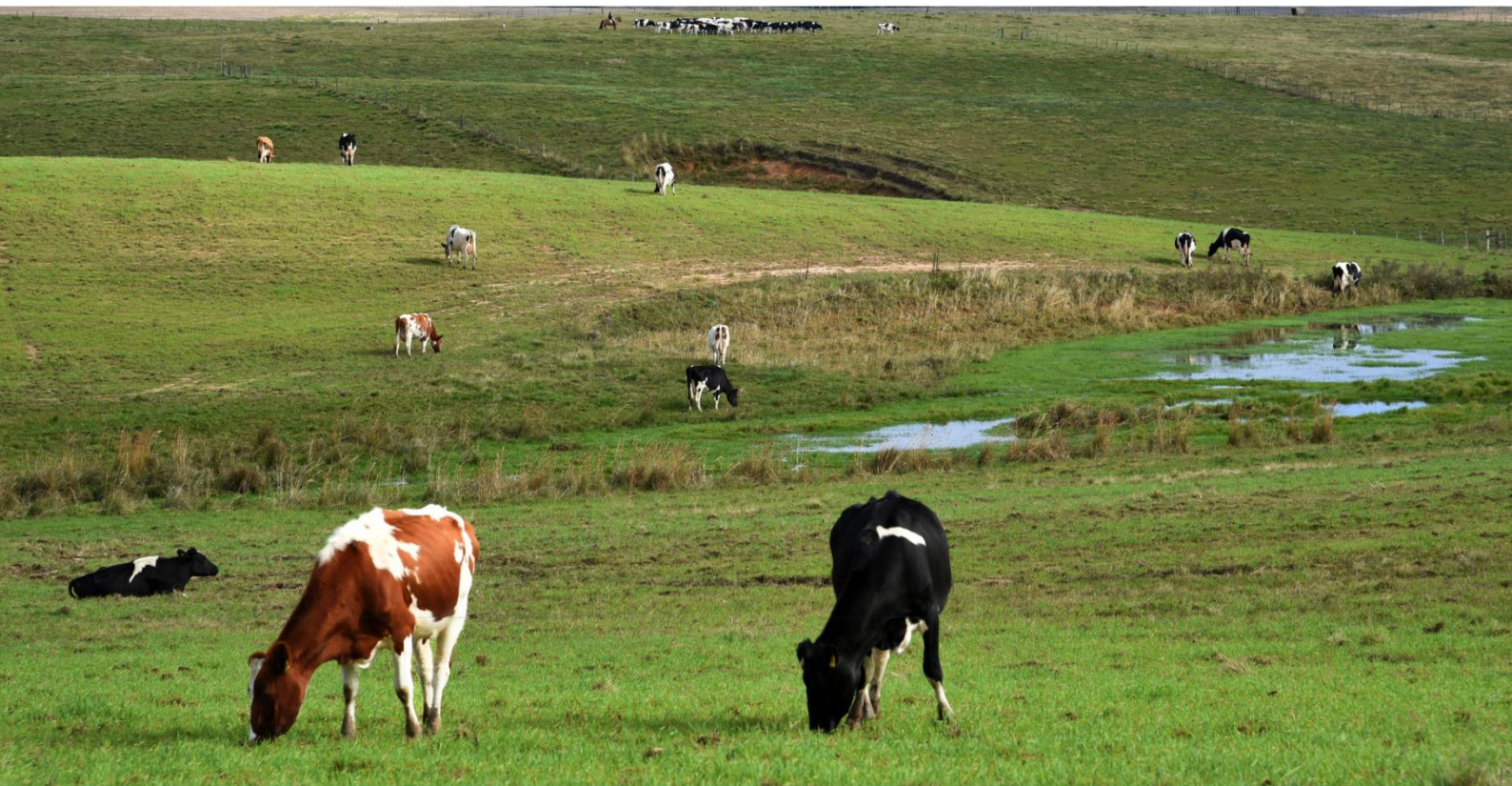


Comunicado Agrometeorológico

67

2024 | ISSN 2675-6005



Biometeorologia aplicada à bovinocultura de leite no Rio Grande do Sul: condições meteorológicas, índice de temperatura e umidade (conforto térmico) e estimativa de efeitos na produção de leite no verão 2023/2024

**Ivonete Fátima Tazzo
Adriana Kroef Tarouco
Loana Silveira Cardoso
Paulo Henrique Correia Allem Junior
Amanda Heemann Junges
Gabriela de Meneses Pinto
Yuri da Silva**



**GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL**
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO
SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA AGROPECUÁRIA

COMUNICADO AGROMETEOROLÓGICO

**BIOMETEOROLOGIA APLICADA À BOVINOCULTURA DE LEITE
NO RIO GRANDE DO SUL: CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS, ÍNDICE DE
TEMPERATURA E UMIDADE (CONFORTO TÉRMICO) E ESTIMATIVA DE
EFEITOS NA PRODUÇÃO DE LEITE NO VERÃO 2023/2024**

Autores

Ivonete Fatima Tazzo

Adriana Kroef Tarouco

Loana Silveira Cardoso

Paulo Henrique Correia Allem Junior

Amanda Heemann Junges

Gabriela de Meneses Pinto

Yuri da Silva

Porto Alegre, RS

2024

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação: Giovani Feltes.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Loana Silveira Cardoso; Lia Rosane Rodrigues; Bruno Brito Lisboa; Larissa Bueno Ambrosini; Raquel Paz da Silva; Flávio Nunes.

Arte: Loana Cardoso

Catálogo e normalização: Flávio Nunes, CRB 10/1298

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C741 Comunicado agrometeorológico [on line] / Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI), Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA). – N. 1 (2019)-. – Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2019-.

Mensal

Modo de acesso:

<https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

ISSN 2675-6005

1. Meteorologia. 2. Agrometeorologia. 3. Clima. 4. Tempo. 5. Bovinocultura de leite.

CDU 551.5(816.5)

REFERÊNCIA

TAZZO, Ivonete Fatima *et al.* Biometeorologia aplicada à bovinocultura de leite no Rio Grande do Sul: condições meteorológicas, índice de temperatura e umidade (conforto térmico) e estimativa de efeitos na produção de leite no verão 2023/2024. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 67, p. 6-43, mar. 2024.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DO PERÍODO	7
2.1 Precipitação Pluvial	8
2.2 Temperatura do Ar	13
2.3 Umidade Relativa do Ar	16
3 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU	18
4 ESTIMATIVAS DOS EFEITOS DO ITU NA PRODUÇÃO DE LEITE.....	27
5 MEDIDAS PARA MITIGAR OS EFEITOS DE CONDIÇÕES METEREOLÓGICAS COM POTENCIAL DE GERAR ESTRESSE TÉRMICO.....	33
5.1 Sistemas de sombreamento e refrigeração.....	34
5.2 Disponibilização de água de qualidade	36
5.3 Nutrição Adequada	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....	8
Figura 2. Total de chuva acumulada (mm) de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024 (A, C, E) e desvio da Normal Climatológica Padrão (1991-2020) de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024 (mm) (B, D, F) no Rio Grande do Sul.	10
Figura 3. Espacialização do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio (A) e máximo (B), no verão de 2023/2024, no Rio Grande do Sul.....	22
Figura 4. Espacialização da estimativa de queda de produção de leite (DPL) em quatro níveis: 10 Kg dia ⁻¹ (DPL 10) (A), 20 Kg dia ⁻¹ (DPL 20) (B), 30 Kg dia ⁻¹ (DPL 30) (C), 40 Kg dia ⁻¹ (DPL 40) (D), no verão 2023/2024, no Rio Grande do Sul.	32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Precipitação pluvial mensal ocorrida (Prec) (mm) no meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024 e Normal Climatológica Padrão (1991-2020) (Normal) (mm), em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. .. 12
- Tabela 2.** Temperaturas do ar (°C), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul..... 15
- Tabela 3.** Umidade relativa do ar (UR) (%), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos do ar nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul..... 17
- Tabela 4.** Índice de Temperatura e Umidade (ITU), médias mensais, e valores mínimos e máximos nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....20
- Tabela 5.** Número total de horas mensais e na estação do ano, percentuais de horas do Índice de Temperatura e Umidade (ITU1, ITU2, ITU3 e ITU4) nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....25
- Tabela 6.** Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....28
- Tabela 7.** Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....30

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

Publicação especial trimestral da equipe do Laboratório de Agrometeorologia e Climatologia Agrícola (LACA) e do Grupo de Estudos em Biometeorologia do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI)

**Ivonete Fatima Tazzo¹, Adriana Kroef Tarouco², Loana Silveira Cardoso³,
Paulo Henrique Correia Allem Junior⁴, Amanda Heemann Junges⁵,
Gabriela de Meneses Pinto⁶, Yuri da Silva⁷**

^{1, 3, 5} Engenheira Agrônoma, Dra. Agrometeorologia, Pesquisadora DDPA/SEAPI

² Médica Veterinária, Dra. Ciências Veterinárias, Pesquisadora DDPA/SEAPI

⁴ Bolsista Iniciação Científica PROBIC/FAPERGS-DDPA/SEAPI

⁶ Bolsista Iniciação Tecnológica PIBIT/CNPq-DDPA/SEAPI

⁷ Estagiário CIEE-DDPA/SEAPI

BIOMETEOROLOGIA APLICADA À BOVINOCULTURA DE LEITE NO RIO GRANDE DO SUL: CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS, ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE (CONFORTO TÉRMICO) E ESTIMATIVA DE EFEITOS NA PRODUÇÃO DE LEITE NO VERÃO DE 2023/2024

1 INTRODUÇÃO

As condições ocorridas no verão 2023/2024, com elevados valores de umidade relativa do ar, associadas às grandes amplitudes térmicas registradas no trimestre, causaram episódios de desconforto térmico aos animais, principalmente no mês de fevereiro, e indicaram possível queda na produção de leite do Rio Grande do Sul.

