

ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO PARA A PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

ZANANDRA BOFF DE OLIVEIRA¹, EDUARDO LEONEL BOTTEGA¹, ALBERTO EDUARDO KNIES², SIDINEI ZWICK RADONS³, JULIO ROBERTO PELLENZ³

¹ Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul, Rodovia Taufik Germano, 3013, Passo D'Areia, CEP. 96503-205, Cachoeira do Sul/RS, Brasil, zanandra.oliveira@ufsm.br; bottega.elb@gmail.com.

² Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Rio grande do Sul, Unidade de Cachoeira o Sul, Rua Sete de Setembro, 1040, Centro, CEP. 96508-010, Cachoeira do Sul/RS, Brasil, albertoek@gmail.com.

³ Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Cerro Largo, Av. Jacó Reinaldo Hauptenthal, 1580, CEP 97900-000, Cerro Largo/RS, Brasil, radons@uffs.edu.br, jpellenz@uffs.edu.br.

RESUMO: O presente estudo tem como objetivo realizar o zoneamento bioclimático do estado do Rio Grande do Sul, para as diferentes fases de vida de produção de frangos de corte, nas diferentes estações do ano, a partir do índice de temperatura e umidade (ITU). O ITU horário foi calculado com dados de temperatura e umidade relativa de estações meteorológicas automáticas disponíveis no site do INMET (período de 2000 a 2020) para 42 municípios. Os mapas temáticos da distribuição espacial do ITU foram elaborados por meio de krigagem ordinária. O zoneamento bioclimático permitiu dividir o território em até duas classes, sendo que a maior parte do estado se alterna em condições de estresse por frio a estresse por calor em função das semanas de vida das aves, prevalecendo o estresse por frio (1ª a 3ª semana) no outono e inverno e por calor (5ª e 6ª semana) na primavera e a partir da 4ª semana no verão. As condições ambientais para conforto térmico de frangos de corte ocorrem em maior parte do RS no outono (4ª e 5ª semana), no inverno (5ª e 6ª semana), na primavera (3ª e 4ª semana) e no verão (2ª e 3ª semana).

Palavras-chave: ambiência, conforto térmico, geoestatística.

BIOCLIMATE ZIONING FOR THE PRODUCTION OF BEFORE CHICKEN IN RIO GRANDE DO SUL – BRAZ

ABSTRACT: This study aims to carry out the bioclimatic zoning of the state of Rio Grande do Sul, for the different life stages of broiler production, in different seasons, based on the temperature and humidity index (THI). The hourly THI was calculated using temperature and relative humidity data from automatic weather stations available on the INMET website (period from 2000 to 2020) for 42 municipalities. The thematic maps of the ITU's spatial distribution were prepared using ordinary kriging. The bioclimatic zoning allowed dividing the territory into up to two classes, with most of the state alternating between conditions of cold stress and heat stress depending on the birds' weeks of life, with cold stress prevailing (1st to 3rd week) in autumn and winter and by heat (5th and 6th week) in spring and from the 4th week onwards in summer. The environmental conditions for thermal comfort of broilers occur in most of RS in autumn (4th and 5th week), in winter (5th and 6th week), in spring (3rd and 4th week) and in summer (2nd and 3rd week).

Keywords: ambience, thermal comfort, geostatistics.

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne de frango em 2021 foi estimada em 14 milhões de toneladas colocando o Brasil em destaque no cenário mundial da avicultura (AVISITE, 2021). Sendo

o estado do Rio Grande do Sul o 3º maior produtor e exportador de carne de frango do Brasil, produzindo anualmente 1,6 milhões de toneladas (ASGAV, 2020). A cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil é competitiva e atrai consumidores de diferentes classes

sociais, tem como características uma estrutura organizacional verticalizada e o rápido ciclo produtivo, tornando-a uma proteína de baixo custo (RECK; SCHULTZ, 2016).

Os avanços nas áreas de manejo, melhoramento genético, nutrição e sanidade fizeram com que a avicultura se destacasse no setor do agronegócio como uma atividade com elevada tecnificação e produtividade. Entretanto, melhores resultados econômicos e produtivos poderão ser alcançados com avanços na área de ambiência. As aves são animais homeotérmicos e utilizam cerca de 80% da energia ingerida para a manutenção da homeotermia e em torno de 20% para a produção (ABREU; ABREU, 2011).

Temperaturas elevadas comprometem o desempenho das aves, pois a baixa eficiência desses animais em eliminar o excesso de calor corporal influencia diretamente na manutenção da homeotermia (DONKOH; ATUAHENE, 1988). Por outro lado, a temperatura abaixo da região de conforto faz com que o animal destine parte da energia ingerida para gerar calor para manutenção da homeotermia, também levando à redução da produtividade (MCDOWELL, 1974).

Em ambientes com umidade relativa elevada, os animais têm dificuldade em remover o calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória (OLIVEIRA et al., 2006; RODRIGUES, 2006; BROSSI et al., 2009; BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003; LAVOR; FERNANDES, 2008). Assim, índices de conforto térmico são comumente utilizados para caracterizar o ambiente, pois integram mais de uma variável ambiental. O índice de temperatura e umidade (ITU), calculado a partir dos efeitos combinados da temperatura e umidade relativa (BUFFINGTON et al., 1981), tem sido bastante utilizado para prever o estresse e conforto dos animais em determinadas condições ambientais.

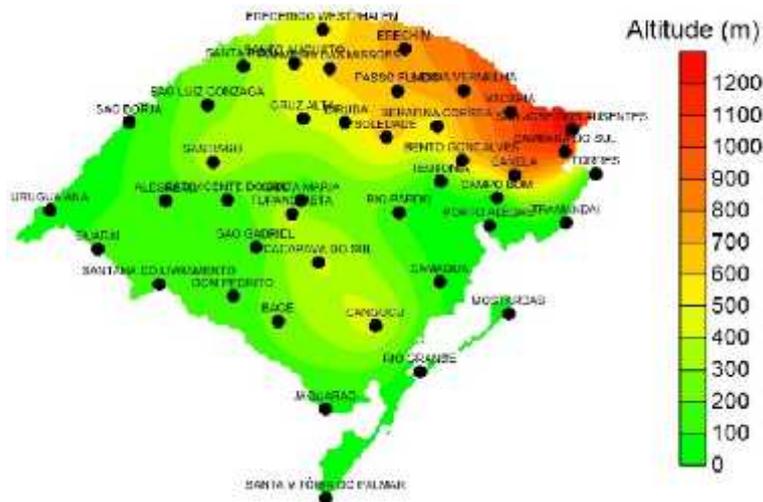
Portanto, se o animal ficar fora da sua zona de conforto, sob a condição estresse térmico, terá impactos negativos na produção,

no comportamento, na sanidade e no bem-estar (CASA; RAVELO, 2003; BAÊTA; SOUZA, 2012). Assim, os elevados valores de temperatura e umidade relativa do ar estão entre os principais fatores que influenciam negativamente na criação de aves em regiões de climas tropicais e subtropicais (CASTRO et al., 2009; DIKMEN; HANSEN, 2009). Desse modo, as edificações devem ser planejadas e construídas para diminuir a ação direta dos fatores climáticos, contribuindo para o fornecimento das condições ambientais requeridas pelos animais (CARDOSO et al., 2011).

