

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Emanuel Luis Christmann

**ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO PARA FRANGOS DE CORTE  
NO RS EM CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA**

Cachoeira do Sul, RS  
2022

Emanuel Luis Christmann

**ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO PARA FRANGOS DE CORTE NO RS  
EM CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola, Campus Cachoeira do Sul, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Engenheiro Agrícola**.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Zanandra Boff de Oliveira

Cachoeira do Sul, RS  
2022

**Emanuel Luis Christmann**

**ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO PARA FRANGOS DE CORTE NO RS  
EM CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola, Campus Cachoeira do Sul, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Engenheiro Agrícola**.

Aprovado em 22 de julho de 2022.

---

**Zanandra Boff de Oliveira, Dr. (UFSM)  
(Presidente/Orientadora)**

---

**Eduardo Leonel Bottega, Dr. (UFSM)**

---

**Tiago Rodrigo Francetto, Dr (UFSM)**

Cachoeira do Sul, RS  
2022

## RESUMO

### ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO PARA FRANGOS DE CORTE NO RS EM CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA

AUTOR: Emanuel Luis Christmann  
ORIENTADORA: Zanandra Boff de Oliveira

A realização de estudos que avaliem os possíveis impactos da mudança climática na produção animal é importante para o planejamento e a definição de estratégias de produção que garantam a soberania e a segurança alimentar. Por esse caminho, o objetivo deste trabalho é analisar o conforto térmico para frangos de corte no Rio Grande do Sul em cenários de mudança climática de sete municípios do estado, considerados os maiores produtores de frango. Os valores de temperatura utilizados na pesquisa foram obtidos do banco de dados de estações meteorológicas do INMET para o período de 2000 a 2020. Foram analisados valores médios, máximos e mínimos mensais para cada município, denominados como valores atuais. A partir destes, foram criados cenários de mudança climática com acréscimos de temperatura da seguinte forma: +1,5°C (cenário 1); + 3°C (cenário 2); + 5°C (cenário 3). Posteriormente, os valores de temperatura obtidos foram confrontados com os valores de conforto térmico para frangos de corte da primeira à sexta semana de vida, disponíveis na literatura. Nas condições atuais, o estresse por frio pode ocorrer em todos os meses do ano e para todas as semanas de vida dos animais e não há uma alteração nessa condição com os cenários de mudança climática, mesmo os mais severos. O estresse calórico é preponderante para animais a partir da quarta semana de vida e se acentua nos cenários de mudança climática, sobretudo nos meses de verão. O conforto térmico que hoje ocorre na parte da tarde em alguns meses do ano para animais de primeira à quarta semana de vida sofrerá uma redução no período de 26%, 41% e 61%, respectivamente, para os cenários 1, 2 e 3, se confirmada a mudança climática. Para a manutenção das condições térmicas ideais para os animais, são necessárias práticas de condicionamento térmico, tanto para aumentar quanto para reduzir a temperatura no interior do aviário. O aumento do estresse calórico em cenários de mudança climática poderá demandar uma quantidade maior de equipamentos do que se utiliza hoje, bem como poderão ser implementadas mais de uma estratégia para a mitigação do calor, o que possivelmente impactará um maior custo de produção.

**Palavras-chave:** Aumento de temperatura. Estresse Térmico. Produção Animal.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THERMAL COMFORT FOR BROILERS IN RS IN CLIMATE CHANGE SCENARIOS

AUTOR: Emanuel Luis Christmann  
ORIENTADORA: Zanandra Boff de Oliveira

Studies that evaluate the possible impacts of climate change on animal production are important for planning and defining production strategies that ensure food sovereignty and safety. Therefore, the objective of this work is to analyze the thermal comfort for broilers in Rio Grande do Sul in climate change scenarios in seven municipalities of the state, considered the largest producers of chicken. The temperature values used in the research were obtained from the INMET weather station database for the period 2000 to 2020. Average, maximum and minimum monthly values were analyzed for each municipality, denominated as current values. From these, climate change scenarios were created with temperature increases as follows: +1.5°C (scenario 1); + 3°C (scenario 2); + 5°C (scenario 3). Subsequently, the temperature values obtained were compared with the thermal comfort values for broilers from the first to the sixth week of life, available in the literature. Under current conditions, cold stress can occur in all months of the year and for all weeks of life of the animals, and there is no change in this condition with climate change scenarios, even the most severe ones. Heat stress is prevalent for animals from the fourth week of life onwards and is accentuated in climate change scenarios, especially in the summer months. The thermal comfort that currently occurs in the afternoon in some months of the year for animals from the first to the fourth week of life will suffer a reduction in the period of 26%, 41% and 61%, respectively, for scenarios 1, 2 and 3, if climate change is confirmed. In order to maintain ideal thermal conditions for the animals, thermal conditioning practices are necessary, both to increase and reduce the temperature inside the aviary. The increment of heat stress in scenarios of climate change may require a greater amount of equipment than is used today, and more than one strategy may be implemented for the mitigation of heat, which will possibly impact a higher cost of production.