O objetivo deste comunicado é descrever as condições meteorológicas (precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar) ocorridas no verão de 2023/2024 (trimestre dezembro/2023, janeiro e fevereiro/2024); identificar,

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

especializar e documentar as faixas de conforto/desconforto térmico as quais os animais foram submetidos, e estimar os efeitos na produção de leite, durante o período, no Rio Grande do Sul.

2 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DO PERÍODO

As condições meteorológicas, precipitação pluvial, temperatura do ar e umidade relativa do ar, descritas neste Comunicado, foram compiladas a partir dos dados meteorológicos da rede de estações convencionais e automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Sistema de Monitoramento e Alertas Agroclimáticos (SIMAGRO/RS) da Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI), nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024 (verão), conforme delimitação climatológica estacional utilizada por Berlato e Cordeiro (2017); Junges (2018), e representativos das regiões ecoclimáticas do Estado (Planalto Médio, Serra do Sudeste, Serra do Nordeste, Encosta Inferior da Serra, Vale do Uruguai, Baixo Vale do Uruguai, Depressão Central, Missioneira, Campanha e Grandes Lagos), de acordo com Maluf e Caiaffo (2001) (Figura 1).

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024



Figura 1. Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Fonte: Adaptado de Maluf e Caiaffo, 2001

2.1 Precipitação Pluvial

Em **dezembro de 2023**, a precipitação pluvial no Estado foi bastante variável, com altos volumes na metade sudoeste, enquanto que as áreas ao norte e leste tiveram menores volumes; os maiores registros ocorreram em parte do Planalto, da Campanha e na Fronteira Oeste; as regiões centrais e leste ficaram entre 150 e 250 mm, com algumas áreas apresentando volumes inferiores a 100 mm (Figura 2A). Na comparação com a média histórica (Normal Climatológica Padrão 1991 – 2020), a precipitação pluvial ocorrida no mês de dezembro ficou acima da normal na região da Fronteira Oeste, parte da Campanha e do Planalto, com desvios positivos acima de 100 mm, no restante das áreas, dentro da média, e poucas abaixo da normal, especialmente nos campos de cima da Serra, entre -25 e -50 mm (Figura 2B) (Tazzo *et al.*, 2023).

No mês de **janeiro de 2024**, novamente volumes de precipitação pluvial variaram no Estado, com altos volumes registrados em pontos da metade

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

norte, enquanto que as áreas ao sul tiveram menores volumes (Figura 2C). Na comparação com a média histórica (NCP 1991-2020), os volumes de precipitação pluvial do mês de janeiro de 2024 ficaram em torno da normal em grande parte do Estado; as áreas com maiores volumes ficaram acima da normal, especialmente em pontos ao norte, noroeste e nordeste do Estado, com desvios positivos entre 50 e 100 mm. As áreas da Fronteira Oeste, Depressão Central e parte do extremo Sul registraram volumes abaixo da normal, entre -25 e -100 mm (Figura 2D) (Cardoso, *et al.*, 2024).

A precipitação pluvial de **fevereiro de 2024** foi irregular no RS, com grande variação nos volumes totais; com a maior parte do Estado registrando volumes entre 75 e 150 mm; os menores foram na região da Campanha, Litoral Norte e Campos de Cima da Serra (Figura 2E). Na comparação com a média histórica (Normal Climatológica Padrão 1991 – 2020), os volumes de precipitação pluvial do mês ficaram abaixo da normal em grande parte do Estado, como Fronteira Oeste, parte da Campanha, Depressão Central, Zona Sul, Litoral Norte e Campos de Cima da Serra; as áreas mais ao norte do Estado, parte da Campanha e da Serra ficaram dentro da Normal climatológica enquanto que parte do Planalto, no entorno de Passo Fundo, e da Serra Gaúcha, no entorno de Canela, ficaram acima da Normal (Figura 2F) (Tazzo *et al.*, 2023).

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

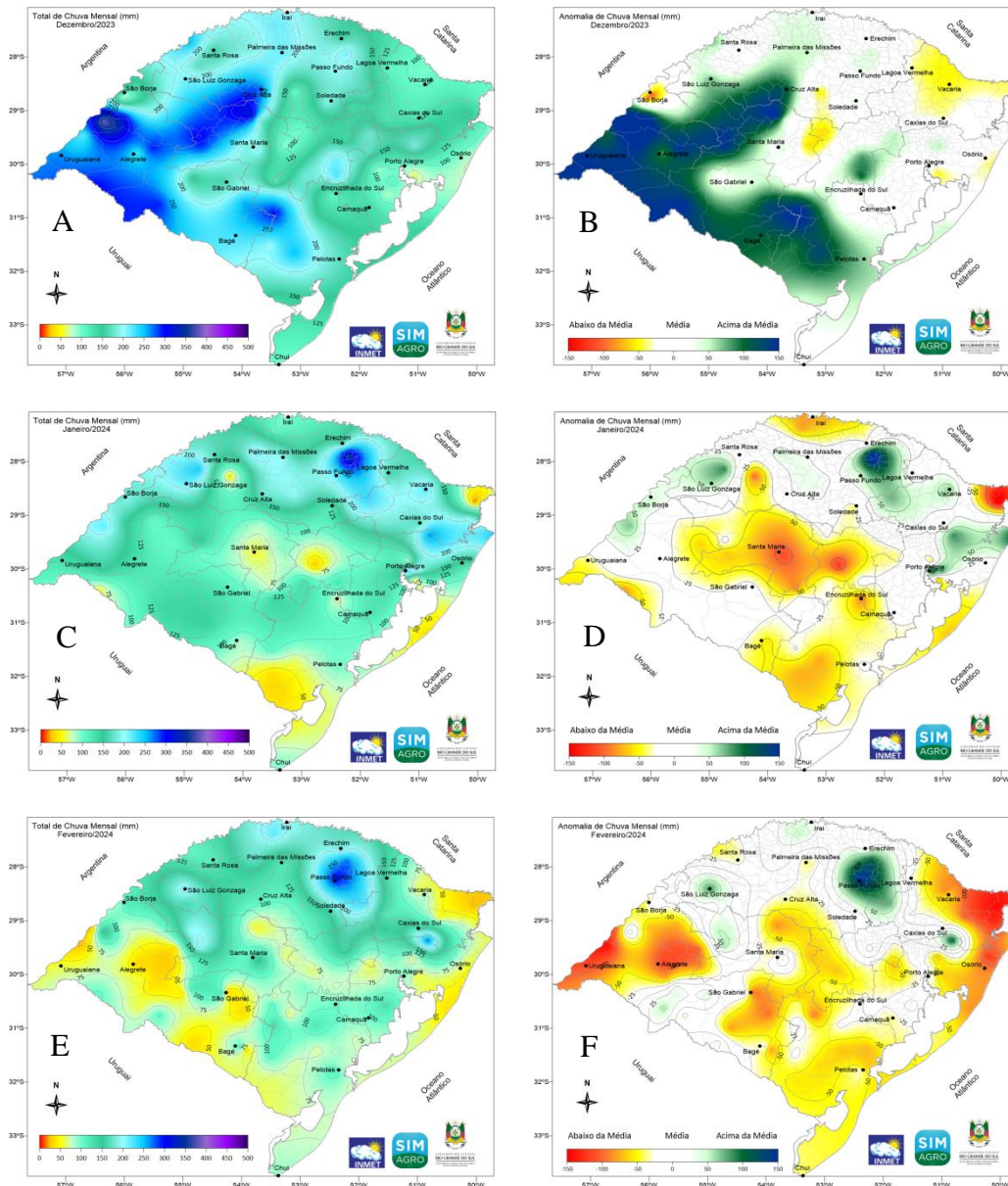


Figura 2. Total de chuva acumulada (mm) de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024 (A, C, E) e desvio da Normal Climatológica Padrão (1991-2020) de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024 (mm) (B, D, F) no Rio Grande do Sul.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

Na Tabela 1, visualiza-se a precipitação pluvial ocorrida e o desvio da normal climatológica (em mm) dos municípios analisados nas diferentes regiões ecoclimáticas.