Dessa forma, são grandes e importantes os desafios para as estratégias de acondicionamento térmico para frangos de corte. De tal modo, que ferramentas abrigadas dentro de um contexto de ambiência de precisão, como uso de banco de dados meteorológicos e técnicas geoestatísticas podem contribuir para a elaboração de um zoneamento bioclimático (OLIVEIRA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2019). A partir destes mapas com a espacialização de variáveis ambientais, como o ITU, pode-se estabelecer técnicas construtivas e estratégias para modificações ambientais mais assertivas, contribuindo para o aumento de produtividade e redução de custos com o manejo ambiental. Assim, o presente estudo tem como objetivo realizar o zoneamento bioclimático do estado do Rio Grande do Sul, para as diferentes fases de vida de produção de frangos de corte, nas diferentes estações do ano, a partir do índice de temperatura e umidade (ITU).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado para os municípios do estado do Rio Grande do Sul que constam no banco de dados de estações meteorológicas do INMET (<https://portal.inmet.gov.br/>), perfazendo quarenta e dois municípios, cuja a localização geográfica pode ser observada na figura 1.

Figura 1. Mapa com a localização geográfica dos municípios para qual o estudo foi realizado.

Os dados meteorológicos horários de temperatura do ar e de umidade relativa do ar utilizados para o cálculo do ITU foram referentes ao período de 2000 a 2020. O ITU horário foi calculado pela Equação 1, proposta por Buffington et al. (1981).

$$\overline{ITU} = 0,8T_{ar} + U \frac{T_{-1} - T_{+1}}{1} + 46,3 \quad (1)$$

Em que,

ITU: índice de temperatura e umidade, adimensional;

Tar: temperatura do ar, °C;

UR: umidade relativa do ar, (%).

Após o cálculo do ITU horário foram filtrados valores mínimos, máximos e médios diários e posteriormente calculou-se médias mensais (ITU máximo, mínimo e médio) para cada local. Para a realização dos mapas de variabilidade espacial os dados de ITU médio mensal, foram agrupados em estações do ano, considerando verão (jan-mar), outono (abr-jun), inverno (jul-set) e primavera (out-dez).

A dependência espacial do ITU médio foi avaliada pelos ajustes de variogramas, pressupondo a estacionaridade da hipótese intrínseca, definida pela Equação 2, conforme Vieira et al. (2010).

$$\hat{\chi}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_{i+h})]^2 \quad (2)$$

Em que,

$\hat{\chi}(h)$: Semivariância em função da distância de separação (h) entre pares de pontos;

h: Distância de separação entre pares de pontos, m;

N (h): Número de pares experimentais de observações Z(xi) e Z (xi + h) separados por uma distância h.

Foram testados os seguintes modelos: linear com patamar, gaussiano, esférico e exponencial. Selecionou-se o modelo que apresentou a menor soma dos quadrados do resíduo (SQR). Após a escolha do modelo, foram determinados os parâmetros: efeito pepita (C0), patamar (C0 + C) e alcance (A). Uma vez detectada a dependência espacial, produziu-se o mapa temático de variabilidade espacial do ITU. A interpolação dos mapas foi realizada utilizando o método da krigagem ordinária.

A análise geoestatística e os mapas foram confeccionados com o software GS+. Utilizou-se a seguinte escala de cor para os mapas: vermelho para valores de ITU acima do de referência (estresse calórico), amarelo e azul para valores abaixo do de referência (estresse por frio) e laranja para valores dentro da faixa de referência (conforto). A escala dos mapas e a análise bioclimática do ITU seguiram os valores de referência apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Valores de conforto de temperatura, umidade relativa do ar e do ITU em função da idade das aves de corte.

Idade (semanas)	Temperatura (°C)	UR (%)	ITU ideal
1	32-35	60-70	72,4-80,0
2	29-32	60-70	68,4-76,0
3	26-29	60-70	64,8-72,0
4	23-26	60-70	60,5-68,0
5	20-23	60-70	56,6-64,0
6	20	60-70	56,6-60,0

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de ITU (máximo, mínimo e médio) para os quarenta e dois locais avaliados no RS estão apresentados no quadro 1. Os resultados (Quadro 1) demonstram que, quando o ITU é mínimo (horários de temperatura mais amenas) pode haver estresse térmico por frio para todas as semanas de vida e estações do ano e, quando o ITU é máximo (horários mais quentes do dia) é indicativo de estresse calórico para todas as semanas de vida e estações do ano, com exceção à primeira semana no outono e inverno. O ITU médio indica conforto térmico para a segunda semana (verão), para a terceira semana (primavera e verão), para a quarta semana de vida (outono, inverno e primavera) e para a quinta e sexta

semana de vida no outono e inverno (Quadro 1). Animais de produção em condições de conforto térmico praticamente não utilizam seu sistema termorregulador, sendo mínimo o gasto de energia para manutenção, ocorrendo a maior eficiência produtiva (BAÊTA; SOUZA, 2012; SILVA, 2000).

Nota-se elevada amplitude nos valores de ITU para as diferentes estações do ano (Figuras 2 e 3), com valores máximos excedendo o limite para conforto mesmo no outono e inverno e valores mínimos inferiores ao de conforto mesmo na primavera e verão. Indicando que, mesmo com a predominância de estresse por frio no outono inverno e por calor na primavera e no verão, o estresse térmico pode ocorrer tanto por frio quanto por calor em qualquer estação do ano.

Quadro 1. Demonstração da condição de conforto térmico (conforto, abaixo do ideal para conforto, acima do ideal para conforto) a partir de valores médios de ITU para as diferentes estações do ano e semanas de vida do frango de corte.

