

## **Zoneamento bioclimático do RS para a criação de bovinos em cenários de mudança climática**

### **Bioclimate zioning in RS for cattle breeding in climate change scenarios**

DOI:10.34117/bjdv8n11-380

Recebimento dos originais: 28/10/2022

Aceitação para publicação: 30/11/2022

**Zanandra Boff de Oliveira**

Doutorado em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul

Endereço: Rod. Taufik Germano, 3013, Passo D'Areia, Cachoeira do Sul - RS,

CEP: 96503-205

E-mail: zanandraboff@gmail.com

#### **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo realizar o zoneamento bioclimático do RS para a criação de bovinos nos meses de verão em cenários de mudança climática. Os dados de temperatura do ar (máximos e médios diários) foram obtidos de uma série histórica de 20 anos (2000 a 2020) do banco de dados de estações meteorológicas do INMET para 42 municípios. Após a obtenção de médias mensais aplicaram-se os cenários de mudança climática com o acréscimo de 1,5°C (Cenário 1) e 3°C (Cenário 2). Os mapas temáticos da distribuição espacial da temperatura média e máxima para os meses de verão foram elaborados por meio de krigagem ordinária. O estado do Rio Grande do Sul foi dividido em duas classes em relação ao zoneamento bioclimático para bovinos. Sendo que, a maior parte do território se enquadra em uma mesma faixa de temperatura média ( $>16<27^{\circ}\text{C}$ ) e máxima ( $>27^{\circ}<35^{\circ}\text{C}$ ). A mudança climática poderá modificar o zoneamento bioclimático para a produção de bovinos no Rio Grande do Sul aumentando progressivamente com o incremento de temperatura a área do território gaúcho com maior severidade do estresse calórico nos meses de verão. Práticas para a melhoria do acondicionamento térmico ambiental e utilização de raças ou cruzamentos entre raças que sejam mais adaptadas as condições de temperatura mais elevadas poderão ser alternativas para minimizar o estresse calórico nos meses de verão que será potencializado com a mudança climática.

**Palavras-chave:** geoespacialização, conforto térmico, ambiência de precisão.

#### **ABSTRACT**

The present work aims to carry out the bioclimatic zoning of RS for cattle production in the summer months in climate change scenarios. Air temperature data (daily maximum and average) were obtained from a 20-year historical series (2000 to 2020) from the INMET meteorological station database for 42 municipalities. After obtaining monthly averages, climate change scenarios were applied with the addition of 1.5°C (Scenario 1) and 3°C (Scenario 2). Thematic maps of the spatial distribution of mean and maximum temperature for the summer months were prepared using ordinary kriging. The state of Rio Grande do Sul was divided into two classes in relation to the bioclimatic zoning for cattle. Most of the territory falls within the same range of average ( $>16<27^{\circ}\text{C}$ ) and

maximum ( $>27^{\circ}<35^{\circ}\text{C}$ ) temperature. Climate change may modify the bioclimatic zoning for cattle production in Rio Grande do Sul, progressively increasing with increasing temperature the area of the gaúcho territory with greater severity of heat stress in the summer months. Practices to improve environmental thermal conditioning and the use of breeds or crosses between breeds that are more adapted to higher temperature conditions may be alternatives to minimize heat stress in the summer months, which will be potentiated by climate change.

**Keywords:** geospatialization, thermal comfort, precision ambience.

## 1 INTRODUÇÃO

No RS a produção de bovinos se fez presente antes mesmo deste ser território brasileiro, sendo a principal atividade econômica até o final do século XIX. Atualmente, o estado possui um rebanho declarado de aproximadamente 9,56 milhões de cabeças, com predominância nas mesorregiões Sudoeste e Noroeste (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2020). Entretanto, a pecuária vem perdendo espaço para a lavoura de soja em todas as mesorregiões, exceto na Nordeste que possui um setor produtivo mais diversificado (OSMARI, 2019). Razão pela qual, a geração de novas tecnologias e a aplicação de práticas de manejo que contribuam para um aumento de produtividade por área são fundamentais para essa cadeia produtiva. Além disso, os sistemas de produção devem adequar-se ao atendimento de práticas de manejo que propiciem o bem-estar animal, visando a garantia de produção mais eficiente, com uma menor produção de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), possibilitando o atendimento das demandas de mercado com sustentabilidade.

O desconforto térmico é uma das principais causas de perdas de produção em animais totalmente expostos à radiação solar em pecuária extensiva (VIEIRA JUNIOR *et al.*, 2019). Para a sobrevivência e a produção dos animais é essencial que eles sejam eficientes em manter sua temperatura corporal nos limites da sua zona de conforto (ZCT) (AZEVEDO *et al.*; 2005). Para bovinos europeus a ZCT é de 0 a  $16^{\circ}\text{C}$  e para bovinos indianos de 10 a  $27^{\circ}\text{C}$ , por serem mais adaptados a regiões tropicais (PEREIRA; 2005). Vacas em lactação possuem metabolismo elevado, com maior produção de calor endógeno, assim a ZCT é em torno de 4 a  $24^{\circ}\text{C}$  (MARTELLO *et al.*; 2004; CERUTTI *et al.*; 2013). Para bezerros a ZCT é 8 a  $21^{\circ}\text{C}$  (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Ainda, pode-se levar em consideração uma faixa maior de temperatura além da ZCT na qual podem ocorrer prejuízos na produtividade pelo gasto metabólico em

termorregulação (BAETA; SOUZA; 2010). O limiar superior de temperatura desta faixa é denominado temperatura crítica superior (TCS), cujos valores observados literatura são de 26, 27 e 35°C de bezerros, bovinos adultos de raça europeia e bovinos adultos de raças indianas, respectivamente (FUQUAY, 1981, BROUCEK *et al.*; 2009; BAÊTA; SOUZA, 2010).