A precipitação pluvial ocorrida no mês de **dezembro de 2023** variou de 88,6 mm em Porto Alegre a 387 mm em Itaqui. Com relação à Normal Climatológica Padrão (1991-2020), a precipitação pluvial ficou próximo à normalidade na maior parte dos municípios analisados, com valores mais elevados na região da Campanha (Tabela 1).

No mês de **janeiro de 2024**, a precipitação variou de 33,6 mm em Jaguarão a 354,8 mm em Getúlio Vargas (Tabela 1). Este mês se caracterizou com precipitações irregulares, com altos volumes, com valores acima da média climatológica em alguns municípios e o oposto em outros, com valores abaixo da média climatológica, inclusive dentro da mesma região. O Planalto Médio e o Baixo Vale do Uruguai se caracterizaram, com todos os municípios, com valores bem acima da média climatológica; a região do Grandes Lagos e Campanha com valores abaixo da média climatológica (Tabela 1).

Em **fevereiro de 2024**, a precipitação variou entre 26 mm em Itaqui a 299,8 mm em Passo Fundo. O mês de fevereiro novamente se caracterizou por baixos volumes de precipitação no Estado, com valores abaixo da normal climatológica e/ou próxima da normal na maioria dos municípios analisados, e apenas em Passo Fundo e Getúlio Vargas, no Planalto Médio, foram registrados volumes altos de precipitação, acima da média (Tabela 1).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

Tabela 1. Precipitação pluvial mensal ocorrida (Prec) (mm) nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024 e Normal Climatológica Padrão (1991-2020) (Normal) (mm), em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	Dezembro		Janeiro		Fevereiro	
		Prec	Normal	Prec	Normal	Prec	Normal
Planalto Médio	Passo Fundo	197,6	162,1	220,8	173,6	299,8	147
	Ibirubá	102,8	157,4	193,8	163,1	108,6	139
	Getúlio Vargas	211,8	167,9	354,8	170,2	273,5	158,2
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	201,4	137,6	139,8	153,4	104,4	139,2
	Encruzilhada do Sul	116,8	139,4	95,8	155,9	99,8	126,2
	Pinheiro Machado	202	108,3	107,6	130,5	109,4	127,1
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	125,8	151,8	180,8	150,2	149	132,5
	Vacaria	95,6	147,4	218,6	151,1	57,1	145
	Veranópolis	-	160	-	161	116,2	130
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	180,6	125,2	133,4	142,3	108,9	139,6
	Sobradinho	97	157,4	94,4	154,3	85,8	140,3
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	214,8	173	98,4	178,3	219,2	169,1
	Santa Rosa	156	175,2	-	156	113,8	147,3
	Porto Vera Cruz	253,4	186,4	179	167,4	104,8	150,5
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	319,5	147,3	153,9	129,2	88,8	160,2
	Itaqui	387	161,3	217,1	147,9	26	147,6
	São Borja	155,4	181,5	190,8	142,7	119,2	131,3
Depressão Central	Santa Maria	205,8	161,5	57,2	170,6	98,6	131,7
	Campo Bom	184,4	128,8	172,6	142,5	64,4	136,1
	Porto Alegre	88,6	112,1	233,8	120,8	85,4	110,8
Missioneira	Bossoroca	-	180,3	-	167,5	162,8	145,4
	São Luiz Gonzaga	211,6	199	216,4	170,7	213	158,4
	Santiago	273,2	158	129,8	172,9	196,4	148
Campanha	Alegrete	294,4	145,5	113,2	145,1	30,8	144,2
	Uruguiana	266,4	155,7	128,4	129,6	58,6	148,1
	Bagé	228,8	122,3	81	137,3	106,2	129,1
Grandes Lagos	Capão do Leão	173,6	103,2	96,8	119	114,6	141,8
	Camaquã	135	125,9	125,6	141,9	97,8	134,7
	Jaguarão	136	91,8	33,6	93	63,4	108,5

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

2.2 Temperatura do Ar

As temperaturas do ar, médias mensais, mínimas e máximas absolutas dos municípios avaliados podem ser visualizadas na Tabela 2.

No mês de **dezembro de 2023**, as temperaturas do ar, as temperaturas mínimas ficaram entre dentro e acima da normal na maioria das regiões, as temperaturas médias majoritariamente dentro da normal, enquanto que as máximas ficaram abaixo da média, especialmente no sudoeste do RS (Tazzo *et al.*, 2023). A temperatura média em dezembro variou entre 21,2°C (Pinheiro Machado) a 25,9°C (Porto Vera Cruz). As mínimas absolutas registradas ficaram entre 9,7°C (Getúlio Vargas) e 15,8°C (Itaqui), enquanto que as máximas absolutas variaram de 33,1°C (Pinheiro Machado) a 39,7°C (Campo Bom) (Tabela 2).

Em **janeiro de 2024**, as temperaturas médias mínimas foram registradas nas regiões de maior altitude; os menores valores das máximas também foram registrados na região de altitude, enquanto que os maiores ocorreram no Alto Uruguai, Fronteira Oeste e Vale dos Sinos. Em relação às normais, as temperaturas mínimas ficaram dentro e acima da normal na maioria das regiões, as médias dentro da normal, enquanto que as máximas ficaram entre a normal e abaixo da média (Cardoso *et al.*, 2024). A temperatura média variou entre 21,3°C (Bento Gonçalves) e 25,3°C (São Borja). As mínimas absolutas foram entre 10,1°C (Getúlio Vargas) e 18,1°C (Porto Alegre), enquanto que as máximas variaram de 31,3°C (Encruzilhada do Sul) a 37,9°C (Campo Bom) (Tabela 2).

Já em **fevereiro de 2024**, as temperaturas do ar e as mínimas ficaram acima da média em grande parte do Estado, enquanto que as temperaturas médias ficaram próximas da normalidade, e as máximas variaram entre dentro e acima da normalidade; as médias das temperaturas máximas do ar de fevereiro foram altas, especialmente na região da Fronteira Oeste, Alto Uruguai e parte da Campanha, como Porto Vera Cruz, Quaraí, Itaqui, Uruguiana, Maçambará, Alegrete, São Borja, Itaqui e Santa Rosa (Tazzo *et al.*, 2024). Uma onda de calor foi observada entre os dias 7 e 12/02, sendo a primeira ocorrida

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

em 2024 e não foi tão intensa quanto às observadas no final do ano de 2023, com temperaturas máximas ultrapassando 39°C, o que provocou calor extremo, principalmente em áreas dos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Roraima, momento em que as estações meteorológicas de Uruguaiana e Quaraí registraram 40,1°C e 40,2°C, respectivamente, em 12/02/2024 (INMET, 2024; Tazzo *et al.*, 2024). A temperatura média em fevereiro variou de 22,9°C (Getúlio Vargas) a 27,6°C (Maçambará). As mínimas absolutas foram entre 13,1°C (Pinheiro Machado) e 19,1°C (São Borja), enquanto que as máximas absolutas variaram de 33,2°C (Bento Gonçalves) a 39,8°C (Campo Bom) (Tabela 2).