Estação		Outono	Inverno	Primavera	Verão	
SEMANAS DE VIDA DO FRANGO DE CORTE	1ª	ITU max	Acima dos valores ideais	Acima dos valores ideais	Acima dos valores ideais	
		ITU med	Abaixo dos valores ideais	Abaixo dos valores ideais	Abaixo dos valores ideais	
		ITU min	Abaixo dos valores ideais	Abaixo dos valores ideais	Abaixo dos valores ideais	
	2ª	ITU max	Acima dos valores ideais			
		ITU med	Abaixo dos valores ideais	Abaixo dos valores ideais	Abaixo dos valores ideais	Conforto
		ITU min	Abaixo dos valores ideais			
	3ª	ITU max	Acima dos valores ideais			
		ITU med	Abaixo dos valores ideais	Abaixo dos valores ideais	Conforto	Conforto
		ITU min	Abaixo dos valores ideais			
	4ª	ITU max	Acima dos valores ideais			
		ITU med	Conforto	Conforto	Conforto	Acima dos valores ideais
		ITU min	Abaixo dos valores ideais			
	5ª	ITU max	Acima dos valores ideais			
		ITU med	Conforto	Conforto	Acima dos valores ideais	Acima dos valores ideais
		ITU min	Abaixo dos valores ideais			
	6ª	ITU max	Acima dos valores ideais			
		ITU med	Conforto	Conforto	Acima dos valores ideais	Acima dos valores ideais
		ITU min	Abaixo dos valores ideais			
LEGENDA						
		Abaixo dos valores ideais				
		Acima dos valores ideais				
		Conforto				

Além disso, é possível observar (Figuras 2 e 3), que há variabilidade nos valores do índice para os diferentes locais, o que é natural pela influência nos fatores climáticos (latitude, altitude e continentalidade) nos elementos meteorológicos, sobretudo, na temperatura do ar que influencia diretamente o ITU. Cargnelutti et al. (2006), afirmam que a altitude exerce maior influência que a latitude na temperatura média decendial do ar para o estado do Rio Grande do Sul.

Assim, regiões de menor altitude e mais continentais possuem valores mais elevados de temperatura e do índice, como é o caso de São Gabriel, Mostardas e Campo Bom. Enquanto,

em maior altitude, como São José dos Ausentes e Vacaria tem-se valores mais baixos de temperatura e ITU. Já, as regiões litorâneas mesmo sob o efeito termo regulatório da massa de água, a umidade relativa do ar elevada resulta em acréscimo do ITU, como é o caso de Tramandaí e Torres. A suscetibilidade das aves ao estresse calórico aumenta em condições de temperatura e umidade relativa elevadas, pois para a manutenção da homeotermia, modificações fisiológicas são necessárias para a dissipação de calor, com efeito negativo sobre o desempenho (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003; OLIVEIRA et al., 2006).

Figura 2. Valores de ITU (máximo, mínimo e médio) no outono e inverno para os municípios avaliados no estado do Rio Grande do Sul.

