pereira *et al.*, (2010), construíram uma árvore de classificação (Anexo C) utilizando a ferramenta de mineração de dados e verificaram o padrão de mortalidade das poedeiras em produção, em função da temperatura externa e idade do lote em um lote de

poedeiras do município de Bastos-SP. Os dados apontam vários resultados importantes, mas destaca-se que a temperatura mínima possui forte influência para alta mortalidade.

Após o contexto que vem sendo apresentado neste trabalho acerca das alterações do clima e também sobre a distribuição da produção de ovos no Brasil, tem-se que as principais regiões produtoras, com destaque para o estado de São Paulo, sofrerão com aumento na temperatura. Na Figura 23, ilustra-se uma análise comparativa entre as principais regiões produtoras de ovos do Brasil e as alterações no clima e uso da terra.

Figura 23 - Comparação das principais regiões produtoras de ovos do Brasil em relação as alterações climáticas e uso da terra

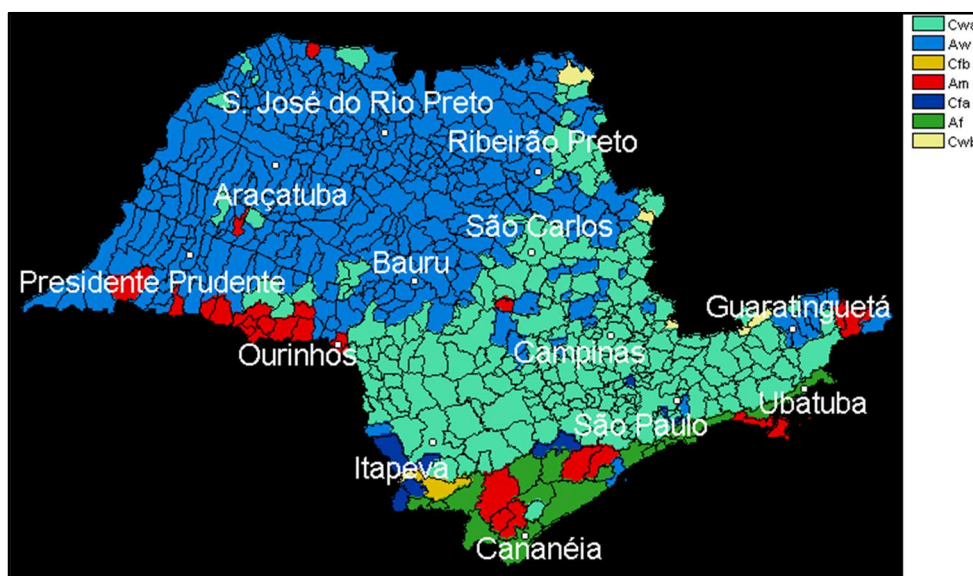


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IBGE (2017b) e IPCC (2014b).

Observa-se na Figura 23 que para a região sul e sudeste do país, as quais foram responsáveis por aproximadamente 70% da produção de ovos nacional em 2016, haverá mudanças no clima que apontam para acréscimo na temperatura, além de acréscimo na precipitação e uso da terra para agricultura e decréscimo na cobertura florestal.

Como ilustrado na Figura 15, e apontado novamente na Figura 23, o estado de São Paulo é o primeiro colocado na produção nacional de ovos, sendo responsável por 29,52%. Para tanto, mostra-se importante entender o clima presente nessa região. Na Figura 24 é ilustrado a classificação climática de Koeppen para o estado de São Paulo.

Figura 24 - Classificação de Koeppen para o Estado de São Paulo



Fonte: CEPAGRI-UNICAMP (2017).

De acordo com o CEPAGRI (2017), o estado de São Paulo possui sete tipos climáticos diferentes. Entre eles, estão os tipos: Cwa, Aw, Cfb, Am, Cfa, Af e Cwb. O Cwa e Aw são os tipos predominantes no estado. Ainda segundo o CEPAGRI (2017), a classe climática Cwa é caracterizada por “clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C”; a classe Aw possui um clima do tipo “tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C”. O município de Bastos-SP, analisado para este estudo, está localizado no tipo climático Aw.

Para o sistema de produção de ovos de galinhas, Ravichandran e Mohamed (2015a, 2015b), realizaram estudos com um conjunto de produtores, na qual verificaram os conhecimentos e a percepção dos mesmos acerca das mudanças climáticas. Nos resultados da pesquisa destacam que grande parte dos produtores está ciente dos impactos que podem ser causados pelas alterações do clima, entre elas que poderá afetar a disponibilidade de grãos no mercado, aumentando o custo da ração e também que afetará diretamente a produção das aves.

3.4. LÓGICA *FUZZY*

A lógica *fuzzy* é conhecida também como lógica difusa ou lógica nebulosa. Esta lógica reconhece uma diversidade infinita de valores variando entre zero e um (ZADEH,

1965). Possui como objetivo tratar de valores vagos, imprecisos e incertos. Para tanto, quando tratamos da imprecisão e da incerteza temos a teoria dos conjuntos e a teoria das probabilidades, que, no entanto, apesar da grande utilidade para a resolução de diversos problemas, não são suficientes para tratar da riqueza de informações gerada pelos seres humanos (SANDRI e CORREA, 1999).

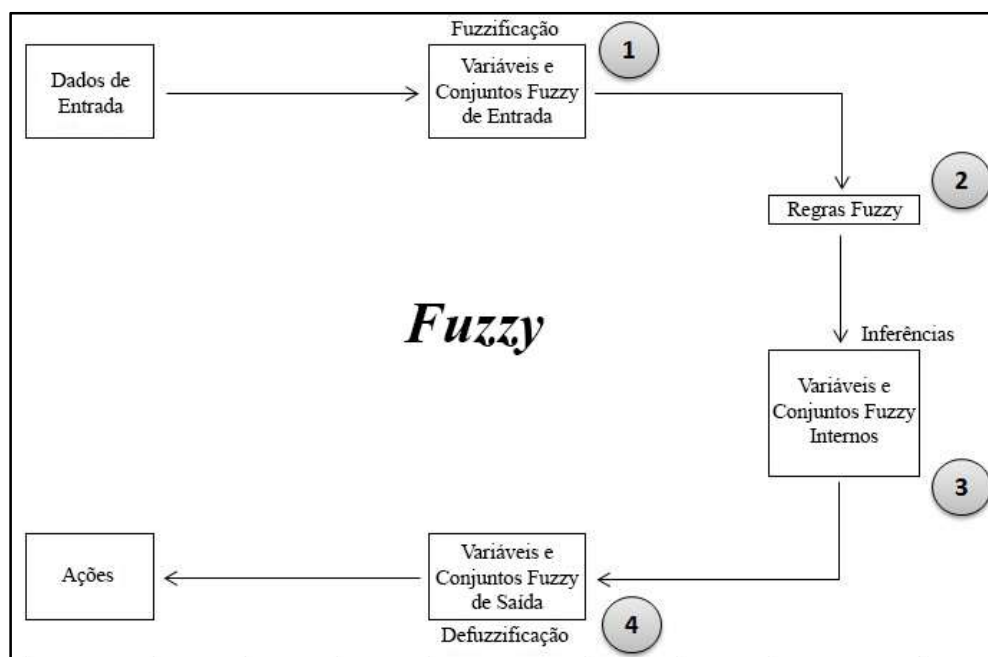
Difere da lógica *booleana* ou aristotélica, na qual o valor ou objeto analisado será sempre zero ou um, pode ser denominado também de verdadeiro ou falso. Tendo isso em vista, uma pertinência de 0,5 é concebida como meio verdadeiro e meio falso, outro exemplo, sendo 0,9 e 1, representa mais próximo da verdade e mais afastado de falso (SILVA, 2005).

A aplicação da lógica *fuzzy* é realizada em diversas áreas do conhecimento, entre elas, temos a utilização nas ciências agrárias (GABRIEL FILHO *et al.*, 2011; GABRIEL FILHO *et al.*, 2016; PUTTI *et al.*, 2014) e também em diversos estudos aplicados ao setor avícola (AMENDOLA *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005; OWADA *et al.*, 2007; PANDORFI *et al.*, 2007; PONCIANO *et al.*, 2011; TOLON *et al.*, 2010).

O artigo de Nääs *et al.*, (2010), baseou-se no incremento da temperatura para os próximos anos (cenários IPCC), e utilizando-se da lógica *fuzzy* levou em consideração a perda de produção e a vulnerabilidade da capacidade de pastagem, observando-se que os resultados apontaram para um aumento do custo de produção da carne bovina para os dois cenários propostos pelos autores.

As etapas de desenvolvimento deste método são definidas basicamente em quatro etapas: i) Módulo de *fuzzificação*: modela-se matematicamente a informação das variáveis de entrada (*input*) e também formula-se as funções de pertinência derivadas de termos linguísticos atribuídos as variáveis; ii) Módulo da base de regras: nesta fase são inseridas as regras no sistema; iii) Módulo de inferência: nesta etapa são definidos os conectivos lógicos que são utilizados junto à base de regras, para que então seja fornecida a saída (*output*) do sistema a partir de cada entrada *fuzzy*; e iv) Módulo de *defuzzificação*: tem por objetivo traduzir o estado de cada variável de saída *fuzzy* para um valor numérico (AMENDOLA *et al.*, 2005). Após a definição das variáveis de saída é feita a análise dos resultados do sistema. A estrutura do controlador *fuzzy* citado até o momento é ilustrado na Figura 25.

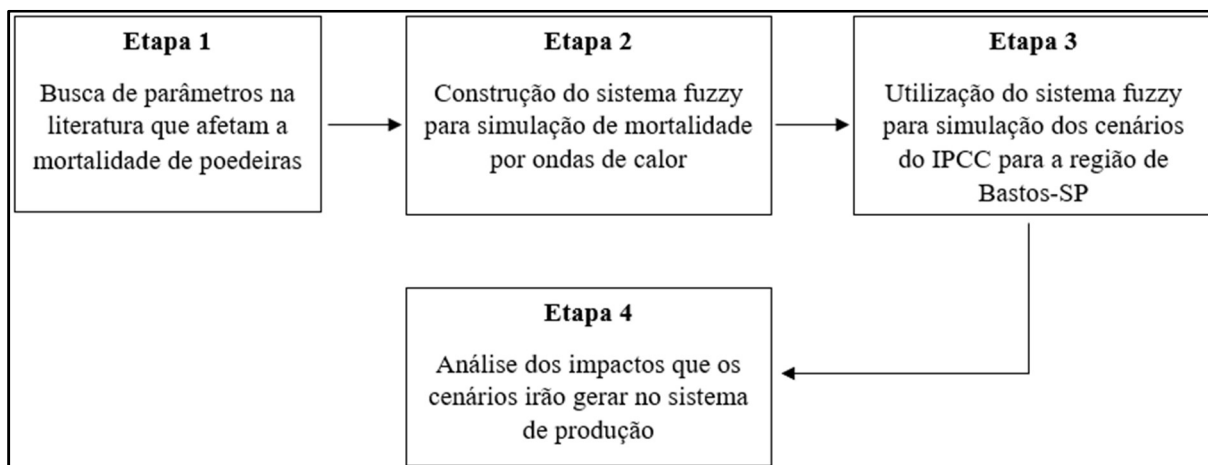
Figura 25 - Estrutura de um controlador de lógica *fuzzy*



Fonte: Adaptado de Vieira et al. (2014).

4. MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada em quatro etapas. Na primeira etapa buscou-se na literatura os parâmetros que afetam a mortalidade da ave. Em seguida, foi construído o sistema *fuzzy* para simular o efeito de ondas de calor na mortalidade de poedeiras. Na terceira etapa, o sistema *fuzzy* foi utilizado para simular os cenários previstos do IPCC para a região de Bastos-SP. E por fim, foram analisados os impactos que esses cenários irão propiciar na mortalidade de poedeiras na região. A ilustração dessas etapas pode ser visualizada na Figura 26.

Figura 26 - Diagrama de desenvolvimento da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas no mundo e no Brasil e, em especial para o agronegócio no setor de avicultura de postura. Conjuntamente, a pesquisa buscou compreender como a mortalidade de poedeiras é afetada pelo evento extremo onda de calor.

No método *fuzzy* foi preciso definir as variáveis independentes que afetam a variável mortalidade e, posteriormente, suas respectivas funções de pertinência. As variáveis de entrada (independentes) do modelo *fuzzy* escolhidas foram: temperatura máxima (em °C), duração da onda de calor (em dias) e idade da ave (em semanas). A variável de saída (dependente) do modelo, por sua vez, foi mortalidade (nível de mortalidade).

Para este trabalho, considerou-se como onda de calor, os critérios estabelecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o qual aponta como onda de calor, quando a temperatura está cinco graus mais quente que o normal e acima de 32°C com duração mínima de dois dias.

Definidas as funções de pertinência, foi construída uma base com 18 regras, fazendo o uso da estrutura “se” e de seus conectivos “e” e “então”, para que seja aplicado posteriormente o procedimento de inferência (SANDRI e CORREA, 1999).

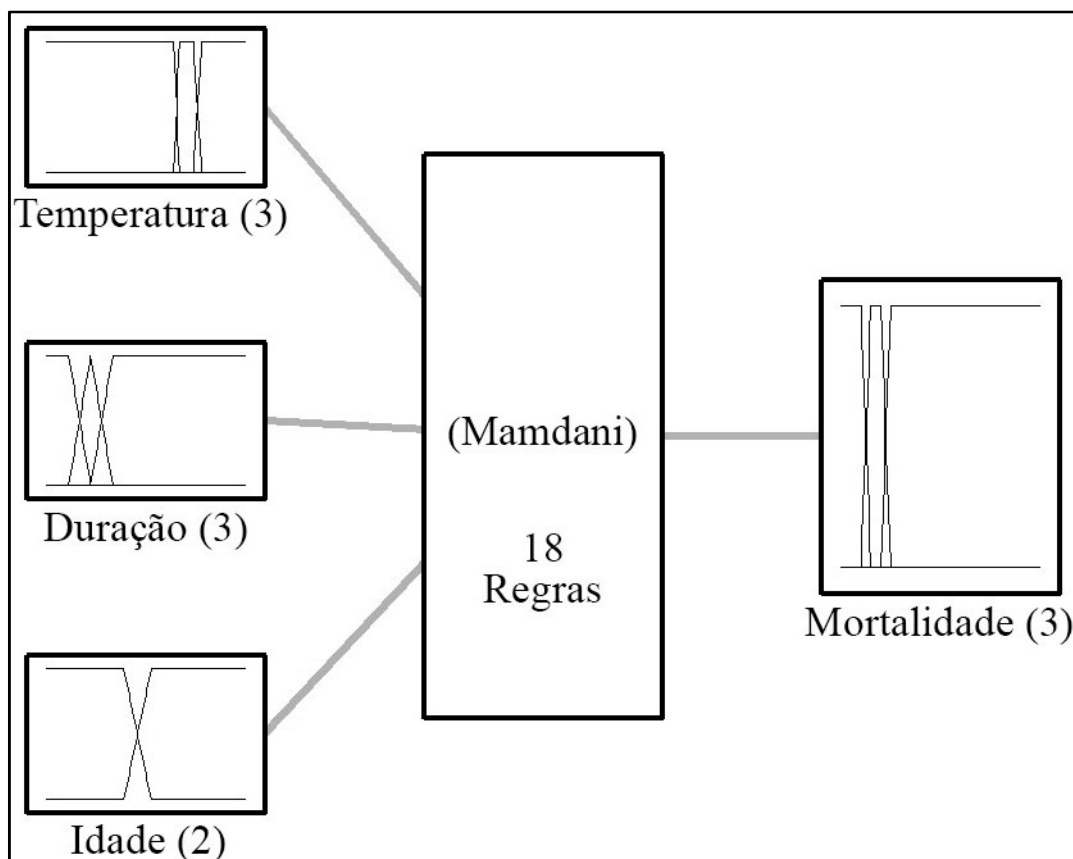
O método de inferência adotado foi o método de Mamdani, utilizado também por Amendola *et al.*, (2005); Tolon *et al.*, (2010) e Ponciano *et al.* (2012). De acordo com Ponciano *et al.* (2012), este método aponta como resultado, um conjunto *fuzzy* gerado da combinação de dados de entrada com seus respectivos graus de pertinência, a partir do operador mínimo, e, depois, pela superposição das regras pelo operador máximo.

Na última etapa foi realizado o processo de *defuzzificação*, processo este que traduz o valor linguístico em valor numérico, sendo escolhido o método do Centro de

Gravidade (*centroid*), conforme sugerem Amendola *et al.*, (2005). Este método leva em conta, todos os tipos de saída, modificando o conjunto *fuzzy*, para um valor numérico.

O modelo de simulação (controlador) foi feito utilizando a ferramenta *Fuzzy Logic Toolbox* no *software* MATLAB®. Na Figura 27 pode ser visto o sistema *fuzzy* que foi construído, sendo composto por três variáveis de entrada e a variável de saída.

Figura 27 – Sistema de previsão de mortalidade baseado em regras *fuzzy*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a construção do sistema *fuzzy*, o mesmo passou por um processo de validação, com o intuito de verificar seu nível de precisão. Para isso, foram utilizadas duas bases de dados de mortalidade de duas granjas. A Granja 1, possuía dois aviários, denominados neste trabalho, como, Aviário A e B. A Granja 2, possuía 23 aviários, denominados aqui como: Aviário C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X e Y. Denota-se que os aviários utilizados detêm diferentes tipos de linhagens de poedeiras comerciais. Dentre as linhagens estão: *Bovans White*, *Dekalb White*, *Hisex White*, *Hy-Line White*, *Hy-Line Brown*, *H & N White*, *ISA Brown*, *Lohmann White* e *Novogen White*. Ambas

as granjas estão localizadas no município de Bastos-SP. Pode ser visualizado os ambientes internos e externos de alguns aviários no Anexo A e Anexo B.

A partir dos manuais das linhagens citadas, foi proposto como classificação da mortalidade em três níveis: “NORMAL”, “ALTA” e “MUITO ALTA”. Um nível de mortalidade considerada “NORMAL” em um aviário é até 0,1% do lote/semana. Acima deste nível, ou seja, uma mortalidade maior que 0,1% do lote/semana foi considerada como “ALTA”. A partir do dobro deste nível, considerou-se como um nível de mortalidade “MUITO ALTA”. A Tabela 6, ilustra de maneira sintetizada a classificação descrita acima.

Tabela 6 - Classificação proposta para mortalidade das aves

NÍVEL DE MORTALIDADE	MORTALIDADE DO LOTE (%)
NORMAL	Menor ou igual a 0,1
ALTA	Maior que 0,1 e menor ou igual a 0,2
MUITO ALTA	Maior que 0,2

Fonte: Elaborado pelo autor.

No processo de validação foi utilizada uma tabela de contingência, a qual tem por objetivo verificar a quantidade de acertos e erros gerados pela simulação do sistema. A partir dos valores obtidos pela tabela é possível realizar uma avaliação do sistema proposto, no que tange a sua qualidade de exatidão em relação ao presenciado na realidade. A seguir, no Quadro 3, visualiza-se um o modelo para a construção de uma tabela de contingência.

Quadro 3 - Tabela de Contingência

Valor Previsto (predito por teste)	Valor Verdadeiro (confirmado por análise)		
		Positivos (P)	Negativos (N)
	Positivos (P)	VP Verdadeiro Positivo	FP Falso Positivo
	Negativos (N)	FN Falso Negativo	VN Verdadeiro Negativo

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da tabela de contingência, torna-se possível o cálculo de valores que colaboram para apontar a qualidade dos resultados simulados pelo sistema. Entre esses valores, estão: Acurácia, Sensibilidade, Especificidade, Eficiência, Preditividade Positiva,

Preditividade Negativa e Coeficiente Φ (phi). Na Tabela 7, visualiza-se as fórmulas utilizadas para calcular cada um desses valores.

Tabela 7 - Variáveis e Fórmulas calculadas para avaliar o sistema fuzzy

Variáveis	Fórmula
Acurácia	$(VP + VN) / (P + N)$
Sensibilidade	$VP / (VP + FN)$
Especificidade	$VN / (VN + FP)$
Eficiência	$(SENSIBILIDADE + ESPECIFICIDADE) / 2$
Preditividade Positiva	$VP / (VP + FP)$
Preditividade Negativa	$VN / (VN + FN)$
Coeficiente Φ (phi)	$(VP * VN - FP * FN) / \text{RAIZQUADRADA}((VP + FP) * (VP + FN) * (VN + FP) * (VN + FN))$

Fonte: Elaborado pelo autor.

O cálculo da medida de acurácia tem como objetivo identificar o nível de acerto geral do sistema. Em outras palavras, essa variável aponta o total de acertos do sistema em relação ao conjunto total de valores. No entanto, a utilização apenas desse indicador não é suficiente para avaliar a qualidade geral do sistema. Assim, foram realizados os demais cálculos para verificar seu nível de precisão.

A sensibilidade visa diagnosticar a proporção de verdadeiros positivos do sistema, buscando analisar o quanto o sistema possui capacidade de acertar quando realmente a condição é verdadeira. Já a especificidade, busca o inverso da sensibilidade, identificando a proporção de verdadeiros negativos, em que o sistema acerta quando a condição é falsa. Nessa linha de raciocínio, tem-se a tendência de quando um sistema é muito específico, o mesmo é pouco sensível e vice-versa. Para isso, calcula-se a eficiência do sistema, o que representa a média aritmética entre sensibilidade e a especificidade.

Em outra ponta, existem a preditividade positiva e a preditividade negativa. A primeira é responsável por indicar a proporção de verdadeiros positivos em relação ao total de predições positivas. A segunda indica a proporção de verdadeiros negativos em relação a todas as predições negativas.

Por fim, é calculado o coeficiente de Φ (phi), que, por sua vez, busca por meio de um único valor sintetizar a qualidade de resposta da tabela de contingência, tendo seu valor em uma escala entre -1 e 1.

Além dos valores acima, para este trabalho foi construída e analisada a curva de *Receiver Operating Characteristic*, conhecida como curva *ROC*. Esta tem sido utilizada durante muito tempo em áreas como medicina, radiologia, psicologia, entre outras e mais

recentemente começou a ser empregada nas áreas de aprendizado de máquina e mineração de dados. Sua construção foi realizada por meio do *software* estatístico SPSS, em sua versão 22.

Por meio da curva *ROC* é possível analisar visualmente em um gráfico o grau de sensibilidade e especificidade do sistema elaborado. No eixo Y encontram-se os valores para a sensibilidade e no eixo X os valores 1 - especificidade. Destaca-se que quanto maior a área da curva *ROC*, maior é a eficiência do sistema analisado. Em ambos os eixos, os valores variam entre 0 e 1. Durante o processo de análise da curva *ROC*, é necessário que encontre um ponto de corte que aponte o equilíbrio entre a sensibilidade e especificidade do sistema (VANDERHASSELT *et al.*, 2013).

Após a construção, validação e análise dos modelos de simulação, foram levantados os dados históricos de ondas de calor da região de Bastos/SP. Os dados foram retirados do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com dados de Temperatura Máxima (°C) diária no período entre 01 de janeiro de 1961 e 31 de maio de 2012. Os dados foram obtidos da Estação Nº 83.716, localizada no município de Presidente Prudente - SP.

Este período foi determinado a partir dos dados disponíveis na estação climatológica. Já a escolha da estação localizada em Presidente Prudente – SP, foi realizada, visto ser a estação mais próxima ao município de Bastos-SP, entre as estações do INMET. Os dados de localização (coordenadas de georreferenciamento) para o município de Bastos – SP e Presidente Prudente – SP, encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 – Coordenadas de georreferenciamento de Bastos - SP e Presidente Prudente - SP

	Bastos – SP	Presidente Prudente - SP
Latitude (graus)	21° 55' 29" (Sul)	22° 12' 11" (Sul)
Longitude (graus)	50° 43' 33" (Oeste)	51° 39' 30" (Oeste)
Altitude (metros)	445 m	475m
Distância em linha reta entre os municípios (quilômetros)	71,7 km	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos dados climáticos, foi realizada uma análise de estatística descritiva da Temperatura Máxima (°C) diária. Além disso, foram construídos gráficos para realizar uma análise descritiva das variações de temperatura em dias, meses e anos, durante o período analisado.

Realizaram-se as projeções de temperatura propostas pelo IPCC, a partir dos dados históricos obtidos no INMET. Para isso, utilizou-se o modelo aditivo na realização deste processo. Em um primeiro momento, selecionou-se o ano de 2008 como base para o processo de incremento de temperatura. Tal ano foi escolhido, visto o mesmo não sofrer a influência do fenômeno climático *El Niño* e também pelo fato de que não possui nenhum dado faltante.

Após esta etapa, construiu-se um gráfico com a distribuição em faixas de temperaturas. Essas faixas agruparam a cada um (1) grau Celsius (°C) de temperatura. De outro modo, como, por exemplo, uma temperatura de 28,5°C, está na faixa 28. Temperaturas de 32,3°C e 32,6°C, estão na faixa 32, e assim por diante.

Em seguida, por meio do modelo aditivo, adicionou-se para as faixas de temperaturas de 2008 os valores projetados nos diferentes cenários do IPCC para o sudeste da América do Sul. Adiante, calculou-se a variação percentual dos cenários projetados pelo IPCC para os dias considerados quentes (acima de 32°C). A partir disso, utilizou-se da variação percentual encontrada em cada cenário para projetar o aumento da duração de dias considerados como ondas de calor.

Para a temperatura das ondas de calor, adicionou-se as temperaturas projetadas do IPCC nas ondas de calor ocorridas em 2008. Até este ponto, já foi possível obter valores projetados nos diferentes cenários do IPCC para duas variáveis de entrada (temperatura e duração) do sistema *fuzzy* construído.

No processo de simulação, a terceira variável de entrada (idade da ave), entrou com dois tipos de valores, considerando um lote de aves com 30 semanas e outro com 70 semanas, sendo respectivamente aves com “pouca idade” e “muita idade”. A partir deste momento, foram construídas tabelas para projetar a mortalidade futura das aves de acordo com cada cenário do IPCC, para os anos de 2030, 2050 e 2100.

Os resultados obtidos nestas simulações foram analisados na seção a seguir, comparando-se com a literatura, buscando evidenciar razões que poderiam alterar a viabilidade climática do *cluster* de produção de ovos na região.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção foi dividida em três etapas, sendo elas: i) sistema *fuzzy* para avaliação do impacto de ondas de calor na mortalidade de poedeiras; ii) análise descritiva das condições climatológicas e iii) previsão de mortalidade de poedeiras decorrentes de ondas de calor nos

cenários do IPCC de mudanças climáticas para a região do município de Bastos-SP. Na primeira etapa, foi construído um sistema *fuzzy*, o qual tem por objetivo avaliar o quanto uma onda de calor (período anormalmente quente) pode gerar impacto na mortalidade de um lote de poedeiras, apontando para uma taxa de mortalidade “NORMAL”, “ALTA” ou “MUITO ALTA”.

A segunda parte, a partir de dados históricos fornecidos pelo INMET, foram descritas as condições climáticas para o município de Presidente Prudente – SP, localizado próximo ao município de Bastos-SP, analisado no presente estudo. Por fim, na última etapa foram realizadas as projeções de temperatura para os próximos anos, a partir das indicações apontadas pelo IPCC.