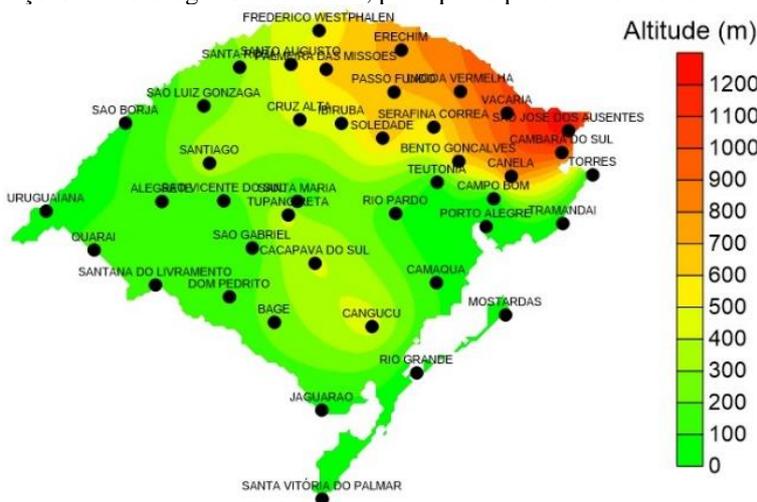
Conforme Baccari Júnior (2001), quando submetidos a estresse calórico os animais reagem com mudanças fisiológicas e comportamentais, como o aumento do consumo de água, do pastoreio noturno, do tempo de ócio e a diminuição da ruminação e do pastoreio diurno (MEYER *et al.*, 2006; PIRES; CAMPOS, 2008; PARANHOS, 2000), comprometendo a produção e a qualidade de produção (DAS *et al.*, 2016; HIGASHIYAMA *et al.*, 2013; PIRES; CAMPOS, 2004; BILBY *et al.*, 2009).

Assim, cabe avaliar os impactos do aumento da temperatura do ar que segundo os prognósticos continuará a subir até pelo menos a metade do século, sendo que o aquecimento de 1,5°C e 2°C poderá ser excedido no século XXI se não houverem reduções consideráveis na emissão de gases de efeito estufa nas próximas décadas (IPCC, 2021). Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar o zoneamento bioclimático do RS para a criação de bovinos nos meses de verão em cenários de mudança climática, visando contribuir para a definição de estratégias de acondicionamento térmico para a melhoria do ambiente de produção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do estudo, os dados de temperatura do ar foram obtidos de uma série histórica de 20 anos (2000 a 2020) do banco de dados de estações meteorológicas do INMET (<https://portal.inmet.gov.br/>) para o total de municípios com dados disponíveis (quarenta e dois), cuja a localização geográfica pode ser observada na figura 1.

Figura 1 - Mapa com a localização geográfica dos municípios com dados disponíveis no banco de dados de estações meteorológicas do INMET, para qual o presente estudo foi realizado.



Os dados de temperatura do ar horários foram filtrados em valores máximos e médios diários e calculou-se médias mensais para cada local. Posteriormente, aplicou-se os cenários de mudança climática com o acréscimo de 1,5°C (Cenário 1) e 3°C (Cenário 2) nos valores de temperatura média e máxima mensais. De posse destes dados: temperatura média (atual, cenário 1 e cenário 2) e temperatura máxima (atual, cenário 1 e cenário 2), realizou-se a análise geostatística e os mapas de variabilidade espacial para os meses de verão: janeiro, fevereiro e março.

A dependência espacial da temperatura do ar no território gaúcho foi avaliada pelos ajustes de variogramas, pressupondo a estacionaridade da hipótese intrínseca, definida pela Equação 1, conforme Vieira *et al.* (2010).

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

em que,

$\hat{\gamma}(h)$ : 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.

Primeiramente foram testados os seguintes modelos: linear com patamar, gaussiano, esférico e exponencial. Após o ajuste do modelo teórico de semivariância, realizou-se a análise da validação cruzada a fim de se quantificar o erro de predição do modelo. Selecionou-se o modelo que após este processo apresentou a menor soma dos quadrados do resíduo (SQR) e fez-se a análise dos seguintes parâmetros dos variogramas:

efeito pepita (C0), patamar (C0 + C) e alcance (A) e da validação cruzada: coeficiente de regressão (CR), intercepto (Y), erro padrão de predição (EPP) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). A interpolação dos mapas foi realizada utilizando o método da krigagem ordinária.

Utilizou-se a seguinte escala de cor para os mapas: amarelo (>16<27°C), laranja (>27<35°C) e vermelho (>35°C) buscando contemplar os valores de referência proposto por (BAÊTA; SOUZA, 2010), apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Valores comuns de temperatura efetiva crítica inferior (TCI), superior (TCS) e de temperaturas na zona de conforto térmico (ZCT) para bovinos.

	TCI	ZCT	TCS
Bovino Europeu	-10	-1 a 16	27
Bovino Indiano	0	10 a 27	35

Fonte: BAÊTA, SOUZA (2010)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 2 e 3 estão apresentados os valores de temperatura média e máxima do ar atuais e nos Cenários 1 e 2 para aos diferentes meses e locais e os valores de referência para o conforto térmico, conforme a tabela 1.

Figura 2 - Valores de temperatura média (atual, Cenário 1 e Cenário 2) e valores de referência para o conforto térmico de bovinos para os quarenta e dois municípios avaliados no estado do Rio Grande do Sul nos meses de verão.