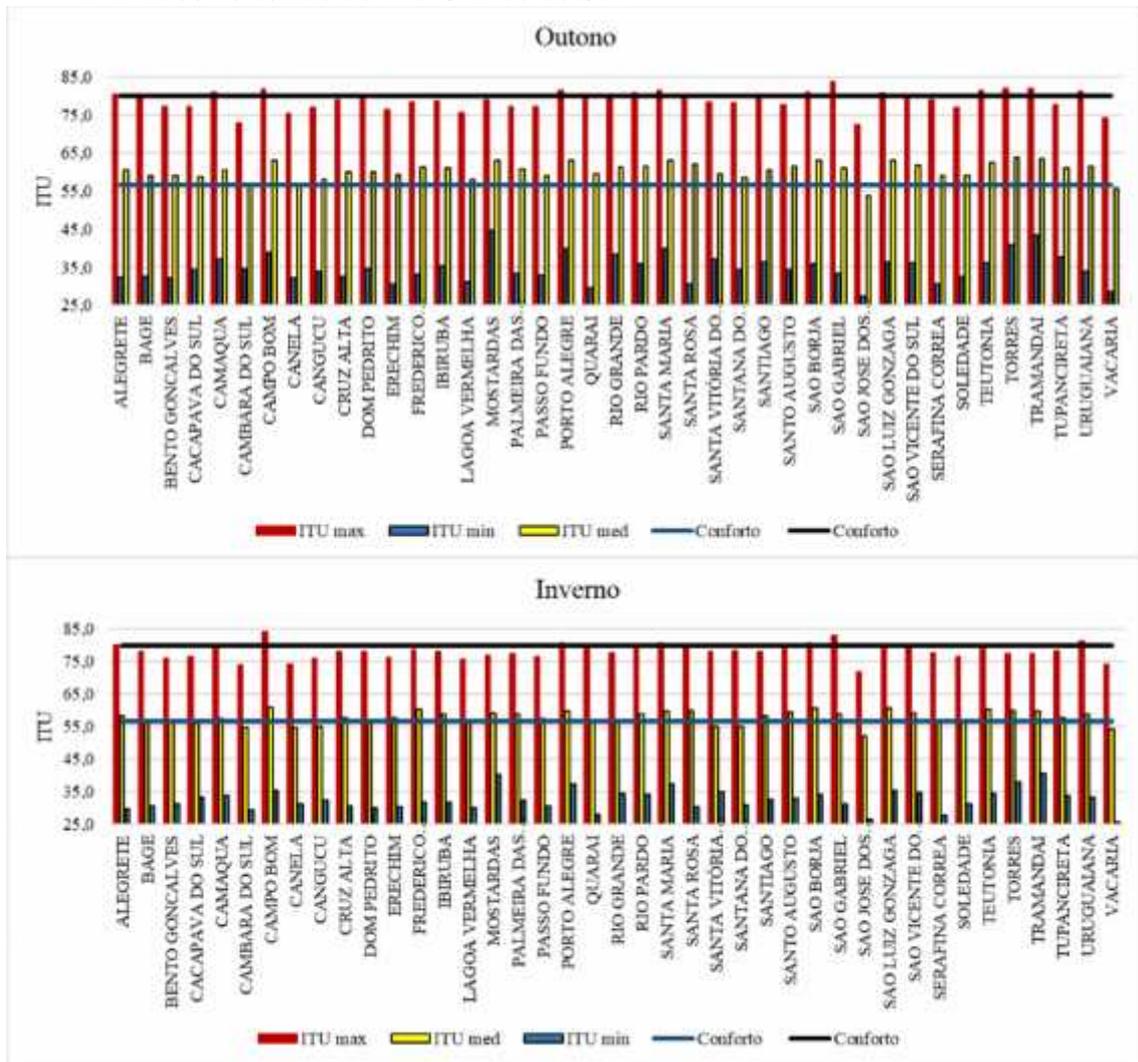
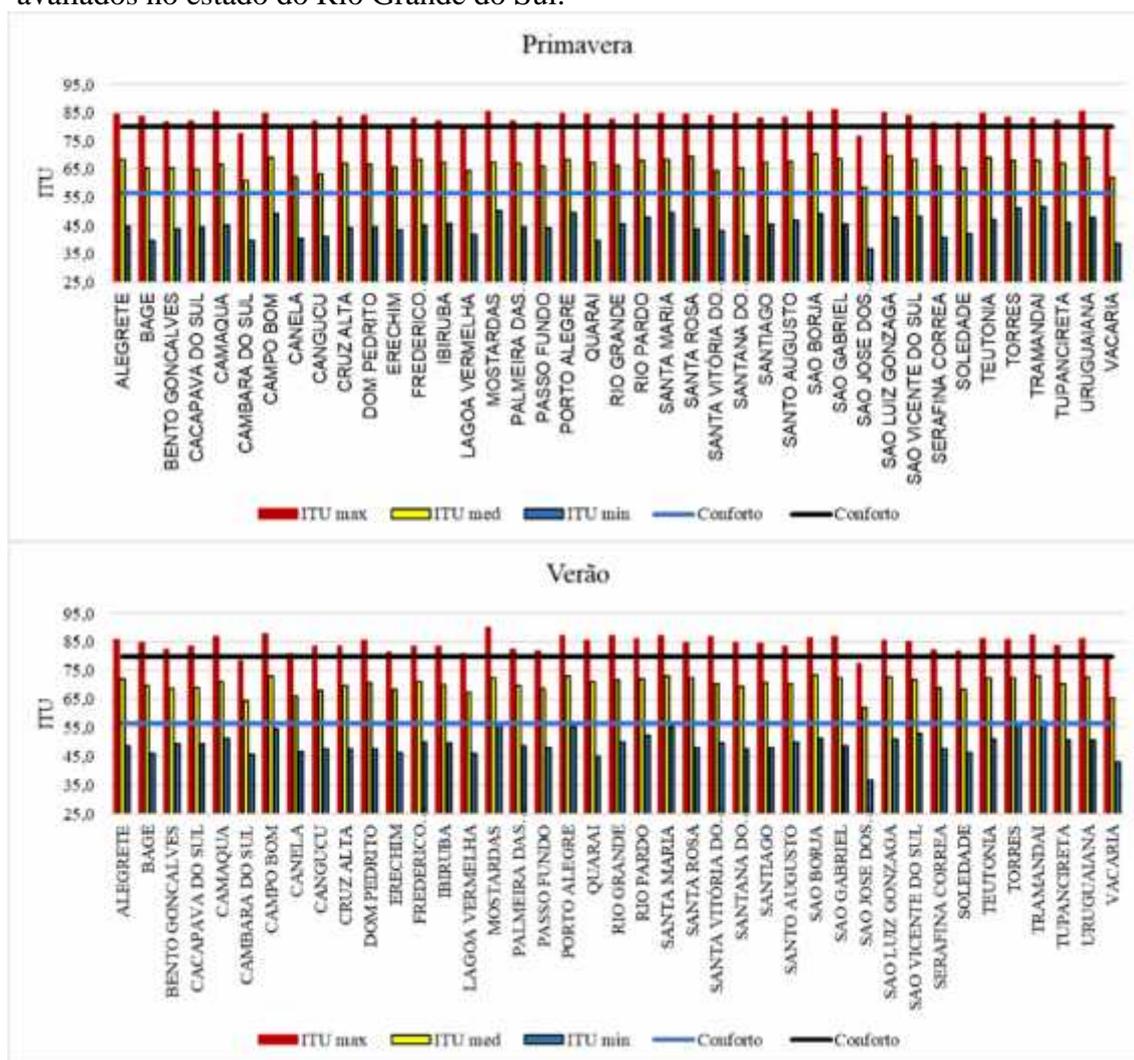


Figura 3. Valores de ITU (máximo, mínimo e médio) na primavera e no verão para os municípios avaliados no estado do Rio Grande do Sul.



O ajuste dos modelos teóricos de semivariância apresentados nas tabelas 2 e 3

demonstram a dependência espacial do ITU no território gaúcho.

Tabela 2. Parâmetros geoestatísticos dos semivariogramas teóricos referente à modelagem da dependência espacial para os valores do ITU médio no estado do Rio Grande do Sul, nas diferentes estações do ano.

Período de análise	Modelo	Parâmetros geoestatísticos				
		Ao ⁽¹⁾	C ₀ +C ⁽²⁾	C ₀ ⁽³⁾	SQR ⁽⁴⁾	R ² ⁽⁵⁾
outono	exponencial	385,58	2,38	0,01	0,64	0,91
inverno	exponencial	786,72	6,26	1,63	2,90	0,61
primavera	exponencial	603,38	4,10	2,05	1,19	0,88
verão	linear	377,80	3,14	0,56	0,69	0,73

Em que: ¹Alcance (km); ²Patamar; ³Efeito pepita; ⁴Soma de quadrados do resíduo; ⁵Coefficiente de determinação

Tabela 3. Parâmetros da análise de validação cruzada referente aos modelos teóricos de semivariância ajustados para os valores do ITU no estado do Rio Grande do Sul, nas diferentes estações do ano.

Período de análise	Parâmetros da análise de validação cruzada			
	CR ⁽¹⁾	Y ⁽²⁾	EPP ⁽³⁾	R ²
outono	1,00	-0,03	0,01	0,68
inverno	1,03	-1,97	1,54	0,42
primavera	1,08	-5,88	1,22	0,64
verão	1,17	-12,34	1,07	0,61

Em que: ¹Coefficiente de regressão; ²Intercepto; ³Erro padrão de predição.

A semivariância experimental foi melhor ajustada pelo modelo exponencial (Tabela 2). O valor de alcance observado foi entre 377,80 km e 786,72 km (Tabela 2). O alcance da dependência espacial indica a distância máxima até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si, dessa forma quanto maior o alcance maior a homogeneidade entre as amostras (VIEIRA et al., 2010). A incerteza associada à estimativa de valores em locais não amostrados (erro padrão), variou de 0,01 a 1,54 (Tabela 3), valores aceitáveis de ajuste dos modelos para a geração dos mapas, que são apresentados para seis semanas de vida do frango de corte, da seguinte maneira: figura 4 (outono), figura 5 (inverno), figura 6 (primavera), figura 7 (verão).