Na comparação dos verões 2022/2023 e 2023/2024, as temperaturas do ar do trimestre foram de forma geral menores em 2023/24, especialmente em relação às temperaturas máximas, com a ocorrência de poucas ondas de calor, com menor duração e intensidade. Em relação às temperaturas mínimas do ar essas foram mais altas que o verão anterior em grande parte do RS.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

Tabela 2. Temperaturas do ar (°C), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	LOCAL	Temperatura Média do ar (°C)			Temp. Mínima absoluta do ar (°C)			Temp. Máxima absoluta do ar (°C)		
		Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev
Planalto Médio	Passo Fundo	22,6	21,8	23,0	12,5	12,7	16,1	37,0	33,2	33,3
	Ibirubá	23,4	22,9	24,4	12,8	13,2	17,0	36,9	33,8	35,5
	Getúlio Vargas	22,6	21,9	22,9	9,7	10,1	13,6	35,9	33,9	33,4
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	21,5	21,8	23,4	11,5	13,8	14,7	35,6	31,3	33,3
	Encruzilhada do Sul	22,1	22,3	23,9	12,2	14,9	14,0	37,5	33,8	35,6
	Pinheiro Machado	21,1	22,2	23,7	11,0	14,1	13,1	33,1	31,6	34,6
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	22,0	21,3	23,2	12,1	12,2	16,0	35,0	32,3	33,2
	Vacaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	24,6	23,9	25,8	12,9	14,3	17,3	39,5	36,6	39,1
	Sobradinho	22,5	22,3	24,0	12,7	15,3	16,8	35,9	32,2	34,4
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	23,9	23,8	24,9	14,7	14,9	18,7	35,9	33,7	34,7
	Santa Rosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Porto Vera Cruz	25,9	25,8	27,0	13,9	17,2	18,4	39,6	36,8	38,8
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	24,3	25,0	27,6	14,3	15,1	18,7	37,2	34,4	37,4
	Itaqui	24,7	24,9	27,1	15,8	16,6	18,0	37,5	34,7	37,4
	São Borja	25,2	25,3	27,2	15,4	17,6	19,1	37,9	35,6	38,5
Depressão Central	Santa Maria	23,8	23,9	24,8	13,6	14,6	17,1	38,0	35,9	37,2
	Campo Bom	24,9	24,3	26,0	14,1	15,9	16,4	39,7	37,9	39,8
	Porto Alegre	24,5	24,3	25,9	15,4	18,1	18,9	38,1	36,5	36,7
Missioneira	Bossoroca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Luiz Gonzaga	25,4	25,0	26,5	13,8	15,9	17,7	35,9	35,5	38,4
	Santiago	23,3	23,4	25,0	13,0	14,7	15,9	36,7	33,4	37,5
Campanha	Alegrete	24,2	24,2	26,5	14,6	16,9	15,8	37,5	34,6	38,5
	Uruguaiana	24,3	24,8	27,4	15,6	17,0	15,4	37,2	33,9	39,0
	Bagé	21,9	22,7	24,5	11,4	14,2	12,0	34,9	32,2	34,9
Grandes Lagos	Capão do Leão	22,2	23,4	24,5	14,3	14,7	16,7	33,6	31,9	33,8
	Camaquã	22,5	22,8	24,3	11,8	14,7	15,0	37,0	35,3	35,7
	Jaguarão	21,6	23,0	24,3	10,8	14,0	12,4	34,0	33,0	37,0

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

2.3 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa média do ar (UR) no mês de **dezembro de 2023** variou entre 73% (Campo Bom) e 84% (Pinheiro Machado, Maçambará e Camaquã). Em **janeiro de 2024**, ficou entre 73% (São Borja) e 85% em Camaquã, já em **fevereiro de 2024**, entre 68% em Uruguaiana e 88% em Getúlio Vargas (Tabela 3). Os menores valores de umidade relativa absoluta do ar ocorreram no mês de fevereiro de 2024, com 21% em Uruguaiana, seguido de janeiro de 2024, com 23% (em Encruzilhada do Sul) e dezembro de 2023, com 25% (em Passo e Campo Bom). Em termos de valores máximos, não houve grande variação nos meses analisados, ficando próximo dos 100% (Tabela 3).

Comparando-se aos anos 2022/23, caracterizado como um verão de baixa umidade e baixos volumes de precipitação pluvial, em 2023/24 se verifica que ocorreram valores maiores de umidade relativa do ar, tanto médios como absolutos (Tazzo *et al.*, 2023c).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

Tabela 3. Umidade relativa do ar (UR) (%), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos do ar nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	Umidade relativa do ar média (%)			Umidade relativa mínima absoluta (%)			Umidade Relativa máxima absoluta (%)		
		Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev
Planalto Médio	Passo Fundo	74	78	81	25	34	41	98	98	98
	Ibirubá	76	78	79	26	38	35	100	99	98
	Getúlio Vargas	83	85	88	35	45	50	99	100	100
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	79	80	81	32	25	28	100	100	100
	Encruzilhada do Sul	80	81	82	32	23	24	100	100	100
	Pinheiro Machado	84	81	83	42	35	41	99	98	99
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	77	78	76	28	30	32	97	97	96
	Vacaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	76	78	77	29	31	32	96	97	96
	Sobradinho	84	84	86	44	49	32	97	98	99
Vale do Uruguai	Frederico									
	Westphalen	78	75	79	33	36	34	100	100	100
	Santa Rosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Porto Vera Cruz	82	80	80	43	39	41	98	99	98
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	84	84	82	44	46	38	99	99	99
	Itaqui	82	81	79	44	42	36	97	98	98
	São Borja	75	73	72	29	29	24	98	98	97
Depressão Central	Santa Maria	81	80	86	28	32	33	100	100	100
	Campo Bom	73	75	74	25	33	26	94	94	94
	Porto Alegre	75	76	76	31	36	34	96	97	96
Missioneira	Bossoroca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Luiz									
	Gonzaga	76	76	78	27	34	30	100	100	100
	Santiago	75	75	75	29	36	28	96	96	96
Campanha	Alegrete	74	75	72	30	35	27	98	97	96
	Uruguaiana	75	72	68	28	29	21	100	100	100
	Bagé	76	74	75	33	28	30	97	97	97
Grandes Lagos	Capão do Leão	82	80	83	37	46	45	99	99	98
	Camaquã	84	85	81	33	39	37	100	100	100
	Jaguarão	79	77	79	32	32	26	100	100	100

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

3 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU

As situações de conforto/desconforto térmico para os bovinos ocorridos durante o verão de 2023/24 foram avaliadas, através do cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (Thom, 1959), que considera os efeitos associados da temperatura média do ar e da umidade relativa do ar.

Portanto, nesta sessão, apresentam-se os valores médios do ITU calculados em 25 municípios distribuídos em dez Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul, ao longo do trimestre dezembro de 2023 e janeiro e fevereiro de 2024. Estes dados se encontram na Tabela 4.

O ITU foi calculado pela seguinte fórmula, proposta por Thom (1959):

$$ITU = T_m + (0,36T_{po} + 41,5);$$

em que: T_m = temperatura média diária do ar;

T_{po} = Temperatura do Ponto de Orvalho

$$T_{po} = ((UR/100)^{(1/8)} * (112 + (0,9 * T_m))) + (0,1 * T_m) - 112$$

Foram consideradas quatro classes de valores do ITU, adaptadas de Rosemberg, Biad e Verns (1983), para identificar as faixas de conforto/desconforto térmico, a saber:

ITU1 = ≤ 71 , condição não estressante, faixa dentro do conforto térmico;

ITU2 = 71-79, condição de estresse térmico (71-75 atenção e 75-79 situação de alerta);

ITU3 = 79-84, condição de estresse térmico severo (situação de perigo);

ITU4 = ≥ 84 , condição de estresse térmico crítico (situação de emergência).

Empregaram-se os dados horários de temperatura do ar e umidade relativa média do ar para calcular as médias mensais do ITU para cada município, durante o trimestre.

Contabilizaram-se o número de horas mensais e o número total de horas, avaliados ao longo do trimestre, para cada município, e os percentuais destes valores dentro de cada faixa do ITU. Estes dados se encontram na Tabela 5.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

Através dos valores médios calculados do ITU, observa-se que o mês de **dezembro de 2023**, caracterizou-se por apresentar condições meteorológicas estressantes aos animais ($ITU \geq 71$) em 14 municípios do Estado (média de 71,4; Tabela 4). O menor valor médio foi registrado em Caçapava do Sul/Serra do Sudeste (67,5) e o maior em Porto Vera Cruz/Vale do Uruguai (75,2), ficando entre as menores temperaturas médias mínimas ($11,5^{\circ}\text{C}$) e máximas ($39,6^{\circ}\text{C}$) registradas nestes municípios no referente mês (Tabela 2). Quanto à umidade relativa do ar média (Tabela 3), em todas as regiões avaliadas, foram superiores ao indicado como a ideal para os bovinos (60-70%). A associação entre temperaturas e umidades relativas do ar médias elevadas determinou desconforto térmico aos bovinos leiteiros, ao ponto de ocorrer o maior valor médio do ITU máximo da estação (86), classificado como de alto risco à saúde dos animais, situação emergencial ($ITU \geq 84$), levando a sérios prejuízos à produção de leite. Destaca-se o município de Porto Vera Cruz, cujo ITU máximo atingiu o mais elevado valor da estação (90,5) e com somente quatro municípios com registros inferiores a 84 em dezembro: Bento Gonçalves (82,8), Passo Fundo (83,1), Pinheiro Machado e Jaguarão com 83,5, porém ainda em uma condição de estresse calórico considerada perigosa.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