5.1. SISTEMA *FUZZY* PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ONDAS DE CALOR NA MORTALIDADE DE POEDEIRAS

Os resultados desta pesquisa ilustram e justificam por meio da literatura, as funções de pertinência das variáveis de entrada e saída do conjunto *fuzzy*. Também foi construído um quadro com as regras do modelo *fuzzy*. Destaca-se que as variáveis de entrada (independentes) são: Temperatura Máxima (°C), Duração da Onda de Calor (dias), e Idade da Ave (semanas). A variável de saída (dependente) do modelo, por sua vez, foi mortalidade (nível de mortalidade).

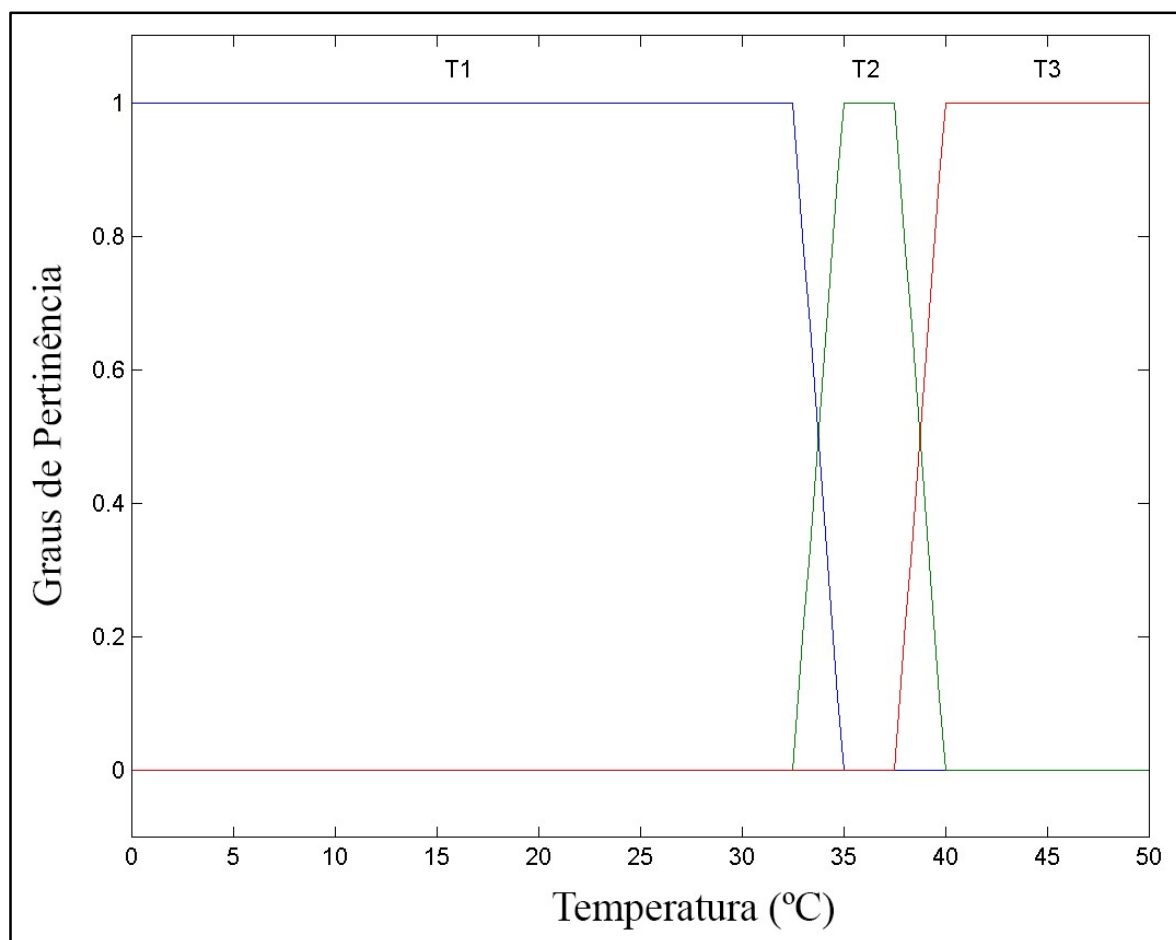
A partir das definições das variáveis de entrada (*inputs*) e variável de saída (*outputs*), construiu-se as funções de pertinência para cada uma das variáveis. Assim, foram determinados seus tipos (triangular ou trapezoidal) e seus parâmetros (valores). Na Tabela 9 pode-se visualizar as propriedades das funções de pertinência do sistema *fuzzy* proposto.

Tabela 9 - Propriedades das funções de pertinência do sistema fuzzy

Tipo de Variável	Variáveis	Funções de Pertinência	Tipo	Regras
Entrada	Temperatura (°C)	T1	Trapezoidal	[0 0 32.5 35]
		T2	Trapezoidal	[32.5 35 37.5 40]
		T3	Trapezoidal	[37.5 40 50 50]
Entrada	Duração (dias)	D1	Trapezoidal	[1 1 2 3]
		D2	Triangular	[2 3 4]
		D3	Trapezoidal	[3 4 10 10]
Entrada	Idade da Ave (semanas)	I1	Trapezoidal	[18 18 46 56]
		I2	Trapezoidal	[46 56 90 90]
Saída	Mortalidade	M1	Trapezoidal	[0 0 0.1 0.15]
		M2	Trapezoidal	[0.1 0.15 0.2 0.25]
		M3	Trapezoidal	[0.2 0.25 1 1]

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, a Figura 28, Figura 29, Figura 30 e Figura 31, ilustram as funções de pertinência das variáveis “Temperatura Máxima (°C)”, “Duração da Onda de Calor (dias)”, “Idade da Ave (semanas)” e “Mortalidade (nível de mortalidade)”, respectivamente.

Figura 28 - Variável de entrada "Temperatura Máxima (°C)"

Fonte: Elaborado pelo autor.

A variável “Temperatura Máxima (°C)” (Figura 28) possui três divisões: “T1”, “T2” e “T3”, podendo ser consideradas temperaturas para uma onda de calor, respectivamente: “baixa”, “média” e “alta”. A divisão “T1” possui queda no grau de pertinência a partir de 32,5°C, considerando que algumas definições apontam como onda de calor, quando a temperatura está acima de 32°C (INMET, 2017a; Rossato *et al.*, 2003).

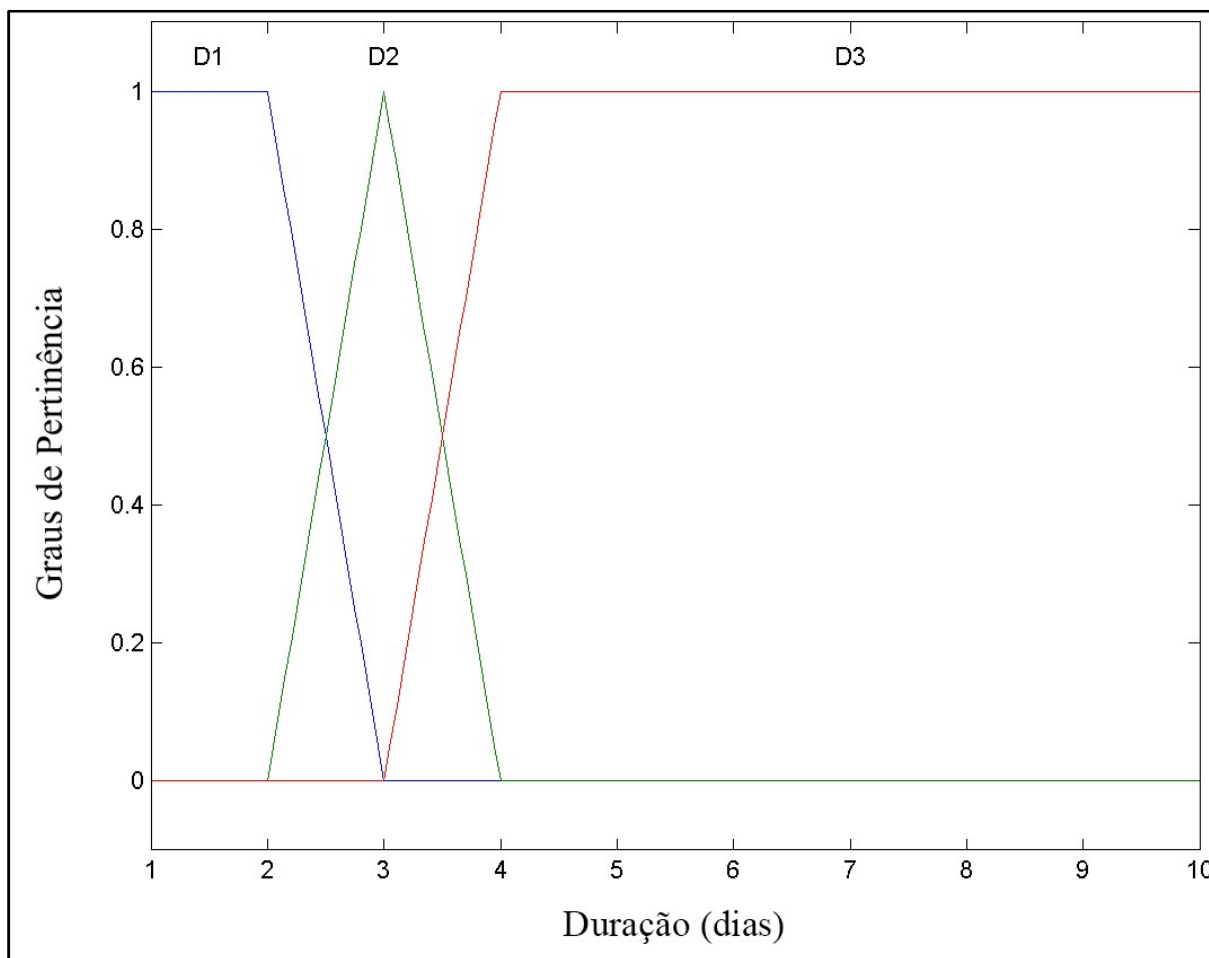
Complementando-se com a literatura sobre ambiência na produção de aves, tem-se os trabalhos de Oliveira *et al.*, (2005) e Amendola *et al.*, (2004). Esses trabalhos, utilizando o método *fuzzy* apontam como temperatura ruim, ou seja, fora da zona de conforto térmico da ave, acima de 29°C para o frango e acima de 30°C para aves de postura. Nessa linha de raciocínio, adotou-se as temperaturas anteriores a 32,5°C com grau de pertinência um (1).

A divisão “T3” foi considerada com grau de pertinência um (1) a partir de 40°C, partindo do fato ocorrido em 2012 (A HORA DO OVO, 2012; ESTADÃO, 2012; GLOBO RURAL, 2012), o qual, tal temperatura levou a mortalidade de uma parcela significativa de aves. Para a divisão “T2”, os parâmetros foram delimitados entre os valores assumidos para “T1” e “T3”, visto ser uma função intermediária entre as mesmas.

Ressalta-se que existe uma escassa literatura que auxilie na definição dos pontos que definem as funções de pertinência em todas as variáveis (entrada e saída). Portanto, foi considerado espaços intervalares de 2,5°C entre as funções. Os pontos da divisão “T2” foram determinados entre 32,5°C e 35°C, e, também entre 37,5°C e 40°C. Assim, a divisão “T2” está entre 35°C e 37,5°C, com grau de pertinência um (1).

Além da consulta aos trabalhos científicos, como maneira de auxiliar nas definições das funções de pertinência, examinaram-se os níveis ideais para temperatura, indicados pelos manuais de produção das linhagens citados na Tabela 5.

Figura 29 - Variável de entrada "Duração da Onda de Calor (dias)"



Fonte: Elaborado pelo autor.

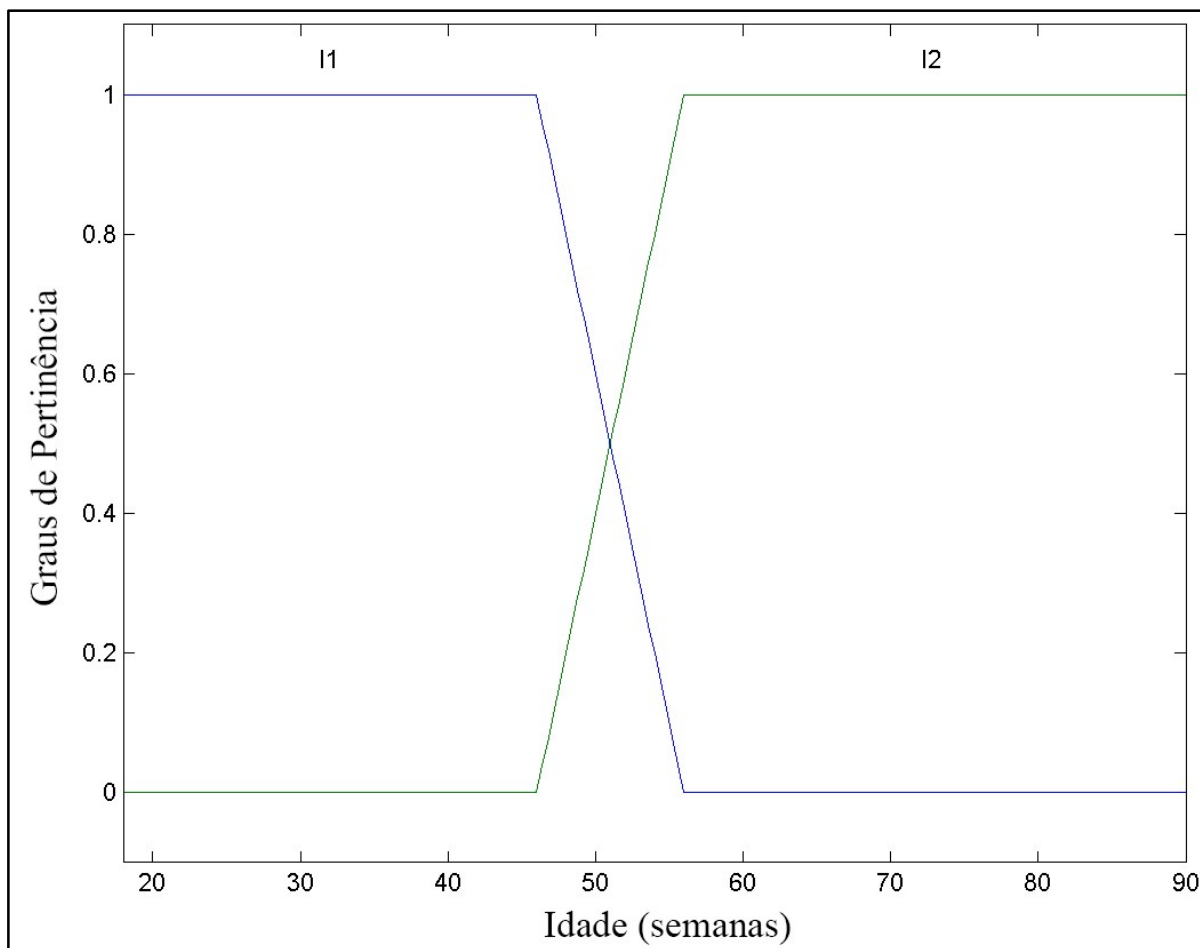
Na Figura 29, observa-se que a variável “Duração da Onda de Calor” foi também determinada em três divisões técnicas: “D1”, “D2” e “D3”, o que representa ondas de calor: “curtas”, “médias” e “longas”, respectivamente. A divisão “D1” possui sua variação até três (3) dias, sendo que dois (2) dias é a quantidade mínima para que possa ser considerado como uma onda de calor (INMET, 2017a). A duração de uma onda de calor considerada “D2” pode variar entre dois (2) e quatro (4) dias e uma onda de calor “D3” é acima de três (3) dias, visto que tais afirmações são realizadas após observação dos resultados de Riquena (2017).

Destaca-se que os valores assumidos para as funções, possuem variação em seu grau de pertinência. Em outras palavras, uma duração de dois dias terá grau de pertinência um (1), na função “D1”, uma duração de três dias terá grau de pertinência um (1), na função “D2”, e, uma duração a partir de quatro dias terá grau de pertinência um (1), na função “D3”. Assim, os valores intermediários irão variar seu grau de pertinência entre as funções.

As funções de pertinência da variável “Duração da Onda de Calor” vão ao encontro da divisão proposta feita por Keramitsoglou *et al.*, (2013), o qual aponta valores

semelhantes para classificação de ondas de calor também utilizando o método da lógica *fuzzy*. A seguir, a Figura 30, ilustra a função de pertinência “Idade da Ave (semanas)”.

Figura 30 - Variável de entrada "Idade da Ave (semanas)"



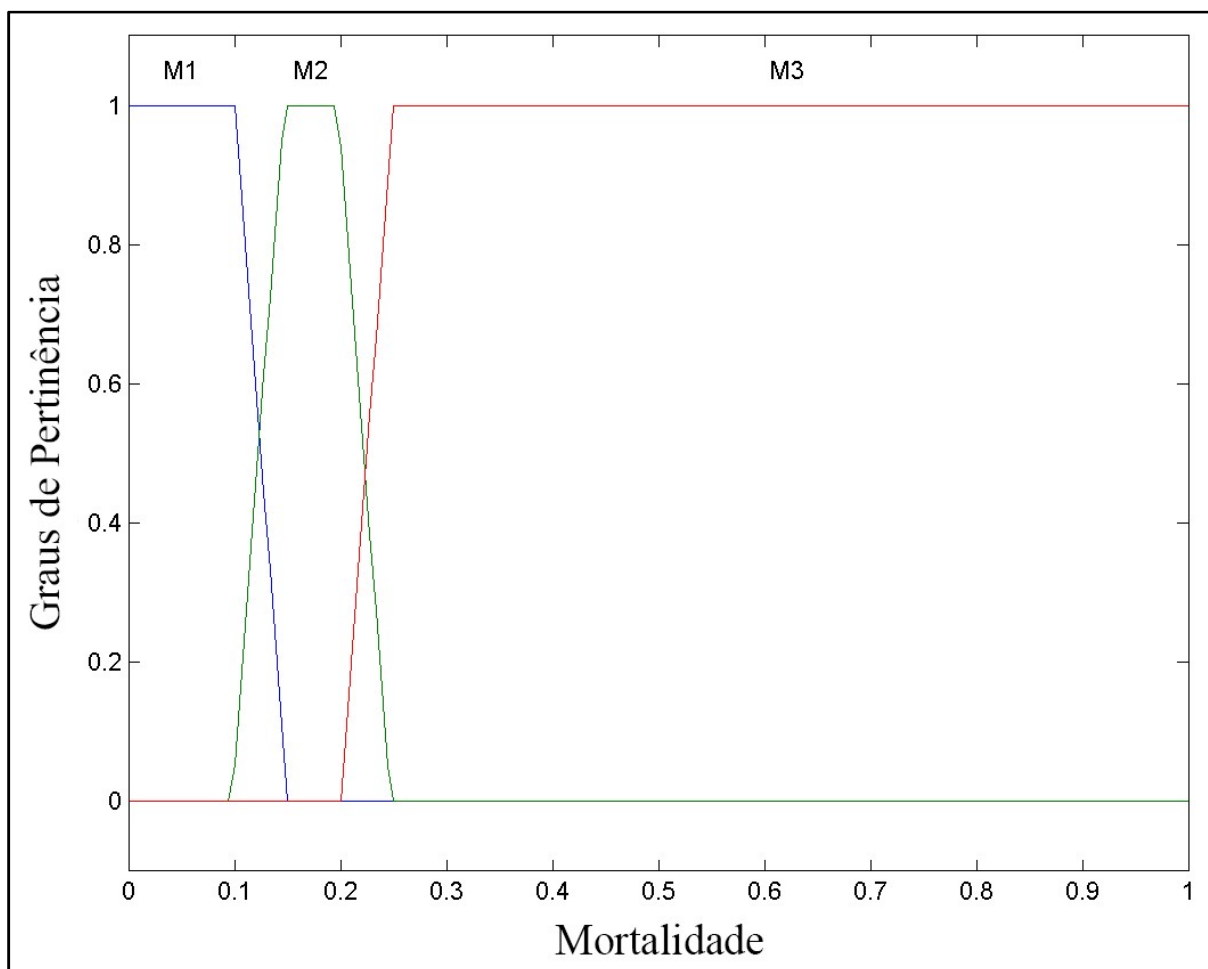
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 30 são apresentadas as funções de pertinência para a variável de entrada “Idade da Ave”, na qual é possível visualizar duas divisões: “I1” e “I2”, podendo ser considerado, respectivamente: “pouca idade” e “muita idade”. A divisão “I1” possui grau de pertinência um (1) até 46 semanas de idade, diminuindo sua pertinência até zero (0) com 56 semanas de idade, seguido da divisão “I2”, a qual se inicia a partir de 46 semanas, obtendo grau de pertinência um (1) depois de 56 semanas.

Os parâmetros atribuídos para essas funções foram definidos com base na observação dos resultados de estudos já apresentados nesta dissertação (PEREIRA *et al.*, 2010; VALE *et al.*, 2008; RIQUENA, 2017). Esses trabalhos realizaram uma modelagem por meio da ferramenta de mineração de dados, acerca da influência da temperatura na mortalidade das aves.

As árvores de decisões resultantes da mineração podem ser observadas nos Anexos C, D e E. Verifica-se que na maioria das árvores, a idade da ave aparece como um “nó” em pontos com forte poder de predição dos modelos. Por fim, a variável de saída “Mortalidade” do sistema é apresentada na Figura 31.

Figura 31 - Variável de saída "Mortalidade (nível de mortalidade)"



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a variável de saída “Mortalidade (nível de mortalidade)”, dividiu-se em três funções de pertinência: “M1”, “M2” e “M3”, o que representa, respectivamente níveis de mortalidade: “normal”, “alta” e “muito alta”. Os valores adotados para a variável de saída não possuem uma unidade de medida, assim como nas variáveis de entrada. Adotou-se faixas as quais, seus resultados são transformados em valores linguísticos posteriormente.

Após a elaboração das funções de pertinência com seus respectivos valores, construiu-se as regras do sistema. A seguir, no Quadro 4 estão descritas as regras para o presente conjunto *fuzzy*.

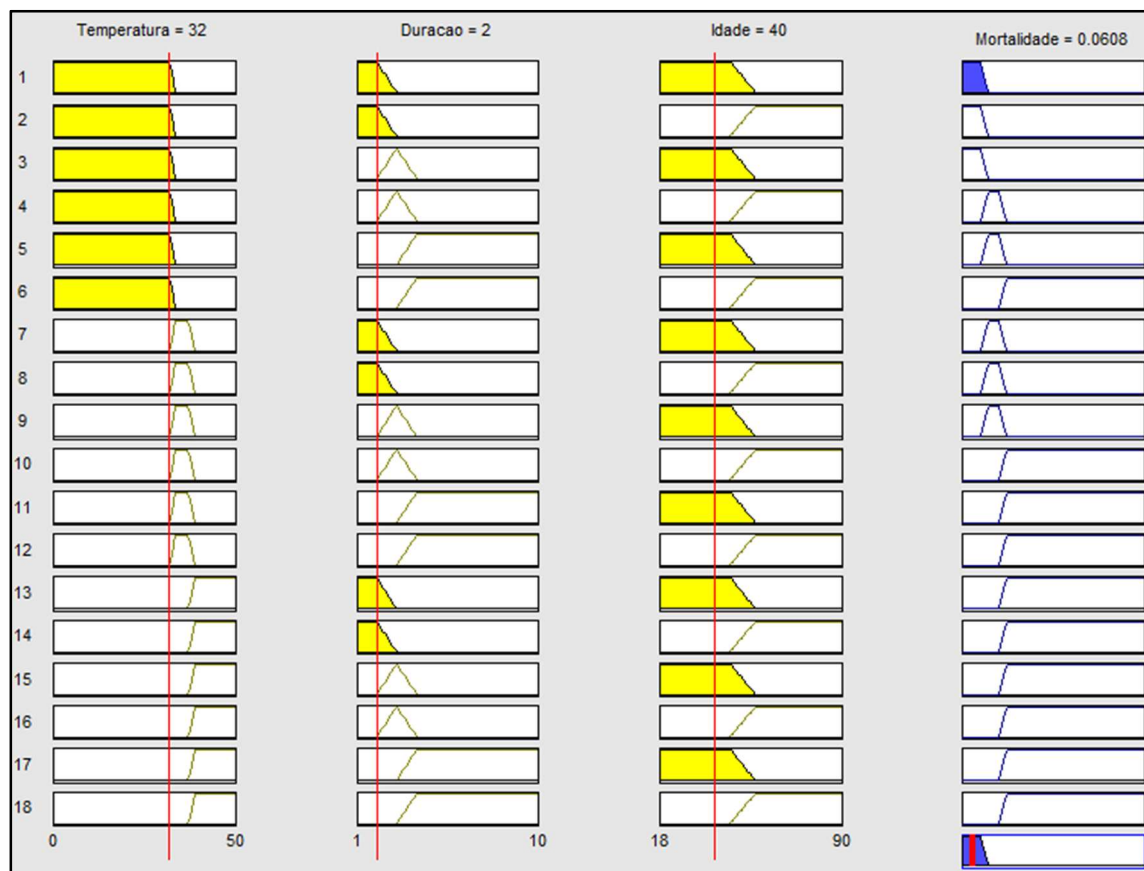
Quadro 4 - Lista de regras para variáveis de entrada e saída *fuzzy*

Nº REGRA		Temperatura (°C)		Duração (dias)		Idade (semanas)		Mortalidade
01	SE	T1	E	D1	E	I1	ENTÃO	M1
02	SE	T1	E	D1	E	I2	ENTÃO	M2
03	SE	T1	E	D2	E	I1	ENTÃO	M2
04	SE	T1	E	D2	E	I2	ENTÃO	M2
05	SE	T1	E	D3	E	I1	ENTÃO	M2
06	SE	T1	E	D3	E	I2	ENTÃO	M3
07	SE	T2	E	D1	E	I1	ENTÃO	M2
08	SE	T2	E	D1	E	I2	ENTÃO	M3
09	SE	T2	E	D2	E	I1	ENTÃO	M3
10	SE	T2	E	D2	E	I2	ENTÃO	M3
11	SE	T2	E	D3	E	I1	ENTÃO	M3
12	SE	T2	E	D3	E	I2	ENTÃO	M3
13	SE	T3	E	D1	E	I1	ENTÃO	M3
14	SE	T3	E	D1	E	I2	ENTÃO	M3
15	SE	T3	E	D2	E	I1	ENTÃO	M3
16	SE	T3	E	D2	E	I2	ENTÃO	M3
17	SE	T3	E	D3	E	I1	ENTÃO	M3
18	SE	T3	E	D3	E	I2	ENTÃO	M3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na fase de elaboração, foi utilizado um processo de consulta a literatura, sendo os mesmos trabalhos utilizados para definir os valores das funções de pertinência. Entre as três variáveis de entrada que compõem o sistema *fuzzy*, destaca-se que a variável que possui maior poder preditivo, em relação ao nível de mortalidade é a variável temperatura. Esse fato ocorre devido tal variável explicar a ocorrência e existência de uma onda de calor e também pelo fato de impactar fortemente no processo de produção avícola. A Figura 32 apresenta o funcionamento das regras do sistema *fuzzy*, com todos os cenários possíveis de combinação das variáveis de entrada e as correspondentes saídas já defuzzificadas.