No outono (Figura 4), da primeira a terceira semana de vida dos animais, há possibilidade de ocorrência estresse por frio em todo o território gaúcho. Para a quarta semana de vida dos frangos de corte, há conforto (ITU>60>68) em boa parte do território, com exceção a faixa em amarelo no mapa, que compreende a fronteira com o Uruguai até o

extremo Sul (Santana do Livramento, Jaguarão e Santa Vitória do Palmar) e uma pequena área na região Nordeste (Passo Fundo e Erechim) que caracterizam-se por apresentar valores mais baixos do índice, em que há estresse por frio (ITU<52<60). Já para a quinta semana de vida, os valores de ITU>56<64 indicam a situação de conforto térmico em todo o estado. Enquanto, para a sexta semana de vida, em que os animais se encontram mais pesados, o estresse passa a ser por calor (ITU>60) na maior parte do território e, para essa semana de vida, há conforto térmico nas regiões de ITU mais ameno (Santana do Livramento, Jaguarão, Santa Vitória do Palmar, Passo Fundo e Erechim).

No inverno (Figura 5) pode ocorrer o estresse por frio em todo o estado, que se estende da primeira até a quarta semana de vida dos animais. Enquanto, para animais na quinta e sexta semana de vida, o indicativo é de conforto térmico em quase todo o território (ITU>66), com exceção a uma pequena região no extremo Sul gaúcho.

Figura 4. Mapa temático do ITU médio no estado do Rio Grande do Sul para seis semanas de vida do frango de corte no outono.

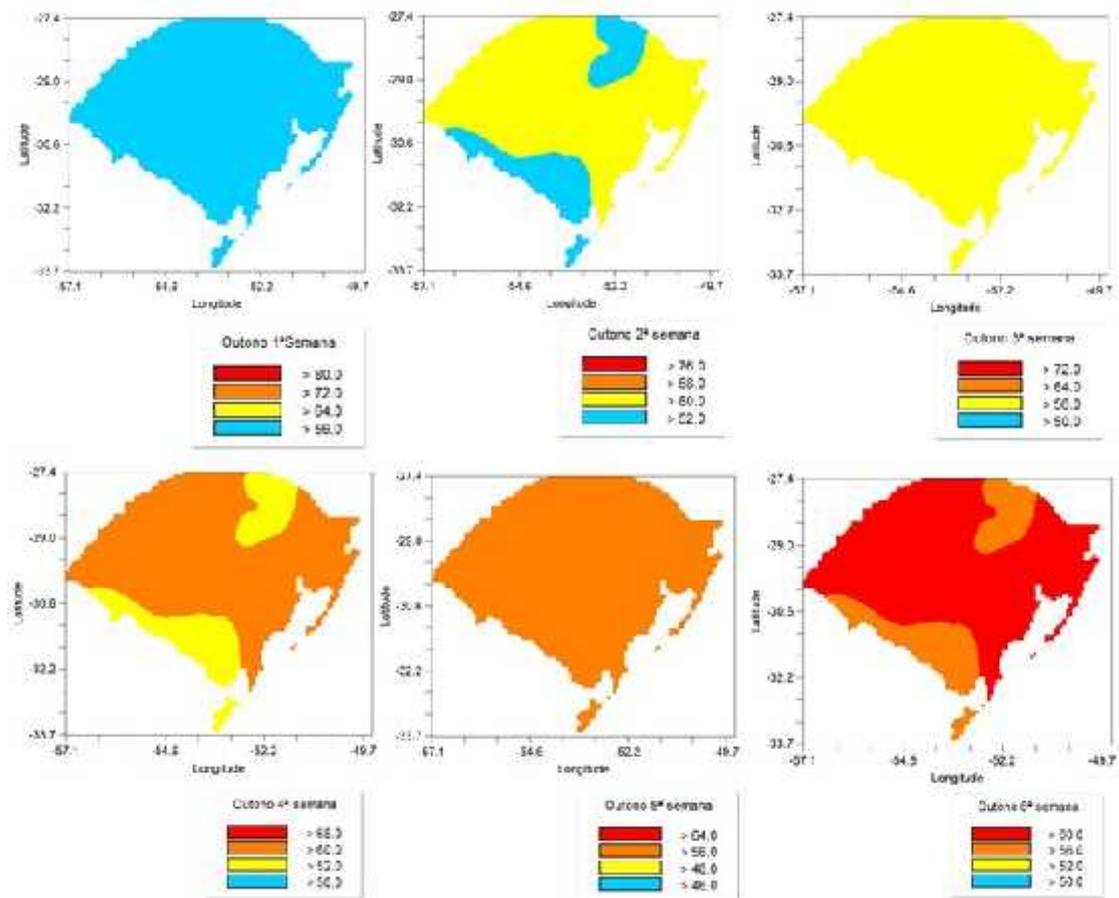
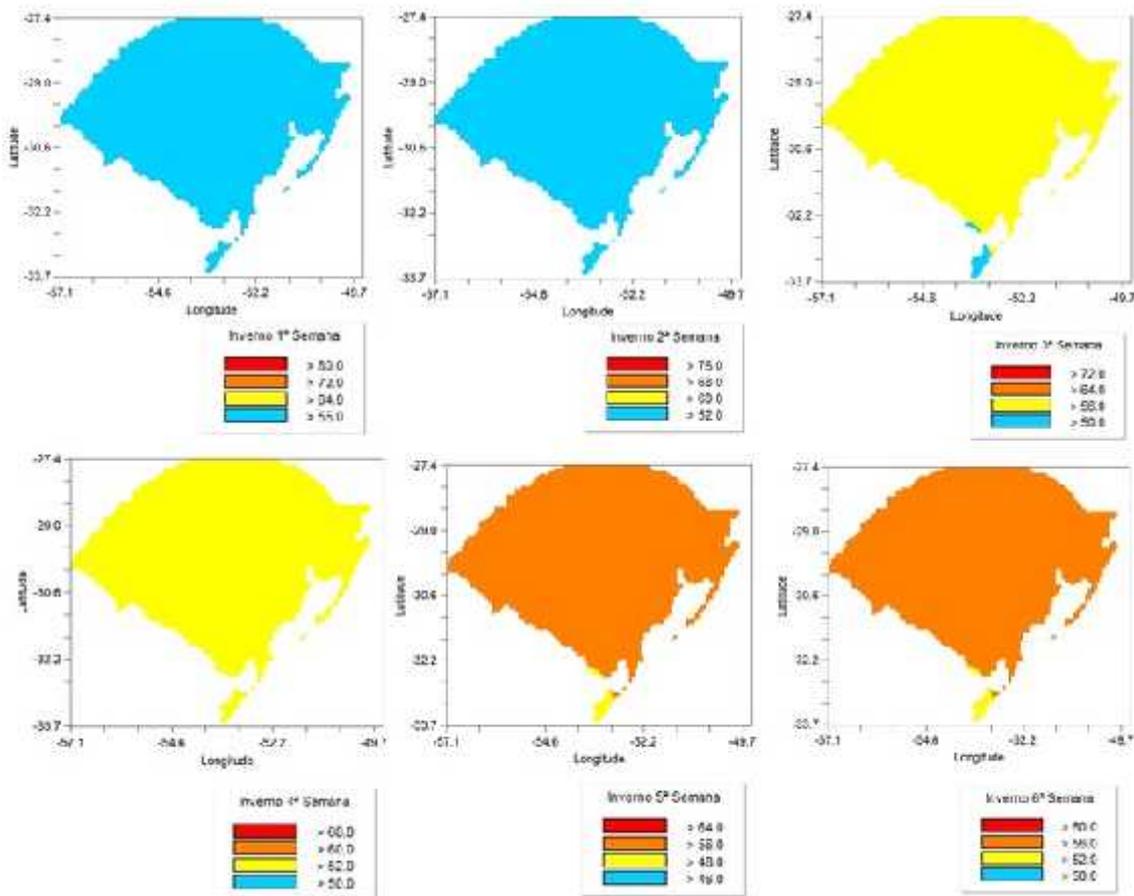