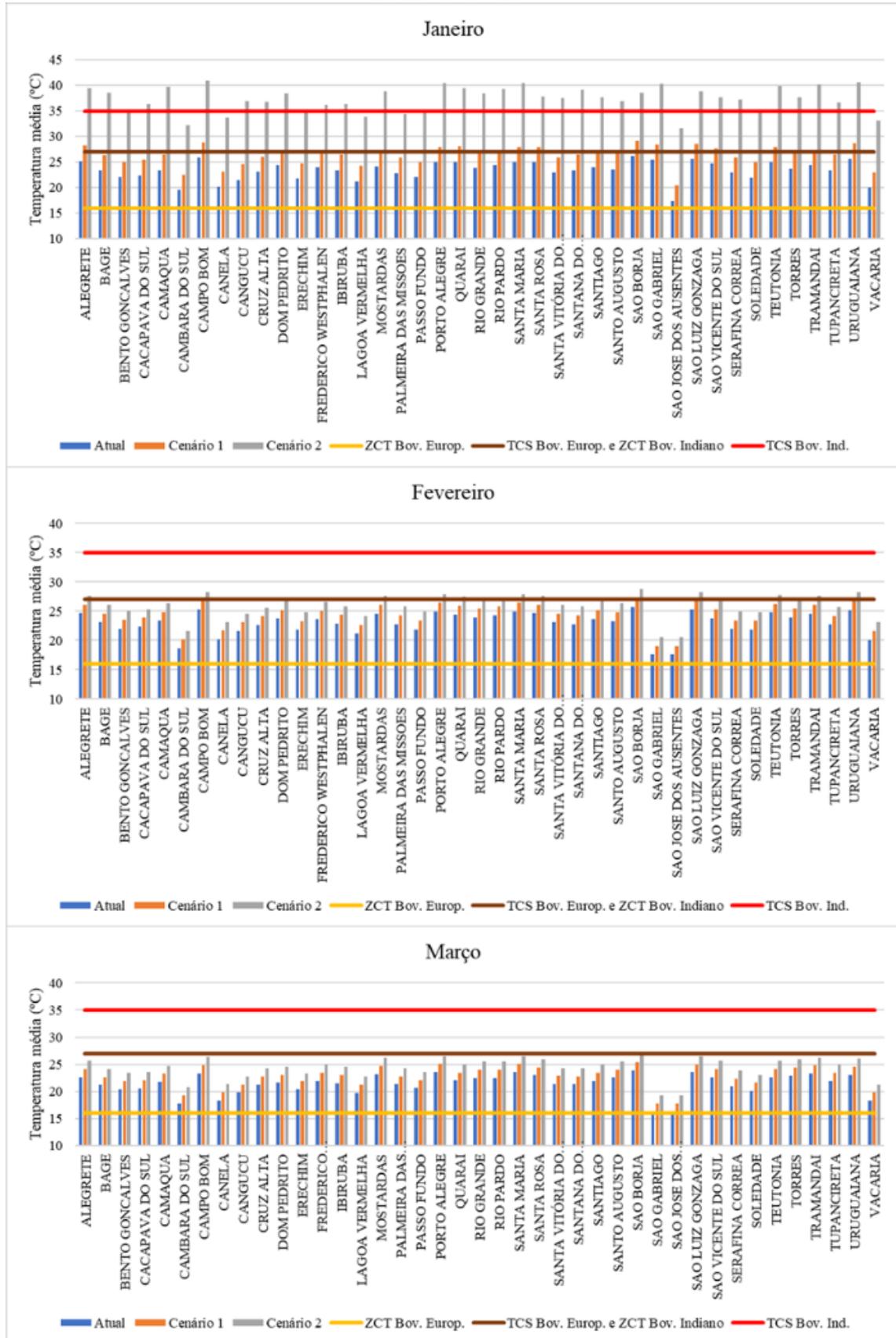
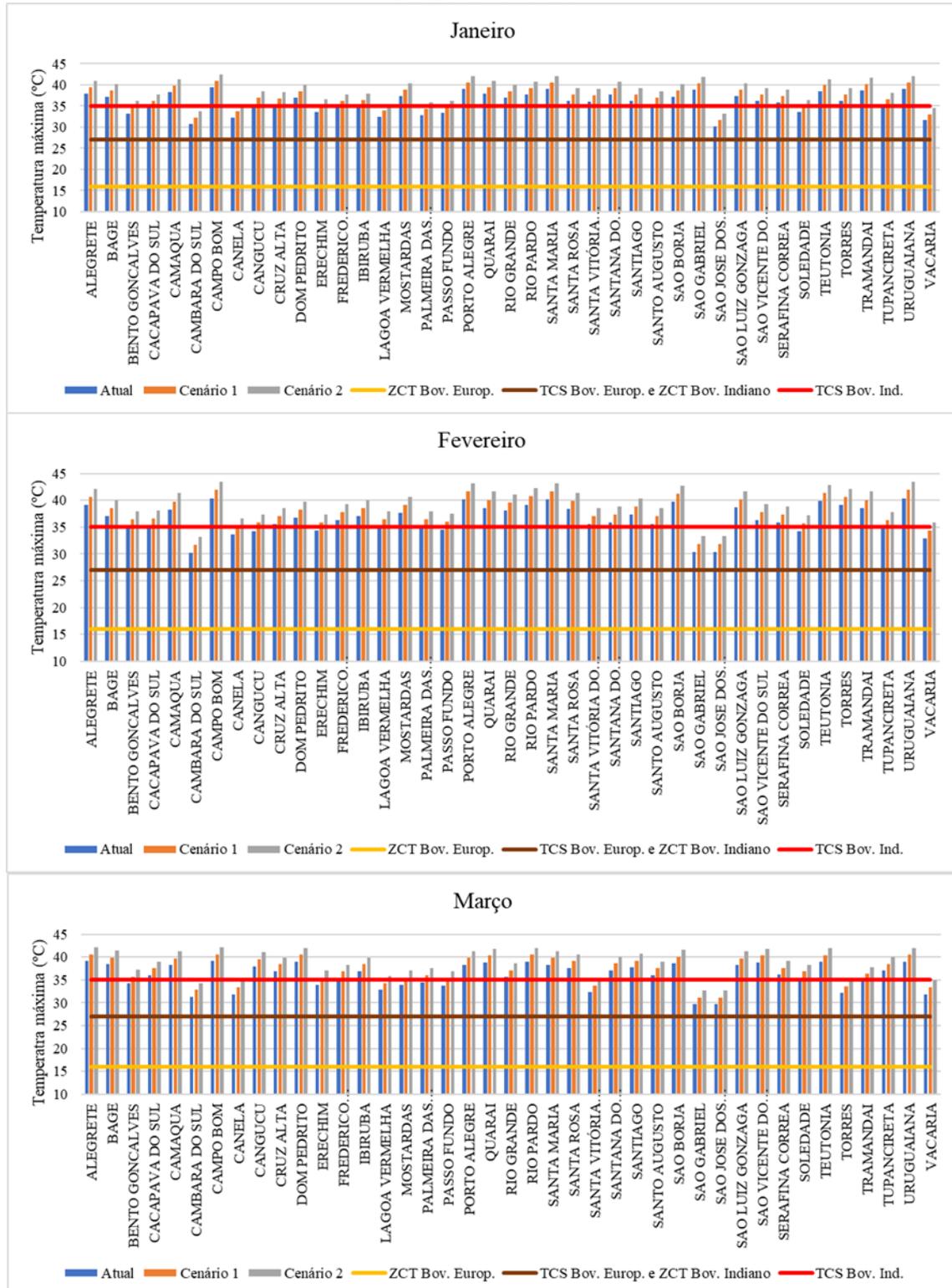