**Keywords:** Temperature Rise. Heat Stress. Animal Production.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Efetivo de aves, média 2018-2022 – RS.....	11
FIGURA 2 – Municípios do estado do Rio Grande do Sul escolhidos para a análise bioclimática para avicultura de corte.....	11
FIGURA 3 – Banco de dados: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.....	13
FIGURA 4 – Esquema da organização dos dados para a criação dos cenários de mudança climática e das variáveis analisadas.....	13
FIGURA 5 – Temperaturas médias durante todos os meses do ano em relação à temperatura ideal para o conforto térmico das aves em condições atuais e três diferentes cenários de mudança climática.....	14
FIGURA 6 – Condição de conforto térmico em relação à temperatura máxima do ar para diferentes municípios do estado do Rio Grande do Sul, da primeira à sexta semana de vida das aves de corte, nos doze meses do ano.....	17
FIGURA 7 – Condição de conforto em relação à temperatura mínima do ar para diferentes municípios do estado do Rio Grande do Sul, da primeira à sexta semana de vida das aves de corte, nos doze meses do ano.....	17

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Coordenadas geográficas dos municípios do estado do Rio Grande do Sul, onde foram realizados o diagnóstico bioclimático para a produção de aves de corte	12
TABELA 2 – Valores de referência para análise de conforto térmico.....	13

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>14</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte tem um destaque forte nas economias brasileira e mundial. A carne de frangos é atualmente uma das carnes mais consumidas no mundo devido ao seu menor preço em comparação a outras carnes. A diferença de preço entre as variedades de carne é decorrente de importantes mudanças na produção, industrialização e comercialização que ocorreram devido a competitividade nessa cadeia por ganhos de produtividade nos últimos anos (COSTA, GARCIA, BRENE, 2015).

O Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frangos do mundo e é líder na exportação (levando atualmente a 161 países), mesmo tendo 67% da produção destinada ao mercado interno (UBABEF, 2013). Segundo dados apontados publicado por Avicultura Industrial (2019), a região sul do Brasil tem um destaque na criação de aves de corte e é responsável por 46,9% do total da produção, sendo o estado do Paraná o maior com 26,2%. Já, o estado do Rio Grande do Sul foi, em 2012, o responsável por 14,2% do abate de frango no Brasil e por 18,5% das exportações (UBABEF, 2013). Em 2019, de acordo com ASGAV/SIPARGS (2020), foram abatidos 819 milhões de aves no RS, o que corresponde a um aumento de 3% em relação ao ano de 2018.

O Rio Grande do Sul, entre os demais estados do Brasil, ocupa a terceira posição no tocante à produção e à exportação de frangos de corte. O estado possui 30 frigoríficos que geram renda e sustentação para aproximadamente 7.500 famílias de produtores integrados de frango de corte, e cerca de 35 mil empregos diretos e mais de 500 mil atividades indiretas. A produção anual do estado é de 1,6 milhões de toneladas de carne de frango, correspondendo em torno de 45% do valor bruto da produção pecuária (COMUNICAÇÃO – ASGAV/SIPARGS, 2020). No entanto, o Presente Rural (2020) destaca que as características climáticas tropicais e subtropicais predominantes do Brasil requerem uma grande atenção, pois um mal planejamento do aviário pode acarretar o sofrimento das aves por estresse devido ao calor e/ou frio, impactando diretamente a receita final e a qualidade da produção.

Abreu; Abreu (2011) e Baêta; Souza (2010) salientam, ainda, que todo animal tem uma zona de conforto, e conhecer essa zona permite maximizar o ganho de peso com o mínimo gasto de nutrientes. Como os frangos de corte são animais homeotérmicos, ou seja, conseguem manter uma temperatura constante, quanto maior a sua idade, menor é a necessidade de calor.

Segundo dados do site Atlas Socioeconômico RS (2020), o Rio Grande do Sul apresenta um clima Temperado do tipo Subtropical classificado como Mesotérmico Úmido (classificação de Köppen). As estações do ano são bem definidas por verões quentes e invernos frios, com

mínimas que podem chegar a  $-10^{\circ}\text{C}$  a até  $40^{\circ}\text{C}$  em algumas regiões. A temperatura média anual no estado varia entre  $15^{\circ}$  e  $18^{\circ}\text{C}$ . Conforme citado por Oliveira e Knies (2017), essas temperaturas interferem negativamente na criação de aves, deixando-as fora de sua zona de conforto, causando estresse e impactos negativos na produção (CASTRO et al., 2009). Ainda segundo os autores, este fator compromete a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor (TINÔCO, 2001; OLIVEIRA et al., 2006).

Rosa (2022), em artigo online redigido para a Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC, salienta que até os 20 dias de idade os frangos necessitam de ajustes de temperaturas mais frequentes. Nos dois primeiros dias de idade, necessitam de temperaturas entre  $32^{\circ}\text{C}$  e  $31^{\circ}\text{C}$ ; no terceiro e quarto dia, de  $30^{\circ}\text{C}$  a  $28^{\circ}\text{C}$ ; do quinto ao décimo quinto dia, de  $28^{\circ}\text{C}$  a  $26^{\circ}\text{C}$ ; já a partir do décimo sexto ao vigésimo dia, necessitam de  $26^{\circ}\text{C}$  a  $24^{\circ}\text{C}$ ; por fim, a partir de 21 dias de idade, os frangos precisam de  $24^{\circ}\text{C}$  a  $22^{\circ}\text{C}$ . Ele afirma, ainda, que garantir o conforto térmico das aves reflete positivamente na produção, minimizando o gasto de energia para manutenção da temperatura corporal e melhora o ganho de peso e conversão alimentar. Segundo uma publicação do Portal Suínos e Aves no site Avicultura industrial (2020), um lote de frangos de corte tem um ciclo menor de 50 dias, girando geralmente em torno dos 45 dias. O giro de capital é consideravelmente rápido, e o lucro ou o prejuízo depende muito da forma de cuidar e manejar os frangos.