Figura 5. Mapa temático do ITU médio no estado do Rio Grande do Sul para seis semanas de vida do frango de corte no inverno.

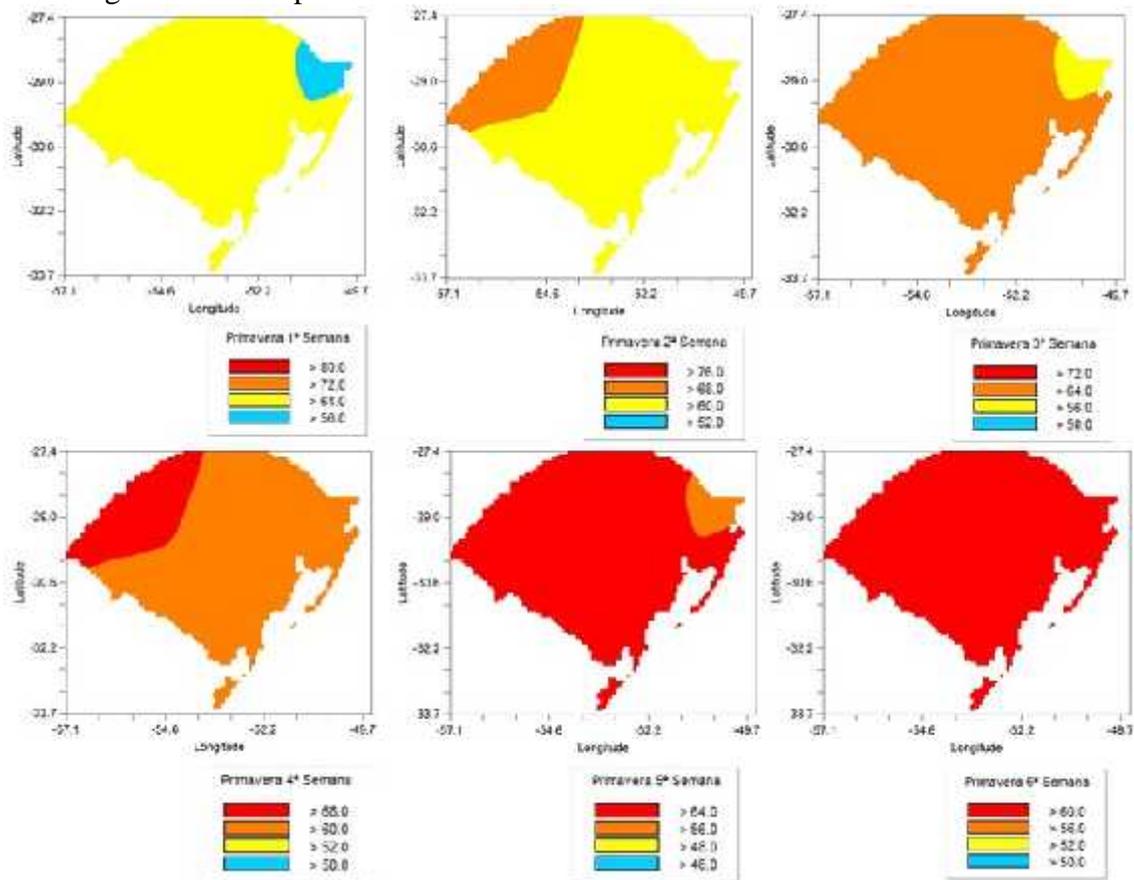


Nota-se a necessidade de aquecimento do ambiente para animais até a quarta semana de vida, tanto para o outono quanto para o inverno. De acordo com Tinôco (2001), o aquecimento é fundamental no início da vida para atender as exigências de conforto térmico das aves e dele depende o bom desenvolvimento do animal. Conforme Cassuce (2011), animais em crescimento ou adulto em situação de estresse por frio mantêm o consumo de alimento, gerando incremento calórico, porém essa energia em grande parte será utilizada para a manutenção, diminuindo assim o desempenho produtivo.

Na primavera do Rio Grande do Sul (Figura 6) pode ocorrer estresse por frio para frangos na primeira e segunda semana de vida. Para primeira semana de vida o ITU é inferior ao de conforto para os frangos de corte em todo o estado. Para animais na segunda semana, o

conforto ocorre apenas na região de abrangência dos municípios Uruguaiana, Alegrete, São Borja e São Luiz Gonzaga em que os valores do ITU são mais elevados. Porém, nestes locais, pode haver estresse calórico para animais na quarta semana, enquanto o restante do território possui uma situação de conforto térmico que impera no território gaúcho para a terceira e quarta semana de vida dos frangos de corte. Nas semanas mais adiantadas do ciclo de produção, o estresse calórico predomina em quase todo o território. Para a quinta semana, a exceção é a região de abrangência dos municípios de Vacaria, São José dos Ausentes e Cambará do Sul, que com ITU mais ameno resulta em conforto térmico. Para animais na sexta semana de vida, o estresse por calor pode ocorrer em todo o estado.