Figura 3 - Valores de temperatura máxima (atual, Cenário 1 e Cenário 2) e valores de referência para o conforto térmico de bovinos para os quarenta e dois municípios avaliados no estado do Rio Grande do Sul nos meses de verão.



Analisando os valores médios (Figura 2), nota-se que para o mês de janeiro a temperatura atual enquadra-se dentro da ZCT para bovinos indianos e ultrapassa a ZCT chegando próxima a TCS para bovinos europeus em muitos locais do RS. Já, no Cenário

1 é possível observar para a maioria dos locais que a temperatura ultrapassa a ZCT para bovinos indianos e a TCS para bovinos europeus, situação essa que se agrava ainda mais no Cenário 2, quando a temperatura fica acima a TCS, também, para bovinos indianos.

Para os meses de fevereiro e março a temperatura é mais amena, mesmo assim ultrapassa a ZCT para bovinos europeus, mas não chega superar a TCS e a ZCT para bovinos europeus e indianos, respectivamente. A suscetibilidade do animal ao estresse calórico é influenciada por muitos fatores, incluindo cor da pelagem, sexo, temperamento, histórico de saúde e aclimação (BROWN-BRANDL, 2018).

A análise de temperatura máxima (Figura 3) demonstra a magnitude do estresse calórico que já existe nos meses de verão para o RS, pois a temperatura máxima atual está além da ZCT e supera a TCS para bovinos (europeus e indianos) em quase todos os locais e pode se agravar ainda mais com a confirmação destes cenários de mudança climática.

A animais que sofrem estresse térmico diminuem o consumo de ração, o crescimento e a eficiência da produção que em eventos extremos pode chegar a 5% de todo o plantel em caso de confinamento (BROWN-BRANDL, 2018). Além disso, os impactos do estresse calórico resultantes da hipertermia ou dos ajustes fisiológicos feitos pelo animal estressado pelo calor para regular a temperatura corporal, pode ter grandes efeitos na maioria dos aspectos da função reprodutiva em mamíferos, estes incluem interrupções na espermatogênese, desenvolvimento e maturação do oócito, desenvolvimento embrionário inicial, crescimento fetal e placentário e lactação (HANSEN, 2009). Assim, a produção leiteira é afetada em vários aspectos com o estresse térmico, pois além de perdas reprodutivas ocorre a diminuição da produção de leite (BILBY *et al.*, 2009; SIROHI; MICHAELOWA, 2007). Oliveira *et al.* (2017), observaram em sua análise que déficit de produção de leite de vacas Holandesas, para um nível de produção de 20 a 30 kg dia<sup>-1</sup>, em função de condições climáticas pode ser de até 4,20 kg dia<sup>-1</sup> para o estado do RS.

Nas tabelas 2 e 3 estão apresentados os resultados do ajuste dos modelos teóricos de semivariância. Os modelos linear e gaussiano foram os que melhor ajustaram à semivariância experimental para a temperatura média e os modelos gaussiano e esférico foram os que melhor ajustaram a semivariância experimental para a temperatura máxima (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros geoestatísticos dos semivariogramas teóricos referente à modelagem da dependência espacial para os valores de temperatura média e máxima no estado do Rio Grande do Sul, para os meses de verão.

Período de análise	Modelo	Parâmetros geoestatísticos				
		Ao <sup>(1)</sup>	C <sub>0</sub> +C <sup>(2)</sup>	C <sub>0</sub> <sup>(3)</sup>	SQR <sup>(4)</sup>	R <sup>2(5)</sup>
<b>Temperatura média (°C)</b>						
janeiro atual	Linear	401,1	3,6	1,2	3,7	0,6
janeiro (Cenário 1)	Linear	401,1	3,5	1,2	3,1	0,6
janeiro (Cenário 2)	Linear	401,1	3,5	1,2	3,1	0,6
fevereiro atual	Linear	386,7	3,9	0,4	1,2	0,7
fevereiro (Cenário 1)	Linear	402,2	3,9	0,5	1,5	0,6
fevereiro (Cenário 2)	Linear	401,1	3,8	0,5	1,6	0,6
março atual	Gaussiano	402,2	3,2	0,7	1,3	0,7
março (Cenário 1)	Gaussiano	364,4	3,5	0,5	1,9	0,5
março (Cenário 2)	Gaussiano	364,4	3,5	0,5	1,9	0,5
<b>Temperatura máxima (°C)</b>						
janeiro atual	Gaussiano	342,0	4,7	1,3	1,5	0,8
janeiro (Cenário 1)	Gaussiano	465,6	7,2	2,1	2,4	0,7
janeiro (Cenário 2)	Gaussiano	340,0	6,3	1,7	2,3	0,8
fevereiro atual	Esférico	332,2	0,0	4,2	1,5	0,9
fevereiro (Cenário 1)	Esférico	586,7	0,0	5,6	1,5	0,9
fevereiro (Cenário 2)	Esférico	527,8	0,0	5,0	1,0	1,0
março atual	Esférico	365,6	2,0	1,6	1,7	0,8
março (Cenário 1)	Esférico	710,0	8,4	1,6	1,6	0,7
março (Cenário 2)	Esférico	710,0	8,4	1,6	1,6	0,7

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

O alcance da dependência espacial indica a distância máxima até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si e foi superior a 340 km em todas as simulações. O erro padrão que demonstra a incerteza da estimativa para os locais não amostrados foi de até 1,6 (Tabela 3) que pode ser considerando baixo para os intervalos de classe utilizados nesse estudo: >16<27°C; >27<35°; >35°C.