Tabela 4. Índice de Temperatura e Umidade (ITU), médias mensais, e valores mínimos e máximos nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	ITU Médio			ITU Mínimo			ITU Máximo		
		Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev
Planalto Médio	Passo Fundo	70,0	69,2	71,1	57,7	57,8	63,3	83,1	80,5	80,8
	Ibirubá	71,3	70,7	72,9	58,1	59,0	63,7	84,8	82,5	83,1
	Getúlio Vargas	70,7	69,9	71,6	54,2	54,8	59,5	84,7	82,8	83,0
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	67,5	69,5	71,7	20,0	59,7	60,7	84,1	80,5	82,6
	Encruzilhada do Sul	69,7	70,1	72,3	57,2	61,3	60,4	85,7	82,5	84,2
	Pinheiro Machado	68,8	70,1	72,2	55,3	60,0	58,6	83,5	80,4	84,3
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	69,5	68,6	71,1	57,2	57,7	61,9	82,8	79,8	81,0
	Vacaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	72,9	72,1	74,5	59,1	60,8	64,8	88,3	85,1	87,3
	Sobradinho	70,7	70,5	72,8	58,1	61,5	63,6	85,5	82,4	83,9
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	72,0	71,8	73,4	60,0	61,3	65,6	84,0	81,9	82,4
	Santa Rosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Porto Vera Cruz	75,2	74,8	76,5	59,6	64,0	65,5	90,5	87,6	89,5
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	73,1	74,0	77,4	60,2	61,4	66,1	88,4	85,9	87,4
	Itaqui	73,6	73,7	76,6	61,9	63,3	64,8	88,6	86,5	87,3
	São Borja	73,6	73,6	76,0	61,1	64,2	66,1	87,2	85,7	86,3
Depressão Central	Santa Maria	72,2	72,3	73,9	59,6	61,1	63,9	87,1	85,3	86,2
	Campo Bom	73,0	72,3	74,6	60,3	62,5	63,2	87,2	86,3	86,7
	Porto Alegre	72,7	72,5	74,7	61,3	64,9	66,6	86,9	85,7	86,3
Missioneira	Bossoroca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Luiz Gonzaga	73,4	73,1	75,0	59,5	62,5	64,8	89,0	84,7	86,3
	Santiago	71,1	71,2	73,4	58,3	60,0	62,5	85,7	82,4	85,9
Campanha	Alegrete	72,1	72,2	75,0	60,3	63,1	61,9	86,5	84,9	86,7
	Uruguaiana	72,5	73,0	75,9	57,5	63,7	61,2	86,8	84,1	87,4
	Bagé	69,2	70,2	72,6	56,5	60,3	57,1	84,0	81,6	84,4
Grandes Lagos	Capão do Leão	70,2	71,7	73,3	60,4	61,0	63,4	84,0	81,5	85,1
	Camaquã	70,7	71,1	74,2	57,5	61,1	64,9	86,7	84,1	84,7
	Jaguarão	69,2	70,8	72,7	55,6	60,2	57,8	83,5	80,2	85,4
Média		71,4	71,6	73,8	57,1	61,1	62,9	86,0	83,4	85,1

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

No mês de **Janeiro de 2024**, os valores médios do ITU foram semelhantes a dezembro de 2023 (média mensal de 71,6 versus 71,4) e ocorreu situação de estresse térmico em 13 municípios do Estado (Tabela 4). No Planalto Médio e nas Serras do Sudeste e do Nordeste, não se identificou desconforto térmico nos sete municípios avaliados. Bento Gonçalves registrou o menor valor médio do ITU (68,6) e Porto Vera Cruz, novamente, o maior (74,8), correspondendo à temperatura média do ar mais baixa (21,3°C) e mais elevada (25,8°C) de janeiro entre os municípios considerados (Tabela 2). Além disso, a ocorrência de temperaturas máximas bastante altas, fez com que os valores máximos do ITU se mantivessem elevados, embora com a menor média da estação (83,4), indicando momentos de desconforto térmico em todos os municípios, com faixas variando desde uma condição perigosa até emergencial, com valor de ITU máximo acima de 79,8 (Tabela 4).

Em **fevereiro de 2024**, o valor médio mensal do ITU foi o mais elevado da estação (73,8; Tabela 4), sendo a condição de estresse térmico mantida e, diferentemente dos meses anteriores, em todos os municípios avaliados. O menor valor médio do ITU foi registrado em Passo Fundo/Planalto Médio e Bento Gonçalves/Serra do Nordeste (71,1) e o maior em Maçambará/Baixo Vale do Uruguai (77,4), condição de estresse calórico que exigiu desde uma atenção até um alerta sobre o acondicionamento térmico dos animais. As temperaturas do ar médias registradas em fevereiro foram mais altas do que as dos meses anteriores em todas as regiões, com a mínima de 22,9°C em Getúlio Vargas (Planalto Médio) e máxima de 27,6°C em Maçambará (Baixo Vale do Uruguai), além da manutenção de umidade relativa do ar elevada (Tabela 3). Os valores máximos do ITU foram altos (média de 85,1), superando o mês de janeiro, porém inferior a dezembro de 2023. A possível condição de desconforto térmico se manteve em todas as regiões e na faixa de perigo (ITU \geq 80,8), atingindo situações emergenciais, com alto risco à saúde e ao bem-estar dos animais em 18 dos 25 municípios avaliados (72%). O maior valor do ITU máximo foi registrado novamente em Porto Vera Cruz com 89,5 (Tabela 4).

A relação entre as condições meteorológicas ocorridas no verão de 2023/24 e o conforto térmico dos animais, avaliada através dos valores médios

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

calculados do ITU, evidenciaram situações de estresse térmico aos bovinos leiteiros em grande parte do Rio Grande do Sul, conforme a espacialização demonstrada na Figura 3 A. No mês de dezembro de 2023, no Planalto Médio, nas Serras do Sudeste e do Nordeste e nos Grandes Lagos, além de Sobradinho e de Bagé, não foram registradas situações de estresse térmico. Em janeiro de 2024, este comportamento foi mantido, com exceção de Capão do Leão e de Camaquã (Grandes Lagos) que indicaram uma situação de atenção para os efeitos da condição meteorológica no desempenho dos animais. Já em fevereiro de 2024, desconforto térmico foi registrado em todas as regiões ecoclimáticas do Estado. Comparativamente ao verão 22/23 (Tazzo *et al.*, 2023), os valores médios do ITU em dezembro de 2023, indicou desconforto térmico, e em janeiro de 2024 foram similares (71,4 versus 70,7; 71,6 versus 72,0), porém, mais elevados, e com registro de estresse térmico em fevereiro de 2024 (73,8 versus 66,7). Quanto ao valor do ITU máximo, o verão de 2023/24 superou o de 22/23 em toda a estação (86,0 versus 83,2; 83,4 versus 83,3; 85,1 versus 80,6). Na figura 3B, pode-se observar a espacialização dos valores médios máximos do ITU no Rio Grande do Sul durante o trimestre, com todos os municípios avaliados indicando situação de estresse térmico perigosa a emergencial.

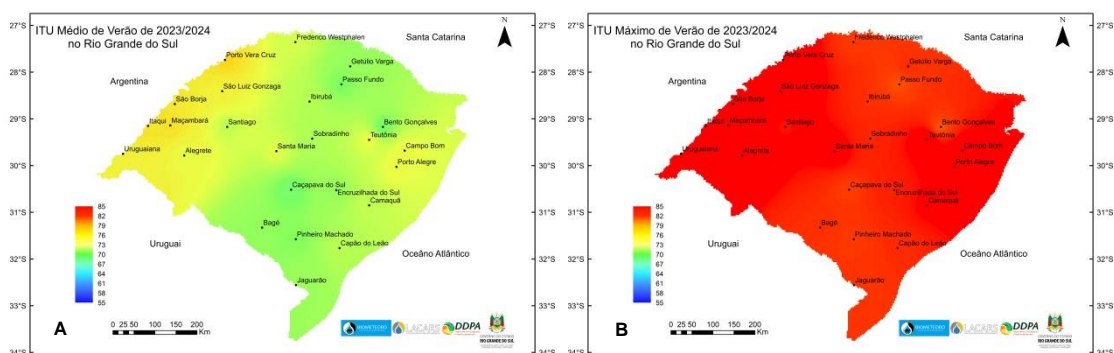


Figura 3. Espacialização do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio (A) e máximo (B), no verão de 2023/2024, no Rio Grande do Sul.