Figura 32 - Interface de base de regras do sistema *fuzzy* no *software* MATLAB 6.5

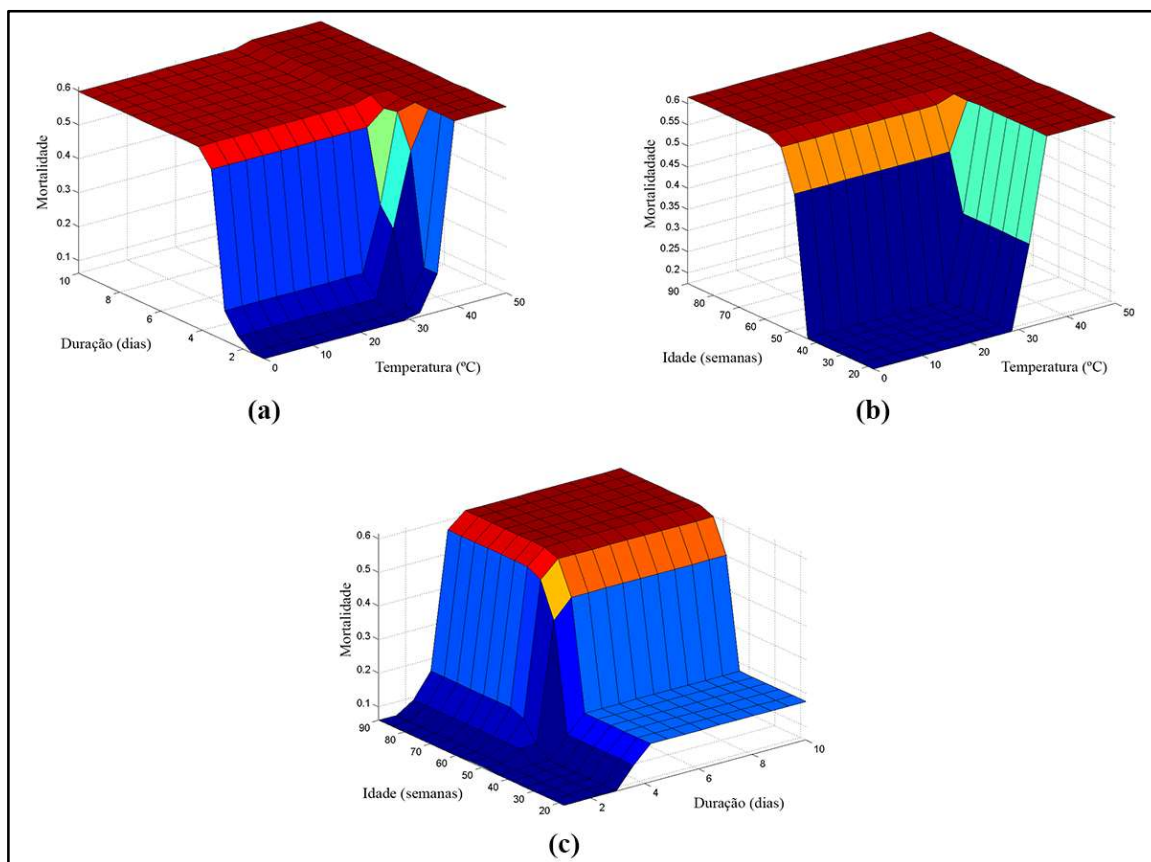


Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 32, observa-se um exemplo de valores assumidos para cada uma das variáveis de entrada e seu respectivo valor de saída. Neste exemplo, a variável Temperatura de Bulbo Seco (°C) é igual a 32; a variável Duração da Onda de Calor (dias) é igual a 2 e a variável Idade da Ave (semanas) é igual a 40. O resultado desta combinação de entrada resultou em 0,0608, estando na faixa “M1”, considerada como um nível de mortalidade “normal”.

A partir da Figura 33, a seguir, é possível verificar os gráficos de superfície do sistema construído. Torna-se interessante sua observação, visto a possibilidade visualizar graficamente os valores de entrada e saída, de maneira geral. No entanto, os gráficos de superfície só possibilitam a visualização de duas variáveis de entrada e uma de saída, independentemente do tipo de sistema. Neste caso, necessitou-se a elaboração de três gráficos de superfície para poder ilustrar todo o sistema.

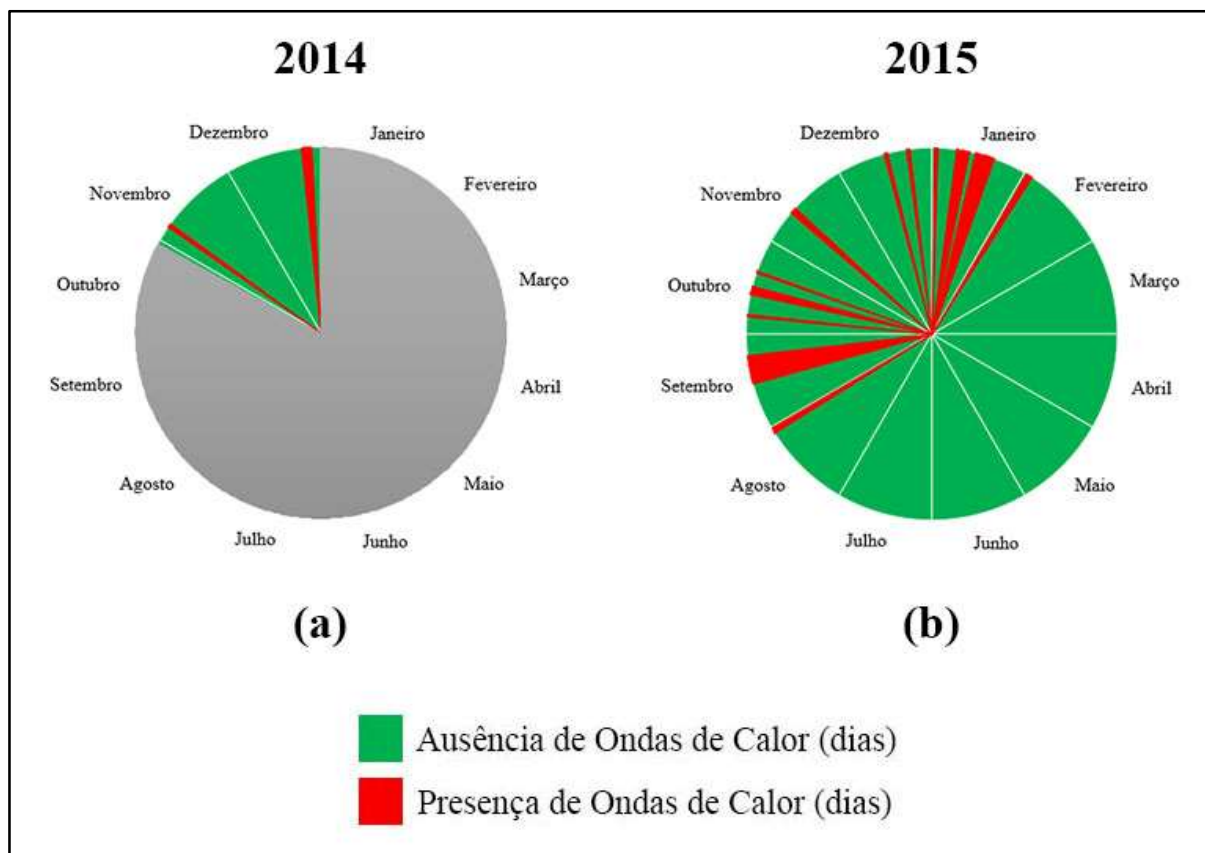
Figura 33 – Gráficos de Superfície do sistema *fuzzy*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Então, após a construção do sistema *fuzzy*, necessitou-se a realização de um processo de validação do sistema. Em outras palavras, buscou-se identificar se o sistema realmente estava com um bom poder preditivo de mortalidade das aves por onda de calor. Para tanto, neste processo de validação, foi utilizada uma base de dados com valores de mortalidade para duas granjas (Granja 1 e Granja 2), ambas localizadas no município de Bastos-SP.

O período de análise dos dados para a Granja 1, foi entre novembro de 2014 e dezembro de 2015. Neste período foram computados um total de 14 eventos caracterizados como onda de calor, levando em consideração os critérios estabelecidos pelo INMET. Para a Granja 2, o período analisado foi entre 01 de janeiro de 2015 e 31 de dezembro de 2015, computando um total de 12 ondas de calor, também de acordo com os critérios do INMET. Os dados de temperatura para este período foram retirados do INMET. A seguir, na Figura 34, é ilustrada a ocorrência desses eventos.

Figura 34 - Ocorrência de ondas de calor entre novembro de 2014 e dezembro de 2015

Fonte: INMET (2017c).

A seguir, na Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13 são apresentados os valores encontrados para a Granja 1, examinando os valores para cada aviário e também os valores resultantes das tabelas de contingência para os níveis de mortalidade “NORMAL”, “ALTA” e “MUITO ALTA”.

Tabela 10 - Níveis de acertos obtidos para os aviários da Granja 1 utilizados no processo de validação do sistema

Aviário	Linhagem	Número de Aves (Início do Lote)	Período Analisado	Qtd. de Ondas de Calor	Qtd. de Acertos	Acurácia
A	Hisex White	12.100	01/11/2014 à 31/12/2015	14	10	71,43%
B	Hisex White	5.309	01/11/2014 à 31/12/2015	14	11	78,57%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "NORMAL" para a Granja 1

SIMULADA	REAL			
		NORMAL	ALTA/MUITO ALTA	TOTAL
	NORMAL	4	0	4
	ALTA/MUITO ALTA	5	19	24
	TOTAL	9	19	28

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 12 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "ALTA" para a Granja 1

SIMULADA	REAL			
		ALTA	NORMAL/MUITO ALTA	TOTAL
	ALTA	1	5	6
	NORMAL/MUITO ALTA	2	20	22
	TOTAL	3	25	28

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 13 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "MUITO ALTA" para a Granja 1

SIMULADA	REAL			
		MUITO ALTA	NORMAL/ALTA	TOTAL
	MUITO ALTA	16	2	18
	NORMAL/ALTA	0	10	10
	TOTAL	16	12	28

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em ambos os aviários da Granja 1, obteve-se um nível significativo de acurácia, comparando-se a mortalidade real das aves com a mortalidade simulada pelo sistema. Para o Aviário A (10 acertos), uma taxa de aproximadamente 7% menor em termos de acerto que o Aviário B (11 acertos), em relação a um período de ocorrência de 14 ondas de calor, entre novembro de 2014 e dezembro de 2015 (14 meses).

A partir dos resultados apresentados nas tabelas de contingência, foi possível realizar diversos cálculos, além da acurácia, que permitem verificar a qualidade do sistema, no que tange sua predição. Na Tabela 14, a seguir, estão descritos outros cálculos realizados a partir das tabelas de contingência.

Tabela 14 - Avaliação do sistema *fuzzy* para Granja 1

Variáveis	“NORMAL”	“ALTA”	“MUITO ALTA”
Acurácia	82,14%	75%	92,86%
Sensibilidade	44,44%	33,33%	100%
Especificidade	100%	80%	83,33%
Eficiência	72,22%	56,67%	91,67%
Preditividade Positiva	100%	16,67%	88,89%
Preditividade Negativa	79,17%	90,91%	100%
Coefficiente Φ (phi)	59,32%	10,05%	86,07%

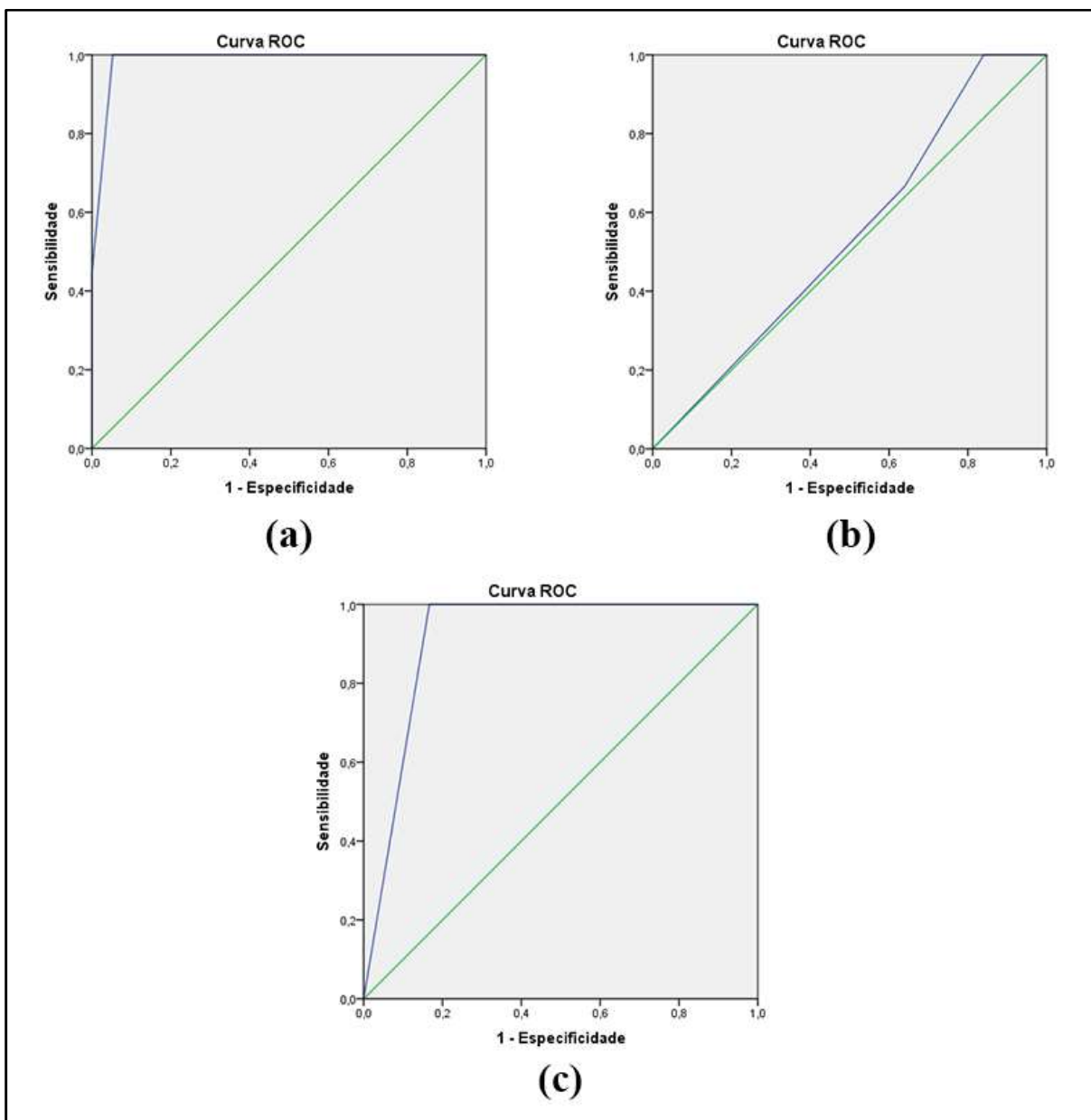
Fonte: Elaborado pelo autor.

Avaliou-se, portanto, a capacidade de predição do sistema em níveis de acerto por faixa de mortalidade. Para a ocorrência de uma onda de calor, em que a taxa de mortalidade se encontra na faixa “NORMAL”, o sistema possui uma acurácia de 82,14%, o que pode ser considerada uma boa predição. Para as faixas de mortalidade “ALTA” e “MUITO ALTA”, foi encontrado um nível de acurácia de 75% e 92,86%, respectivamente. Em termos de acurácia, pode-se afirmar que as três faixas se mostraram com valores significativos.

Dentre os outros indicadores apresentados para os aviários da Granja 1, verifica-se que o sistema *fuzzy* proposto, possui bons resultados (a partir dos indicadores analisados na Tabela 14) para identificar uma mortalidade pela ocorrência de uma onda de calor do tipo “MUITO ALTA” (acima de 0,2% do lote). Para a faixa “NORMAL” (menor ou igual a 0,1% do lote), também possui resultados significantes, possuindo apenas valores baixos para as variáveis sensibilidade e coeficiente de Φ (phi). Já para a faixa “ALTA” (maior que 0,1% e menor ou igual a 0,2% do lote), tem-se que quatro de sete indicadores, com resultados medianos ou ruins.

Desse modo, percebe-se que para a Granja 1 o sistema tem dificuldades em prever mortalidade do tipo “ALTA”, mas tem bons resultados para apontar níveis de mortalidade para faixas “MUITO ALTA” e “NORMAL”. Complementando-se a análise da Tabela 14, a Figura 35 apresenta a curva *ROC* para uma ilustração visual dos níveis de sensibilidade e especificidade do sistema.

Figura 35 - Curva ROC para a Granja 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 35, observa-se três curvas ROC, sendo que (a) representa a faixa de mortalidade “NORMAL”, (b) representa a faixa de mortalidade “ALTA” e (c) a faixa de mortalidade “MUITO ALTA”. Após denominadas as curvas ROC, é possível reafirmar o que foi visto a partir dos resultados da Tabela 14, a qual aponta que o sistema possui um bom poder preditivo para identificar quando uma onda de calor proporcionará uma mortalidade do lote “NORMAL” ou “MUITO ALTA”. Em relação a faixa de mortalidade “ALTA”, a análise da curva ROC apontou para uma qualidade ruim, considerando os fatores de sensibilidade e especificidade.

Essas afirmações podem ser feitas, visto os valores obtidos do tamanho da área que a linha azul tem sobre a linha verde. Considera-se um valor relevante, uma área de tamanho a partir de 0,7, segundo especialistas, tendo em vista que o valor da área da curva pode estar em um intervalo entre 0 e 1. Na Tabela 15, podem ser visualizados os valores encontrados para as curvas *ROC* da Figura 35.

Tabela 15 - Área da curva *ROC* para resultados da Granja 1

FAIXA DE MORTALIDADE	ÁREA DA CURVA
“NORMAL”	0,985
“ALTA”	0,540
“MUITO ALTA”	0,917

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o processo de validação de análise do sistema *fuzzy*, a partir dos dados dos Aviários A e B da Granja 1, a seguir, o mesmo procedimento foi realizado para os Aviários C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X e Y da Granja 2. Na Tabela 16, podem ser visualizados os dados, de modo detalhado para cada aviário. Na Tabela 17, Tabela 18 e Tabela 19 podem ser visualizadas as tabelas de contingência.

Tabela 16 – Níveis de acertos obtidos para os aviários da Granja 2 utilizados no processo de validação do sistema

Aviário	Linhagem	Número de Aves (Início do Lote)	Período Analisado	Qtd. de Ondas de Calor	Qtd. de Acertos	Acurácia
C	Dekalb White	19.830	01/01/2015 à 29/10/2015	9	8	88,89%
D	Hisex Brown	21.270	01/01/2015 à 31/12/2015	12	6	50%
E	ISA Brown	19.060	01/01/2015 à 11/12/2015	10	7	70%
F	Hy-Line Brown	5.790	01/01/2015 à 31/12/2015	12	9	75%
G	Novogen White	19.505	01/01/2015 à 31/12/2015	12	8	66,67%
H	Dekalb White	29.280	01/01/2015 à 31/12/2015	12	9	75%
I	H & N White	24.820	25/11/2015 à 31/12/2015	2	2	100%
J	Hisex Brown	16.210	01/01/2015 à 01/09/2015	5	4	80%
K	Bovans White	28.210	01/01/2015 à 31/12/2015	12	9	75%
L	Hy-Line White	25.880	01/01/2015 à 31/12/2015	12	7	58,33%
M	Hy-Line White	42.260	01/03/2015 à 31/12/2015	8	7	87,50%
N	Hy-Line White	24.500	01/01/2015 à 30/11/2015	10	7	70%
O	Hy-Line White	22.770	01/01/2015 à 02/11/2015	9	7	77,78%
P	Hy-Line White	23.490	01/01/2015 à 11/09/2015	5	4	80%
Q	Novogen White	31.620	01/01/2015 à 31/12/2015	12	10	83,33%
R	Hisex Brown	20.850	01/01/2015 à 31/12/2015	12	9	75%
S	Hy-Line White	19.160	01/01/2015 à 12/09/2015	5	4	80%
T	Hy-Line White	18.110	01/01/2015 à 22/06/2015	4	3	75%
U	Hy-Line White	20.790	07/01/2015 à 31/12/2015	11	8	72,73%
V	Hy-Line White	18.690	12/01/2015 à 31/12/2015	10	8	80%
W	Hy-Line Brown	13.060	01/01/2015 à 31/07/2015	4	3	75%
X	Hy-Line Brown	16.860	01/01/2015 à 31/08/2015	4	3	75%
Y	Lohmann White	20.340	01/01/2015 à 31/12/2015	12	8	66,67%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 17 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "NORMAL" para a Granja 2

SIMULADA	REAL			
		NORMAL	ALTA/MUITO ALTA	TOTAL
	NORMAL	4	4	8
	ALTA/MUITO ALTA	12	184	196
	TOTAL	16	188	204

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 18 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "ALTA" para a Granja 2

SIMULADA	REAL			
		ALTA	NORMAL/MUITO ALTA	TOTAL
	ALTA	19	23	42
	NORMAL/MUITO ALTA	20	142	162
	TOTAL	39	165	204

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 19 - Tabela de Contingência para nível de mortalidade "MUITO ALTA" para a Granja 2

SIMULADA	REAL			
		MUITO ALTA	NORMAL/ALTA	TOTAL
	MUITO ALTA	127	27	154
	NORMAL/ALTA	22	28	50
	TOTAL	149	55	204

Fonte: Elaborado pelo autor.

No período analisado para a Granja 2, houve um total de 12 eventos caracterizados como onda de calor, seguindo os critérios estabelecidos pelo INMET. Contudo, dentre os 23 aviários que compõem esta granja, pode ser observado na Tabela 16 que 14 aviários não presenciaram todas as 12 ondas. Esse fato ocorreu, pois no período de 2015 houve lotes de aves que chegaram ao fim de sua produção no decorrer do ano e outros que iniciaram sua produção. De outra maneira, tem-se que esses lotes não produziram durante todo o ano de 2015, mas sim em partes deles.

De modo geral, ao observar os valores de acurácia obtidos para os aviários da Granja 2, tem-se um aproveitamento superior a 75%. Todavia, em alguns aviários houve níveis de acurácia inferiores a 75%, mas nenhum foi menor que 50%.

Assim como foi realizado para os Aviários da Granja 1, com o intuito de examinar a qualidade do sistema não somente pelo nível de acurácia, mas sim junto a outros indicadores, foram realizados outros cálculos com os resultados gerados a partir das tabelas de contingência. Na Tabela 20, a seguir, são encontrados os resultados para estes cálculos.

Tabela 20 - Avaliação do sistema *fuzzy* para Granja 2

Variáveis	“NORMAL”	“ALTA”	“MUITO ALTA”
Acurácia	92,16%	78,92%	75,98%
Sensibilidade	25%	48,72%	85,23%
Especificidade	97,87%	86,06%	50,91%
Eficiência	61,44%	67,39%	68,07%
Preditividade Positiva	50%	45,24%	82,47%
Preditividade Negativa	93,88%	87,65%	56%
Coefficiente Φ (phi)	31,68%	33,82%	37,29%

Fonte: Elaborado pelo autor.

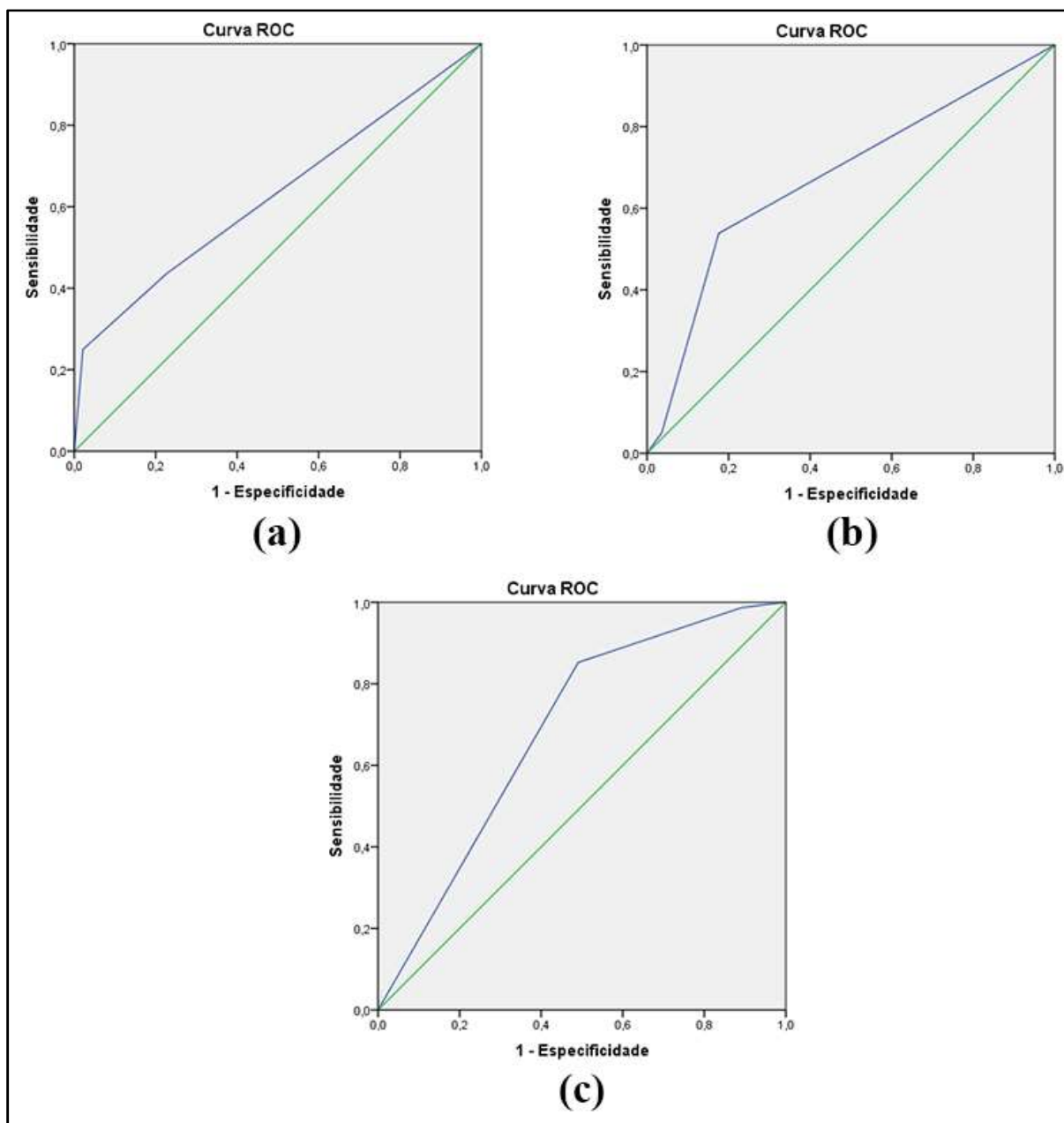
Para uma onda de calor em que ocorre uma mortalidade considerada “NORMAL”, o sistema tem uma acurácia de 92,16%, considerando os dados da Granja 2. Já para as faixas “ALTA” e “MUITO ALTA”, foram obtidos respectivamente, 78,92% e 75,98%. Assim como na Granja 1, é possível afirmar que as três faixas se mostraram com valores significativos.