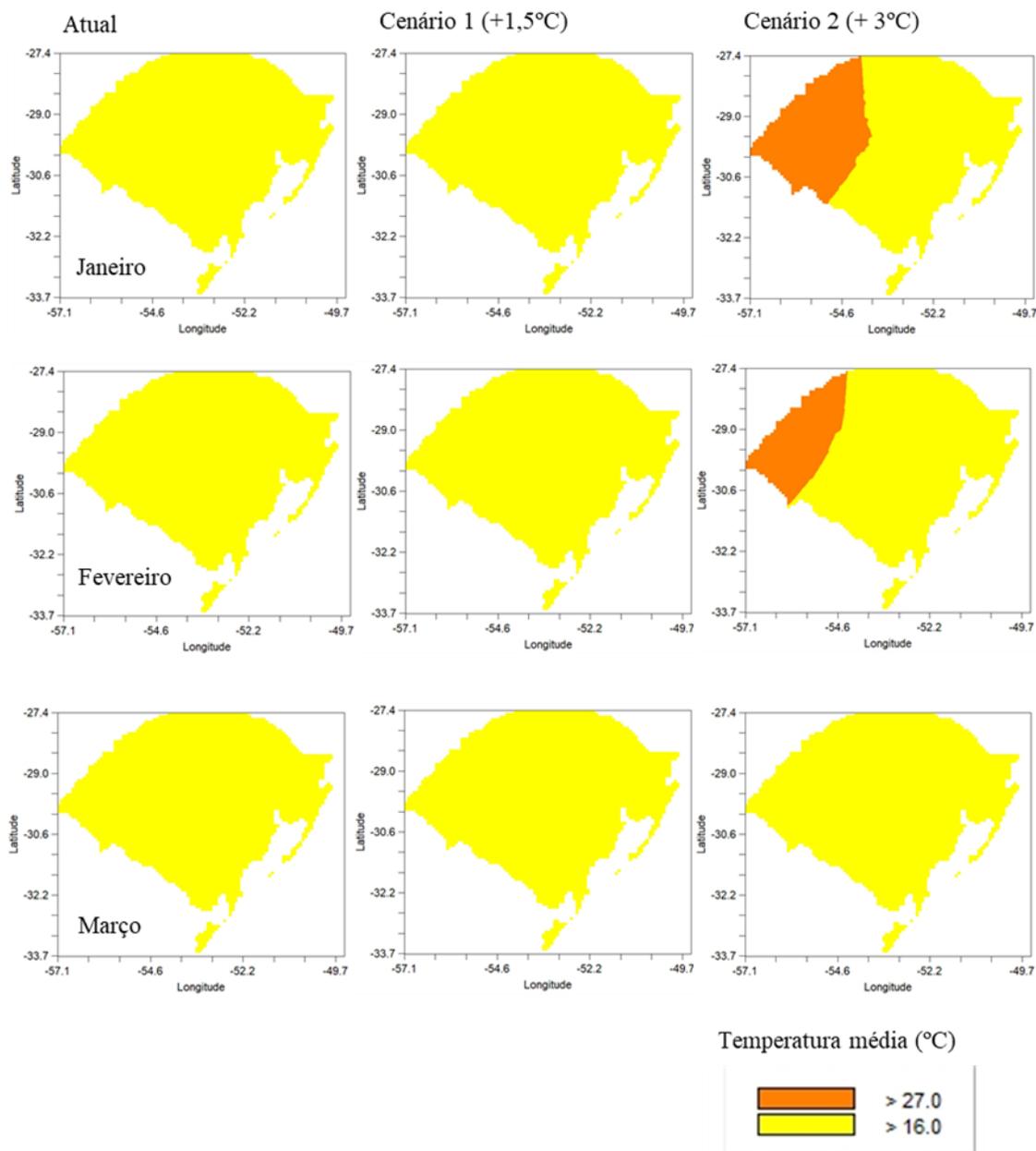
Tabela 3 - Parâmetros da análise de validação cruzada referente aos modelos teóricos de semivariância ajustados para os valores de temperatura média e máxima no estado do Rio Grande do Sul, para os meses de verão.

Período de análise	Parâmetros da análise de validação cruzada			
	CR <sup>(1)</sup>	Y <sup>(2)</sup>	EPP <sup>(3)</sup>	R <sup>2</sup>
<b>Temperatura média (°C)</b>				
janeiro atual	1,1	-1,7	1,4	0,6
janeiro (Cenário 1)	1,1	-1,8	1,4	0,5
janeiro (Cenário 2)	1,1	-1,9	1,4	0,5
fevereiro atual	0,6	-6,5	1,4	0,5
fevereiro (Cenário 1)	1,1	-1,7	1,0	0,7
fevereiro (Cenário 2)	1,1	-3,1	1,0	0,6
março atual	1,0	0,8	1,2	0,5
março (Cenário 1)	1,3	-1,9	1,2	0,5
março (Cenário 2)	1,3	-1,9	1,2	0,5
<b>Temperatura máxima (°C)</b>				
janeiro atual	0,9	2,3	1,3	0,5
janeiro (Cenário 1)	1,0	1,5	1,5	0,5
janeiro (Cenário 2)	1,0	-0,2	1,6	0,5
fevereiro atual	0,9	0,4	1,6	0,5
fevereiro (Cenário 1)	1,0	0,2	1,5	0,5
fevereiro (Cenário 2)	1,1	-2,2	1,4	0,6
março atual	1,1	-2,2	1,5	0,7
março (Cenário 1)	1,1	-2,4	1,5	0,7
março (Cenário 2)	1,1	-2,4	1,5	0,7

Em que: <sup>1</sup>Coefficiente de regressão; <sup>2</sup>Intercepto; <sup>3</sup>Erro padrão de predição.