As elevadas temperaturas médias e máximas do ar, esperadas para a estação de verão, associadas às altas umidades relativas do ar, com registros

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

de valores médios máximos do ITU superiores a 83,4 durante o trimestre, indicaram situações de estresse térmico em todos os municípios avaliados durante o verão de 2023/2024 no Rio Grande do Sul. Portanto, é importante que se estabeleça o número de horas ou percentuais de tempo da ocorrência das quatro faixas de classificação do ITU consideradas neste comunicado, para quantificarmos os períodos em que os animais estiveram expostos às condições ambientais adversas durante o trimestre avaliado. Para isso, foram contabilizados os números totais de horas diárias (h) para cada mês avaliado e o percentual destas, dentro de cada faixa do ITU (Tabela 5).

O total de horas levantado durante o trimestre, considerando os municípios representativos das dez regiões ecoclimáticas, foi da ordem de 50.649h e, em média, avaliou-se 2110h em cada município. O maior número de horas avaliado foi 2184h em cinco municípios e o menor em Maçambará (1.388h; Tabela 5).

O percentual médio registrado no trimestre indicou que somente durante 42,3% do verão 2023/2024, os animais se encontravam em condições não estressantes em relação às ocorrências meteorológicas (Tabela 5). A situação de desconforto térmico mais frequente foi na faixa de alerta a atenção (ITU 2=71-79), representando 46,7% da estação, com os percentuais mais elevados em fevereiro, perfazendo 53% do trimestre avaliado, além dos 11% em situação de perigo (9,3%) a emergencial (1,7%). Já, **dezembro de 2023**, em sete municípios, os percentuais de horas em conforto térmico foram superiores a 60%; em **janeiro de 2024**, somente quatro, e em **fevereiro de 2024**, todos abaixo dos 54,5% (Passo Fundo; Tabela 5). Destaca-se o maior percentual da estação em conforto térmico em dezembro para o município de Pinheiro Machado (69,3%) e o menor para Maçambará (7,5%), seguido de Porto Vera Cruz (11,5%), no mês de fevereiro de 2024. Comparativamente ao verão de 2022/2023 (Tazzo *et al.*, 2023), no mês de dezembro de 2023 houve redução do percentual de tempo em conforto térmico (ITU \leq 71) (54,3% para 49,2%); janeiro de 2024, um leve aumento (43,9% e 47,2%) e em fevereiro do mesmo ano, uma acentuada queda dos percentuais médios de horas sem estresse térmico, passando de 74,8% para 30,5%. Chama atenção a elevação da

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

condição de estresse calórico na faixa de ITU3 (79-84), com valor médio de 2,7% em fevereiro de 2023 para 13,9% em 2024 (Tabela 5). Quatro regiões se destacaram no trimestre: Serras do Sudeste e do Nordeste, com os maiores percentuais do período em conforto térmico, e Vale do Uruguai e Baixo Vale do Uruguai com os menores valores. Os municípios de Passo Fundo e Bento Gonçalves foram os únicos onde não foram registradas situações emergenciais ao longo do trimestre. Em Caçapava do Sul, Frederico Westphalen, Bagé e Capão do Leão, a ocorrência de condição emergencial foi extremamente baixa, variando entre 0% a 0,1% do período avaliado. O maior percentual de horas em situação de perigo para os animais (ITU 3), ocorreu em Maçambará (27%), durante o mês de fevereiro, e o menor (0,7%), em Jaguarão, em dezembro de 2024.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia

Verão 2023/2024

Tabela 5. Número total de horas mensais e na estação do ano, percentuais de horas do Índice de Temperatura e Umidade (ITU1, ITU2, ITU3 e ITU4) nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(continua...)

Região Ecoclimática	Município	Total de horas/Mês			Total horas /Estação do ano Verão	ITU 1 (≤ 71)			ITU 2 (71-79)			ITU 3 (79-84)			ITU 4 (≥ 84)			
		ITU horas/ %	Dez	Jan		Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev
Planalto Médio	Passo Fundo		744	744	696	2184	62,6	66,8	54,5	31,7	32,3	43,0	5,6	0,9	2,6	0,0	0,0	0,0
	Ibirubá		667	744	696	2107	49,9	53,5	39,2	40,9	41,7	46,1	8,7	4,8	14,7	0,4	0,0	0,0
	Getúlio Vargas		739	739	691	2169	55,1	61,3	51,5	35,7	31,7	37,3	8,0	7,0	11,1	1,2	0,0	0,0
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul		721	728	674	2123	68,8	63,5	48,1	27,2	35,7	44,2	3,9	0,8	7,7	0,1	0,0	0,0
	Encruzilhada do Sul		729	733	673	2135	62,7	61,5	44,0	32,0	36,2	47,1	4,8	2,3	8,6	0,5	0,0	0,3
	Pinheiro Machado		739	737	658	2134	69,3	57,9	47,1	27,1	40,0	41,3	3,7	2,0	11,4	0,0	0,0	0,2
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves		729	731	680	2140	64,9	73,9	52,1	31,4	25,3	45,1	3,7	0,8	2,8	0,0	0,0	0,0
	Vacaria		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veranópolis		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia		744	744	696	2184	37,8	41,3	24,6	48,3	51,5	54,5	10,3	6,7	18,7	3,6	0,5	2,3
	Sobradinho		736	738	688	2162	58,0	54,6	39,2	33,2	41,3	48,4	7,1	4,1	12,4	1,8	0,0	0,0
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen		744	744	696	2184	46,2	45,0	30,7	46,0	49,2	56,8	7,7	5,8	12,5	0,1	0,0	0,0
	Santa Rosa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Porto Vera Cruz		669	679	688	2036	22,1	27,7	11,5	52,9	47,6	60,0	15,4	18,7	15,4	9,6	6,0	13,1
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará		695	519	174	1388	34,7	30,3	7,5	50,9	52,4	55,2	10,8	16,2	27,0	3,6	1,2	10,3
	Itaqui		734	724	673	2131	33,0	32,2	13,7	51,0	54,4	55,9	12,5	12,3	18,4	3,5	1,1	12,0
	São Borja		744	744	696	2184	30,8	30,1	14,7	54,6	58,7	58,2	11,3	10,2	20,8	3,4	0,9	6,3

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia

Verão 2023/2024

Tabela 5. Número total de horas mensais e na estação do ano, percentuais de horas do Índice de Temperatura e Umidade (ITU1, ITU2, ITU3 e ITU4) nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(conclusão)

Região Ecoclimática	Município	ITU horas/ %			Total de horas/Mês		Total horas /Estação do ano	ITU 1 (≤ 71)			ITU 2 (71-79)			ITU 3 (79-84)			ITU 4 (≥ 84)		
		Dez	Jan	Fev	Dez	Jan		Fev	Verão	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez
Depressão Central	Santa Maria	704	739	706			2149	44,6	37,8	28,6	43,6	55,5	54,4	9,3	6,2	15,1	2,5	0,4	2,0
	Campo Bom	730	734	695				35,8	40,7	23,0	49,2	49,6	56,7	11,6	9,0	16,3	3,4	0,7	4,0
	Porto Alegre	731	735	696			2162	38,7	39,2	19,4	48,3	54,1	64,4	11,1	5,9	14,9	1,9	0,8	1,3
Missioneira	Bossoroca	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Luiz Gonzaga	694	706	624			2024	33,3	37,1	20,0	53,0	50,3	57,9	11,8	12,2	19,1	1,9	0,4	3,0
	Santiago	744	744	696			2184	52,6	51,7	32,5	39,5	41,7	49,1	6,6	6,6	17,7	1,3	0,0	0,7
Campanha	Alegrete	721	728	661			2110	45,5	44,4	22,4	42,7	48,2	54,9	9,6	7,1	18,6	2,2	0,3	4,1
	Uruguaiana	747	689	783			2219	39,4	35,1	20,6	48,6	56,3	49,7	10,2	8,4	23,8	1,9	0,1	6,0
	Bagé	744	744	696			2184	65,1	56,5	39,2	31,3	42,3	49,6	3,6	1,2	11,1	0,0	0,0	0,1
Grandes Lagos	Capão do Leão	739	733	687			2159	57,2	38,9	22,7	40,3	59,8	70,2	2,3	1,4	7,0	0,1	0,0	0,1
	Camaquã	744	739	530			2013	56,7	48,3	20,8	36,7	47,8	67,4	6,0	3,7	11,3	0,5	0,3	0,6
	Jaguarão	744	744	696			2184	65,9	50,0	34,6	33,5	48,8	56,6	0,7	1,2	8,0	0,0	0,0	0,7
Média		727	723	662			50649	49,2	47,2	30,5	41,2	46,1	53,0	7,9	6,2	13,9	1,7	0,5	2,7

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

4 ESTIMATIVAS DOS EFEITOS DO ITU NA PRODUÇÃO DE LEITE

Para estimar os efeitos das variáveis meteorológicas no conforto térmico animal, através dos valores de ITU calculados no verão 2023/2024, e sobre a produção de leite nas regiões ecoclimáticas avaliadas, utilizou-se a seguinte equação para vacas Holandesas em lactação, proposta por Berry, Shanklin e Johnson (1964), adaptada por Hahn (1993):

$DPL = -1,075 - 1,736 \times PN + 0,02474 \times PN \times ITU$; em que DPL é o declínio na produção de leite (kg dia^{-1}) e PN é o Nível Normal de Produção (kg dia^{-1}).