Em relação aos outros indicadores obtidos para a Granja 2, quando se verifica a faixa “NORMAL”, o sistema mostrou-se específico e com uma boa preditividade negativa, mas que, no entanto, detém um baixo nível de sensibilidade, preditividade positiva e coeficiente de Φ (phi).

Para a faixa “ALTA”, assim como na faixa “NORMAL”, obteve-se um bom nível de especificidade e preditividade negativa. Também foram obtidos valores relativamente baixos para sensibilidade, preditividade positiva e coeficiente de Φ (phi). Já para a faixa “MUITO ALTA”, houve uma situação inversa as duas primeiras faixas, na qual deteve um bom nível de sensibilidade e preditividade positiva, e, um nível baixo para especificidade e preditividade negativa. Nesta faixa, também, assim como nas outras, um baixo valor para o coeficiente de Φ (phi).

Como realizado para a Granja 1, foi construído uma curva *ROC* para os dados da Granja 2, analisando os níveis de sensibilidade e especificidade, o qual pode ser visualizado na Figura 36.

Figura 36 - Curva ROC para a Granja 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 36, as figuras (a), (b) e (c) representam respectivamente, as áreas de da curva *ROC* das faixas “NORMAL”, “ALTA” e “MUITO ALTA”. Em ambas as curvas é possível observar que as áreas possuem tamanhos intermediários A Tabela 21 presenta os valores de área de cada uma das curvas.

Tabela 21 - Área da curva *ROC* para resultados da Granja 2

FAIXA DE MORTALIDADE	ÁREA DA CURVA
“NORMAL”	0,628
“ALTA”	0,676
“MUITO ALTA”	0,685

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados para a Granja 2 não foram tão satisfatórios quanto foram para a Granja 1. Contudo, os valores das áreas estão muito próximos ao valor de 0,7, considerado relevante.

Analisando os resultados obtidos, sugere-se que existem outras variáveis não consideradas no sistema que afetam a mortalidade das aves por onda de calor. Apesar disso, o sistema, em linhas gerais mostrou-se com um poder de predição razoavelmente bom e suficiente para que seja realizado projeções futuras de mortalidade.

Essa afirmação pode ser feita a partir dos valores observados. Entre os quais, obteve-se uma taxa de acurácia média de 75,48% para os aviários (Granja 1 e 2) analisados. E, além disso, quando analisado os acertos de maneira separada por nível de mortalidade, tem-se também bons níveis de acurácia.

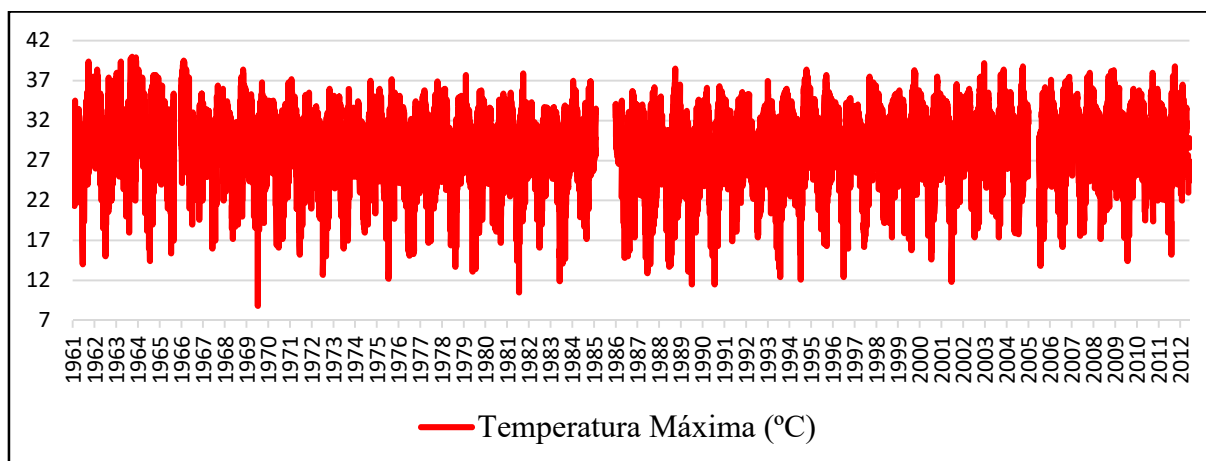
Entre as variáveis que não foram abordadas e investigadas para elaboração deste sistema, acredita-se que a tipologia do aviário e a densidade da gaiola podem ser variáveis relevantes para se obter uma melhor precisão do modelo. Não se verificou nos resultados apresentados uma possível interferência da linhagem na variação da acurácia do sistema nos diferentes lotes analisados.

5.2. ANÁLISE DESCRITIVA DAS CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS

Nesta seção é abordado sobre as condições climatológicas da região em estudo. Para isso, utilizou-se uma base histórica de dados de temperatura máxima, fornecida pelo INMET. O município de Bastos-SP, abordado no presente trabalho, não detém nenhuma estação meteorológica para consulta de dados climáticos. Desse modo, a estação climática mais próxima, com uma base de dados histórica relevante, estava localizada no município de Presidente Prudente, também situado no interior do estado de São Paulo. O período disponível de dados no site do INMET foi entre 01 de janeiro de 1961 e 31 de maio de 2012.

Em relação aos dados de temperatura, explorou-se para este estudo a Temperatura Máxima, medida em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), visto que uma onda de calor, tem como premissa uma temperatura extrema e desconfortável. Na Figura 37, é ilustrado um gráfico com o histórico diário de Temperatura Máxima entre 1961 e 2012.

Figura 37 - Temperatura Máxima ($^{\circ}\text{C}$) diária para o município de Presidente Prudente – SP entre 1961 e 2012



Fonte: INMET (2017c).

Destaca-se a existência de algumas lacunas no gráfico, na qual são períodos que constavam com valores vazios (em branco) na base utilizada. As datas com valores vazios (aproximadamente 6,8% do total de dias), podem ser visualizadas no Apêndice B. Em conjunto ao gráfico foi construída uma análise de estatística descritiva, observando os principais valores para esta pesquisa. Os valores dessa estatística podem ser visualizados a seguir na Tabela 22.

Tabela 22 - Estatística descritiva para a variável Temperatura Máxima ($^{\circ}\text{C}$) diária do município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012

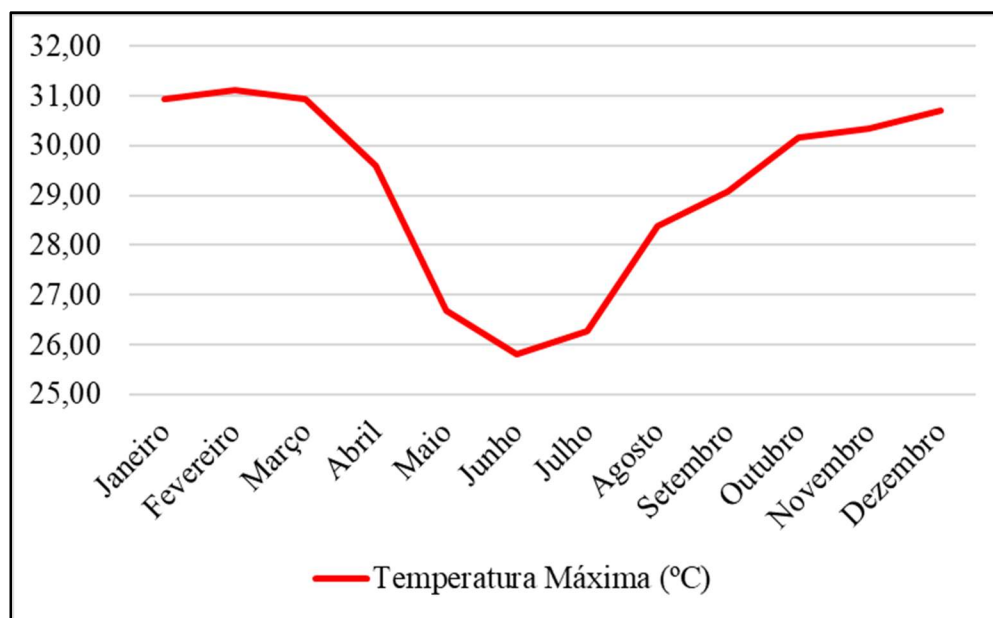
Média	29,15572
Mediana	29,6
Moda	29,4
Desvio padrão	3,898598
Dias analisados	17501
Total de Dias	18779

Fonte: INMET (2017c).

A observação dos dados de temperatura diárias analisados de maneira singular não são suficientes para entender como funciona o clima desta região. Dessa maneira,

analisou-se também as temperaturas máximas, por meio das médias mensais, como ilustrado na Figura 38.

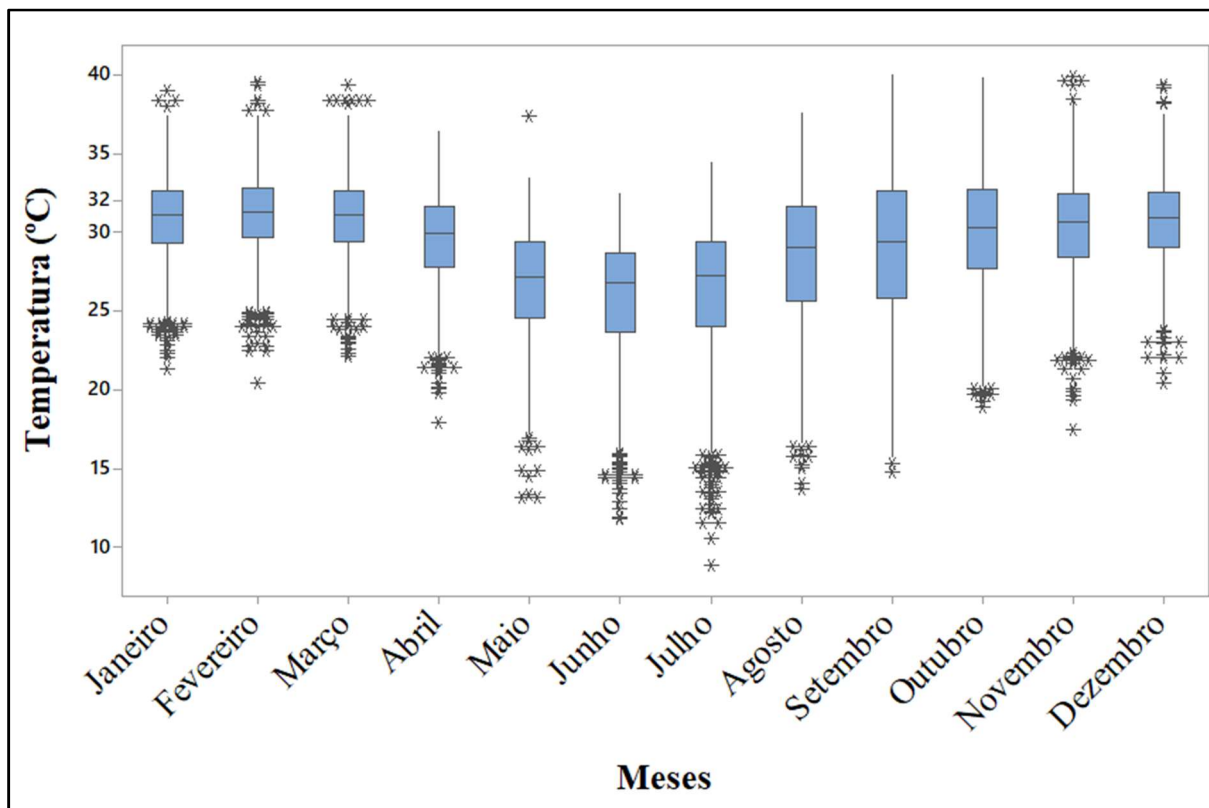
Figura 38 – Média mensal da Temperatura Máxima (°C) para o município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012



Fonte: INMET (2017c).

Na análise das médias mensais (Figura 38), visualiza-se, quais são os períodos do ano que possuem maior interferência de temperatura extrema e que podem ser prejudiciais no sistema produtivo de ovos. O gráfico apresentado mostra-se muito similar com a apresentada no estudo de Pereira *et al.* (2010), descrevendo sobre a temperatura mensal em Bastos-SP, no período entre janeiro de 2004 e agosto de 2008. Na Figura 39, para complementar a análise da Figura 38 vislumbra-se um gráfico de *boxplot* com os dados de temperatura mensal.

Figura 39 - Gráfico de *Boxplot* da Temperatura Máxima Mensal (°C) para o município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012

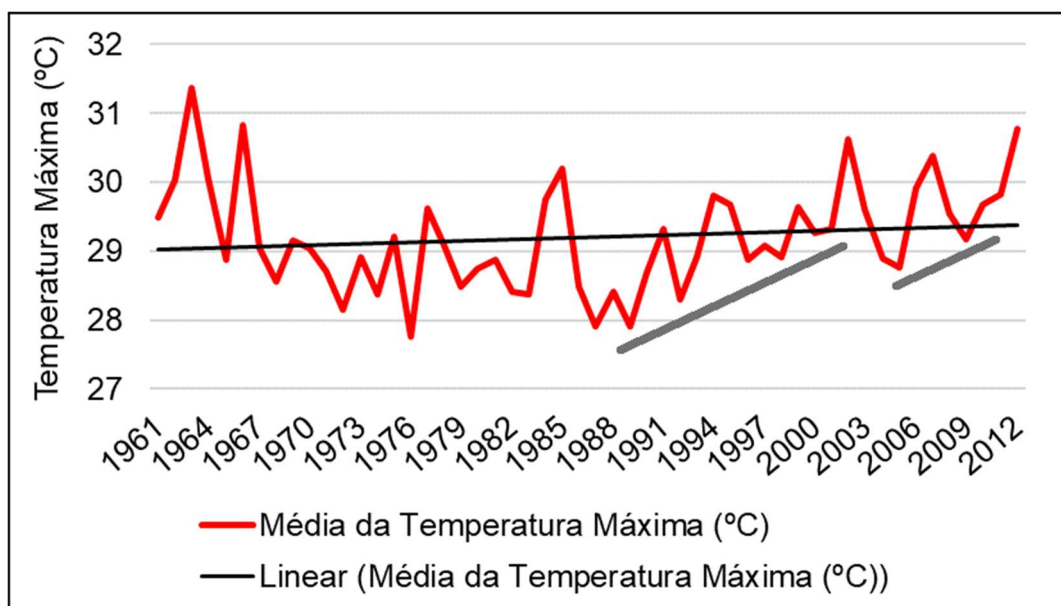


Fonte: INMET (2017c).

Os meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, correspondentes aos períodos das estações do ano de primavera e verão. Nesses meses, junto ao mês de setembro e outubro, tem-se o terceiro quartil acima dos 32°C. Em outras palavras, pode-se afirmar que em sete meses do ano, um pouco mais que 25% dos dados estão acima desta temperatura.

Portanto, tem-se metade do ano, que pode ser considerado como impróprio em relação a fatores térmicos para a produção de ovos nesta região. Destaca-se que estas são as médias das temperaturas máximas, ou seja, quando examinado os dados separadamente, existe uma oscilação entre as temperaturas máximas, sendo que apresentam diversos pontos caracterizados como ondas de calor. Além das temperaturas máximas médias mensais, apresenta-se na Figura 40 as temperaturas máximas médias anuais.

Figura 40 - Média anual da Temperatura Máxima (°C) para o município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012



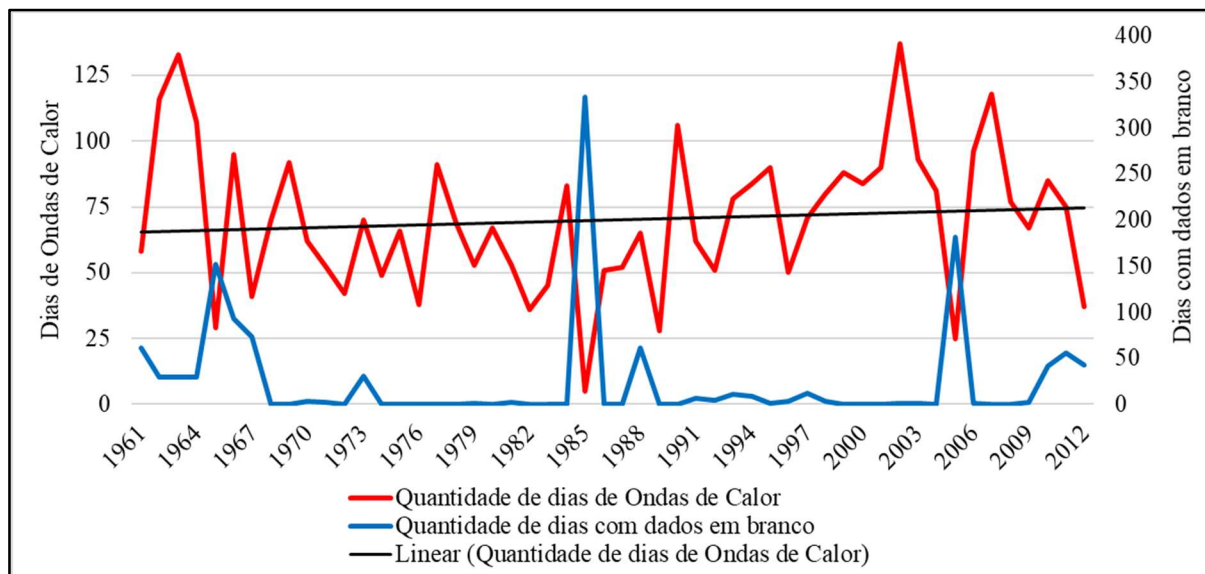
Fonte: INMET (2017c).

Na Figura 40, em relação à média da temperatura máxima anual, relata-se que a mesma sofre variações, mas com destaque para uma queda até meados de 1980 e uma tendência linear, após esse período. Neste gráfico, torna-se interessante observar a ocorrência de vales. A temperatura varia de um ano para outro, um ano mais quente, outro menos, gerando picos e vales. A partir de 1976, os vales só aumentam, indicando uma tendência de aumento de temperatura na região.

Se os cenários futuros para temperatura do IPCC estiverem corretos, e estas linhas de tendência continuem em processo de crescimento, representaria um sério problema para a agricultura e pecuária na região.

Após a visualização e análise de gráficos para as variáveis de Temperatura Máxima Média, buscou-se identificar no período analisado (1961-2012) a ocorrência de ondas de calor. A seguir, na Figura 41, é ilustrado a presença (quantidade de dias) dessa anomalia climática separado em anos, seguindo os critérios estabelecidos pelo INMET para a definição do fenômeno onda de calor.

Figura 41 - Quantidade de dias identificados como onda de calor e dias com dados em branco para o município de Presidente Prudente - SP entre 1961 e 2012



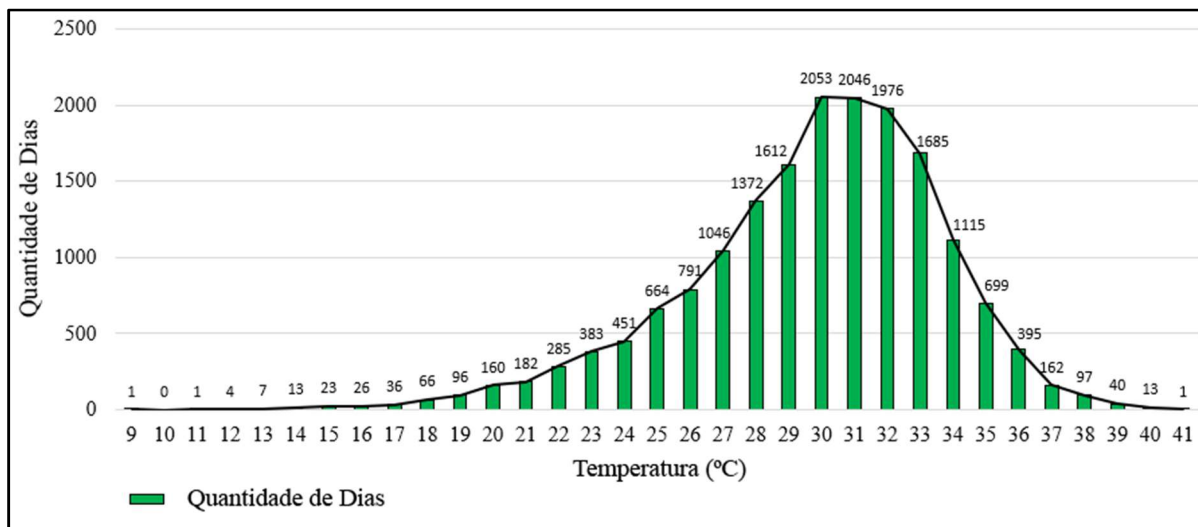
Fonte: INMET (2017c).

É possível verificar na Figura 41, a linha vermelha que representa a quantidade de dias de ondas de calor, havendo oscilações em seus valores durante o decorrer dos anos. Todavia, em uma visão geral, a partir da utilização da linha de tendência linear, é possível observar que está havendo um aumento na quantidade de dias caracterizados como onda de calor.

Nesta mesma figura, foi apresentada uma linha azul com seus dados no eixo secundário do gráfico, apontando a quantidade de dias que possuem valores vazios (em branco). Esse apontamento se fez necessário, visto que em alguns períodos, como, por exemplo, os anos de 1965, 1985 e 2005 podem ter prejudicado o processo de análise e das construções das linhas de tendência pela falta de dados.

No período analisado também foi construído um gráfico (Figura 42), ilustrado a seguir, com o intuito de observar a distribuição de dias por faixas de temperatura, de acordo com os dados de temperaturas máximas.

Figura 42 - Distribuição da quantidade de dias para faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no período entre 1961 e 2012



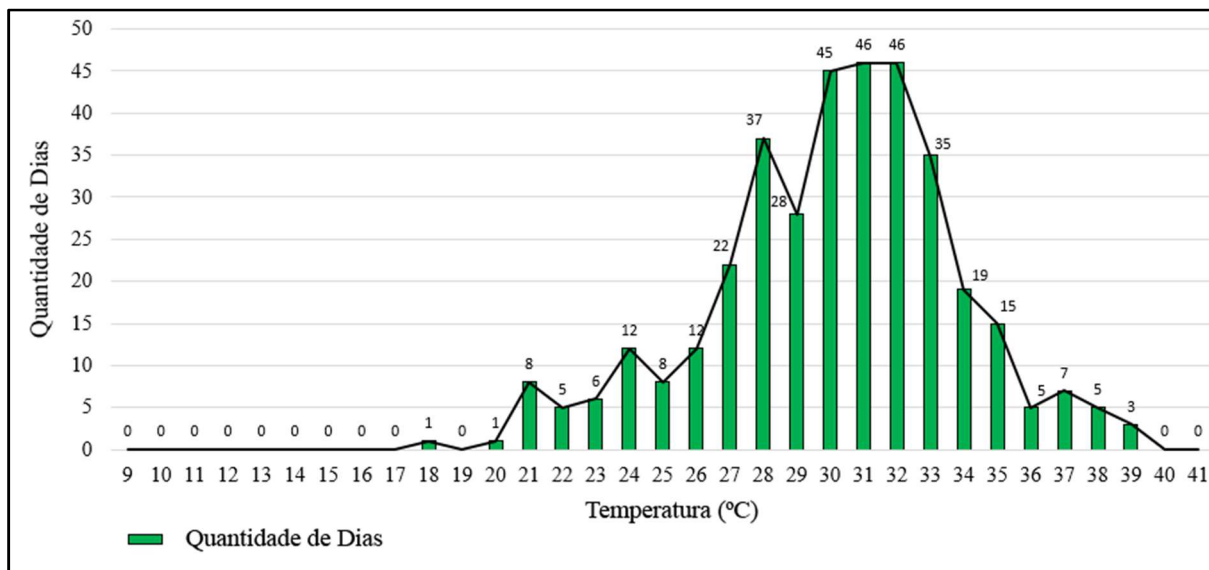
Fonte: INMET (2017c).

Verifica-se a partir da Figura 42, que a maior parte dos dias analisados possuem uma temperatura máxima nas faixas de 30°C, 31°C e 32°C. Este fato, a partir dos presentes dados já não se mostra em uma situação favorável ao setor de avicultura, pois estão acima das faixas de temperatura ideal de produção para a ave, segundo os manuais de linhagens e trabalhos científicos citados na seção de revisão de literatura.

Se as projeções apontadas pelo relatório AR5 do IPCC para acréscimo de temperatura nos próximos anos estiver correta, haverá sérias dificuldades e problemas no processo produtivo de ovos se os granjeiros que não possuem um sistema de produção climatizado, não optarem por climatizar seus aviários.

Para a realização da projeção de temperatura para os próximos anos utilizando as informações fornecidas pelo relatório AR5 do IPCC, utilizou-se o ano de 2008 como base, visto que o mesmo não possui falta de dados e também pelo fato de que não houve a presença do evento *El Niño* neste ano, já que isso poderia ocasionar um erro na estimação dos dados. Nesse sentido, a seguir, na Figura 43, apresenta-se a distribuição de dias por faixas de temperatura, de acordo com os dados de temperaturas máximas.

Figura 43 - Distribuição da quantidade de dias para faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2008



Fonte: INMET (2017c).

Os dados apresentados na Figura 43 não apresentam uma distribuição do tipo normal, contudo, verifica-se que assim como apresentado na Figura 42, a maior parte dos dados se encontram nas faixas de temperatura de 30°C, 31°C e 32°C. Desse modo, as mesmas considerações feitas sobre Figura 42, servem também para a Figura 43.

Em linhas gerais, as ondas de calor estão presentes em sua maioria, naturalmente, nos meses apresentados a partir da Figura 38, como os mais quentes do ano. Independentemente desse período, pode-se, a partir da visualização dos gráficos anuais (Figura 40 e Figura 41), insinuar que está havendo ao longo dos anos uma tendência no aumento da quantidade de eventos de ondas de calor. Esse fato, juntamente com a ilustração feita na Figura 37, em que mostra o aumento da temperatura média máxima ao longo dos anos, aponta e reforça que estão havendo mudanças no clima em escala regional.

Essa afirmação é justificada, quando se analisa a Figura 1, apresentada no início deste estudo, em que os valores assumidos para temperatura estão mudando em sua média ao longo do tempo e não apresentando apenas uma variabilidade. Na próxima seção será realizado, a partir dos dados históricos observados nesta seção e do sistema *fuzzy* proposto na seção anterior, a formulação de cenários futuros para o sistema de produção de ovos na região do município de Bastos-SP.