Os mapas temáticos da espacialização da temperatura no território gaúcho podem ser visualizados nas figuras 4 e 5, para a temperatura média e máxima, respectivamente. O acréscimo de 1,5°C na temperatura média do ar não modifica o zoneamento bioclimático do estado do Rio Grande do Sul para bovinos para os três meses de verão avaliados (Figura 4), em que todo o território gaúcho está em uma mesma condição de conforto térmico (>16<27°C), ou seja, a temperatura média do ar está dentro da ZCT para bovinos indianos e não ultrapassa a TCS para bovinos europeus. Porém, o cenário mais pessimista com o incremento de 3°C na temperatura média do ar, modifica o zoneamento bioclimático do estado do RS para bovinos, dividindo o estado em duas classes para os meses de janeiro e fevereiro. Parte da região da Campanha e da região Noroeste, no mês de janeiro de aproximadamente -54 a -57 de Longitude e -31 a -27 de Latitude e, no mês de fevereiro de aproximadamente - 56 a - 57 de Longitude e -30 a -27 de Latitude, enquadram-se em uma zona com temperatura maior que 27°C e o restante do território na condição de temperatura média >16<27°C.

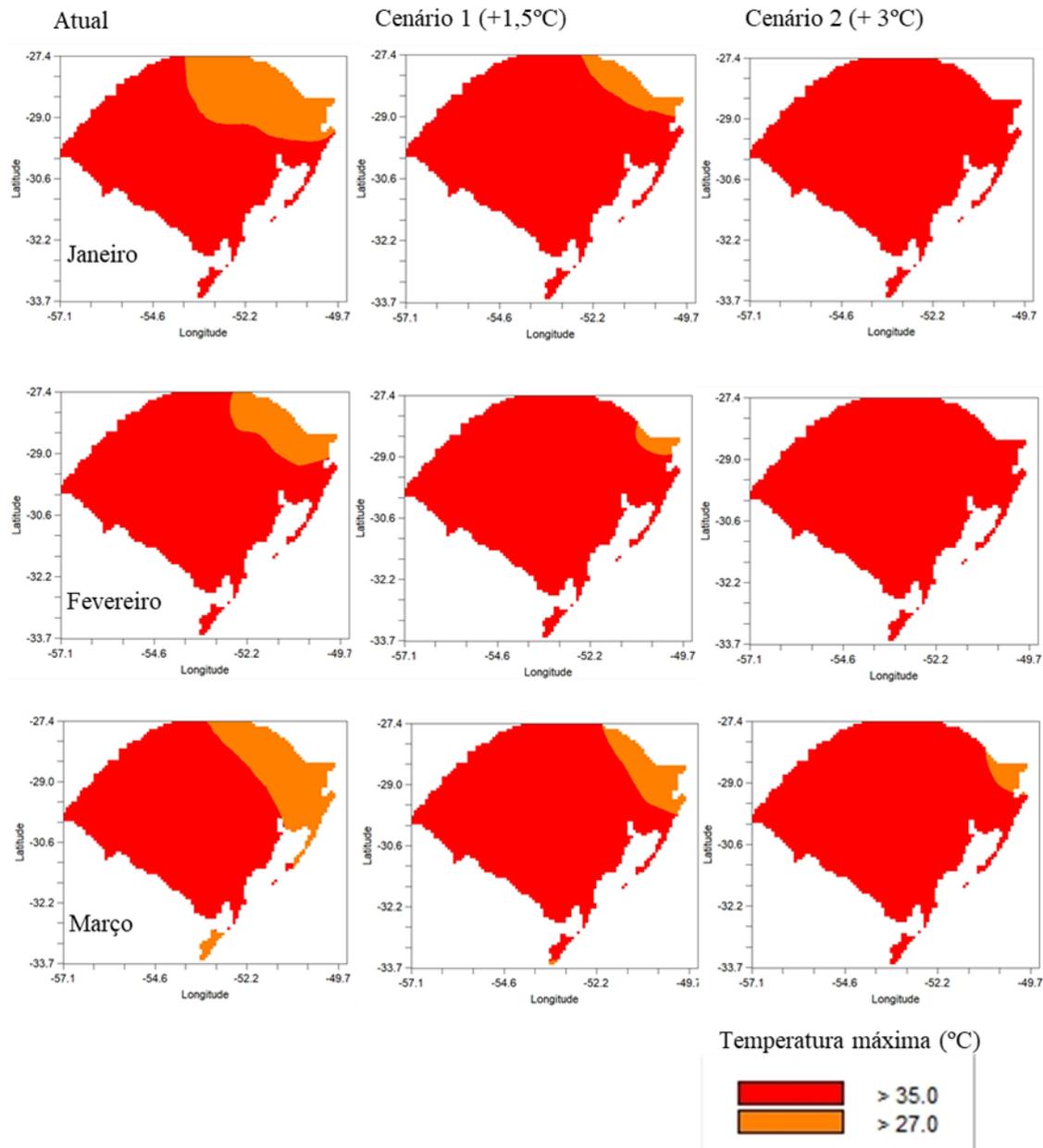
Figura 4 - Mapa temático da temperatura média do ar no estado do Rio Grande do Sul na condição atual e em dois cenários de mudança climática para os meses de verão, em escala para zoneamento bioclimático para bovinos de corte.