Foram considerados oito níveis de produção: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 kg dia^{-1} , representando os encontrados nas regiões ecoclimáticas avaliadas. Esses valores foram utilizados como referência, considerando que os animais se encontravam em uma situação de termoneutralidade, ou seja, com produção normal e sem estresse. Para a análise e a caracterização da ocorrência de períodos críticos foram consideradas as classes do ITU descritas anteriormente.

Nas tabelas 6 e 7 constam os valores médios estimados de queda de produção de leite diária de vacas em lactação, para cada município de dez regiões ecoclimáticas e em oito (8) níveis de produção nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia

Verão 2023/2024

Tabela 6. Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(continua...)

Região Ecoclimática	Níveis de produção (Kg/vaca/dia) Município/mês	DPL 5			DPL 10			DPL 15			DPL 20		
		Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev
Planalto Médio	Passo Fundo	-1,7	-1,6	-1,7	-2,3	-2,1	-2,2	-2,9	-2,7	-2,8	-3,5	-3,2	-3,4
	Ibirubá	-1,7	-1,6	-1,8	-2,4	-2,2	-2,5	-3,0	-2,8	-3,2	-3,6	-3,4	-3,9
	Getúlio Vargas	-1,8	-1,8	-1,7	-2,4	-2,5	-2,5	-3,1	-3,2	-3,2	-3,8	-3,9	-3,9
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	-1,7	-1,5	-1,7	-2,3	-1,9	-2,3	-3,0	-2,4	-3,0	-3,6	-2,8	-3,6
	Encruzilhada do Sul	-1,7	-1,6	-1,7	-2,4	-2,1	-2,4	-3,0	-5,6	-3,1	-3,7	-3,1	-3,7
	Pinheiro Machado	-1,7	-1,6	-1,8	-2,3	-2,0	-2,4	-2,9	-2,5	-3,1	-3,5	-3,0	-3,8
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	-1,6	-1,6	-1,6	-2,2	-2,0	-2,4	-2,8	-2,5	-2,7	-3,4	-3,0	-3,3
	Vacaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	-1,8	-1,8	-1,9	-2,5	-2,3	-2,6	-3,2	-3,0	-3,4	-4,0	-3,6	-4,2
	Sobradinho	-1,8	-1,6	-1,8	-2,4	-2,1	-2,4	-3,1	-2,7	-3,1	-3,8	-3,6	-4,2
Vale do Uruguai	Frederico Wetsphalen	-1,7	-1,7	-1,7	-2,3	-2,3	-2,3	-2,9	-2,9	-2,9	-3,5	-3,5	-3,6
	Santa Rosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Porto Vera Cruz	-1,9	-1,8	-2,0	-2,8	-2,8	-2,9	-3,7	-3,7	-3,8	-4,5	-4,5	-4,6
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	-1,8	-1,8	-2,1	-2,5	-2,6	-3,1	-3,2	-3,3	-4,1	-4,0	-4,1	-5,1
	Itaqui	-1,8	-1,8	-2,0	-2,6	-2,5	-3,0	-3,3	-3,2	-3,9	-4,1	-4,0	-4,8
	São Borja	-1,8	-1,8	-1,9	-2,5	-2,4	-2,8	-3,2	-3,1	-3,7	-4,0	-3,8	-4,6

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia

Verão 2023/2024

Tabela 6. Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(conclusão)

Região Ecoclimática	Níveis de produção (Kg/vaca/dia) Município/mês	DPL 5			DPL 10			DPL 15			DPL 20		
		Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev
Depressão Central	Santa Maria	-1,8	-1,7	-1,8	-2,5	-2,3	-2,5	-3,1	-2,8	-3,3	-3,8	-3,4	-4,0
	Campo Bom	-1,8	-1,7	-1,9	-2,5	-2,4	-2,6	-3,2	-3,1	-3,4	-4,0	-3,7	-4,2
	Porto Alegre	-1,8	-1,7	-1,8	-2,5	-2,3	-2,5	-3,2	-2,9	-3,2	-3,9	-3,5	-4,0
Missioneira	Bossoroca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Luiz Gonzaga	-1,8	-1,8	-1,9	-2,5	-2,5	-2,7	-3,3	-3,2	-3,4	-4,0	-3,9	-4,2
	Santiago	-1,8	-1,7	-1,8	-2,4	-2,4	-2,5	-2,5	-3,1	-3,2	-3,8	-3,7	-4,0
Campanha	Alegrete	-1,8	-1,7	-1,9	-2,5	-2,3	-2,7	-3,2	-3,0	-3,5	-3,9	-3,6	-4,4
	Uruguaiana	-1,8	-1,7	-2,0	-2,4	-2,4	-2,9	-3,1	-3,0	-3,8	-3,8	-3,6	-4,7
	Bagé	-1,7	-1,6	-1,8	-2,2	-2,0	-2,4	-2,8	0,0	-3,1	-3,4	-3,0	-3,8
Grandes Lagos	Capão do Leão	-1,5	-1,5	-1,6	-2,0	-1,9	-2,2	-2,5	-2,4	-2,7	-2,9	-2,8	-3,3
	Camaquã	-1,7	-1,6	-1,7	-2,3	-2,1	-2,4	-2,9	-2,5	-3,1	-3,5	-3,0	-3,7
	Jaguarão	-1,5	-1,5	-1,7	-2,0	-2,0	-2,3	-2,5	-2,4	-2,9	-2,9	-2,9	-3,4
Médias		-1,7	-1,7	-1,8	-2,4	-2,3	-2,5	-3,0	-2,9	-3,3	-3,7	-3,5	-4,0

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia

Verão 2023/2024

Tabela 7. Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(continua...)

Região Ecoclimática	Níveis de produção (Kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹) Município/mês	DPL 25			DPL 30			DPL 35			DPL 40		
		Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev
Planalto Médio	Passo Fundo	-4,1	-3,7	-4,0	-4,6	-4,2	-5,4	-5,2	-4,8	-5,1	-5,8	-5,3	-5,7
	Ibirubá	-4,3	-3,9	-4,6	-4,9	-4,5	-5,3	-5,5	-5,1	-6,0	-6,2	-6,4	-6,7
	Getúlio Vargas	-4,5	-4,6	-4,6	-5,2	-5,3	-5,4	-5,8	-6,0	-6,1	-6,5	-6,7	-6,8
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	-4,2	-3,2	-4,2	-4,9	-3,7	-4,9	-5,5	-4,1	-5,5	-5,4	-5,7	-6,1
	Encruzilhada do Sul	-4,3	-3,6	-4,4	-5,0	-4,0	-5,0	-5,6	-4,5	-5,7	-6,3	-5,0	-6,4
	Pinheiro Machado	-4,1	-3,5	-4,5	-4,7	-4,0	-5,2	-5,3	-4,5	-5,8	-5,9	-4,9	-6,5
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	-3,9	-3,5	-3,9	-4,5	-4,0	-4,4	-5,1	-4,5	-4,4	-5,7	-5,0	-5,4
	Vacaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	-4,7	-4,2	-5,0	-5,4	-4,9	-5,7	-6,1	-5,5	-6,5	-6,9	-6,1	-7,3
	Sobradinho	-4,5	-3,8	-4,5	-5,1	-4,3	-5,2	-5,8	-4,8	-5,9	-6,5	-5,4	-6,6
Vale do Uruguai	Frederico Wetsphalen	-4,1	-4,1	-4,2	-4,7	-4,7	-4,8	-5,3	-5,3	-5,4	-5,9	-5,9	-6,1
	Santa Rosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Porto Vera Cruz	-5,4	-5,4	-5,5	-6,3	-6,2	-6,4	-7,1	-7,1	-7,3	-8,0	-8,0	-8,2
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	-4,7	-4,8	-6,0	-5,4	-5,6	-7,0	-6,1	-6,3	-8,0	-6,8	-7,1	-9,0
	Itaqui	-4,9	-4,7	-5,8	-5,6	-5,4	-6,7	-6,4	-6,1	-7,7	-7,1	-6,8	-8,6
	São Borja	-4,7	-4,5	-5,4	-5,4	-5,1	-6,3	-6,1	-5,8	-7,2	-6,8	-6,5	-8,1