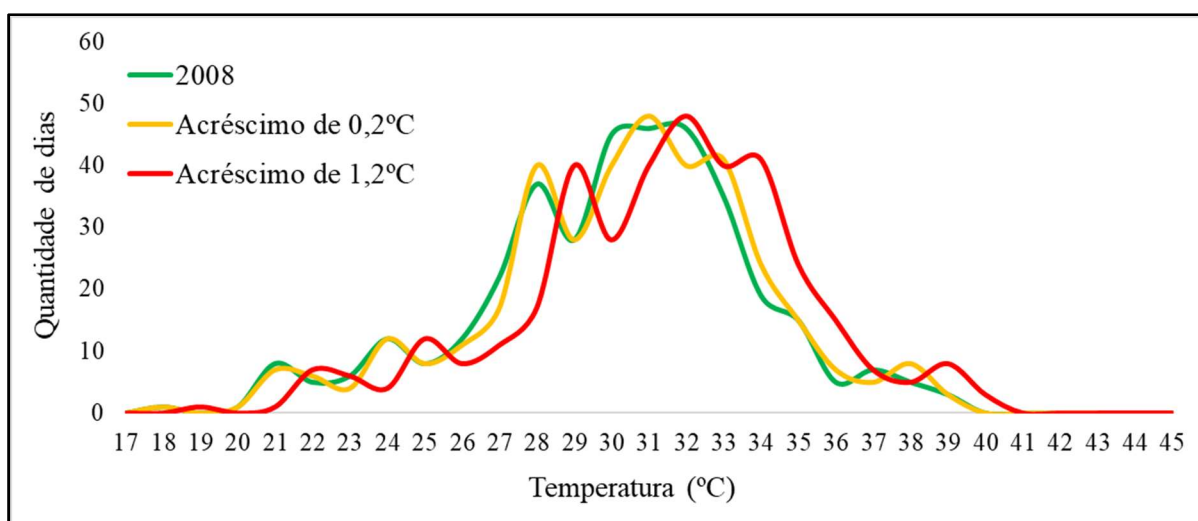
5.3. PREVISÃO DE MORTALIDADE DE POEDEIRAS DECORRENTES DE ONDAS DE CALOR UTILIZANDO OS CENÁRIOS DO IPCC DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA A REGIÃO DE BASTOS-SP

Para a projeção de eventos caracterizados como onda de calor para os próximos anos, em um primeiro momento, utilizou-se a distribuição de temperaturas máximas apresentadas na Figura 43 e juntamente adicionou-se as previsões propostas pelo IPCC para o sudeste da América do Sul, onde está localizado a região do município de Bastos-SP, conforme apresentado na Figura 5.

As projeções foram realizadas para os cenários otimista (RCP2.6) e pessimista (RCP8.5), contemplando os anos de 2030, 2050 e 2100. Destaca-se que para cada projeção o IPCC aponta uma faixa de acréscimo de temperatura, como, por exemplo, para o cenário pessimista em 2100, um aumento entre 2,4°C e 5,2°C. Nesse sentido, para este cenário foram adicionadas duas linhas de projeções para tais valores em cada gráfico. Tal procedimento foi aplicado em todos os cenários propostos. Para isso, utilizou-se da técnica de modelo aditivo para a realização deste processo.

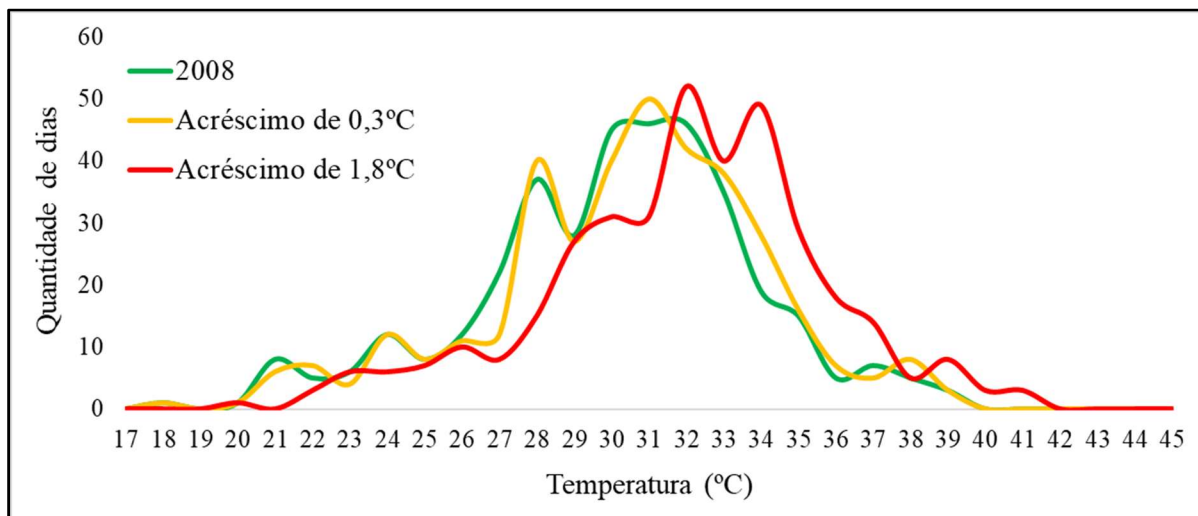
A seguir, na Figura 44, Figura 45, Figura 46, Figura 47, Figura 48 e Figura 49 são apresentados a distribuição da quantidade de dias para diferentes faixas de temperaturas, somando-se aos valores obtidos no ano de 2008.

Figura 44 - Projeção RCP2.6 (otimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2030



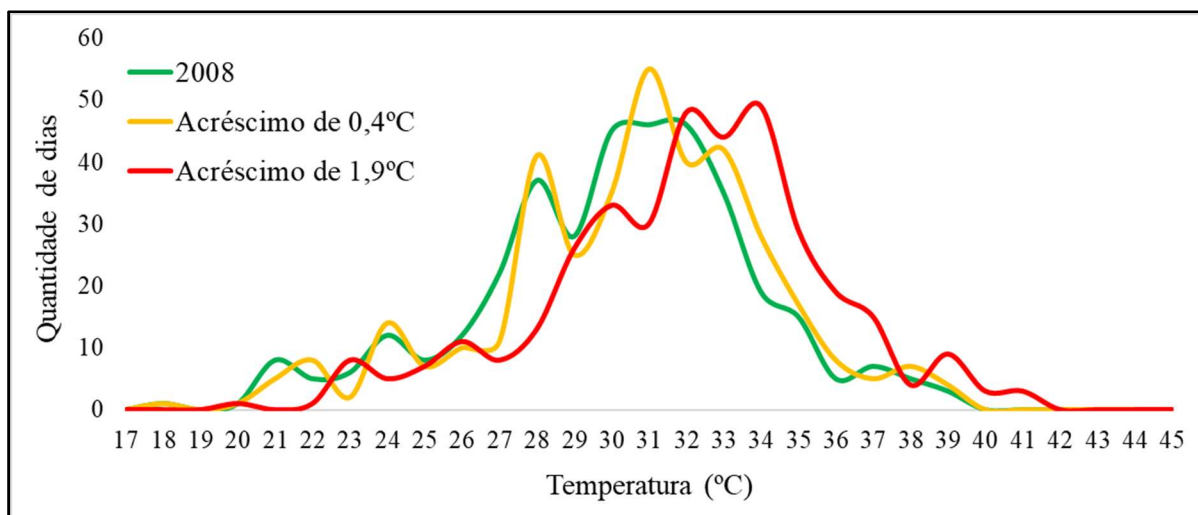
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Figura 45 - Projeção RCP2.6 (otimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2050



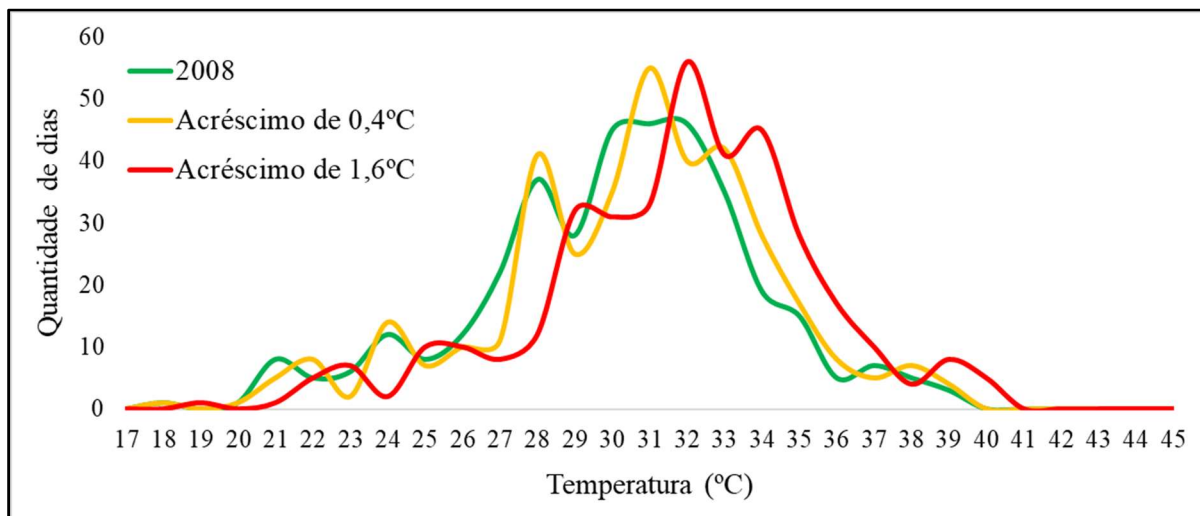
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Figura 46 - Projeção RCP2.6 (otimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2100



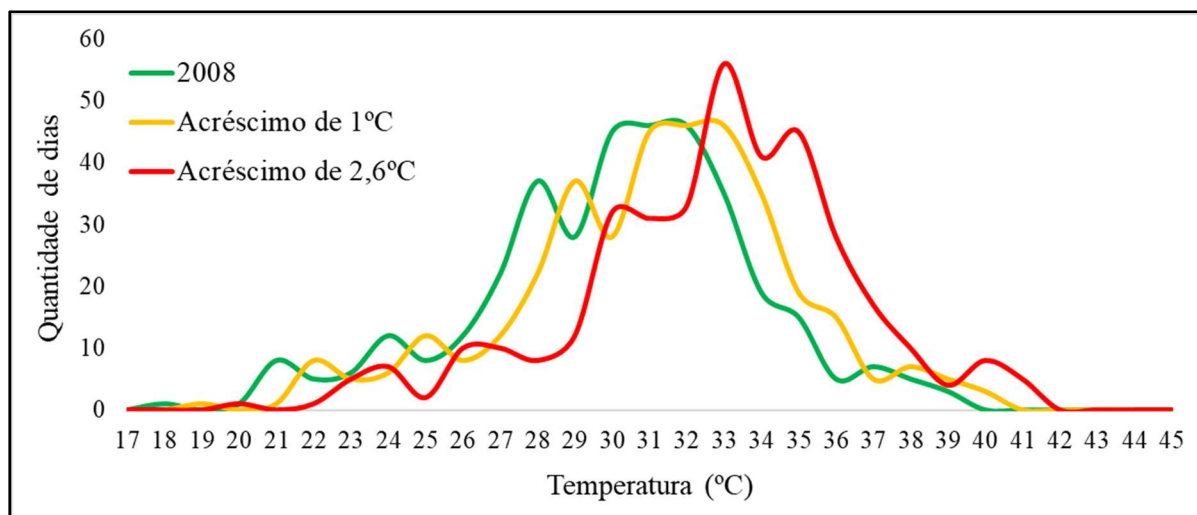
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Figura 47 - Projeção RCP8.5 (pessimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2030



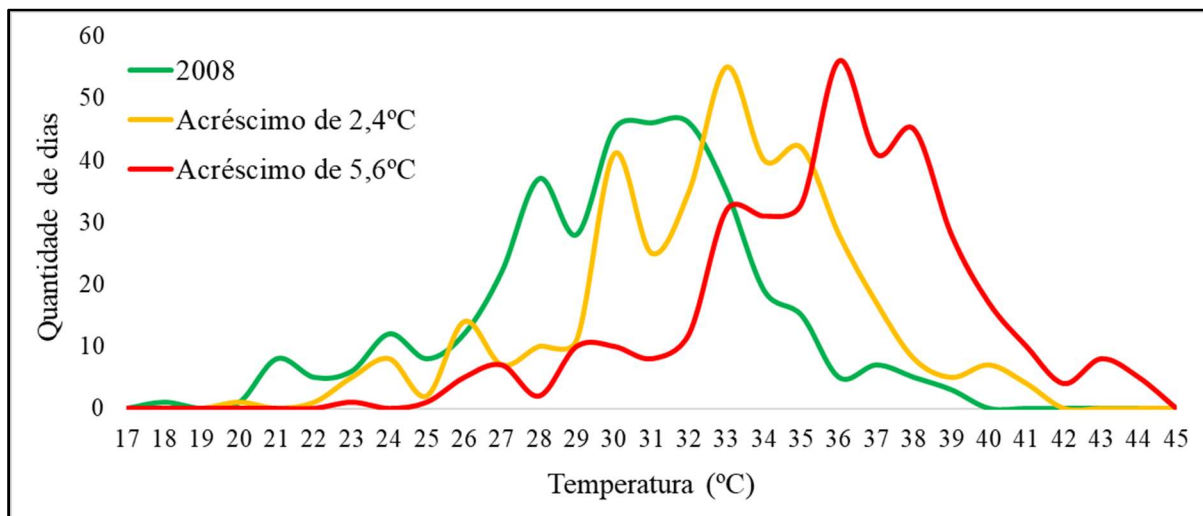
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Figura 48 - Projeção RCP8.5 (pessimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2050



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Figura 49 - Projeção RCP8.5 (pessimista) para distribuição da quantidade de dias das faixas de temperatura para o município de Presidente Prudente - SP no ano de 2100



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Nestas figuras, a linha verde ilustra as faixas de temperatura ocorridas no ano de 2008. As linhas amarelas e vermelhas, respectivamente, representam os intervalos possíveis que cada cenário pode acrescentar na temperatura. Como exemplo, pode-se citar a Figura 49, a qual representa a projeção RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2100. Este cenário apresenta um incremento de temperatura que poderá variar entre 2,4°C e 5,6°C. Nesse sentido, a quantidade de dias por faixa de temperatura, consequentemente, irá variar entre os limites da linha amarela e os limites da linha vermelha.

Em todas as figuras, observa-se um deslocamento das curvas para a direita, devido ao incremento de temperatura. Obviamente, quanto maior o incremento, mais a curva se afasta para a direita. Entretanto, é importante salientar que caso os cenários pessimistas ocorram, haverá graves problemas não somente para a avicultura, em relação à temperatura, mas sim em várias cadeias de produção do agronegócio.

Para o problema em estudo, foca-se principalmente na quantidade de dias que está acima de 32°C, os quais podem ser considerados como quentes e potenciais para ocorrências de ondas de calor. A Tabela 23 apresenta a quantidade de dias para cada uma das projeções realizadas, verificando também o aumento percentual em relação a quantidade de dias acima de 32°C no ano de 2008.

Tabela 23 – Projeções para os cenários RCP2.6 (otimista) e RCP8.5 (pessimista) da quantidade de dias com temperatura acima de 32°C no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100

ANO	QUANTIDADE DE DIAS COM TEMPERATURA ACIMA DE 32°C	AUMENTO PERCENTUAL
2008	135	-
PROJEÇÕES:		
2030 – RCP2.6		
ACRÉSCIMO DE 0,2°C	143	+ 5,93%
ACRÉSCIMO DE 1,2°C	191	+ 41,48%
2050 – RCP2.6		
ACRÉSCIMO DE 0,3°C	147	+ 8,88%
ACRÉSCIMO DE 1,8°C	221	+ 63,70%
2100 – RCP2.6		
ACRÉSCIMO DE 0,4°C	151	+ 11,85%
ACRÉSCIMO DE 1,9°C	223	+ 65,19%
2030 – RCP8.5		
ACRÉSCIMO DE 0,4°C	151	+ 11,85%
ACRÉSCIMO DE 1,6°C	214	+ 58,52%
2050 – RCP8.5		
ACRÉSCIMO DE 1,0°C	181	+ 34,07%
ACRÉSCIMO DE 2,6°C	247	+ 82,96%
2100 – RCP8.5		
ACRÉSCIMO DE 2,4°C	241	+ 78,52%
ACRÉSCIMO DE 5,6°C	322	+ 138,52%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Nota-se na Tabela 23 aumentos consideráveis para os próximos anos. Em 2050 e 2100 para o cenário RCP8.5 (pessimista), observa-se que mais da metade do período de um ano terão dias com temperatura acima 32°C. Claramente, estas projeções são extremamente prejudiciais aos sistemas agropecuários, em especial, para a avicultura.

Com o intuito de realizar projeções para a temperatura e duração das ondas de calor, foi necessário escolher um ano como base para as projeções. Nesse sentido, foi verificado a quantidade de ondas de calor ocorridas nos últimos anos presentes na base de dados analisada. Destaca-se que não foram calculados a quantidade de ondas de calor para os anos de 2005 e 2012, visto que ambos possuíam grande falta de dados (Apêndice B). A seguir, na Tabela 24, é possível visualizar a quantidade de ondas de calor ocorridas entre os anos de 2006 e 2011.

Tabela 24 - Quantidade de ondas de calor entre os anos de 2006 e 2011

ANO	QUANTIDADE DE ONDAS DE CALOR
2006	21
2007	21
2008	18
2009	19
2010	24
2011	21

Fonte: INMET (2017c).

Na Tabela 24 é possível visualizar que no período analisado, a quantidade de ondas de calor presentes no período de doze meses, gira em torno de 21 eventos. Esse fato permite perceber que para o ano de 2015, o qual foi analisado na Figura 34, houve uma queda representativa (12 ondas de calor) na quantidade de ondas de calor. Para uma investigação mais abrangente, tendo o objetivo de identificar o que possa ter ocorrido, seria necessário uma base de dados de temperatura mais completa e também do histórico mais recente de eventos de *El Niño* e *La Niña*.

Na Tabela 25 e na Tabela 26, a seguir, são apresentadas as projeções otimista (RCP2.6) e pessimista (RCP8.5) para a quantidade de ondas de calor nos anos de 2030, 2050, 2100, considerando o acréscimo percentual obtido da quantidade de dias acima de 32°C na Tabela 23.

Tabela 25 - Projeção da quantidade de ondas de calor para os cenários RCP2.6 (otimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100

ANO	QUANTIDADE DE ONDAS DE CALOR	2030		2050		2100	
		+ 0,2°C	+ 1,2°C	+ 0,3°C	+ 1,8°C	+ 0,4°C	+ 1,9°C
2006	21	22	30	23	34	23	35
2007	21	22	30	23	34	23	35
2008	18	19	25	20	29	20	30
2009	19	20	27	21	31	21	31
2010	24	25	34	26	39	27	40
2011	21	22	30	23	34	23	35

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 26 - Projeção da quantidade de ondas de calor para os cenários RCP8.5 (pessimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100

ANO	QUANTIDADE DE ONDAS DE CALOR	2030		2050		2100	
		+ 0,4°C	+ 1,6°C	+ 1,0°C	+ 2,6°C	+ 2,4°C	+ 5,6°C
2006	21	23	33	28	38	37	50
2007	21	23	33	28	38	37	50
2008	18	20	29	24	33	32	43
2009	19	21	30	25	35	34	45
2010	24	27	38	32	44	43	57
2011	21	23	33	28	38	37	50

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Os valores apresentados na Tabela 25 e na Tabela 26 indicam um sério problema, caso a quantidade de ondas de calor aumentem em quantidade. Isto representaria haver ondas de calor frequentemente. No caso dos cenários mais críticos, poderá, talvez não haver tantas ondas de calor, mas sim, ondas menores se agrupando e tornando-se ondas de grande duração. Em relação as poedeiras, poderá gerar níveis de mortalidade extremos, se as mesmas forem submetidas a uma quantidade grande ondas de calor ou ondas com grande duração.

Destaca-se que a quantidade de ondas de calor não é uma variável que necessitava ser projetada em função do sistema *fuzzy*. Contudo, ela se faz importante a medida que se houver uma maior incidência da mesma nos próximos anos, pode comprometer o processo de produção de ovos.

Analisando a Tabela 24 paralelamente com a Tabela 3, a qual representa o histórico de eventos de *El Niño*, tem-se que apenas os anos de 2008 e 2011 não são afetados pelo evento. Para tanto, optou-se por trabalhar com os dados presentes no ano de 2008, visto o mesmo não possuir nenhuma ausência de dados e também já estar sendo utilizado nas análises anteriores. Nesse sentido, a Tabela 27 e Tabela 28 apontam projeções otimistas e pessimistas para a duração das ondas de calor, levando como base o ano de 2008.

Tabela 27 – Projeção da duração de ondas de calor para o cenário RCP2.6 (otimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100

ONDA DE CALOR	2008		2030		2050		2100	
	TEMPERATURA (°C)	DURAÇÃO (DIAS)	+0,2°C	+1,2°C	+0,3°C	+1,8°C	+0,4°C	+1,9°C
01	33,3	2	2	3	2	3	2	3
02	33,7	3	3	4	3	5	3	5
03	33,25	4	4	6	4	7	4	7
04	32,45	2	2	3	2	3	2	3
05	32,95	2	2	3	2	3	2	3
06	32,3	2	2	3	2	3	2	3
07	32,43	3	3	4	3	5	3	5
08	32,5	2	2	3	2	3	2	3
09	32,57	4	4	6	4	7	4	7
10	35,65	4	4	6	4	7	4	7
11	34,8	4	4	6	4	7	4	7
12	35,36	5	5	7	5	8	6	8
13	35,62	7	7	10	8	11	8	12
14	32,87	4	4	6	4	7	4	7
15	33,57	10	11	14	11	16	11	17
16	35,07	7	7	10	8	11	8	12
17	34,25	8	8	11	9	13	9	13
18	33,5	4	4	6	4	7	4	7

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 28 - Projeção da duração de ondas de calor para o cenário RCP8.5 (pessimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100

ONDA DE CALOR	2008		2030		2050		2100	
	TEMPERATURA (°C)	DURAÇÃO (DIAS)	+0,4°C	+1,6°C	+1,0°C	+2,6°C	+2,4°C	+5,6°C
01	33,3	2	2	3	3	4	4	5
02	33,7	3	3	5	4	5	5	7
03	33,25	4	4	6	5	7	7	10
04	32,45	2	2	3	3	4	4	5
05	32,95	2	2	3	3	4	4	5
06	32,3	2	2	3	3	4	4	5
07	32,43	3	3	5	4	5	5	7
08	32,5	2	2	3	3	4	4	5
09	32,57	4	4	6	5	7	7	10
10	35,65	4	4	6	5	7	7	10
11	34,8	4	4	6	5	7	7	10
12	35,36	5	6	8	7	9	9	12
13	35,62	7	8	11	9	13	12	17
14	32,87	4	4	6	5	7	7	10
15	33,57	10	11	16	13	18	18	24
16	35,07	7	8	11	9	13	12	17
17	34,25	8	9	13	11	15	14	19
18	33,5	4	4	6	5	7	7	10

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Ressalta-se que para as projeções apresentadas na Tabela 27 e na Tabela 28, utilizou-se da duração de ondas de calor ocorridas no ano de 2008, somado os valores percentuais de acréscimos apresentadas para cada cenário na Tabela 23.

Para a variável duração da onda de calor, torna-se interessante observar que os acréscimos levam as mesmas a transitar da faixa de curta para média e longa, considerando as funções de pertinência proposta para esta variável no sistema *fuzzy*. No cenário pessimista para 2050, tem-se a maior parte das ondas na faixa de longa e para o cenário pessimista de 2100, só haverá ondas do tipo longa. Nesses casos, há uma alta probabilidade da existência de taxas de mortalidade do lote em níveis “MUITO ALTA”.

Na projeção das temperaturas de ondas de calor, adicionou-se as temperaturas previstas em cada cenário para cada onda de calor ocorrida no ano de 2008. A seguir, a Tabela

29 e Tabela 30, apresentam as projeções RCP2.6 (otimista) e RCP8.5 (pessimista), respectivamente.

Tabela 29 - Projeção da temperatura de ondas de calor para o cenário RCP2.6 (otimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100

ONDA DE CALOR	2008	2030		2050		2100	
	TEMPERATURA (°C)	0,2°C	1,2°C	0,3°C	1,8°C	0,4°C	1,9°C
01	33,3	33,5	34,5	33,6	35,1	33,7	35,2
02	33,7	33,9	34,9	34	35,5	34,1	35,6
03	33,25	33,45	34,45	33,55	35,05	33,65	35,15
04	32,45	32,65	33,65	32,75	34,25	32,85	34,35
05	32,95	33,15	34,15	33,25	34,75	33,35	34,85
06	32,3	32,5	33,5	32,6	34,1	32,7	34,2
07	32,43	32,63	33,63	32,73	34,23	32,83	34,33
08	32,5	32,7	33,7	32,8	34,3	32,9	34,4
09	32,57	32,77	33,77	32,87	34,37	32,97	34,47
10	35,65	35,85	36,85	35,95	37,45	36,05	37,55
11	34,8	35	36	35,1	36,6	35,2	36,7
12	35,36	35,56	36,56	35,66	37,16	35,76	37,26
13	35,62	35,82	36,82	35,92	37,42	36,02	37,52
14	32,87	33,07	34,07	33,17	34,67	33,27	34,77
15	33,57	33,77	34,77	33,87	35,37	33,97	35,47
16	35,07	35,27	36,27	35,37	36,87	35,47	36,97
17	34,25	34,45	35,45	34,55	36,05	34,65	36,15
18	33,5	33,7	34,7	33,8	35,3	33,9	35,4

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 30 - Projeção da temperatura de ondas de calor para o cenário RCP8.5 (pessimista) no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2030, 2050 e 2100

ONDA DE CALOR	2008	2030		2050		2100	
	TEMPERATURA (°C)	0,4°C	1,6°C	1,0°C	2,6°C	2,4°C	5,6°C
01	33,3	33,7	34,9	34,3	35,9	35,7	38,9
02	33,7	34,1	35,3	34,7	36,3	36,1	39,3
03	33,25	33,65	34,85	34,25	35,85	35,65	38,85
04	32,45	32,85	34,05	33,45	35,05	34,85	38,05
05	32,95	33,35	34,55	33,95	35,55	35,35	38,55
06	32,3	32,7	33,9	33,3	34,9	34,7	37,9
07	32,43	32,83	34,03	33,43	35,03	34,83	38,03
08	32,5	32,9	34,1	33,5	35,1	34,9	38,1
09	32,57	32,97	34,17	33,57	35,17	34,97	38,17
10	35,65	36,05	37,25	36,65	38,25	38,05	41,25
11	34,8	35,2	36,4	35,8	37,4	37,2	40,4
12	35,36	35,76	36,96	36,36	37,96	37,76	40,96
13	35,62	36,02	37,22	36,62	38,22	38,02	41,22
14	32,87	33,27	34,47	33,87	35,47	35,27	38,47
15	33,57	33,97	35,17	34,57	36,17	35,97	39,17
16	35,07	35,47	36,67	36,07	37,67	37,47	40,67
17	34,25	34,65	35,85	35,25	36,85	36,65	39,85
18	33,5	33,9	35,1	34,5	36,1	35,9	39,1

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Assim como nas outras variáveis analisadas, quanto maior o acréscimo na temperatura, maior será o impacto na mortalidade das aves. Nota-se, também como ocorreu para a variável duração da onda de calor, que as temperaturas desta anomalia, conforme seu acréscimo passa dos níveis de baixa e média para média e alta, respectivamente.

Após a realização das projeções das variáveis para os cenários RCP2.6 (otimista) e RCP8.5 (pessimista) para os anos de 2030, 2050 e 2100, foi possível realizar as projeções de mortalidade utilizando o sistema *fuzzy* construído na seção 4.1. No Apêndice A, é possível verificar a Tabela 31, Tabela 32, Tabela 33, Tabela 34, Tabela 35, Tabela 36, Tabela 37,

Tabela 38, Tabela 39, Tabela 40, Tabela 41 e Tabela 42, as quais apresentam as projeções para mortalidade.