Swart et al. (2003) apontam que uma série de questões, como o crescimento populacional, a urbanização, a industrialização e o aumento do consumo de recursos naturais e da demanda sobre os ciclos biogeoquímicos nos últimos anos fez com que ocorressem mudanças climáticas, como o aquecimento global, através do efeito estufa. Alguns cenários de mudanças climáticas no Brasil em função dos diversos cenários de emissões de gases do efeito estufa, tais como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), para os próximos 100 anos, indicam a possibilidade de impactos climáticos significativos. Alguns modelos climáticos computacionais sugerem que poderá ocorrer um aquecimento de  $4^{\circ}$  a  $6^{\circ}\text{C}$  em partes do país até o final do século XXI (NOBRE, 2001). Torres (2022), em um relatório climático da ONU publicado, revela um cenário de temperatura global com incremento de até  $2^{\circ}\text{C}$  até o ano de 2050.

Damasceno et al. (2010) afirma que os efeitos negativos das variações climáticas tendem ao aumento das temperaturas superficiais terrestres. Algumas regiões que atualmente

apresentam condições favoráveis para avicultura podem se perder e muitas espécies de aves podem não se adaptar o suficiente para poder enfrentar esses novos cenários.

A partir do que foi exposto, nota-se que as mudanças e as variações climáticas representam um desafio para a manutenção da produção animal, visto que as aves, animais homeotérmicos, são sensíveis a pequenas alterações na temperatura do ambiente, respondendo de forma negativa em seu desempenho produtivo. Nesse sentido, deve haver cada vez mais investimentos tecnológicos e/ou possivelmente a conciliação de mais de uma técnica para redução da temperatura para reduzir perdas produtivas decorrentes do estresse térmico (DAMASCENO, 2010).

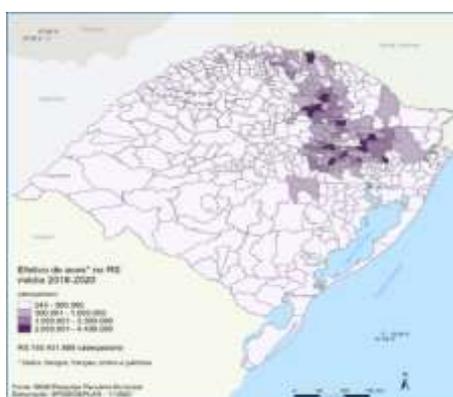
A região dos municípios estudados foi no nordeste do estado. Esta escolha se deu ao fato de esta ser a maior região produtora de avicultura do Rio Grande do Sul. De acordo com dados do site Atlas Socioeconômico RS (2020), no Estado, destacam-se as regiões da Serra e Vale do Taquari, que juntas respondem por 45% do efetivo de aves produzidas, no triênio 2018-2020.

Contudo isso, é de extrema importância conhecer o clima da região e analisar os dados climatológicos para fazer uma previsão de regiões com maior ocorrência de estresse por temperatura e, desse modo, prever os impactos de possíveis mudanças climatológicas, auxiliando nas tomadas de decisões. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar o conforto térmico e analisar alternativas para fins de planejamento de edificações para frangos de corte no Rio Grande do Sul em cenários de mudança climática.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em sete municípios do estado do Rio Grande do Sul, são eles: Frederico Westphalen, Passo Fundo, Lagoa Vermelha, Serafina Corrêa, Soledade, Bento Gonçalves e Canela. Na Figura 1, pode ser observada a média da quantidade de aves entre os anos de 2018 e 2020 no estado, bem como sua respectiva quantidade por município. Na Figura 2, pode-se visualizar a localização dos municípios escolhidos para a realização da análise bioclimática.

Figura 1: Efetivo de aves, média 2018-2022 – RS



Fonte: Atlas Socioeconômico, 2020.

Figura 2: Municípios do estado do Rio Grande do Sul escolhidos para a análise bioclimática para avicultura de corte



Fonte: Google Maps, 2022.

As coordenadas geográficas dos municípios em que foram realizados o diagnóstico bioclimático são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos municípios do estado do Rio Grande do Sul, onde foram realizados o diagnóstico bioclimático para a produção de aves de corte

Município	Altitude (m)	Longitude	Latitude
Frederico Westphalen	535	53° 23' 40" Oeste	27° 21' 27" Sul
Passo Fundo	680	52° 24' 30" Oeste	28° 15' 40" Sul
Lagoa Vermelha	786	51° 31' 34" Oeste	28° 12' 39" Sul
Serafina Corrêa	590	51° 55' 30" Oeste	28° 42' 49" Sul
Soledade	703	52° 30' 37" Oeste	28° 49' 7" Sul
Bento Gonçalves	671	51° 31' 7" Oeste	29° 10' 26" Sul
Canela	819	50° 48' 46" Oeste	29° 21' 42" Sul

Fonte: Cidade Brasil, 2022.

Os valores de temperatura para cada município foram obtidos do banco de dados de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período de 2000 a 2020, conforme ilustrado na figura 3. Este banco de dados foi constituído por 1.226.400 informações, referentes aos 365 dias x 20 anos x 24 horas x 7 municípios. Com isso, analisou-se valores médios, máximos e mínimos mensais para cada município, denominados como valores atuais. A partir desses valores foram criados cenários de mudança climática com acréscimos de temperatura da seguinte forma: +1,5°C (cenário 1); + 3°C (cenário 2); + 5°C (cenário 3). A Figura 4 apresenta um esquema de como foram analisados os dados.

Figura 3: Banco de dados: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET



Fonte: INMET.