Os mapas com a espacialização da temperatura máxima no estado do RS demonstram que mesmo na situação climática atual pode haver estresse calórico em todo o estado nos três meses de verão. A maior parte do estado enquadra-se em uma mesma classe de temperatura > 35°C indicando a elevada magnitude do estresse calórico no RS em regiões com elevada concentração de animais. O rebanho encontra-se concentrado no oeste e sul do RS, associado principalmente a presença dos campos limpos, ambientes característicos do ecossistema Pampa. Os municípios de Alegrete com e Santana do Livramento destacam-se como maiores produtores, seguidos de Uruguaiana, Dom

Pedrito, Rosário do Sul, São Gabriel e Quaraí (ATLAS SOCIECONÔMICO DO RS, 2022).

Figura 5 - Mapa temático da temperatura máxima do ar no estado do Rio Grande do Sul na condição atual e em dois cenários de mudança climática para os meses de verão, em escala para zoneamento bioclimático para bovinos de corte.



A menor severidade do estresse calórico, cuja a classe de temperatura é  $>27^{\circ}<35^{\circ}\text{C}$ , acontece em uma faixa de municípios pertencentes a região nordeste e noroeste, região de maior altitude conforme figura 1, para os meses de janeiro e fevereiro e, para o mês de março, entra também o extremo sul gaúcho nessa faixa de temperatura mais amena. O cenário 1 de mudança climática reduz essa área do território que se

enquadra na faixa de temperatura máxima  $>27^{\circ}<35^{\circ}\text{C}$  para os três meses. Enquanto, no Cenário 2 a situação fica ainda mais crítica, com todo o estado em situação de temperatura superior a  $35^{\circ}\text{C}$  para os meses de janeiro e fevereiro e no mês de março ficando apenas os municípios de São José dos Ausentes e Cambará do Sul na classe de temperatura  $>27^{\circ}<35^{\circ}\text{C}$ .

Aliado a condição de estresse calórico demonstrada neste estudo há o predomínio no estado as raças europeias no plantel. Bovinos (*Bos taurus*, Linnaeus) foram introduzidos pelos europeus no final do século XVI e adaptaram-se muito bem no ambiente rico em gramíneas no sul do Brasil. A multiplicação desses animais ao longo do tempo constituiu a chamada raça crioula. No final do século XIX, autoridades governamentais e grandes proprietários encabeçaram um processo de modernização da pecuária gaúcha a exemplo de países vizinhos (Argentina e Uruguai), objetivando alcançar maior produtividade e inserção no mercado mundial de carnes frigorificadas, substituíram o gado crioulo por raças europeias (ZARTH, 2015). Desde então, predomina no plantel gaúcho de gado de corte de raças de origem europeia (*Bos taurus taurus*). Do mesmo modo com a pecuária leiteira, pois cerca de 1,3 milhões de vacas, predominantemente de raças europeias especializadas, Holandesa e Jersey (puras ou cruzadas entre si), representam 93,6% do material genético que compõem o rebanho gaúcho (EMATER/RS; 2002).

Conforme Pereira *et al.* (2017), animais de raças europeias (*Bos taurus taurus*) são mais sensíveis ao estresse calórico que animais de raças zebuínas (*Bos indicus*). Animais zebuínos tem mais facilidade de adaptação em ambientes com temperaturas mais quentes, como é o caso do Brasil (clima tropical e subtropical), o que os confere maior rusticidade, além de maior resistência a ecto e endoparasitas, em comparação aos taurinos, que se adaptam em ambientes de clima temperado em regiões mais frias devido a evolução das raças nesses continentes.

Dessa forma, se confirmado os prognósticos de mudança climática, o agravamento do estresse calórico poderá influenciar nos tipos de raças a serem utilizadas no RS, com a adoção de animais de raças zebuínas em detrimento as raças europeias ou cruzamentos que possibilitem uma melhor adaptação dos animais a esse ambiente mais quente (Figura 5).

Para a criação de animais à pasto, a utilização de sombreamento natural ou artificial é uma prática recomendada para a melhoria do conforto térmico animal e será

cada vez mais indispensável nas condições de aumento da temperatura demonstradas neste estudo. Segundo Baêta e Souza (2010), as sombras naturais (árvores) possibilitam um maior conforto animal em comparação às sombras artificiais (tela sombrite, telha cerâmica, entre outras.). Estes autores recomendam a disponibilização de sombreamento artificial em pastagens até que o plantio e o crescimento desejável das árvores aconteçam, ou ainda de forma definitiva, de modo a sombrear áreas onde não seja possível o plantio e/ou desenvolvimento de árvores e arbustos.

Resultados satisfatórios com a utilização de sombreamento artificial são relatados por Kendall *et al.* (2006) na nova Zelândia, em que a utilização de sombra artificial (material específico com 93% de proteção solar) no período quente do ano (média de temperatura de 18,5 °C), proporcionou um aumento de produção láctea em vacas da raça holandesa de 2,82% em relação aos animais que não tiveram acesso à sombra. No caso dos bezerreiros, Oliveira e Knies (2021) avaliaram diferentes protótipos de bezerreiros na região central do RS e identificaram que os construídos com cobertura de fibrocimento, semiabertos, com placas para fechamento de concreto, reduziram em média 10°C na amplitude térmica diária, em comparação ao bezerreiro construído com sombrite na cobertura e totalmente aberto.

Para vacas leiteiras atenção especial deve ser dada a ordenha, pois além do sombreamento outras estratégias poderão ser utilizadas para a redução dos impactos negativos do estresse calórico, Cerutti *et al.* (2013) avaliaram mecanismos evaporativos associados a sombreamento em pré ordena e concluíram que o acondicionamento das vacas a sombreamento e aspersão na pré ordenha durante 30 minutos, resulta em menor temperatura retal, frequência cardíaca, frequência respiratória, e aumento de 12,4% na produção de leite. Em sistemas de confinamento, medidas para acondicionamento térmico como ventilação forçada e técnicas evaporativas (nebulização e aspersão) são alternativas para a redução do calor e que melhoram a produtividade (PERISSINOTTO *et al.*, 2009; SIMÕES, 2014).

#### 4 CONCLUSÃO

O estado do Rio Grande do Sul foi dividido em duas classes em relação ao zoneamento bioclimático para bovinos. Sendo que, a maior parte do território se enquadra em uma mesma faixa de temperatura média (>16<27C°) e máxima (>27°<35°C).