Após observação dos resultados contidos nas 12 tabelas com projeções para mortalidade em diferentes anos e cenários, é possível afirmar claramente que segundo as projeções do modelo, haverá predominância de mortalidade, considerada no nível “MUITO ALTA”. Houve apenas um caso de onda de calor na projeção para 2030 no cenário otimista que foi considerado pelo sistema como uma taxa de mortalidade “NORMAL”, e, nesta mesma projeção e cenário um caso considerado como “ALTA”. Também houve na projeção para 2050 no cenário otimista, um caso que o sistema apontou como “ALTA”.

Exceto os casos citados, todos os outros, o sistema apontou que a projeção é que haja mortalidade do tipo “MUITO ALTA”. É interessante observar que o nível de mortalidade “MUITO ALTA” é superior a 0,2% do lote. A partir disso, coloca-se aqui uma situação hipotética em que as 18 ondas de calor simuladas tenham cada, uma taxa de mortalidade com 0,21% do lote, que pode-se considerar uma taxa de mortalidade conservadora. Nesta hipótese haveria no período de 12 meses, um total de 3,72% de mortalidade do lote, o qual está muito próximo do nível máximo recomendado para diversas linhagens comerciais em um período de produção de aproximadamente entre 16 e 17 meses.

O período de 12 meses corresponde a aproximadamente 52 semanas. O período comercial de produção de postura, possui em média, examinando-se os manuais de diferentes linhagens, 72 semanas, tendo em vista o início da produção com 18 semanas e o término com 90 semanas, aumentando a perda por mortalidade do lote.

Nessa situação hipotética, consideramos que cada mortalidade de nível “MUITO ALTA” terá uma mortalidade de 0,21% do lote. Entretanto, sabe-se que em muitos casos poderá chegar a níveis maiores. Examinado a Tabela 5, que trata acerca do nível de viabilidade recomendado pelos manuais para cada linhagem, é possível observar que grande parte das linhagens giram em torno de 5% e 6%, com algumas poucas linhagens acima disso, variando até 10% do lote.

Quando a taxa de mortalidade do lote começa a ultrapassar esses valores, a mesma começa a tornar-se, sob o ponto de vista dos manuais de linhagem, acima do esperado para o tempo de produção das poedeiras. Ressalta-se, que não está tratando de viabilidade econômica e viabilidade financeira. Essas duas últimas citadas, dependeriam de muitos outros fatores, como, por exemplo, a conjuntura econômica do setor e da economia para os próximos anos, para que pudessem ser analisadas.

A partir disso, denota-se que pode vir a ocorrer nos próximos anos uma situação com 18 ondas de calor como utilizado nas projeções, onde haverá todas ou grande parte com uma taxa de mortalidade “MUITO ALTA”, sendo que nesse ponto, se houver temperaturas mais extremas e/ou durações mais longas, torna-se muito alta a probabilidade que a mortalidade acumulada do lote ultrapasse os 5% e 6% recomendados pelos manuais.

Outro ponto importante a ser destacado, que por sua vez, não foi utilizado nas projeções para mortalidade, são as projeções de quantidade de ondas de calor para os próximos anos. Coloca-se aqui outra situação hipotética, sendo esta também com ondas de calor com níveis “MUITO ALTA” e considerando cada uma com mortalidade de 0,21% do lote. Contudo, notando-se as projeções realizadas na Tabela 25 e Tabela 26, tem-se que não haverá mais somente 18 ondas de calor, e, sim, um aumento de acordo com o cenário.

Considerando aqui, um cenário onde ocorra 40 ondas de calor, com mortalidade de cada uma com 0,21% do lote, terá então 8,4% de mortalidade acumulada no período de um ano, desconsiderando as ondas de calor que podem ocorrer nas outras 20 semanas faltantes.

Estes casos citados são hipotéticos, assim como os cenários projetados, mas, que podem vir a ocorrer. Também poderá acontecer um aumento simultâneo na temperatura, duração e na quantidade das ondas de calor. Com certeza, esta seria a pior hipótese tratando-se do fator ambiência, em relação às aves.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas como visto ao longo deste trabalho estão afetando os sistemas produtivos agropecuários. Trabalhos que utilizam os cenários do IPCC para a construção de projeções, apontam em sua maioria, que serão necessárias alterações e/ou adaptações nos sistemas de produção. Dentro desse contexto, os eventos de extremos climáticos, possuem papel significativo para o agronegócio.

Os eventos extremos, com destaque para temperaturas extremas altas, tratadas como ondas de calor, podem afetar significativamente os sistemas produtivos, entre eles o setor de avicultura de postura. Fato esse que pode ser comprovado pelos impactos causados no próprio município de Bastos-SP em 2012, além de eventos registrados com outros tipos de aves nos Estados Unidos.

Além dos eventos noticiados, a literatura sobre aves apresenta trabalhos científicos sobre condições de ambiência, os quais apontam a sensibilidade das aves em

relação a temperatura. Nesse caminho, notou-se de grande importância a elaboração de um sistema que permite a partir de previsões meteorológicas estimar o nível de mortalidade das aves.

O sistema *fuzzy* proposto nesta pesquisa mostrou-se adequado para prever a mortalidade em situações de ondas de calor, a partir de dados de previsão meteorológica, visto um bom nível de acurácia, principalmente na classificação de mortalidades acima do normal.

Em relação as projeções de temperaturas realizadas a partir dos cenários propostos pelo IPCC, tem-se que haverá acréscimos que podem ser fortemente significativos para o setor de avicultura. Além disso, em relação a duração, frequência e quantidade de ondas de calor, como citado no relatório do IPCC, os mesmos possuem tendência em aumentar, prejudicando ainda mais o setor. As projeções de aumento de temperaturas propostos pelo IPCC, indicam que a mortalidade de poedeiras na região, quando ocorrerem ondas de calor, serão acima de 0,2% para cada evento extremo observado.

Destaca-se que nos próximos anos poderão haver avanços genéticos na produção avícola, gerando aves mais resistentes ao calor. Nesse ponto, seria necessária uma calibração do modelo *fuzzy* para melhor investigar a mortalidade por ondas de calor. Sugere-se também que haja uma investigação de outras variáveis podem interferir na mortalidade da ave em condições de ondas de calor, para melhorar a acurácia do sistema *fuzzy* proposto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALST, M. K. V. The impacts of climate change on the risk of natural disasters. **Disasters**, v. 30, n. 1, p. 5-18, 2006.

ABDELQADER, A.; AL-FATAFTAH, A.-R. Thermal acclimation of broiler birds by intermittent heat exposure. **Journal of Thermal Biology**, v. 39, p. 1-5, 2014.

ABAURREA, J.; ASIN, J.; CEBRIAN, A. C.; CENTELLES, A. On the need of a changing threshold in heat wave definition. **Geophysical Research Abstract**, v. 8, p. 762-775, 2006.

A HORA DO OVO. **Onda de calor provoca queda de 10% na produção de ovos em Bastos**. 2012. Disponível em: <<http://www.ahoradoovo.com.br/capital-do-ovo/noticias/?id=218%7Conda-de-calor-provoca-queda-de-10-na-producao-de-ovos-em-bastos>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

ALCOFORADO, M. J. Variações climáticas do passado: chave para o entendimento do presente? Exemplo referente a Portugal (1675-1715). **Territorium**, n. 6, p. 19-30, 1999.

ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; BARBOSA, S. B. P.; PEREIRA, D. F.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G. A. P. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 892-899, 2013.

ALMEIDA, L. Q.; WELLE, T.; BIRKMANN, J. Disaster risk indicators in Brazil: A proposal based on the world risk index. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 17, p. 251-272, 2016.

AMENDOLA, M.; CASTANHO, M. J.; NÄÄS, I. A.; SOUZA, A. L. Análise Matemática de condições de conforto térmico para avicultura usando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Biomatemática**, v. 14, p. 87-92, 2004.

AMENDOLA, M.; SOUZA, A. L.; BARROS, L. C. **Manual do uso da teoria dos conjuntos Fuzzy no MATLAB 6.5**. FEAGRI & IMECC/ UNICAMP, 2005. Disponível em: <http://www.logicafuzzy.com.br/wp-content/uploads/2012/12/manual_fuzzy_matlab.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2016.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Angra FNP Pesquisas, 2014.

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; BELTRÃO, N. E. M.; PINTO, H. S. Impacts of climate change on the agricultural zoning of climate risk for cotton cultivation in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 1–8, 2013.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, nov. 2004.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Onda de calor mata meio milhão de galinhas na ‘capital do ovo’**. 2012. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/onda-de-calor-mata-meio-milhao-de-galinhas-na-capital-do-ovo/20121129-083535-Y241>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

BABCOCK BROWN. **Product Guide**. Disponível em: <<https://www.babcock-poultry.com/en/product/babcock-brown/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BABCOCK WHITE. **Product Guide**. Disponível em: <<https://www.babcock-poultry.com/en/product/white/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BABINSZKY, L.; HALAS V.; VERSTEGEN, M.W.A. Impacts of Climate Change on Animal Production and Quality of Animal Food Products. In: BLANCO, J.; KHERADMAND, H. **Climate Change – Socioeconomic Effects**. 2011. cap. 10. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/climate-change-socioeconomic-effects/impacts-of-climate-change-on-animal-production-and-quality-of-animal-food-products>>. Acesso em: 22 jul. 2016.

BANCO MUNDIAL. **Impactos das Mudanças Climáticas na Produção Agrícola Brasileira**. 2013. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/364151468237586291/pdf/687740REVISED00rasil020300portugues.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

BÄRRING, L. Climatic change or climate variation – the image we convey. **Proceedings of the Pre-Congress Meeting of the Commission on Climatology**. University Park, Pennsylvania, p. 10-16, 1992.

BERARDY, A.; CHESTER, M. V. Climate change vulnerability in the food, energy, and water nexus: concerns for agricultural production in Arizona and its urban export supply. **Environmental Research Letters**. v. 12, 2017.

BOUCHAMA, A. The 2003 European heat wave. **Intensive Care Medicine**, v. 30, n. 1, p. 1-3, 2004.

BOVANS BROWN. **Product Guide**. Disponível em:
<<https://www.bovans.com/en/product/bovans-brown/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BOVANS WHITE. **Product Guide**. Disponível em:
<<https://www.bovans.com/en/product/bovans-white/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. **National Plan on Climate Change**. 2008. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/estruturas/imprensa/_arquivos/96_11122008040728.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2016.

CASTILHO, V. A. R.; GARCIA, R. G.; LIMA, N. D. S.; NUNES, K. C.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; BARRETO, B.; JACOB, F. G. Bem-Estar de Galinhas Poedeiras em Diferentes Densidades de Alojamento / Welfare of Laying Hens in Different Densities of Housing. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 2, p. 122, 2015.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA – CEPAGRI. Disponível em: <<http://www.cepagri.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

CONTI, J. B. CONSIDERAÇÕES SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 16, p. 70-75, 2005.

CURTO, F. P. F.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; SALGADO, D. D. Estimativa do padrão de preferência térmica de matrizes pesadas (frango de corte). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 211–216, 2007.

DEBORTOLI, N. S.; CAMARINHA, P. I. M.; MARENGO, J. A.; RODRIGUES, R. R. An Index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. **Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards**. v. 86, n. 2, p. 557-582, 2017.

DEKALB BROWN. **Product Guide**. Disponível em:
<<https://www.hisex.com/en/product/hisex-brown/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

DEKALB WHITE. **Product Guide**. Disponível em:
<<https://www.hisex.com/en/product/hisex-white/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

DESSLER, Andrew. **The chemistry and Physics of stratospheric ozone**. Londres: Academic Press, 2000.

DOHA. **Doha Amendment to the Kyoto Protocol**. 2012. Disponível em: <http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/kp_doha_amendment_english.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2017.

EL PAÍS. **Temperaturas de até 50 graus forçam o cancelamento de dezenas de voos em EUA**. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2017/06/21/internacional/1498057347_812290.html>. Acesso em: 20 jan. 2017.

ESTADÃO. **Calor mata 500 mil galinhas em Bastos, no interior de São Paulo**. 2012. Disponível em: <<http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,calor-mata-500-mil-galinhas-em-bastos-no-interior-de-sao-paulo,960788>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Egg Marketing - A Guide for the Production and Sale of Eggs**. 2003. Disponível em: <<http://teca.fao.org/read/6895>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

FOXNEWS. **Kansas Poultry Farm Loses 4,300 Turkeys in Heat Wave**. Disponível em: <<http://www.foxnews.com/us/2011/07/13/kansas-poultry-farm-loses-4300-turkeys-in-heat-wave.html>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

GABRIEL FILHO, L. R. A.; CREMASCO, C. P.; PUTTI, F. F.; CHACUR, M. G. M. Application of fuzzy logic for the evaluation of livestock slaughtering. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 813–825, 2011.

GABRIEL FILHO, L. R. A.; PUTTI, F. F.; CREMASCO, C. P.; BORDIN, D.; CHACUR, M. G. M.; GABRIEL, L. R. A. Software to Assess Beef Cattle Body Mass Through the Fuzzy Body Mass Index. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 1, p. 179–193, 2016.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. **ENERGIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO**. 1998. Disponível em: <http://callegariarquitectura.com.br/textos/callegari_energia_meio_ambiente%20_e_desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2017.

GLICK, P.; STEIN, B. A.; EDELSON, N. A. **Scanning the Conservation Horizon – A Guide to Climate Change Vulnerability Assessment**. Washington, D. C.: National Wildlife Federation, 2011. Disponível em: <<http://www.nwf.org/~media/pdfs/global-warming/climate-smart-conservation/nwfscanningtheconservationhorizonfinal92311.ashx>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

GLOBO RURAL. **Em Bastos, calor mata 500 mil galinhas**. 2012. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI324201-18530,00-EM+BASTOS+CALOR+MATA+MIL+GALINHAS.html>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

HISEX BROWN. **Product Guide**. Disponível em: <<https://www.hisex.com/en/product/hisex-white/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

HISEX WHITE. **Product Guide**. 2017. Disponível em: <<https://www.hisex.com/en/product/hisex-brown/>>. Acesso em: 20 out. 2017.

HY-LINE BROWN. **Manual de Manejo**. 2014. Disponível em: <http://hyline.tempsite.ws/hyline/download/guia_brown_2014.pdf>. Acesso em: 17 set. 2017.

HY-LINE BROWN. **Management Guide**. 2016. Disponível em: <http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/BRN_COM_ENG.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2017.

HY-LINE W-36. **Manual de Manejo**. 2015. Disponível em: <http://hyline.tempsite.ws/hyline/download/guia_w36_2015.pdf>. Acesso em: 17 set. 2017.

HY-LINE W-36. **Management Guide**. 2016. Disponível em: <http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/36_COM_ENG.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2017.

HY-LINE W-80. **Management Guide**. 2016. Disponível em: <http://www.hylina.com/UserDocs/products/W-80_English.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <<http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=74>>. Acesso em: 24 abr. 2017a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção de Ovos de Galinha**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=24&i=P&c=915>>. Acesso em: 24 abr. 2017b.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Glossário**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=glossario>>. Acesso em: 15 abr. 2017a.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **CONFORTO TÉRMICO HUMANO**. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/confortoTermicoHumano>>. Acesso em: 15 abr. 2017b.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP**. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 out. 2017c.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. 2017a. **EL NIÑO E LA NIÑA**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. 2017b. **Ocorrência de El Niño**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>. Acesso em: 25 mar. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. 2017c. **Ocorrência de La Niña**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_lanina.shtml>. Acesso em: 25 mar. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: 2001a. Disponível em: <<http://ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/index.php?idp=0>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: 2001b. Disponível em: <<http://ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=0>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: 2007a. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html>. Acesso em: 10 fev. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: 2007b. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg2/>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special Report of Working Group I e II of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: 2012a. Disponível em: <<http://ipcc.ch/report/srex/>>. Acesso em: 23 fev.2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Glossary of terms.** In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. 2012b. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX-Annex_Glossary.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: 2014a. Disponível em: <<http://ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects.** Cambridge: 2014b. Disponível em: <<http://ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Organization.** Disponível em: <<http://ipcc.ch/organization/organization.shtml>>. Acesso em: 18 mar. 2017a.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Structure.** Disponível em: <http://ipcc.ch/organization/organization_structure.shtml>. Acesso em: 18 mar. 2017b.

ISA BROWN. **Product Guide.** Disponível em: <<https://www.isa-poultry.com/en/product/isa-brown/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

ISA WHITE. **Product Guide.** Disponível em: <<https://www.isa-poultry.com/en/product/isa-white/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

KARL, T. R.; MELILLO, J. M.; PETERSON, T. C. **Global Climate Change Impacts in United States.** Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

KERAMITSOGLOU, I.; KINAOUDIS, C. T.; MAIHEU, B.; RIDDER, K. D.; DAGLIS, I. A.; MANUNTA, P.; PAGANINI, M. Heat wave hazard classification and risk assessment using intelligence fuzzy logic. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, n. 10, p. 8239-8258, 2013.

LAGO, A. A. C. **ESTOCOLMO, RIO, JOANESBURGO – O BRASIL E AS TRÊS CONFERÊNCIAS AMBIENTAIS DAS NAÇÕES UNIDAS**. Brasília: Thesaurus, 2006.

LAL, P.; ALAVALAPATI, J. R. R.; MERCER, E. D. Socio-economic impacts of climate change on rural United States. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 16, n. 7, 2011.

LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H. Impact of heat stress on poultry production. **Animals**, Cambridge, v. 3, p. 356-369, 2013.

LOHMANN LB-LITE. **Management Guide**. Disponível em: <http://www.hylinena.com/UserDocs/products/Lohmann_Brown-Lite16.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

LOHMANN LSL-LITE. **Management Guide**. Disponível em: <http://www.hylinena.com/UserDocs/products/Lohmann_LSL-Lite16.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

LOPES, S. P. **Estudo de galpões para a criação de frangos de corte, do ponto de vista higrotérmico, nas condições climáticas brasileiras**. Porto Alegre: UFRGS, 1986. 155f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

MACIEL, G. F. **Impactos Econômico-Financeiros das Variações sobre os cultivos de Arroz e Soja no Estado do Tocantins**. Campina Grande: UFCG, 2010. 119 f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

MACK, L. A.; FELVER-GANT, J. N.; DENNIS, R. L.; CHENG, H. W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry science**, v. 92, n. 2, p. 285–94, 2013.

MALCOLM, S.; MARSHALL, E.; AILLERY, M.; HEISEY, P.; LIVINGSTON, M.; DAY-RUBENSTEIN, K. **Agricultural Adaptation to a Changing Climate: Economic and Environmental Implications Vary by U.S. Region**. United States Department of Agriculture, 2012. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/record/127734/files/ERR-136.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2016.

MARCOVITCH, J. **The economics of climate change in Brazil: costs and opportunities.** In: Jacques Marcovitch (coordenador geral), Sergio Margulis e Carolina Burle (coordenadores técnicos). São Paulo: FEA/USP, 2011. Disponível em: <http://www.usp.br/mudarfuturo/PDF/Estudo_do_Clima-Ingles-14-04-2011.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2017.

MCLVER, L.; KIM, R.; WOODWARD, A.; HALES, S.; SPICKETT, J.; KATSCHERIAN, D.; HASHIZUME, M.; HONDA, Y.; KIM, H.; IDDINGS, S.; NAICKER, J.; BAMBRICK, H.; MCMICHEL, A. J.; EBI, K. L. Health Impacts of Climate Change in Pacific Island Countries: A Regional Assessment of Vulnerabilities and Adaptation Priorities. **Environmental Health Perspectives.** v. 124, n. 11, p. 1707-1714, 2016.

MENDELSON, R.; DINAR, A. The role of climate in agricultural production. In: **Climate Change and Agriculture.** 2009.

MENDONÇA, F. AQUECIMENTO GLOBAL E SUAS MANIFESTAÇÕES REGIONAIS E LOCAIS: ALGUNS INDICADORES DA REGIÃO SUL DO BRASIL. **Revista Brasileira de Climatologia.** v. 2, p. 71-86, 2006.

MOLION, L. C. B. Aquecimento Global: Uma visão crítica. **Revista Brasileira de Climatologia,** v. 3-4, p. 7-24, 2008.

MORAES, G. I. DE. **Efeitos econômicos de cenários de mudanças climáticas na agricultura brasileira: um exercício a partir de um modelo de equilíbrio geral computável.** Piracicaba: USP, 2010. 267 f. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MOSKO, J. M.; PILATTI, L. A.; PEDROSO, B. Eficiência energética na indústria: elaboração e planejamento de programas de conservação de energia. **Revista de Engenharia e Tecnologia,** v. 2, n.1, p. 17-23, 2010.

MOSS, R. H.; EDMONDS, J. A.; HIBBARD, K. A.; MANNING, M. R.; ROSE, S. K.; VUUREN, D. P. V.; CARTER, T. R.; EMORI, S.; KAINUMA, M.; KRAM, T.; MEEHL, G. A.; MITCHELL, J. F. B.; NAKICENOVIC, N.; RIAHI, K.; SMITH, S. J.; STOUFFER, R. J.; THOMSON, A. M.; WEYANT, J. P.; WILBANKS, T. J. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature.** v. 463, n. 11, p. 747-756, 2010.

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; SALGADO, D. D.; LIMA, K. A. O.; VALE, M. M.; LABIGALINI, M. R.; SOUZA, S. R. L.; MENEZES, A. G.; MOURA, D. J. Impact of global warming on beef cattle production cost in Brazil. **Scientia Agricola,** v. 67, n. 1, p. 1–8, 2010.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION - NASA. **Earth Observatory**. Disponível em:

<<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page6.php>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

NATIONAL ASSESSMENT SYNTHESIS TEAM - NAST. **Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Variability and Change**. 2001. Disponível em:

<<https://data.globalchange.gov/assets/9a/aa/ec5b4bb3b895bc8369be2ddac377/nca-2000-report-overview.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

NAYAK, G. D.; BEHURA, N. C.; SARDAR, K. K.; MISHRA, P. K. Effect of climatic variables on production and reproduction traits of colored broiler breeder poultry. **Veterinary World**, v. 8, n. 4, p. 472–477, 2015.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC, 2012. Disponível em:

<http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/15365410042013Gestao_Ambiental_Sustentabilidade_Aula_1.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

NATIONAL OCEAN AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. **Climate.gov**. Disponível em: <<https://www.climate.gov/>>. Acesso em: 20 abr. 2017a.

NATIONAL OCEAN AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. **NOAA's Annual Greenhouse Gas Index**. Disponível em: <<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/>>. Acesso em: 20 abr. 2017b.

NELSON, G. C.; ROSEGRANT, M. W.; KOO, J.; ROBERTSON, R.; SULSER, T.; ZHU, T.; RINGLER, C.; MSANGI, S.; PALAZZO, A.; BATKA, M.; MAGALHAES, M.; VALMONTE-SANTOS, R.; EWING, M.; LEE, D. **Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation**. Washington, D. C. International Food Policy Research Institute, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rome2007/docs/Impact_on_Agriculture_and_Costs_of_Adaptation.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

OGUNTUNJI, A. O.; ALABI, O. M. Influence of high environmental temperature on egg production and shell quality: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 66, n. 4, p. 739-750, dec. 2010.

OLIVEIRA, G. S. **O El Niño e Você** – o fenômeno climático. São José dos Campos-SP: Transtec, 2001.

OLIVEIRA, H. L.; AMENDOLA, M.; NÄÄS, I. A. Estimativa das condições de conforto térmico para avicultura de postura usando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 300–307, 2005.

OSTERMAYER, F. **ESTUDO DAS EMISSÕES DE GASES FORMADORES DO EFEITO ESTUFA E BALANÇO RESULTANTE DA CONVERSÃO DE MOTORES À GASOLINA, DE UMA FROTA DE VEÍCULOS LEVES, PARA GÁS NATURAL E ÁLCOOL HIDRATADO**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 150 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2004.

OWADA, A.N.; NÄÄS, I.A.; MOURA, D.J.; BARACHO, M.S. Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3. p.611-618, 2007.

PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; GUISELINI, C.; PIEDADE, S.M.S.P. Uso da lógica fuzzy na caracterização do ambiente produtivo para matrizes gestantes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.83-92, 2007.

PATRICIO, I. S.; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A.; PEREIRA, D. F. Overview on the Performance of Brazilian Broilers (1990 to 2009). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, n. 4, p. 233–304, 2012.

PAVAN, A. C.; GARCIA, E. A.; MORI, C.; PIZZOLANTE, C. C.; PICCININ, A. Efeito da densidade na gaiola sobre o desempenho de poedeiras comerciais nas fases de cria, recria e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.4, p.1320-1328, 2005.

PEREIRA, D. F. **Metodologia para estimativa de bem-estar de matrizes de frango de corte utilizando monitoramento digital e construção de modelos de simulação**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas. 149 p. 2005.

PEREIRA, D. F. Ambiência em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2011 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2011, Santos. **Anais...** Campinas-SP: Fundação APINCO de Ciência de Tecnologia Avícolas-FACTA, 2011. p. 113-122.

PEREIRA, D. F.; VALE, M. M.; ZEVOLLI, B. R.; SALGADO, D. D. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 12, n. 4, p. 265-271, out. /dez. 2010.

PEREIRA, D. F.; BATISTA E. S.; SANCHES, F. T.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; BUENO, L. G. F. Diferenças Comportamentais de Poedeiras em Diferentes Ambientes Térmicos. **Revista Energia na Agricultura**, v. 30, n. 1, p. 33–40, 2015.

PEREIRA D. F.; KODAIRA, V.; BUENO, L. G. F.; SOARES, N. M.; SALGADO, D. D. Technical Feasibility of the Acclimatization System in Aviary of Posture: A Case Study. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 5, p. 855-866, 2017.

PHILANDER, S. G. H. El Niño and La Niña. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 42, n. 23, p. 2652-2662, 1985.

PINTO, H. S.; ASSAD, E.; ZULLO JUNIOR, J. O aquecimento global e a agricultura. **Saneas**, p. 34-37, ago. 2004.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. **Global Warming and the New Geography of Agricultural Production in Brazil**. São Paulo: The British Embassy, 2008.

PONCIANO, P. F.; LOPES, M. A.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, G. A. S. ANÁLISE DO AMBIENTE PARA FRANGOS POR MEIO DA LÓGICA FUZZY: UMA REVISÃO. **Arch. Zootec.**, v. 60, p. 1-13, 2011.

PONCIANO, P. F.; YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; CAMPOS, A. T.; NASCIMENTO, J. W. B. SISTEMA *FUZZY* PARA PREDIÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 21 ANOS DE IDADE. **Engenharia Agrícola**. v. 32, n. 3, 2012.

POULTRY WORLD. **US poultry farm loses 4,300 turkeys in heat wave**. Disponível em: <<http://www.poultryworld.net/Home/General/2011/7/US-poultry-farm-loses-4300-turkeys-in-heat-wave-WP009093W/>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

PROTOCOLO DE QUIOTO. **KYOTO PROTOCOL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE**. 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>. Acesso em: 25 fev. 2017.

PUTTI, F. F.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; SILVA, A. O.; LUDWIG, R.; GABRIEL, C. P. C. FUZZY LOGIC TO EVALUATE VITALITY OF CATASETUM FIMBIRATUM SPECIES (ORCHIDACEA). **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 3, p. 405-413, 2014.