Figura 4: Esquema da organização dos dados para a criação dos cenários de mudança climática e das variáveis analisadas

DADOS				VARÁVEIS
ATUAL	Acréscimo de temperatura			Temperatura média
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Temperatura mínima
	+ 1,5 °C	+ 3 °C	+ 5 °C	Temperatura máxima

Fonte: autor.

De posse dos dados de temperatura (média, máxima e mínima) nas condições atuais e nos diferentes cenários realizou-se a análise bioclimática para a produção de frangos de corte utilizando como referência os valores apresentados na Tabela 2, por semana de vida dos animais.

Tabela 2: Valores de referência para análise de conforto térmico

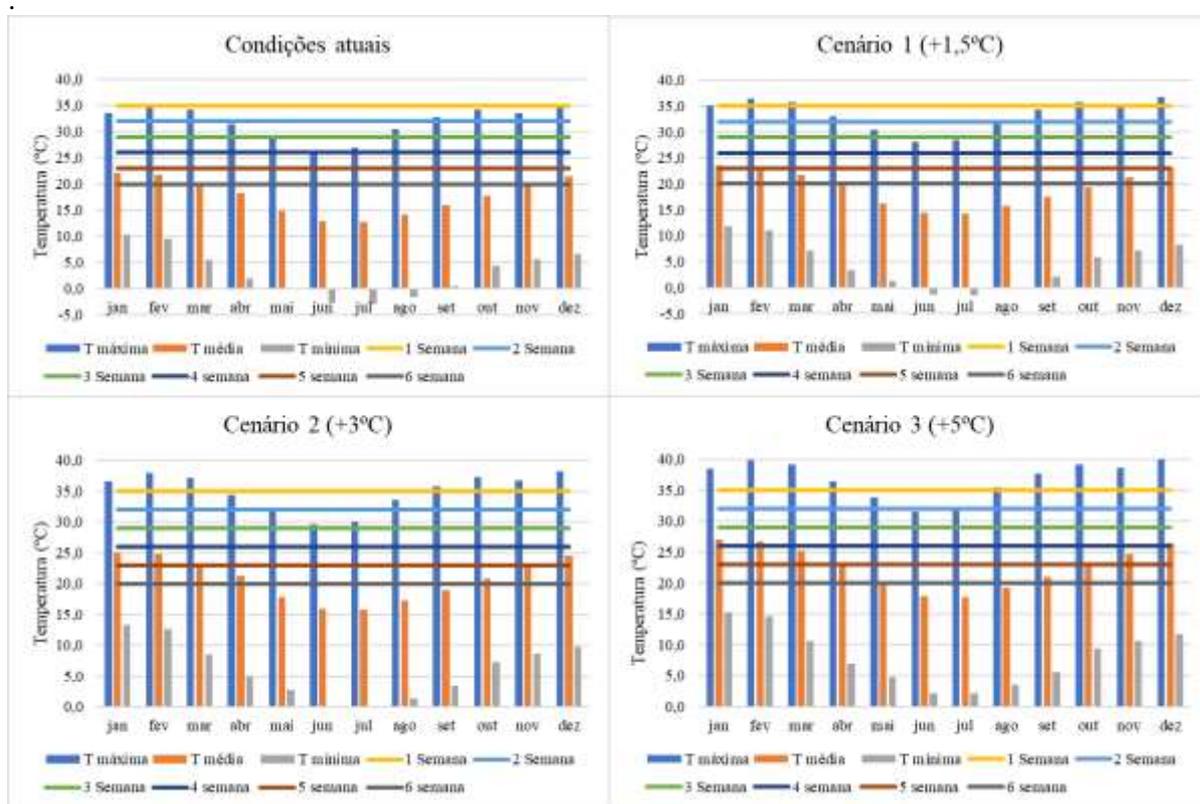
Idade (semanas)	Temperatura (°C)
1	32-35
2	29-32
3	26-29
4	23-26
5	20-23
6	20

Fonte: Abreu; Abreu (2011); Silva (2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 5 apresenta as temperaturas médias (médias, máximas e mínimas) para os sete lugares estudados nas condições atuais e nos cenários de mudança climática estudados e as temperaturas ideais pelos valores de referência de acordo com Abreu e Abreu (2011) e Silva (2007), pelas semanas de vida dos frangos de corte, para os doze meses do ano.

Figura 5: Temperaturas médias durante todos os meses do ano em relação à temperatura ideal para o conforto térmico das aves em condições atuais e três diferentes cenários de mudança climática



Fonte: autor.

Para todas as situações de estudo há raras ocasiões em que o conforto térmico ocorre, sendo que as condições oscilam entre estresse por calor, no horário em que a temperatura do ar é máxima (entre 15h e 17h), principalmente nos meses de verão e para animais em fase mais avançada (a partir da quarta semana de vida) e estresse por frio, no horário em que a temperatura é mínima (entre 6h e 7h da manhã) para todos os meses e, de forma mais acentuada, para animais mais jovens. Além disso, os cenários de mudança climática só agravam o estresse

calórico que já existe e não impactam a redução do estresse por frio ao nível desejado pelos animais.

Nas condições atuais, a temperatura máxima fica próxima à de conforto térmico para animais na primeira e na segunda semana de vida de setembro a abril; a partir de maio até agosto pode haver necessidade de aquecimento do ambiente, mesmo na parte da tarde. Para animais na terceira semana de vida, o conforto térmico na parte da tarde pode ocorrer de maio a agosto. Já, para animais mais pesados, a partir da quarta semana de vida, impera o estresse calórico que pode acontecer em todos os meses do ano, de sobremaneira nos meses de verão. Em relação à temperatura mínima, verifica-se que o estresse por frio pode acontecer em todos os meses do ano para animais em qualquer fase de vida, com maior severidade para animais em fase inicial do ciclo de desenvolvimento nos meses de maio a agosto.