A mudança climática poderá modificar o zoneamento bioclimático para a produção de bovinos no Rio Grande do Sul aumentando progressivamente com o incremento de temperatura a área do território gaúcho com maior severidade do estresse calórico nos meses de verão.

Práticas para a melhoria do acondicionamento térmico ambiental e utilização de raças ou cruzamentos entre raças que sejam mais adaptadas as condições de temperatura mais elevadas poderão ser alternativas para minimizar o estresse calórico nos meses de verão que será potencializado com a mudança climática.

## REFERÊNCIAS

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. **Bovinos: O RS é o sétimo maior estado produtor de rebanho bovino no Brasil.** Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/bovinos>. Acesso em 10 mar. 2022.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, A.B.M.; MONTEIRO, J.B.N.; MORATO, L.E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras ½, ¾, 7/8 Holandes - Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes.** Editora UEL. Londrina. 2001. 142p.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto animal.** 2º Ed. Viçosa: EdUFV, 2010. 269 p.

BILBY, T. R.; TATCHER, W.W.; HANSEN, P.J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: XIII CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2009, Uberlândia, MG. **Anais...** 2009, p. 59-71.

BROUCEK, J.; K, P.; U, M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International journal of biometeorology**, v. 53, n. 2, p. 201-208, 2009.

BROWN-BRAND, T.M. Understanding heat stress in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, 2018.

CERUTTI, W. G.; BERMUDEZ, R. F.; VIÉGAS, J.; MARTINS, C. M. M.R. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspersão na pré-ordenha. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.14, n.3, p.406-412 jul./set., 2013

DAS, R.; SAILO, L.; VERMA, N.; BHARTI, P.; SAIKIA, J.; IMTIWATI; KUMAR, R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. **Veterinary World**, v. 9, n. 3, p. 260–268, 2016.

EMATER/RS. **Produção de Bovinos de Leite.** Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-animal/bovinos-de-leite.php#.YqCrf6jMLIU>.

FUQUAY, J.W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**, v.52, p.164-182, 1981.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Radiografia de pecuária gaúcha 2020.** Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202009/26185534-radiografia-da-agropecuaria-gaucha-2020-1.pdf>. Acesso em 10 mar. 2022.

HANSEN, P.J. Effects of heat stress on mammalian reproduction. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.** v. 456, n.50, 2009.

HIGASHIYAMA, H.; IKEDA, K.; KOMATSU, T.; FUKASAWA, M. Welfare of lactating Holstein cows under outdoor grazing and indoor housing in relation to temperature and humidity in summer in Japan. **Livestock Science**, v. 155, 2013.

IPCC. **Mudança do Clima 2021: A Base Científica**. Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC\\_mudanca2.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf). Acesso em 08 mar. 2022.

KENDALL, P.E.; NIELSEN, P.P.; WEBSTER, J.R.; VERKERK, G.A.; LITTLEJOHN, R.P.; MATTHEWS, L.R. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. **Livestock Science**, n. 103, p. 148-157, 2006.

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; LUZ, S.; TITTO, E.A.L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, 2004.

MEYER U, STAHL W, FLACHOWSKY G. Invertigations on the water intake of growing bulls. **Livertock Production Science**, v.103, 2006.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; TEIXEIRA, R.A.; ALMEIDA, C.P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 4, 2009.

OLIVEIRA, Z. B.; KNIES, A. E. Conforto térmico em protótipos de bezerreiros na região Central do RS / Thermal comfort in prototypes of calves in the Central region of RS. **Brazilian Journal of Development**, v.,n.1, 2021.

OLIVEIRA, Z. B; BOTTEGA, E.L; KNIES, A.E; OLIVEIRA, M.B; SOUZA,I.J. Zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no estado do Rio Grande do Sul. **Energia na Agricultura**. v. 32, n. 3, 2017.

OSMARI, E. Uso da terra - expansão da agricultura e pecuária no RS. Carta conjuntural. v.1,n.1, p.2, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1107475/1/cartaconjunturalv1n1jan2019p2.pdf>. Acesso em 10 mar. 2022.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, 18: 26-42, 2000. Disponível em: [http://grupoetco.org.br/arquivos\\_br/pdf/ambiprodbo.pdf](http://grupoetco.org.br/arquivos_br/pdf/ambiprodbo.pdf). Acesso em 10 mar. 2022.

PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.

PEREIRA, R.J.; MONTAGNER, M.M.; FLUCK, A.C.; SANTIAGO, A.P.; NERES, M.A. Efeitos do clima sobre a adaptação e fisiologia de bovinos de corte *Bos taurus* x *Bos indicus*. **Revista electrónica de Veterinaria**, v.18, n.11, 2017.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; CRUZ, V.F.; SOUZA, S.R.G..L.; LIMA, K.A.O.; MENDES, A.S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, 2009

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**, EMBRAPA (Comunicado técnico, 42), Juiz de Fora, MG, p. 1-6. Dez, 2004.

PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. **Conforto animal para maior produção de leite**. Vicosa: Centro de produções técnicas, 252p. 2008.

SIMÕES, G. H. Avaliação de estresse térmico em vacas de leite em free stall sob diferentes condições de climatização. 2013. 75 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal)-Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2014.

SIROHI, S.; MICHAELAWA, A. Sufferer and cause: Indian livestock and climate change. **Climatic Change**, v.100, p.120-134, 2007.

VIEIRA JUNIOR, N. A.; SILVA, M.A.A.; CARAMORI, P.H.; NITSCHKE, P.R.; CORRÊA, K.A.B.; ALVES, D.S. Temperature, thermal comfort, and animal ingestion behavior in a silvopastoral system. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, 2019.

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**, v. 4, n. 5, 2010.

ZARTH, P.A. Introdução de novas raças de gado no sul do Brasil (1870-1950). **Revista História: Debates e Tendências** (Online), v. 16, n 1, 2016.