Figura 6. Mapa temático do ITU médio no estado do Rio Grande do Sul para seis semanas de vida do frango de corte na primavera.

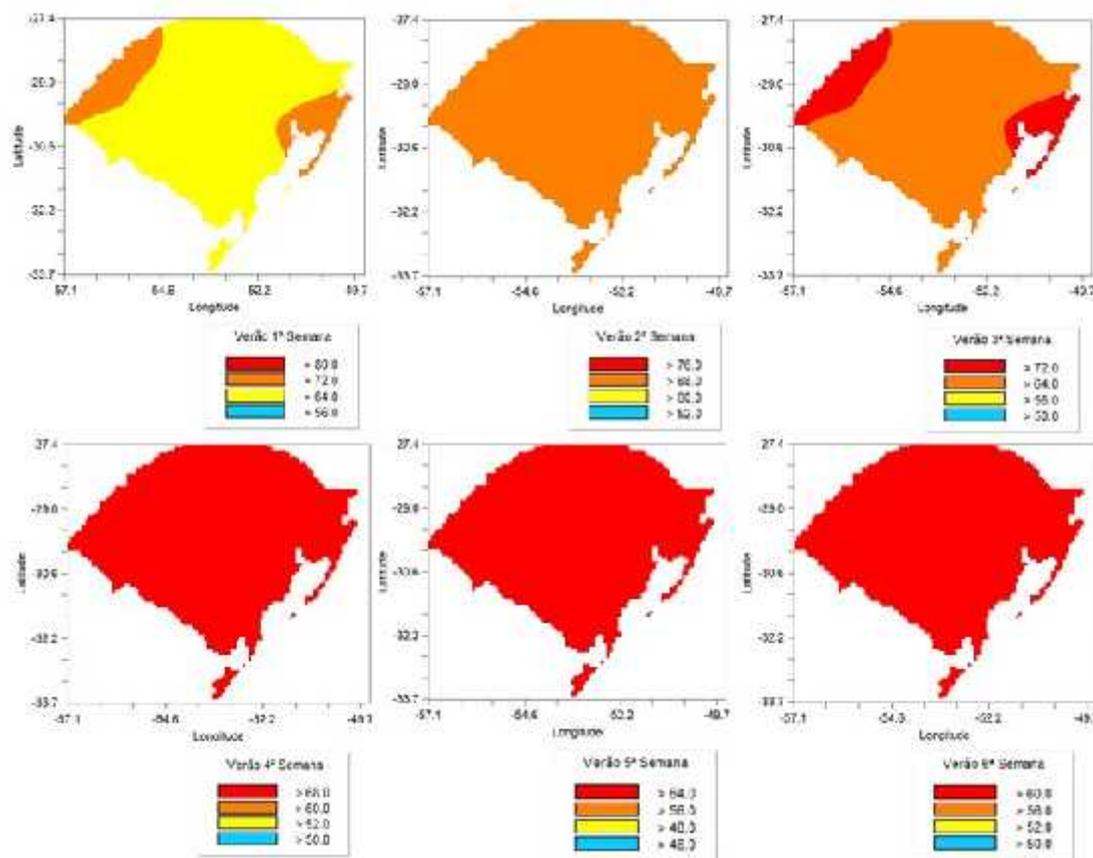


Para o verão, atenção especial deve ser dada ao estresse calórico que poderá estar presente em todo o território para a criação de frangos de corte a partir da quarta semana de vida (Figura 7). Em uma faixa que abrange municípios na fronteira com a Argentina (São Borja e Santa Rosa) e parte da região metropolitana (Porto Alegre, Tramandaí e Torres) o estresse calórico pode acontecer para animais a partir da terceira semana de vida, em contrapartida nestes locais há conforto térmico para animais em uma fase inicial de desenvolvimento. Para frangos de corte na segunda semana de vida pode ocorrer a

condição de conforto térmico em todo o território gaúcho.

Frangos de corte submetidos a estresse calórico apresentam alterações comportamentais (aumento significativo da taxa respiratória, asas abertas, penas eriçadas) além do aumento no consumo de água e fezes aquosas (HAN et al., 2010; TAN et al., 2010). Estes animais fora de sua zona de conforto térmico necessitam desviar energia para buscar a manutenção da função basal mais importante e prioritária que é a homeotermia (OLIVEIRA et al., 2006).

Figura 7. Mapa temático do ITU médio no estado do Rio Grande do Sul para seis semanas de vida do frango de corte no verão.



Portanto, a edificação pra a criação de frangos de corte deve ser planejada e construída pensando em reduzir os impactos de fatores climáticos (CARDOSO et al., 2011). No planejamento e execução da edificação fica complicado atender as necessidades de aumento e de redução de temperatura demonstradas neste trabalho, necessárias para anteder as condições ambientais requeridas pelos animais. Assim, para o estado do RS as estruturas para confinamento podem ser planejadas para amenizar o estresse calórico que existe no outono, primavera e verão, adotando medidas como: orientação leste-oeste (RESENDE et al., 2008); a escolha de telhas de com propriedades refletivas e isolantes (SAMPAIO et al., 2011; TONOLI et al., 2011); forro sob o telhado (ABREU et al., 2007). Associadas a isto, práticas de acondicionamento térmico minimizar o estresse calórico, como: ventilação natural (manejo de cortinas), ventilação artificial (pressão positiva ou negativa) associadas a resfriamento adiabático (nebulização ou placas

evaporativas), entre outras (BUENO; ROSSI, 2006; CARVALHO et al., 2009; BAÊTA; SOUZA, 2012).

Já, para o inverno e para as semanas iniciais de vida dos animais (até a terceira semana) nas demais estações (outono, primavera e verão), o aquecimento é fundamental para anteder as condições ambientais requeridas pelos animais. Para frangos de corte, é fundamental o fornecimento das condições ambientais adequadas desde os primeiros dias de vida, para que posteriormente nas fases de crescimento e engorda o desenvolvimento dos animais seja o desejado (FUNCK; FONSECA, 2008; MARCHINI et al., 2009; CORDEIRO et al., 2010).