No cenário 1, o estresse calórico é acentuado e, para animais na primeira semana de vida, já passa a haver a necessidade de práticas para a redução da temperatura no horário em que a temperatura é máxima nos meses de dezembro e fevereiro. Para animais na segunda semana de vida, o conforto térmico na parte da tarde prevalece de abril a agosto, podendo ainda demandar aquecimento nos meses de junho e julho, meses em que pode haver conforto em relação à temperatura máxima para animais na terceira semana. Animais a partir da quarta semana terão problema com estresse calórico em todos os meses do ano, que se acentua em comparação à situação atual.

Nos cenários mais severos de mudança climática (cenários 2 e 3), o conforto térmico no horário da temperatura máxima pode acontecer apenas nos meses de maio a julho para animais na primeira e segunda semana de vida.

Por outro lado, o estresse por frio (temperatura mínima) que existe prevalece mesmo nos cenários de mudança climática 2 e 3, com uma atenuação em sua severidade para animais na quinta e na sexta semana de vida de dezembro a fevereiro.

Em relação a temperatura média, ela permanece abaixo da de conforto para animais da primeira à quarta a semana nos cenários 1 e 2. No cenário 1, ela se aproxima mais da situação de conforto para animais na quinta semana de novembro a março e para animais na sexta semana em abril e outubro. No cenário 2, a temperatura média fica próxima a de conforto para animais na quinta semana em março e novembro e para animais na sexta semana em setembro e outubro. No cenário 3, a temperatura média fica próxima a de conforto para animais na quinta semana em setembro outubro e abril, para animais na sexta de maio a agosto e para animais na quarta semana de dezembro a janeiro. Essa maior aproximação da temperatura média a de

conforto dos animais (a partir da quarta semana) nos cenários de mudança climática não gera grandes benefícios em relação a adoção das práticas de acondicionamento térmico necessárias.

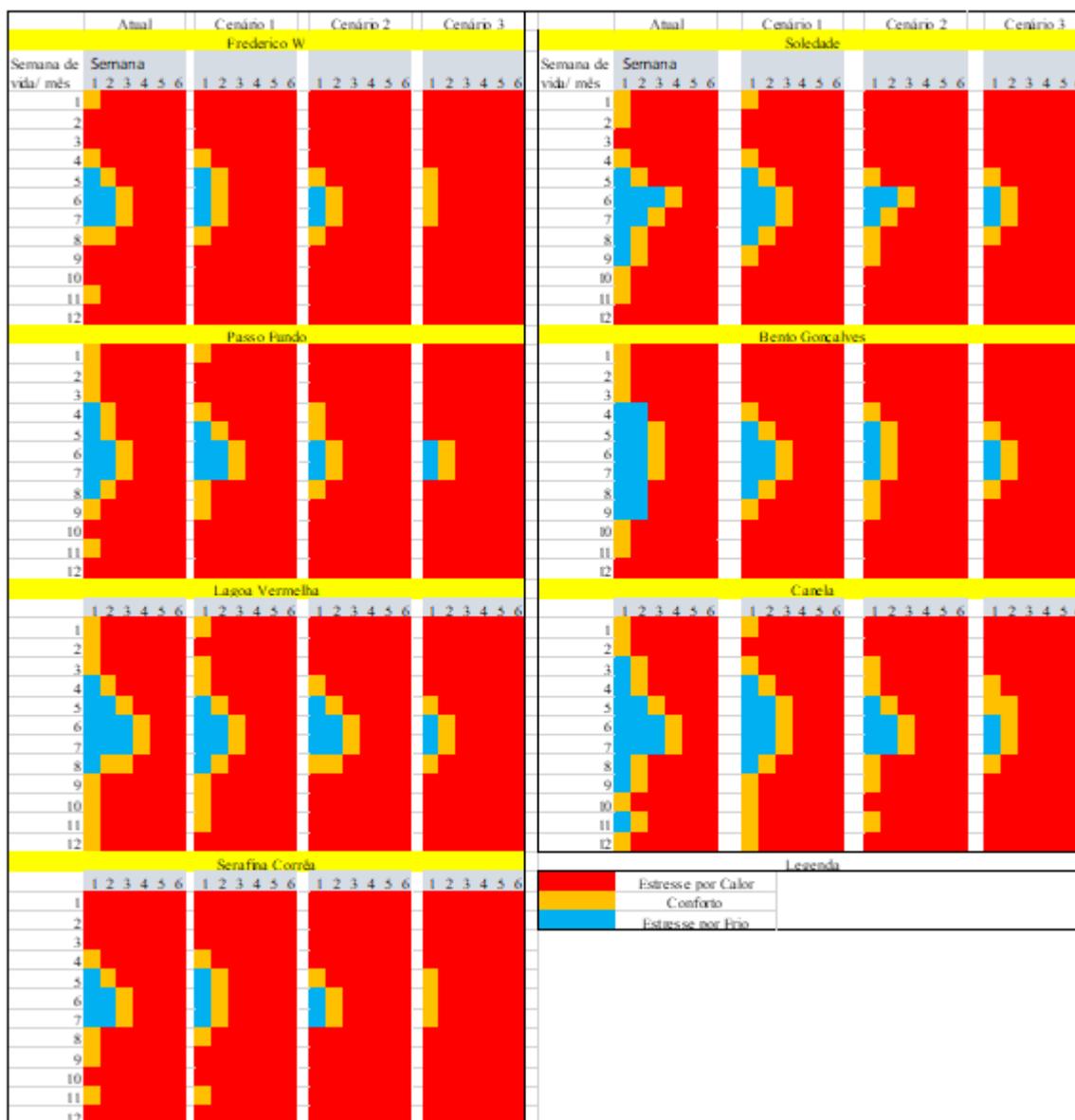
Pois, a temperatura média não é o que define a condição de maior estresse que os animais estão sujeitos, que ocorre nos extremos, quando as temperaturas são mínimas e máximas. Situações para quais são definidas as práticas de acondicionamento térmico e que serão melhor exploradas nesse estudo. Lopes et al. (2015) salientam que um grande limitante da produção de aves é o estresse por temperatura.