QUINTEIRO-FILHO, W. M.; RIBEIRO, A.; FERRAZ-DE-PAULA, V.; PINHEIRO, M. L.; SAKAI, M.; SÁ, L. R. M.; FERREIRA, A. J. P.; PALERMO-NETO, J. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 1905-1914, 2010.

RASMUSSEN, E. M.; CARPENTER, T. H. The Relationship Between Eastern Equatorial Pacific Sea Surface Temperatures and Rainfall over India and Sri Lanka. **Monthly Weather Review**, v. 111, p. 517-528, 1983.

RAVICHANDRAN, P.; MOHAMED, A. K. A Study of the Perceived Effects of Climate Changes on Commercial Layer Egg Industry with Respect to Total Production, Egg Price Behavior, and Diseases among Layer Poultry Farmers at Namakkal District, Tamilnadu, India. **The Pacific Journal of Science and Technology**, v. 16, n. 1, p. 345-351, 2015a.

RAVICHANDRAN, P.; MOHAMED, K. Effects of Climate Change on Commercial Layer Industry concerning Production, Price, Diseases among Poultry Farmers: Namakkal District, Tamilnadu. **International Journal of Management & Organizational Studies**, v. 4, n. 2, p. 63-67, 2015b.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; DE BASILIO, V.; GOURDINE, J. L.; COLLIER, R. J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, Cambridge, v. 6, n. 5, p. 707-728, 2012.

REVISTA PESQUISA FAPESP. **Brasil de Extremos** – Projeções baseadas em modelos climáticos e dados socioambientais indicam aumento das áreas vulneráveis a desastres naturais até o fim do século. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/revista/ver-edicao-editorias/?e=249>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

RIO, A. **Aquecimento global - impacto na produtividade da cultura da soja e ações estratégicas de manejo para sua minimização em diferentes regiões produtoras do Sul do Brasil**. Piracicaba: USP, 2014. 128 f. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

RIQUENA, R. S. **Modelo Computacional para Previsão de Mortalidade de Galinhas Poedeiras em Função de Ondas de Calor e Tipologia dos Aviários**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Tupã. 89 p. 2017.

ROBINSON, P. J. On the definition of a heat wave. **Journal of Applied Meteorology**, v. 40, n. 4, p. 762-775, 2001.

ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. North American Precipitation and Temperature Patterns Associated with the El Niño/Southern Oscillation (ENSO). **Monthly Weather Review**, v. 114, p. 2352-2362, 1986.

ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. Precipitation Patterns Associated with the High Index Phase of the Southern Oscillation. **Journal of Climate**, v. 2, p. 268-284, 1989.

ROSSATO, P. S.; SARTORI, M. G. B.; MISSIO, L. R. As ondas de calor na região central do RS entre os meses de maio a outubro. In: Simpósio Brasileiro de Geografia e Estatística Aplicada, 10, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: DGFA, 2003.

SALGADO, D. D. **Avaliação de risco à produção avícola no estado de São Paulo frente ao Aquecimento Global**. Campinas: UNICAMP, 2008. 131f. Tese (doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SALGADO, D. D.; NÄÄS, I. A. AVALIAÇÃO DE RISCO À PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA AMBIENTE. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n.3, p. 367-376, mai. /jun. 2010.

SANDRI, S.; CORREA, C. Lógica Nebulosa. **Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA. V Escola de Redes Neurais**. p. 73 – 90, jul. 1999.

SHAVER BROWN. **Product Guide**. Disponível em: <<https://www.shaver-poultry.com/en/product/shaver-brown/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

SHAVER WHITE. **Product Guide**. Disponível em: <<https://www.shaver-poultry.com/en/product/shaver-white/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

SILVA, D. H. Protocolos de Montreal e Kyoto: pontos em comum e diferenças fundamentais. **Revista Brasileira de Política Internacional**. v. 52, n. 2, p. 155-172, 2009.

SILVA, G. F.; PEREIRA, D. F.; BUENO, L. G. F.; SANTOS, T. S.; TAVARES, B. O. Performance of laying hens and economic viability of different climatization systems. **Italian Journal of Animal Science**, Parma, v. 12, n. 47, p. 286-294, 2013.

SILVA, I. J. O.; SEVEGNANI, K. B. AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA DE POSTURA. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na Produção de Aves em Clima Tropical**. Piracicaba. FUNEP, 2001. cap. 3, p. 149-214.

SILVA, I. J. O.; SEVEGNANI, K. B.; RODRIGUES, E. H. V.; NÄÄS, I. A. Influência da amplitude térmica na produção de ovos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba. **Anais**. Curitiba: APINCO, 1995. p. 267-268.

SILVA, R. A. C. Inteligência artificial aplicada à ambientes de Engenharia de Software: Uma visão geral. **INFOCOMP Journal of Computer Science**, n. 4, v. 4, p. 27-37, 2005.

SOUZA, S. R. L.; NÄÄS, I. A.; KARASAWA, S.; ROMANINI, C. E. B. Análise do investimento em climatização para bovinos de leite em sistema de alojamento *free-stall*. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 255-262, mai./ago. 2004.

STEPHENSON, D. B. Definition, diagnosis, and origin of extreme weather and climate events. In: MURNANE, R. e DIAZ, H. **Climate Extremes and Society**. Cambridge University Press, 348 p. 2008.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1351–1359, 2006.

TEBALDI, C.; HAYHOE, K.; ARBLASTER, J. M.; MEEHL, G. A. Going to the Extremes: An Intercomparison of Model-Simulated Historical and Future Changes in Extreme Events. **Climate Change**, v.79, n. 10, p. 185-211, 2006.

THORNTON, P. K.; GERBER, P. Climate change and the growth of the livestock sector in developing countries. **Mitigation Adaptation Strategies Global Change**. v.15, n. 2, p. 169 – 184, 2010.

THOMAS, R.; GRAVEN, H.; HOSKINS, B.; PRENTICE, I. C. What is meant by ‘balancing sources and sinks of greenhouse gases’ to limit global temperature rise? **Grantham Institute Briefing Note 3**. p. 1-5, 2016. Disponível em: <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/Balancing-sources-and-sinks-of-greenhouse-gases-Grantham-BN3_web.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

TIMMONS M. B., GATES, R. S. Predictive model of laying hen performance to air temperature and evaporative cooling. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 31, n. 5, p.1503-1509, set. /out. 1988.

TOLON, Y.B.; BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; ROJAS, M.; MOURA, D.J. Ambiências térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.1-13, 2010.

TROSTMANN, K. E. **Vulnerabilidade, Resiliência e Adaptação às Mudanças Climáticas**. WRI Brasil. 2015. Disponível em: <<http://wribrasil.org.br/sites/default/files/VULNERABILIDADE%20RESILIENCIA%20E%20ADAPTAC%CC%A7A%CC%83O%20A%CC%80S%20MUDANC%CC%A7AS%20CLIMA%CC%81TICAS%20.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA - UBA. **Protocolo de Boas Práticas de Produção de Ovos**. 2008. Disponível em:
<http://avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo_de_boas_praticas_de_producao_de_ovos.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Kyoto Protocol**. Disponível em:
<http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>. Acesso em: 21 fev. 2017a.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Global Warming Potentials**. Disponível em:
<http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php>. Acesso em: 21 fev. 2017b.

UNITED NATIONS POPULATION DIVISION - UNPD. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**. 2015. Disponível em:
<<https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **International Egg and Poultry Review**, Washington, v. 14, n. 34, p. 1 – 3, 2011. Disponível em:
<<http://search.ams.usda.gov/MNDMS/2011/08/PY20110823WIntlPoultryandEgg.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2016.

VALE, M. M.; MOURA, D. J. D.; NÄÄS, I. D. A.; OLIVEIRA, S. R. D. M.; RODRIGUES, L. H. A. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, 223-229, 2008.

VALE, M.M.; MOURA, D. J. D.; NÄÄS, I. D. A.; PEREIRA, D. F. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 12, n. 4, p. 279-285, 2010.

VANDERHASSELT, R. F., BUIJS, S., SPRENGER, M., GOETHALS, K., WILLEMSSEN, H., DUCHATEAU, L., TUYTTENS, F. A. M. Dehydration indicators for broiler chickens at slaughter. **Poultry science**, v. 92, n. 3, p. 612-619, 2013.

VIEIRA, S. O.; OLIVEIRA, N. V.; SATYAMURTY, P.; ANDREOLI, R. V. APLICAÇÃO DO MÉTODO FUZZY NA CLASSIFICAÇÃO DA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL NO SUL DA AMAZÔNIA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 4; p. 621–631, 2014.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de condicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 788-794, 2009.

VITOUSEK, P. M. Beyond global warming: ecology and global change. **Ecology**, v. 75, n. 7, p. 1861-1876, 1994.

WAHEED, S.; KHURSHEED, M.; KHAN, U.; FERROZE, A. Emergency Department Visits with Heat Stroke in the Largest Metropolitan City of a Pakistan-A Single Center Cross Sectional Study. **Journal of Pioneering Medical Sciences**, v. 6, n. 2, 2016.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338–353, jun. 1965.

ZHANG, Z.; QU, J.; ZENG, J. A quantitative comparison and analysis on the assessment indicators of greenhouse gases emission. **Journal of Geographical Sciences**, v. 18, n. 4, p. 387-399, 2008.

ZULLO JUNIOR, J.; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. Impact assessment study of climate change on agricultural zoning. **Meteorological Applications**, v. Supplement, p. 69–80, 2006.

ZULLO JUNIOR, J.; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, S. R. M. Potential Economic Impacts of Global Warming on Two Brazilian Commodities, According to IPCC Prognostics. **Terrae**, v. 3, n. 1, p. 28–39, 2008.

ZUO, J.; PULLEN, S.; PALMER, J.; BENNETTS, H.; CHILESHE, N.; MA, T. Impacts of heat waves and corresponding measures: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 92, p. 1-12, 2015.

8. APÊNDICE

APÊNDICE A – TABELAS COM PROJEÇÕES DE MORTALIDADE PARA AVES DE 30 E 70 SEMANAS DE IDADE PARA OS CENÁRIOS RCP2.6 (OTIMISTA) E RCP8.5 (PESSIMISTA) NOS ANOS DE 2030, 2050 E 2100

Tabela 31 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2030 para aves de 30 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+0,2°C	+1,2°C	+0,2°C	+ 1,2°C		+ 0,2°C	+ 1,2°C
01	33,5	34,5	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	33,9	34,9	3	4	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	33,45	34,45	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	32,65	33,65	2	3	30	“ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,15	34,15	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	32,5	33,5	2	3	30	“NORMAL”	“MUITO ALTA”
07	32,63	33,63	3	4	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	32,7	33,7	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	32,77	33,77	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	35,85	36,85	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35	36	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	35,56	36,56	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	35,82	36,82	7	10	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,07	34,07	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	33,77	34,77	11	14	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	35,27	36,27	7	10	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	34,45	35,45	8	11	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	33,7	34,7	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 32 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2030 para aves de 70 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 0,2°C	+ 1,2°C	+ 0,2°C	+ 1,2°C		+ 0,2°C	+ 1,2°C
01	33,5	34,5	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	33,9	34,9	3	4	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	33,45	34,45	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	32,65	33,65	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,15	34,15	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	32,5	33,5	2	3	70	“ALTA”	“MUITO ALTA”
07	32,63	33,63	3	4	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	32,7	33,7	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	32,77	33,77	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	35,85	36,85	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35	36	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	35,56	36,56	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	35,82	36,82	7	10	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,07	34,07	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	33,77	34,77	11	14	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	35,27	36,27	7	10	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	34,45	35,45	8	11	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	33,7	34,7	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 33 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2050 para aves de 30 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 0,3°C	+ 1,8°C	+ 0,3°C	+ 1,8°C		+ 0,3°C	+ 1,8°C
01	33,6	35,1	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	34	35,5	3	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	33,55	35,05	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	32,75	34,25	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,25	34,75	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	32,6	34,1	2	3	30	“ALTA”	“MUITO ALTA”
07	32,73	34,23	3	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	32,8	34,3	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	32,87	34,37	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	35,95	37,45	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35,1	36,6	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	35,66	37,16	5	8	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	35,92	37,42	8	11	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,17	34,67	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	33,87	35,37	11	16	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	35,37	36,87	8	11	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	34,55	36,05	9	13	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	33,8	35,3	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 34 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2050 para aves de 70 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 0,3°C	+ 1,8°C	+ 0,3°C	+ 1,8°C		+ 0,3°C	+ 1,8°C
01	33,6	35,1	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	34	35,5	3	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	33,55	35,05	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	32,75	34,25	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,25	34,75	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	32,6	34,1	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	32,73	34,23	3	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	32,8	34,3	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	32,87	34,37	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	35,95	37,45	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35,1	36,6	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	35,66	37,16	5	8	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	35,92	37,42	8	11	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,17	34,67	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	33,87	35,37	11	16	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	35,37	36,87	8	11	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	34,55	36,05	9	13	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	33,8	35,3	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 35 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2100 para aves de 30 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 0,4°C	+ 1,9°C	+ 0,4°C	+ 1,9°C		+ 0,4°C	+ 1,9°C
01	33,7	35,2	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	34,1	35,6	3	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	33,65	35,15	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	32,85	34,35	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,35	34,85	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	32,7	34,2	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	32,83	34,33	3	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	32,9	34,4	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	32,97	34,47	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	36,05	37,55	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35,2	36,7	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	35,76	37,26	6	8	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	36,02	37,52	8	12	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,27	34,77	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	33,97	35,47	11	17	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	35,47	36,97	8	12	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	34,65	36,15	9	13	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	33,9	35,4	4	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 36 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP2.6 (otimista) para o ano de 2100 para aves de 70 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 0,4°C	+ 1,9°C	+ 0,4°C	+ 1,9°C		+ 0,4°C	+ 1,9°C
01	33,7	35,2	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	34,1	35,6	3	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	33,65	35,15	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	32,85	34,35	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,35	34,85	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	32,7	34,2	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	32,83	34,33	3	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	32,9	34,4	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	32,97	34,47	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	36,05	37,55	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35,2	36,7	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	35,76	37,26	6	8	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	36,02	37,52	8	12	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,27	34,77	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	33,97	35,47	11	17	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	35,47	36,97	8	12	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	34,65	36,15	9	13	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	33,9	35,4	4	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 37 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2030 para aves de 30 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 0,4°C	+ 1,6°C	+ 0,4°C	+ 1,6°C		+ 0,4°C	+ 1,6°C
01	33,7	34,9	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	34,1	35,3	3	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	33,65	34,85	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	32,85	34,05	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,35	34,55	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	32,7	33,9	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	32,83	34,03	3	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	32,9	34,1	2	3	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	32,97	34,17	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	36,05	37,25	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35,2	36,4	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	35,76	36,96	6	8	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	36,02	37,22	8	11	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,27	34,47	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	33,97	35,17	11	16	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	35,47	36,67	8	11	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	34,65	35,85	9	13	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	33,9	35,1	4	6	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 38 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2030 para aves de 70 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 0,4°C	+ 1,6°C	+ 0,4°C	+ 1,6°C		+ 0,4°C	+ 1,6°C
01	33,7	34,9	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	34,1	35,3	3	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	33,65	34,85	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	32,85	34,05	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,35	34,55	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	32,7	33,9	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	32,83	34,03	3	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	32,9	34,1	2	3	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	32,97	34,17	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	36,05	37,25	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35,2	36,4	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	35,76	36,96	6	8	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	36,02	37,22	8	11	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,27	34,47	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	33,97	35,17	11	16	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	35,47	36,67	8	11	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	34,65	35,85	9	13	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	33,9	35,1	4	6	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 39 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2050 para aves de 30 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 1,0°C	+ 2,6°C	+ 1,0°C	+ 2,6°C		+ 1,0°C	+ 2,6°C
01	34,3	35,9	3	4	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	34,7	36,3	4	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	34,25	35,85	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	33,45	35,05	3	4	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,95	35,55	3	4	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	33,3	34,9	3	4	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	33,43	35,03	4	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	33,5	35,1	3	4	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	33,57	35,17	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	36,65	38,25	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35,8	37,4	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	36,36	37,96	7	9	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	36,62	38,22	9	13	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,87	35,47	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	34,57	36,17	13	18	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	36,07	37,67	9	13	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	35,25	36,85	11	15	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	34,5	36,1	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 40 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2050 para aves de 70 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 1,0°C	+ 2,6°C	+ 1,0°C	+ 2,6°C		+ 1,0°C	+ 2,6°C
01	34,3	35,9	3	4	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	34,7	36,3	4	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	34,25	35,85	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	33,45	35,05	3	4	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	33,95	35,55	3	4	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	33,3	34,9	3	4	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	33,43	35,03	4	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	33,5	35,1	3	4	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	33,57	35,17	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	36,65	38,25	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	35,8	37,4	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	36,36	37,96	7	9	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	36,62	38,22	9	13	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	33,87	35,47	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	34,57	36,17	13	18	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	36,07	37,67	9	13	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	35,25	36,85	11	15	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	34,5	36,1	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 41 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2100 para aves de 30 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 2,4°C	+ 5,6°C	+ 2,4°C	+ 5,6°C		+ 2,4°C	+ 5,6°C
01	35,7	38,9	4	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	36,1	39,3	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	35,65	38,85	7	10	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	34,85	38,05	4	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	35,35	38,55	4	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	34,7	37,9	4	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	34,83	38,03	5	7	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	34,9	38,1	4	5	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	34,97	38,17	7	10	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	38,05	41,25	7	10	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	37,2	40,4	7	10	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	37,76	40,96	9	12	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	38,02	41,22	12	17	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	35,27	38,47	7	10	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	35,97	39,17	18	24	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	37,47	40,67	12	17	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	36,65	39,85	14	19	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	35,9	39,1	7	10	30	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

Tabela 42 - Projeção de mortalidade para o cenário RCP8.5 (pessimista) para o ano de 2100 para aves de 70 semanas de idade

ONDA DE CALOR	TEMPERATURA (°C)		DURAÇÃO (DIAS)		IDADE (SEMANAS)	MORTALIDADE	
	+ 2,4°C	+ 5,6°C	+ 2,4°C	+ 5,6°C		+ 2,4°C	+ 5,6°C
01	35,7	38,9	4	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
02	36,1	39,3	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
03	35,65	38,85	7	10	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
04	34,85	38,05	4	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
05	35,35	38,55	4	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
06	34,7	37,9	4	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
07	34,83	38,03	5	7	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
08	34,9	38,1	4	5	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
09	34,97	38,17	7	10	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
10	38,05	41,25	7	10	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
11	37,2	40,4	7	10	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
12	37,76	40,96	9	12	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
13	38,02	41,22	12	17	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
14	35,27	38,47	7	10	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
15	35,97	39,17	18	24	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
16	37,47	40,67	12	17	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
17	36,65	39,85	14	19	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”
18	35,9	39,1	7	10	70	“MUITO ALTA”	“MUITO ALTA”

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações fornecidos pelo INMET (2017c) e IPCC (2014b).

**APÊNDICE B – DATAS DE TEMPERATURA MÁXIMA COM VALORES VAZIOS
NO BANCO DE DADOS DO INMET**

01/10/1961	17/11/1961	04/04/1963	21/02/1964	09/09/1965	26/10/1965
02/10/1961	18/11/1961	05/04/1963	22/02/1964	10/09/1965	27/10/1965
03/10/1961	19/11/1961	06/04/1963	23/02/1964	11/09/1965	28/10/1965
04/10/1961	20/11/1961	07/04/1963	24/02/1964	12/09/1965	29/10/1965
05/10/1961	21/11/1961	08/04/1963	25/02/1964	13/09/1965	30/10/1965
06/10/1961	22/11/1961	09/04/1963	26/02/1964	14/09/1965	31/10/1965
07/10/1961	23/11/1961	10/04/1963	27/02/1964	15/09/1965	01/11/1965
08/10/1961	24/11/1961	11/04/1963	28/02/1964	16/09/1965	02/11/1965
09/10/1961	25/11/1961	12/04/1963	29/02/1964	17/09/1965	03/11/1965
10/10/1961	26/11/1961	13/04/1963	01/04/1965	18/09/1965	04/11/1965
11/10/1961	27/11/1961	14/04/1963	02/04/1965	19/09/1965	05/11/1965
12/10/1961	28/11/1961	15/04/1963	03/04/1965	20/09/1965	06/11/1965
13/10/1961	29/11/1961	16/04/1963	04/04/1965	21/09/1965	07/11/1965
14/10/1961	30/11/1961	17/04/1963	05/04/1965	22/09/1965	08/11/1965
15/10/1961	01/06/1962	18/04/1963	06/04/1965	23/09/1965	09/11/1965
16/10/1961	02/06/1962	19/04/1963	07/04/1965	24/09/1965	10/11/1965
17/10/1961	03/06/1962	20/04/1963	08/04/1965	25/09/1965	11/11/1965
18/10/1961	04/06/1962	21/04/1963	09/04/1965	26/09/1965	12/11/1965
19/10/1961	05/06/1962	22/04/1963	10/04/1965	27/09/1965	13/11/1965
20/10/1961	06/06/1962	23/04/1963	11/04/1965	28/09/1965	14/11/1965
21/10/1961	07/06/1962	24/04/1963	12/04/1965	29/09/1965	15/11/1965
22/10/1961	08/06/1962	25/04/1963	13/04/1965	30/09/1965	16/11/1965
23/10/1961	09/06/1962	26/04/1963	14/04/1965	01/10/1965	17/11/1965
24/10/1961	10/06/1962	27/04/1963	15/04/1965	02/10/1965	18/11/1965
25/10/1961	11/06/1962	28/04/1963	16/04/1965	03/10/1965	19/11/1965
26/10/1961	12/06/1962	29/04/1963	17/04/1965	04/10/1965	20/11/1965
27/10/1961	13/06/1962	30/04/1963	18/04/1965	05/10/1965	21/11/1965
28/10/1961	14/06/1962	01/02/1964	19/04/1965	06/10/1965	22/11/1965
29/10/1961	15/06/1962	02/02/1964	20/04/1965	07/10/1965	23/11/1965
30/10/1961	16/06/1962	03/02/1964	21/04/1965	08/10/1965	24/11/1965
31/10/1961	17/06/1962	04/02/1964	22/04/1965	09/10/1965	25/11/1965
01/11/1961	18/06/1962	05/02/1964	23/04/1965	10/10/1965	26/11/1965
02/11/1961	19/06/1962	06/02/1964	24/04/1965	11/10/1965	27/11/1965
03/11/1961	20/06/1962	07/02/1964	25/04/1965	12/10/1965	28/11/1965
04/11/1961	21/06/1962	08/02/1964	26/04/1965	13/10/1965	29/11/1965
05/11/1961	22/06/1962	09/02/1964	27/04/1965	14/10/1965	30/11/1965
06/11/1961	23/06/1962	10/02/1964	28/04/1965	15/10/1965	01/12/1965
07/11/1961	24/06/1962	11/02/1964	29/04/1965	16/10/1965	02/12/1965
08/11/1961	25/06/1962	12/02/1964	30/04/1965	17/10/1965	03/12/1965
09/11/1961	26/06/1962	13/02/1964	01/09/1965	18/10/1965	04/12/1965
10/11/1961	27/06/1962	14/02/1964	02/09/1965	19/10/1965	05/12/1965
11/11/1961	28/06/1962	15/02/1964	03/09/1965	20/10/1965	06/12/1965
12/11/1961	29/06/1962	16/02/1964	04/09/1965	21/10/1965	07/12/1965
13/11/1961	30/06/1962	17/02/1964	05/09/1965	22/10/1965	08/12/1965
14/11/1961	01/04/1963	18/02/1964	06/09/1965	23/10/1965	09/12/1965
15/11/1961	02/04/1963	19/02/1964	07/09/1965	24/10/1965	10/12/1965
16/11/1961	03/04/1963	20/02/1964	08/09/1965	25/10/1965	11/12/1965

12/12/1965	27/08/1966	16/10/1966	19/10/1967	10/10/1973	26/02/1985
13/12/1965	28/08/1966	17/10/1966	20/10/1967	11/10/1973	27/02/1985
14/12/1965	29/08/1966	18/10/1966	21/10/1967	12/10/1973	28/02/1985
15/12/1965	30/08/1966	19/10/1966	22/10/1967	13/10/1973	01/03/1985
16/12/1965	31/08/1966	20/10/1966	23/10/1967	14/10/1973	02/03/1985
17/12/1965	01/09/1966	21/10/1966	24/10/1967	15/10/1973	03/03/1985
18/12/1965	02/09/1966	22/10/1966	25/10/1967	16/10/1973	04/03/1985
19/12/1965	03/09/1966	23/10/1966	26/10/1967	17/10/1973	05/03/1985
20/12/1965	04/09/1966	24/10/1966	27/10/1967	18/10/1973	06/03/1985
21/12/1965	05/09/1966	25/10/1966	28/10/1967	19/10/1973	07/03/1985
22/12/1965	06/09/1966	26/10/1966	29/10/1967	20/10/1973	08/03/1985
23/12/1965	07/09/1966	27/10/1966	30/10/1967	21/10/1973	09/03/1985
24/12/1965	08/09/1966	28/10/1966	31/10/1967	22/10/1973	10/03/1985
25/12/1965	09/09/1966	12/09/1967	01/11/1967	23/10/1973	11/03/1985
26/12/1965	10/09/1966	13/09/1967	02/11/1967	24/10/1973	12/03/1985
27/12/1965	11/09/1966	14/09/1967	03/11/1967	25/10/1973	13/03/1985
28/12/1965	12/09/1966	15/09/1967	04/11/1967	26/10/1973	14/03/1985
29/12/1965	13/09/1966	16/09/1967	05/11/1967	27/10/1973	15/03/1985
30/12/1965	14/09/1966	17/09/1967	06/11/1967	28/10/1973	16/03/1985
31/12/1965	15/09/1966	18/09/1967	07/11/1967	29/10/1973	17/03/1985
01/01/1966	16/09/1966	19/09/1967	08/11/1967	30/10/1973	18/03/1985
29/07/1966	17/09/1966	20/09/1967	09/11/1967	31/10/1973	19/03/1985
30/07/1966	18/09/1966	21/09/1967	10/11/1967	14/03/1979	20/03/1985
31/07/1966	19/09/1966	22/09/1967	11/11/1967	24/03/1981	21/03/1985
01/08/1966	20/09/1966	23/09/1967	12/11/1967	14/10/1981	22/03/1985
02/08/1966	21/09/1966	24/09/1967	13/11/1967	01/02/1985	23/03/1985
03/08/1966	22/09/1966	25/09/1967	14/11/1967	02/02/1985	24/03/1985
04/08/1966	23/09/1966	26/09/1967	15/11/1967	03/02/1985	25/03/1985
05/08/1966	24/09/1966	27/09/1967	16/11/1967	04/02/1985	26/03/1985
06/08/1966	25/09/1966	28/09/1967	17/11/1967	05/02/1985	27/03/1985
07/08/1966	26/09/1966	29/09/1967	18/11/1967	06/02/1985	28/03/1985
08/08/1966	27/09/1966	30/09/1967	19/11/1967	07/02/1985	29/03/1985
09/08/1966	28/09/1966	01/10/1967	20/11/1967	08/02/1985	30/03/1985
10/08/1966	29/09/1966	02/10/1967	21/11/1967	09/02/1985	31/03/1985
11/08/1966	30/09/1966	03/10/1967	22/11/1967	10/02/1985	01/04/1985
12/08/1966	01/10/1966	04/10/1967	23/11/1967	11/02/1985	02/04/1985
13/08/1966	02/10/1966	05/10/1967	20/07/1970	12/02/1985	03/04/1985
14/08/1966	03/10/1966	06/10/1967	21/07/1970	13/02/1985	04/04/1985
15/08/1966	04/10/1966	07/10/1967	22/07/1970	14/02/1985	05/04/1985
16/08/1966	05/10/1966	08/10/1967	04/02/1971	15/02/1985	06/04/1985
17/08/1966	06/10/1966	09/10/1967	05/02/1971	16/02/1985	07/04/1985
18/08/1966	07/10/1966	10/10/1967	01/10/1973	17/02/1985	08/04/1985
19/08/1966	08/10/1966	11/10/1967	02/10/1973	18/02/1985	09/04/1985
20/08/1966	09/10/1966	12/10/1967	03/10/1973	19/02/1985	10/04/1985
21/08/1966	10/10/1966	13/10/1967	04/10/1973	20/02/1985	11/04/1985
22/08/1966	11/10/1966	14/10/1967	05/10/1973	21/02/1985	12/04/1985
23/08/1966	12/10/1966	15/10/1967	06/10/1973	22/02/1985	13/04/1985
24/08/1966	13/10/1966	16/10/1967	07/10/1973	23/02/1985	14/04/1985
25/08/1966	14/10/1966	17/10/1967	08/10/1973	24/02/1985	15/04/1985
26/08/1966	15/10/1966	18/10/1967	09/10/1973	25/02/1985	16/04/1985