4 CONCLUSÃO

O zoneamento bioclimático para frangos de corte permitiu dividir o território do Rio Grande do Sul em até duas classes, sendo que a maior parte do estado se alterna em condições de estresse por frio a estresse por

calor em função das semanas de vida dos animais, prevalecendo o estresse pro frio da primeira a terceira semana no outono e inverno e por calor na quinta e sexta semana na primavera e a partir da quarta semana no verão. As condições ambientais para conforto térmico de frangos de corte ocorrem em maior parte do território do Rio Grande do Sul no outono para a quarta e quinta semana, no inverno para a quinta e sexta semana, na primavera para a terceira e quarta semana e no verão para a segunda e terceira semana de vida dos frangos de corte.

Uma faixa do território gaúcho que compreende os municípios de Santana do

Livramento, Jaguarão e Santa Vitória do Palmar, uma pequena área na região Nordeste (Passo Fundo e Erechim) no outono e municípios da Serra (Vacaria, São José dos Ausentes e Cambará do Sul) na primavera, possuem um zoneamento bioclimático diferente do restante do território por apresentarem menor valor do ITU. Enquanto, a região de abrangência dos municípios Uruguaiana, Alegrete, São Borja e São Luiz Gonzaga possuem um zoneamento bioclimático diferente do restante do território por apresentarem maior valor do ITU na primavera e no verão.

5 REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, p.1-14, 2011.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F.R.F.; PAIVA, D.P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59 n. 4, p.1014-1020, 2007.

ASGAV. **Avicultura de Corte do Rio Grande do Sul, abate por regiões no estado**. 2020. Disponível em: <http://www.asgav.com.br/index.php/noticias-interna/avicultura-de-corte-do-rio-grande-do-sul-abate-por-regioes-no-estado-1607>. Acesso em: 14 jul. 2021.

AVISITE. **Carne de frango: abates inspecionados do 1º tri sinalizam total de 14,5 milhões/t em 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/index.php?page=noticias&id=23967#:~:text=Pelos%20dados%20dispon%C3%ADveis%2C%20de%201,que%20o%20estimado%20para%202020>. Acesso em: 14 jul. 2021.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2.Ed. Viçosa: EDUFV, 2012, 269p.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, 2003.

BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILHO, C. J.; AMAZONAS, E. A.; MENTEN, J. F. M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1296 – 1305, 2009.

BUENO, L.; ROSSI, L. A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 497–504, 2006.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714. 1981.

CARDOSO, A.S.; BAETA, F.C.; TINÔCO, I.F.F.; CARDOSO, V.A.S. Coberturas com materiais alternativos de instalações de produção animal com vistas ao conforto térmico. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 5, p. 404-442, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; STOLZ, Á. P. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decendial do ar no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 893-901, 2006.

CARVALHO, V. F.; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, L.; DAMASCENO, F.A.; SILVA, M.P. Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 358-366, 2009.

CASA, A. C.; RAVELO, A. C. Assessing temperature and humidity dairy cattle in Córdoba, Argentina. **International Journal of Biometeorology**, Berlin, v. 48, n. 1, p. 6-9, 2003.

CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. 2011. 91 P. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Viçosa, Viçosa, 2011.

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**, Paraíba. Anais... Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; SILVA, J. N.; VIGODERIS, R. B.; PINTO, F. A. C.; CECON, P. R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.

DIKMEN, S.; HANSEN, P.J.. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? **Journal Of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 1, p. 109-116, 2009.

DONKOH, A.; ATUAHENE, C.C. Management of environmental temperature and rations for poultry production in the hot and humid tropics. **International Journal Of Biometeorology**, v. 32, n. 1, p. 247-253, 1988.

FUNCK, S. R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 91-97, fev. 2008.

HAN, A.Y.; ZHANG, M.H.; ZUO, X.L.; ZHENG, S.S.; ZHAO, C.F.; FENG, J.H.; CHENG, C. Effect of acute heat stress on calcium concentration, proliferation, cell cycle, and interleukin-2 production in splenic lymphocytes from broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, n. 10, p. 2063-2070, 2010.

LAVOR, C.T.B.; FERNANDES, A.A.O.; SOUSA, F.M. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frango de corte. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 39, n. 2, p. 308-316. 2008.

MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; BELETTI, M.e.; GUIMARÃES, E.C.; SOARES, H.L. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 2, p. 491-497, abr. 2009.

MC DOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. Zaragoza: Acribia, 1974. 692p.

OLIVEIRA, L.M.F.; YANAGI JUNIOR; FERREIRA, E.; CARVALHO, L.G.; SILVA, M.P. Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p. 823-831, 2006.

OLIVEIRA, Z.B.; BOTTEGA, E.L.; OLIVEIRA, M.B.; MOARES, C.S.; LINK, T.D. Análise do conforto térmico no estado do Rio Grande do Sul utilizando técnicas geostatísticas e dados das normais climatológicas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, p. 195-203, 2019

RECK, A. B.; SCHULTZ, G. Aplicação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão no Relacionamento Interorganizacional na Cadeia da Avicultura de Corte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 54, n. 4, p. 709-728, 2016

RESENDE, O.; BATISTA, J.A.; RODRIGUES, S. Caracterização de instalações avícolas em diversos municípios do Estado de Rondônia. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 1, n. 9, p. 71-81, 2008.

RODRIGUES, V.C. **Distribuição espacial e bem-estar de aves poedeiras em condições de estresse e conforto térmico utilizando Visão Computacional e Inteligência Artificial**. 2006. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SAMPAIO, C.A.P.; CARDOSO, C.O.; SOUZA, G.P. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 230-236, 2011.

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

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

TAN, G.Y.L.; YANG, L.; FU, Y.Q.; FENG, J.H.; ZHANG, M.H. Effects of different acute high ambient temperatures on function of hepatic mitochondrial respiration, antioxidative enzymes, and oxidative injury in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 115- 122, 2010.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, São Paulo, v. 3, n. 1, 2001.

TONOLI, G. H. D.; SANTOS, S.F.; RABI, J.A.; SANTOS, W.N.; SAVASTANO JÚNIOR, H. Thermal performance of sisal fiber-cement roofing tiles for rural constructions. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 68, n. 1, p. 1-7, 2011.

VIEIRA, S.R.; GUEDES FILHO, O.; CHIBA, M.K.; MELLIS, E.V.; DECHEN, S.C.F.; DE MARIA, I.C. Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, n. 5, 2010.