As aves são animais homeotérmicos, e quando estão fora da zona de conforto térmico respondem com alterações comportamentais, bioquímicas e fisiológicas (NAZARENO et al., 2009), ocasionando um decréscimo produtivo, reprodutivo e da resistência do organismo, sendo que extremos podem ser até mesmo letais. Independente da técnica empregada, tanto para a redução de temperatura como para o aquecimento, o importante é sempre ter um bom monitoramento da temperatura. As informações coletadas ao monitorar a temperatura em um aviário de frangos de corte ajudarão a garantir o melhor ambiente para o máximo desempenho, para que a uniformidade e o bem-estar das aves sejam alcançados em todas as fases da vida do lote.

Nas Figuras 5 e 6 estão representados, respectivamente, para a temperatura máxima e mínima, os resultados da situação de conforto térmico para frangos de corte nos 7 municípios do estado de acordo com os valores de referência para as aves durante as primeiras 6 semanas de vida no decorrer dos 12 meses do ano. Além das condições atuais, pode-se observar as condições de conforto térmico para os três diferentes cenários propostos.

É notável que em todos os meses do ano e em todas as semanas de vida dos frangos podem ocorrer estresses térmicos, tanto por calor como por frio, em todos os locais estudados (Figuras 6 e 7). Para a permanência dos animais na sua faixa de conforto térmico, as condições ambientais devem ser manejadas. Um sistema com um bom controle de temperatura contribui para uma melhor conversão alimentar e bem-estar dos frangos, trazendo melhores resultados para o produtor (LIMA et al., 2009).

Figura 6: Condição de conforto térmico em relação à temperatura máxima do ar para diferentes municípios do estado do Rio Grande do Sul, da primeira à sexta semana de vida das aves de corte, nos doze meses do ano.



Fonte: autor.

Em relação à temperatura máxima (Figura 6), nota-se que a partir da terceira semana de vida as aves começam a sofrer por estresse de calor em praticamente todos os meses do ano. Pode haver algum conforto para animais em fase inicial do ciclo nos meses de primavera/verão e no período de outono/inverno para animais um pouco maiores. De um modo geral, são aves entre a primeira à terceira semana de vida que conseguem obter condições de temperatura mais favoráveis ao conforto térmico em relação à temperatura máxima.



demais municípios. Contudo, todos os municípios obedecem ao clima subtropical que predomina no estado, com grande variação de temperatura anual, isto é, verões quentes e invernos frios.

Para o aquecimento do aviário, diversas maneiras já foram desenvolvidas para solucionar o problema, como aquecedores a lenha, elétricos, a gás e ainda outras alternativas. O importante é ter capacidade de aquecimento suficiente para manter a temperatura de acordo com a idade das aves, proporcionando ventilação adequada para que a qualidade do ar seja aceitável independentemente da temperatura externa. Uma boa capacidade de aquecimento bem distribuído em todo o aviário muitas vezes resultará em um menor custo e ainda um ambiente melhor e mais uniforme para as aves (GUIMARÃES, 2022).

Há maior predomínio de conforto térmico em relação à temperatura máxima (Figura 6) nos municípios de Lagoa Vermelha e Canela, seguidos de Passo fundo e Soledade, na sequência Frederico Westphalen, Bento Gonçalves e Soledade e, com menor período de ocorrência de conforto em Serafina Corrêa. A redução média do período de conforto térmico nos cenários de mudança climática em comparação à condição atual será de 26%, 41% e 61%, respectivamente, para os cenários 1, 2 e 3, o que demandará estratégias para o condicionamento térmico dos aviários para a redução do calor.

Muito do que já é utilizado nos dias de hoje poderá continuar sendo utilizado, talvez com a associação de várias estratégias (naturais e artificiais) e aperfeiçoamento do que já existe. A intensificação do uso de ventiladores ou exaustores associados a mecanismos evaporativos, melhoria de vedação em aviários fechados, estratégias construtivas utilizando materiais de coberturas mais reflexivos, entre outras, são alguns exemplos. Existem opções para se chegar à temperatura desejada dentro do aviário. Para resfriar ou aquecer o ar, é necessário transferir energia e/ou massa por mecanismos sensíveis (condução, convecção ou radiação) ou latentes (evaporação).

Segundo Baêta; Souza (2012), para fins de ventilação, os aviários brasileiros podem ser classificados em abertos e fechados. Os abertos são mais simples e normalmente são utilizados devido ao seu baixo custo. Nesse sistema, prioriza-se a ventilação natural. Durante períodos quentes são mantidos abertos o lanternim e as cortinas, maximizando a ventilação. Já os aviários fechados são mais complexos, de maior custo e requerem ventilação forçada e resfriamento evaporativo, que pode ser positiva ou negativa. Esse tipo de sistema exige que o aviário seja bem vedado e se houver fugas de ar, o sistema será pouco eficiente ou não funcionará.