17/04/1985	06/06/1985	26/07/1985	14/09/1985	03/11/1985	23/12/1985
18/04/1985	07/06/1985	27/07/1985	15/09/1985	04/11/1985	24/12/1985
19/04/1985	08/06/1985	28/07/1985	16/09/1985	05/11/1985	25/12/1985
20/04/1985	09/06/1985	29/07/1985	17/09/1985	06/11/1985	26/12/1985
21/04/1985	10/06/1985	30/07/1985	18/09/1985	07/11/1985	27/12/1985
22/04/1985	11/06/1985	31/07/1985	19/09/1985	08/11/1985	28/12/1985
23/04/1985	12/06/1985	01/08/1985	20/09/1985	09/11/1985	29/12/1985
24/04/1985	13/06/1985	02/08/1985	21/09/1985	10/11/1985	30/12/1985
25/04/1985	14/06/1985	03/08/1985	22/09/1985	11/11/1985	31/12/1985
26/04/1985	15/06/1985	04/08/1985	23/09/1985	12/11/1985	01/03/1988
27/04/1985	16/06/1985	05/08/1985	24/09/1985	13/11/1985	02/03/1988
28/04/1985	17/06/1985	06/08/1985	25/09/1985	14/11/1985	03/03/1988
29/04/1985	18/06/1985	07/08/1985	26/09/1985	15/11/1985	04/03/1988
30/04/1985	19/06/1985	08/08/1985	27/09/1985	16/11/1985	05/03/1988
01/05/1985	20/06/1985	09/08/1985	28/09/1985	17/11/1985	06/03/1988
02/05/1985	21/06/1985	10/08/1985	29/09/1985	18/11/1985	07/03/1988
03/05/1985	22/06/1985	11/08/1985	30/09/1985	19/11/1985	08/03/1988
04/05/1985	23/06/1985	12/08/1985	01/10/1985	20/11/1985	09/03/1988
05/05/1985	24/06/1985	13/08/1985	02/10/1985	21/11/1985	10/03/1988
06/05/1985	25/06/1985	14/08/1985	03/10/1985	22/11/1985	11/03/1988
07/05/1985	26/06/1985	15/08/1985	04/10/1985	23/11/1985	12/03/1988
08/05/1985	27/06/1985	16/08/1985	05/10/1985	24/11/1985	13/03/1988
09/05/1985	28/06/1985	17/08/1985	06/10/1985	25/11/1985	14/03/1988
10/05/1985	29/06/1985	18/08/1985	07/10/1985	26/11/1985	15/03/1988
11/05/1985	30/06/1985	19/08/1985	08/10/1985	27/11/1985	16/03/1988
12/05/1985	01/07/1985	20/08/1985	09/10/1985	28/11/1985	17/03/1988
13/05/1985	02/07/1985	21/08/1985	10/10/1985	29/11/1985	18/03/1988
14/05/1985	03/07/1985	22/08/1985	11/10/1985	30/11/1985	19/03/1988
15/05/1985	04/07/1985	23/08/1985	12/10/1985	01/12/1985	20/03/1988
16/05/1985	05/07/1985	24/08/1985	13/10/1985	02/12/1985	21/03/1988
17/05/1985	06/07/1985	25/08/1985	14/10/1985	03/12/1985	22/03/1988
18/05/1985	07/07/1985	26/08/1985	15/10/1985	04/12/1985	23/03/1988
19/05/1985	08/07/1985	27/08/1985	16/10/1985	05/12/1985	24/03/1988
20/05/1985	09/07/1985	28/08/1985	17/10/1985	06/12/1985	25/03/1988
21/05/1985	10/07/1985	29/08/1985	18/10/1985	07/12/1985	26/03/1988
22/05/1985	11/07/1985	30/08/1985	19/10/1985	08/12/1985	27/03/1988
23/05/1985	12/07/1985	31/08/1985	20/10/1985	09/12/1985	28/03/1988
24/05/1985	13/07/1985	01/09/1985	21/10/1985	10/12/1985	29/03/1988
25/05/1985	14/07/1985	02/09/1985	22/10/1985	11/12/1985	30/03/1988
26/05/1985	15/07/1985	03/09/1985	23/10/1985	12/12/1985	31/03/1988
27/05/1985	16/07/1985	04/09/1985	24/10/1985	13/12/1985	01/04/1988
28/05/1985	17/07/1985	05/09/1985	25/10/1985	14/12/1985	02/04/1988
29/05/1985	18/07/1985	06/09/1985	26/10/1985	15/12/1985	03/04/1988
30/05/1985	19/07/1985	07/09/1985	27/10/1985	16/12/1985	04/04/1988
31/05/1985	20/07/1985	08/09/1985	28/10/1985	17/12/1985	05/04/1988
01/06/1985	21/07/1985	09/09/1985	29/10/1985	18/12/1985	06/04/1988
02/06/1985	22/07/1985	10/09/1985	30/10/1985	19/12/1985	07/04/1988
03/06/1985	23/07/1985	11/09/1985	31/10/1985	20/12/1985	08/04/1988
04/06/1985	24/07/1985	12/09/1985	01/11/1985	21/12/1985	09/04/1988
05/06/1985	25/07/1985	13/09/1985	02/11/1985	22/12/1985	10/04/1988

11/04/1988	11/05/1995	30/01/2005	21/03/2005	10/05/2005	29/06/2005
12/04/1988	01/02/1996	31/01/2005	22/03/2005	11/05/2005	30/06/2005
13/04/1988	01/10/1996	01/02/2005	23/03/2005	12/05/2005	19/02/2006
14/04/1988	12/11/1996	02/02/2005	24/03/2005	13/05/2005	07/06/2009
15/04/1988	16/03/1997	03/02/2005	25/03/2005	14/05/2005	23/09/2009
16/04/1988	17/03/1997	04/02/2005	26/03/2005	15/05/2005	31/01/2010
17/04/1988	29/03/1997	05/02/2005	27/03/2005	16/05/2005	06/02/2010
18/04/1988	31/03/1997	06/02/2005	28/03/2005	17/05/2005	24/04/2010
19/04/1988	01/04/1997	07/02/2005	29/03/2005	18/05/2005	02/05/2010
20/04/1988	06/04/1997	08/02/2005	30/03/2005	19/05/2005	26/06/2010
21/04/1988	01/05/1997	09/02/2005	31/03/2005	20/05/2005	04/07/2010
22/04/1988	28/05/1997	10/02/2005	01/04/2005	21/05/2005	07/07/2010
23/04/1988	01/06/1997	11/02/2005	02/04/2005	22/05/2005	11/07/2010
24/04/1988	11/10/1997	12/02/2005	03/04/2005	23/05/2005	12/07/2010
25/04/1988	27/10/1997	13/02/2005	04/04/2005	24/05/2005	13/07/2010
26/04/1988	01/11/1997	14/02/2005	05/04/2005	25/05/2005	14/07/2010
27/04/1988	06/06/1998	15/02/2005	06/04/2005	26/05/2005	15/07/2010
28/04/1988	15/12/1998	16/02/2005	07/04/2005	27/05/2005	16/07/2010
29/04/1988	23/12/1998	17/02/2005	08/04/2005	28/05/2005	17/07/2010
30/04/1988	25/11/2002	18/02/2005	09/04/2005	29/05/2005	18/07/2010
09/01/1991	19/01/2003	19/02/2005	10/04/2005	30/05/2005	19/07/2010
16/01/1991	01/01/2005	20/02/2005	11/04/2005	31/05/2005	20/07/2010
17/09/1991	02/01/2005	21/02/2005	12/04/2005	01/06/2005	21/07/2010
30/09/1991	03/01/2005	22/02/2005	13/04/2005	02/06/2005	22/07/2010
02/10/1991	04/01/2005	23/02/2005	14/04/2005	03/06/2005	23/07/2010
07/10/1991	05/01/2005	24/02/2005	15/04/2005	04/06/2005	24/07/2010
12/02/1992	06/01/2005	25/02/2005	16/04/2005	05/06/2005	25/07/2010
31/05/1992	07/01/2005	26/02/2005	17/04/2005	06/06/2005	26/07/2010
02/06/1992	08/01/2005	27/02/2005	18/04/2005	07/06/2005	27/07/2010
21/10/1992	09/01/2005	28/02/2005	19/04/2005	08/06/2005	28/07/2010
17/01/1993	10/01/2005	01/03/2005	20/04/2005	09/06/2005	29/07/2010
29/01/1993	11/01/2005	02/03/2005	21/04/2005	10/06/2005	30/07/2010
10/03/1993	12/01/2005	03/03/2005	22/04/2005	11/06/2005	31/07/2010
10/05/1993	13/01/2005	04/03/2005	23/04/2005	12/06/2005	01/08/2010
27/06/1993	14/01/2005	05/03/2005	24/04/2005	13/06/2005	08/08/2010
27/07/1993	15/01/2005	06/03/2005	25/04/2005	14/06/2005	10/08/2010
04/08/1993	16/01/2005	07/03/2005	26/04/2005	15/06/2005	15/08/2010
07/08/1993	17/01/2005	08/03/2005	27/04/2005	16/06/2005	22/08/2010
23/08/1993	18/01/2005	09/03/2005	28/04/2005	17/06/2005	29/08/2010
02/10/1993	19/01/2005	10/03/2005	29/04/2005	18/06/2005	25/09/2010
31/10/1993	20/01/2005	11/03/2005	30/04/2005	19/06/2005	03/10/2010
11/03/1994	21/01/2005	12/03/2005	01/05/2005	20/06/2005	17/10/2010
15/03/1994	22/01/2005	13/03/2005	02/05/2005	21/06/2005	31/10/2010
18/05/1994	23/01/2005	14/03/2005	03/05/2005	22/06/2005	11/11/2010
19/05/1994	24/01/2005	15/03/2005	04/05/2005	23/06/2005	30/11/2010
05/07/1994	25/01/2005	16/03/2005	05/05/2005	24/06/2005	19/12/2010
12/07/1994	26/01/2005	17/03/2005	06/05/2005	25/06/2005	24/12/2010
09/08/1994	27/01/2005	18/03/2005	07/05/2005	26/06/2005	01/01/2011
12/09/1994	28/01/2005	19/03/2005	08/05/2005	27/06/2005	02/01/2011
26/10/1994	29/01/2005	20/03/2005	09/05/2005	28/06/2005	14/01/2011

26/02/2011	27/11/2011
20/04/2011	04/12/2011
21/04/2011	25/12/2011
22/04/2011	12/02/2012
23/04/2011	19/02/2012
24/04/2011	28/02/2012
30/04/2011	04/03/2012
01/05/2011	11/03/2012
29/05/2011	12/03/2012
05/06/2011	14/03/2012
11/06/2011	18/03/2012
12/06/2011	25/03/2012
13/06/2011	29/03/2012
14/06/2011	01/04/2012
15/06/2011	04/04/2012
16/06/2011	06/04/2012
17/06/2011	07/04/2012
18/06/2011	15/04/2012
19/06/2011	16/04/2012
20/06/2011	20/04/2012
21/06/2011	21/04/2012
22/06/2011	22/04/2012
23/06/2011	23/04/2012
24/06/2011	24/04/2012
25/06/2011	25/04/2012
26/06/2011	26/04/2012
27/06/2011	27/04/2012
28/06/2011	28/04/2012
29/06/2011	29/04/2012
30/06/2011	30/04/2012
10/07/2011	01/05/2012
17/07/2011	02/05/2012
24/07/2011	03/05/2012
31/07/2011	04/05/2012
01/08/2011	05/05/2012
21/08/2011	06/05/2012
02/09/2011	07/05/2012
03/09/2011	08/05/2012
04/09/2011	09/05/2012
07/10/2011	10/05/2012
06/11/2011	13/05/2012
07/11/2011	16/05/2012
13/11/2011	19/05/2012
15/11/2011	26/05/2012
16/11/2011	27/05/2012
17/11/2011	29/05/2012
18/11/2011	
19/11/2011	
20/11/2011	
26/11/2011	

9. ANEXOS

ANEXO A – Ambientes Interno e Externo dos Aviários da Granja 1

Figura 50 - Ambiente Interno e Externo do Aviário A da Granja 1



Fonte: RIQUENA (2017).

Figura 51 - Ambiente Interno e Externo do Aviário B da Granja 1



Fonte: RIQUENA, 2017.

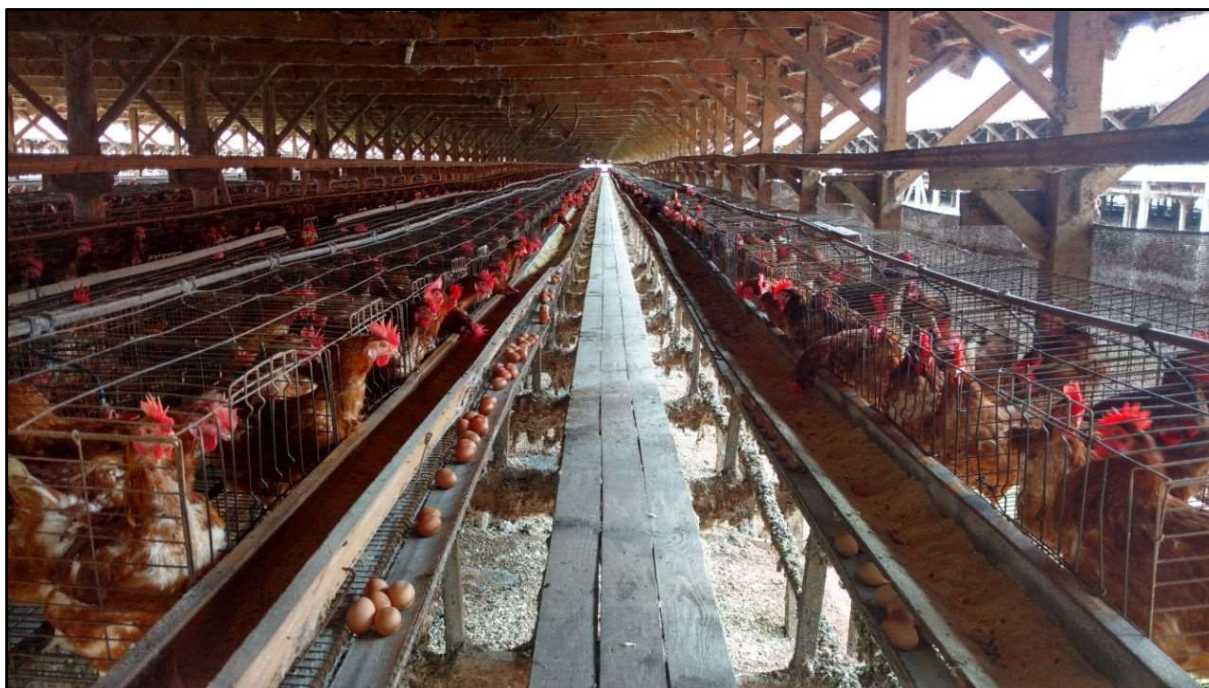
ANEXO B – Ambiente Interno e Externo dos Aviários da Granja 2**Figura 52 - Ambiente Interno do Aviário C da Granja 2**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 53 - Ambiente Interno do Aviário F da Granja 2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 54 - Ambiente Interno do Aviário J da Granja 2



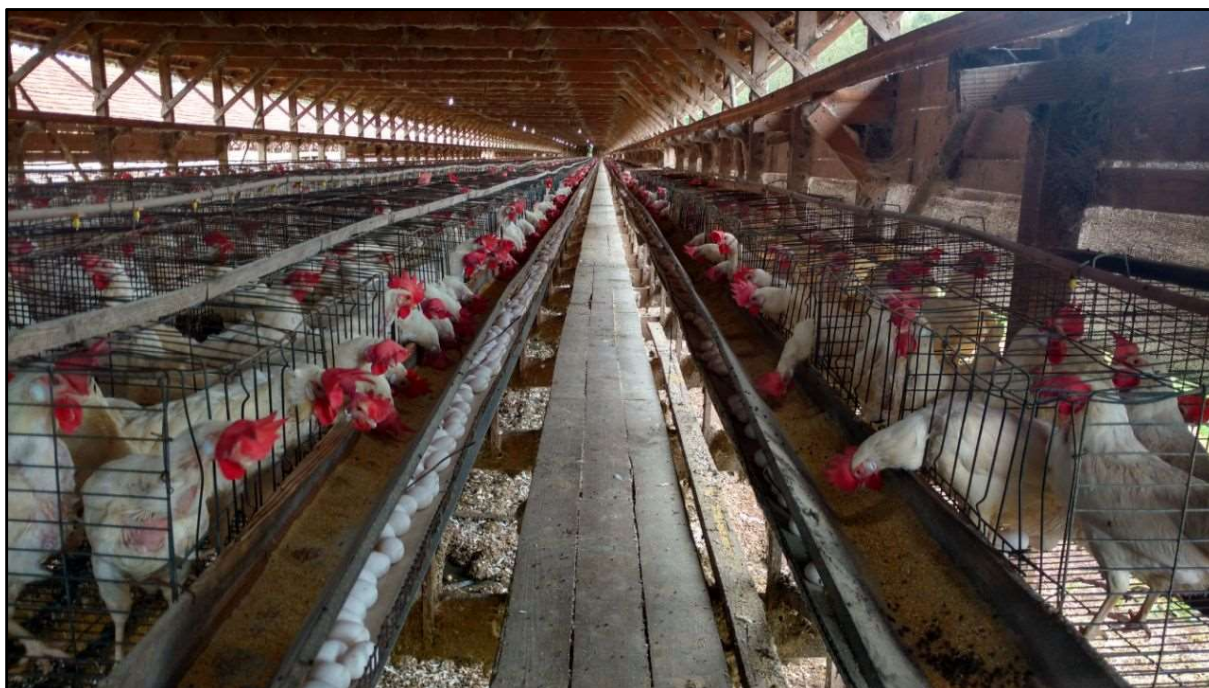
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 55 - Ambiente Interno do Aviário R da Granja 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 56 - Ambiente Interno do Aviário U da Granja 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 57 - Ambiente Externo do Aviário C da Granja 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 58 - Ambiente Externo do Aviário D da Granja 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 59 - Ambiente Externo do Aviário G da Granja 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 60 - Ambiente Externo do Aviário M da Granja 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 61 - Ambiente Externo do Aviário S da Granja 2



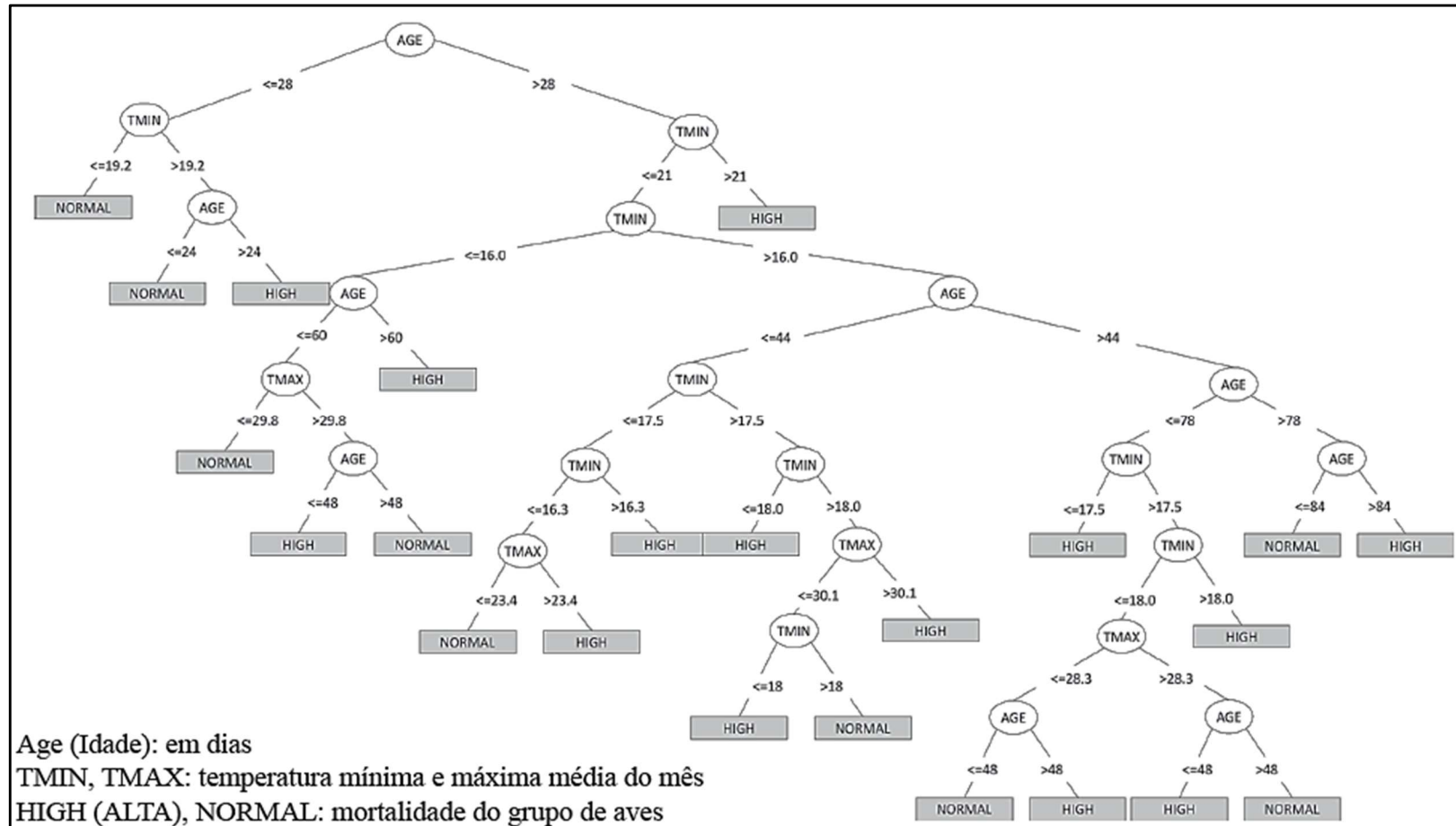
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 62 - Ambiente Externo do Aviário Y da Granja 2

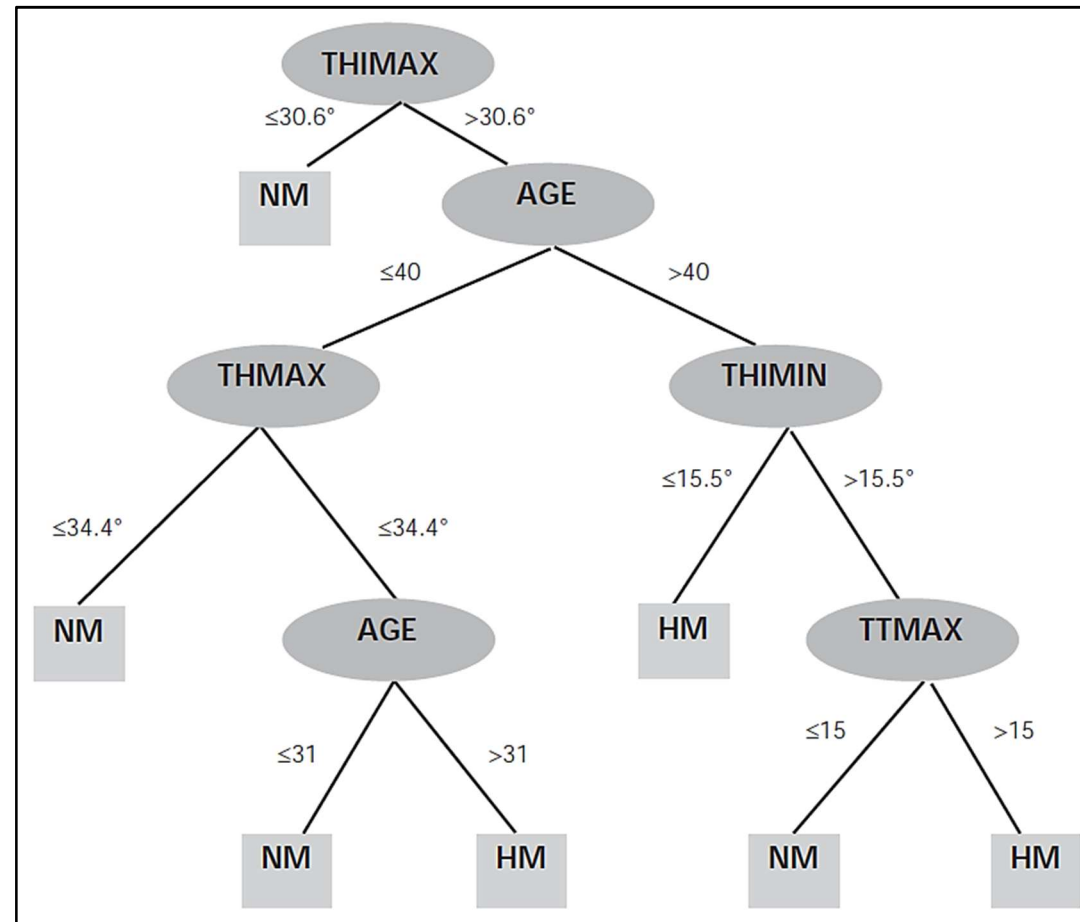


Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO C – Árvore de decisão para estimativa de mortalidade de poedeiras em função do aumento de temperatura ambiente (PEREIRA *et al.*, 2010).



ANEXO D – Árvore de decisão para alta mortalidade do frango devido a ondas de calor (VALE *et al.*, 2010).



THIMAX: Índice diário mínimo de temperatura e umidade em °C; THIMIN: Índice diário mínimo de temperatura e umidade em °C; THMAX: Temperatura máxima diária; TTMAX: Tempo de ocorrência de temperatura máxima diária; AGE: Idade da Ave; NM: Mortalidade Normal; HM: Alta Mortalidade.

ANEXO E – Árvores de decisão gerada após retirada de registros com Mortalidade Alta (MA) considerando dias que não foram apontados como onda de calor por nenhum dos critérios (RIQUENA, 2017).