Como mecanismos para ventilação, são muito utilizados ventiladores (pressão positiva) e exaustores (pressão negativa). O aumento da velocidade de circulação do ar através da utilização de ventiladores pode aliviar o estresse térmico, uma vez que aumenta as trocas de calor do animal com o ambiente (YAHAV et al., 2004). Já os exaustores executam a ventilação negativa, que capta o ar quente no interior do aviário e o lança para o exterior (NOWICKI et al., 2011). Outro método sugerido por Furtado et al. (2005) é a utilização de aspersão de água sobre a cobertura do aviário. De acordo com Tinôco (2001) essa técnica sobre a cobertura proporciona redução da temperatura da telha simultaneamente por evaporação da água em contato com a telha, evaporação da água da lâmina sobre a telha, transferência de calor da telha para a lâmina de água e remoção de calor sobre a cobertura por meio do ar já resfriado evaporativamente.

Se confirmados os cenários de mudança climática, conforme o relatório da ONU, o agravamento do estresse por calor implicará em maior investimento e demandará uma maior energia para a redução da temperatura e aumento de trocas convectivas nos aviários. Além de implicar no aumento de estresse por calor, esses cenários não resolverão o problema de estresse por frio, pois apesar de as temperaturas ficarem mais altas, até mesmo no cenário 3, onde houve um incremento bem alto, poderá haver estresse por frio em todas as idades de vida, em todos os meses do ano e em todos os municípios avaliados (Figura 6). Sendo assim, mesmo com os cenários de mudança climática, ainda serão necessários investimentos para aquecer o ambiente das aves aliado aos investimentos maiores ainda que os atuais para a redução de temperatura.

Com toda a demanda de energia para resfriar e aquecer o aviário, o custo com o consumo de energia poderá se tornar um obstáculo ao produtor. Nassa et al. (2019) salientam que a energia se tornou o maior custo das granjas. Desse modo, a energia solar fotovoltaica é uma boa alternativa para uma economia importante na avicultura, gerando ainda uma energia limpa, sustentável e de menor custo. As placas solares podem ser utilizadas nos próprios telhados da granja ou em alguma outra área limpa em que haja boa incidência de sol.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estresse por frio pode ocorrer em todos os meses do ano e para todas as semanas de vida dos animais e não há uma alteração nessa condição com os cenários de mudança climática, mesmo mais severos. O estresse calórico é preponderante para animais a partir da quarta semana de vida e se acentua nos cenários de mudança climática, sobretudo nos meses de verão.

Há uma aproximação da temperatura média nos cenários de mudança climática aos valores de conforto térmico dos animais da quarta a sexta semana de vida, mas que não resulta em reduções na necessidade de medidas de acondicionamento térmico, pois acentua-se o estresse calórico e o estresse por frio é atenuado em algumas situações, mas não é suprimido.

Para a manutenção das condições térmicas ideais para os animais são necessárias práticas de acondicionamento térmico tanto para aumentar quanto para reduzir a temperatura no interior do aviário. O aumento do estresse calórico em cenários de mudança climática poderá demandar uma quantidade maior de equipamentos do que se utiliza hoje, bem como poderão ser consideradas mais de uma estratégia para a mitigação do calor, o que possivelmente impactará um maior custo de produção.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G; ABREU, Valéria Maria Nascimento. **Ventilação na avicultura de corte**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58306/1/doc63.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G.. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/901939/1/osdesafiosdaambienciasobreossistemas.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- ATLAS SOCIOECONÔMICO. **Aves e ovos: o RS é o terceiro maior produtor de aves do país e o quinto de ovos de galinha**. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, Porto Alegre, 20 jul. 2020. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/aves-ovos-e-leite>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- ATLAS SOCIOECONÔMICO. **Clima, temperatura e precipitação: o clima do Rio Grande do Sul é Temperado do tipo Subtropical, classificado como Mesotérmico Úmido**. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, Porto Alegre, 20 jul. 2020. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- AVICULTURA INDUSTRIAL. **As cidades brasileiras com o maior número de aves**. Redação AI, 25 set. 2019. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/as-cidades-brasileiras-com-o-maior-numero-de-aves/20190925-114955-n622>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- AVICULTURA INDUSTRIAL. **Etapas do manejo do frango de corte**. Portal Suínos e Aves, 7 mar. 2013. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/etapas-do-manejo-de-frango-de-corte/20130307-090133-h028>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- BAÊTA, F. C; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: Editora UFV, 2010.
- OLIVEIRA, Z.B; BOTTEGA, E.L; OLIVEIRA, M.B; MORAES, C.S; LINK, T.T. Análise do conforto térmico no estado do rio grande do sul utilizando técnicas geoestatísticas e dados das normais climatológicas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 195-203, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.13083/reveng.v27i3.935>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- BORGES, G.; YANAGI JUNIOR, T.; CARVALHO, L. G.; DAMASCENO, F. A.; YANAGI, S. N. M. Climate changes influence on inside thermal environment of broiler houses. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINNERING, BRASILIAN CONGRESS OF AGRICULTURAL ENGENEERING, 37.;

INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM - ILES, 8. 2008, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2008. CD-ROM.

CASTRO, J. O.; SANTOS, G. C.; AGUIAR, E. F; SOUSA, F. A; ALMEIDA, A. K; CAMPOS, A. T. Avaliação do índice de temperatura e umidade para as diferentes fases de produção de aves de corte no município de Diamantina - MG. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 9., Paraíba. **Anais** [...] Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

COSTA, L.S; GARCIA, L.A.F; BRENE, P.PA. Panorama do setor de frango de corte no Brasil e a participação da indústria avícola paranaense no complexo dado seu alto grau de competitividade. In: SINGEP – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 4., 2015, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo – SP – Brasil – 08, 09 e 10/11/2015, ISSN: 2317- 8302. Disponível em: <https://singep.org.br/4singep/resultado/209.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.

CIDADE-BRASIL. **[Portal do] Cidades do Brasil**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

DAMASCENO, F.A et al. Mudanças climáticas e sua influência na produção avícola. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 28, ed. 133, art. 901, 2010.

FURTADO, D. A.; TINÓCO, I.F.F.; NASCIMENTO, J.W.B.; LEAL, A.; AZEVEDO, M.A. Caracterização das instalações avícolas na mesorregião do agreste paraibano. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 831-840, 2005.

GARCIA, L. A. F. **Economias de escala na produção de frangos de corte no Brasil**. (Tese de Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. Piracicaba. 2004

GUIMARÃES, R.T. Aquecimento e qualidade de ar na fase inicial. **Engormix**, [s. l.], 14 jun. 2022. Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/aquecimento-qualidade-fase-inicial-t50249.htm>. Acesso em: 22 jun. 2022.

LIMA, K.R.S.; ALVES, J.A.K.; ARAÚJO, C.V.; MANNO, M.C.; JESUS, M.L.C.; FERNANDES, D.L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Belém. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 51, p. 37-50, 2009.

LOPES, J.C; RIBEIRO, M.N; LIMA, V.B.S. Estresse por calor em frangos de corte. **Nutritime**, v. 12, n. 6, p. 4478-4487, nov-dez, 2015. Disponível em: [https://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/352\\_-\\_4478-4487\\_-\\_NRE\\_12-6\\_nov-dez\\_2015.pdf](https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/352_-_4478-4487_-_NRE_12-6_nov-dez_2015.pdf). Acesso em: 22 jun. 2022.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: **caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília, DF: MMA, 2006. 212p.

MARKS, F.S; BARNASQUE, T.O; LOUREIRO, F.C; SANTOS D.V. Panorama da avicultura no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**, v. 198, p. 47-51, 2014.

NASSA, T et al. Avicultura encontra na energia solar a solução para economia energética nas granjas. **Portal Solar**, 8 jan. 2019. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/avicultura-encontra-na-energia-solar-a-solucao-para-economia-energetica-nas-granjas.html>. Acesso em: 22 jun. 2022.

NAZARENO, A.C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; GIONGO, P.R.; PEDROSA, E.M.R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 6, p. 802–808, 2009.

NOBRE, C. A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, p. 239-258, 2001.

NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L.K.; PIAU JÚNIOR, R.; ALBERTON, L.R.; MERLINI, L.S.; MENDES, T.C.; DALBERTOS, J.L.; GERÔNIMO, E.; CAETANO, I.C.S. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 14, n. 1, p. 25-28, 2011.

O PRESENTE RURAL. **A importância do conforto térmico das aves**. O presente rural, 21 ago. 2020. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/a-importancia-do-conforto-termico-das-aves/#>. Acesso em: 22 jun. 2022.

OLIVEIRA, Z.B; KNIES, A.E. Diagnóstico bioclimático para a produção de aves de corte em diferentes municípios do RS. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 32, n. 4, p. 372-378, out-dez., 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2017v32n4p372-378>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ORGANIZAÇÃO AVÍCOLA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Avicultura de corte do Rio Grande do Sul, abate por regiões no estado**. O. A. RS, 14 maio 2020. Disponível em: <https://www.asgav.com.br/index.php/noticias-interna/avicultura-de-corte-do-rio-grande-do-sul-abate-por-regioes-no-estado-1607>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ROSA, P.S. Frango de Corte. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC**, Brasília, [s. d.]. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango\\_de\\_corte/arvore/CONT000fc6ggagn02wx5eo0a2ndxyufdtpf4.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fc6ggagn02wx5eo0a2ndxyufdtpf4.html). Acesso em: 22 jun. 2022.

SILVA, E.T. Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves para a Mesoregião do Nordeste e Norte pioneiro Paranaence. **Revista Acadêmica**, v. 5, n. 4, p. 385-390, 2007. Disponível em: [www2.pucpr.br/reol/index.php/academica?dd99=pdf&dd1=1875](http://www2.pucpr.br/reol/index.php/academica?dd99=pdf&dd1=1875). Acesso em: 30 abr. 2022.

SOUZA, F. **Galpões climatizados**: uma ferramenta eficiente aliada à alta produtividade. *Avicultura Industrial*, 1 fev. 2017. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/galpoes-climatizados-uma-ferramenta-eficiente-aliada-a-alta-produtividade/20170201-144126-c248>. Acesso em: 22 jun. 2022.

SWART, R.; ROBINSON, J.; COHEN, S. Climate change and sustainable development: expanding the options. *Climate Policy*, v. 1, p. 19–40, 2003.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35X2001000100001/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

TORRES, W. Relatório climático da ONU revela cenário dramático para o futuro do planeta. *Canaltech*, [s. l.], 1 mar. 2022. Disponível em: <https://canaltech.com.br/meio-ambiente/relatorio-climatico-da-onu-revela-cenario-dramatico-para-o-futuro-do-planeta-210311/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

YAHAV, S.; GOLDFELD, S.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Physiological response of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. *Journal Thermal Biology*, v. 20, n. 3, p. 245-253. 1995.