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia

Verão 2023/2024

Tabela 7. Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, em municípios localizados em dez regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(conclusão)

Região Ecoclimática	Níveis de produção (Kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹) Município/mês	DPL 25			DPL 30			DPL 35			DPL 40		
		Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev	Dez	Jan	Fev
Depressão Central	Santa Maria	-4,5	-4,0	-4,7	-5,2	-4,6	-5,4	-5,9	-5,2	-6,2	-6,6	-5,8	-6,9
	Campo Bom	-4,7	-4,4	-5,0	-5,4	-5,1	-5,7	-6,1	-5,7	-6,5	-6,9	-6,4	-7,3
	Porto Alegre	-4,6	-4,0	-4,7	-5,3	-4,6	-5,4	-6,0	-5,2	-6,1	-6,7	-5,8	-6,9
Missioneira	Bossoroca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Luiz Gonzaga	-4,7	-4,6	-1,6	-5,5	-5,3	-5,8	-6,2	-6,0	-6,6	-7,0	-6,7	-7,4
	Santiago	-4,5	-3,2	-4,7	-5,1	-5,0	-5,4	-5,8	-5,7	-6,1	-6,5	-6,3	-6,8
Campanha	Alegrete	-4,6	-4,2	-5,2	-5,3	-4,8	-6,0	-6,0	-5,5	-6,8	-6,7	-6,1	-7,7
	Uruguaiana	-4,5	-4,3	-5,6	-5,2	-4,9	-6,5	-5,9	-5,6	-7,4	-6,6	-6,2	-8,3
	Bagé	-4,0	-3,5	-4,5	-4,6	-4,0	-5,2	-5,2	-4,5	-5,9	-5,8	-5,0	-6,5
Grandes Lagos	Capão do Leão	-3,4	-3,2	-3,8	-3,8	-3,7	-4,3	-4,3	-4,3	-4,9	-4,8	-4,5	-5,4
	Camaquã	-4,1	-3,5	-4,4	-4,7	-4,0	-1,7	-5,4	-4,5	-5,7	-6,0	-5,0	-6,4
	Jaguarão	-3,4	-3,3	-4,0	-3,8	-3,8	-4,6	-4,3	-4,2	-5,2	-4,8	-4,7	-5,8
Médias		-4,4	-4,0	-4,6	-5,0	-4,6	-5,4	-5,7	-5,2	-6,2	-6,3	-5,8	-6,9

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

Em termos de efeitos do conforto/desconforto térmico na produtividade da bovinocultura leiteira durante o verão 2023/2024 foram estimadas possíveis quedas de produção em todo trimestre e regiões ecoclimáticas avaliadas. Os resultados destas estimativas se encontram nas Tabelas 6 e 7 e na Figura 4.

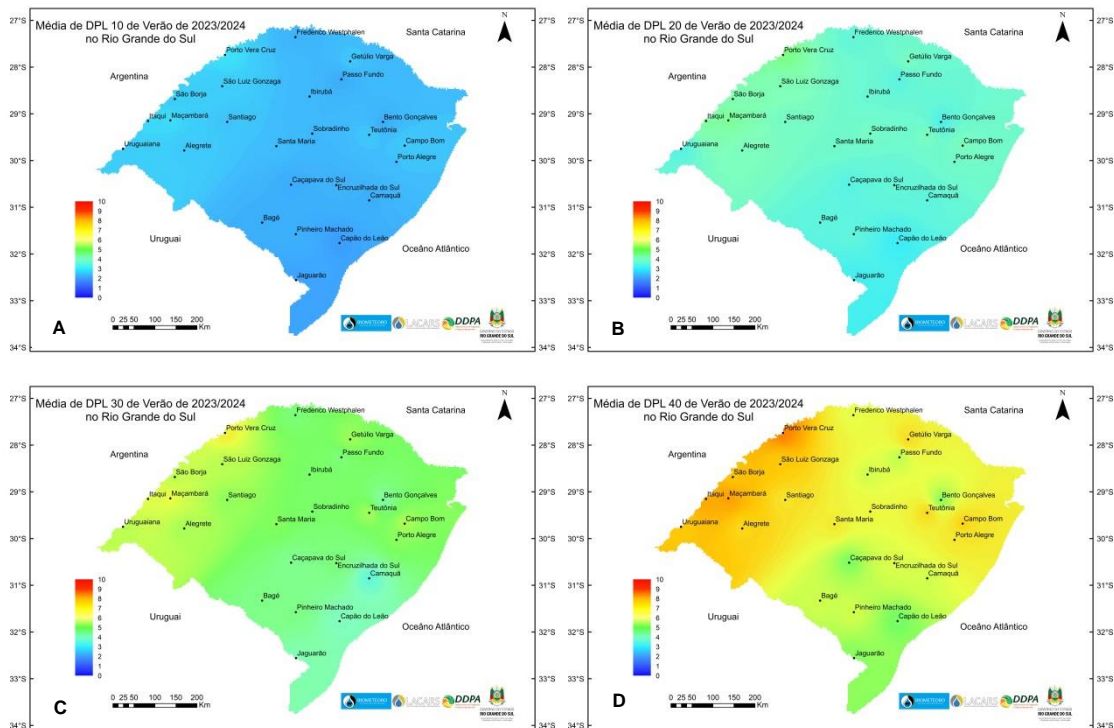


Figura 4. Espacialização da estimativa de queda de produção de leite (DPL) em quatro níveis: 10 Kg dia⁻¹ (DPL 10) (A), 20 Kg dia⁻¹ (DPL 20) (B), 30 Kg dia⁻¹ (DPL 30) (C), 40 Kg dia⁻¹ (DPL 40) (D), no verão 2023/2024, no Rio Grande do Sul.

Para vacas com produção entre 5 kg dia⁻¹ a 20 kg dia⁻¹ de leite (Tabela 6; Figura 4 (A) (B)), a queda média estimada para o trimestre, variou de 1,7 kg dia⁻¹ (em dezembro de 2023) a 4,0 kg dia⁻¹ (em fevereiro de 2024). Em 13 municípios, a queda estimada de produção diária de leite foi superior a 4,0 kg, destacando-se as possíveis maiores perdas registradas para Maçambará (5,1 kg), Itaqui (4,8 kg dia⁻¹) e Uruguai (4,7 kg dia⁻¹) em fevereiro, mês em que foi registrado o maior valor médio do ITU (73,8) para a estação, assim como um elevado valor médio do ITU máximo (85,1) e o menor percentual de horas

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

em que os animais estiveram em zona de conforto térmico no trimestre (30,5%; Tabela 5).

Já para vacas com produção entre 25 kg dia⁻¹ a 40 kg dia⁻¹ de leite, a queda média estimada para o trimestre foi mais elevada e variou de 4,0 kg dia⁻¹ em janeiro de 2024 a 6,9 kg dia⁻¹ em fevereiro do mesmo ano (Tabela 7; Figura 4 (B) (C)). A perda média mínima estimada foi de 3,2 kg dia⁻¹ para Caçapava do Sul, Santiago e Capão do Leão em dezembro de 2023, e a máxima de 9,0 kg dia⁻¹ para Maçambará, em fevereiro de 2024.

As maiores perdas diárias de produção de leite médias estimadas são atribuídas às vacas com maior potencial de produção. Isso se deve à elevada produção de calor corporal, devido às altas taxas metabólicas destes animais, dificultando as trocas calóricas com o meio-ambiente, em situações que conciliam temperatura e/ou umidade relativa do ar elevadas.

5 MEDIDAS PARA MITIGAR OS EFEITOS DE CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS COM POTENCIAL DE GERAR ESTRESSE TÉRMICO

O verão de 2023/2024 se caracterizou por temperaturas máximas e umidades relativas do ar elevadas, com registros de estresse térmico ao longo do trimestre, principalmente no mês de fevereiro, em que somente 30,5% do período os animais estiveram em conforto térmico, incluindo situações perigosas durante 13,9% do mês. Exigiu a atenção em relação ao acondicionamento térmico e às possíveis perdas de produtividade dos animais. Estudos indicam que o estresse calórico afeta negativamente o desempenho das vacas em lactação, resultando em perdas econômicas importantes para os produtores e para a indústria de laticínios. Felizmente, grandes avanços na gestão ambiental, incluindo sistemas de refrigeração, podem atenuar os efeitos do estresse térmico na saúde, produção e reprodução (Renaudeau *et al.*, 2012).

De maneira geral, uma forma mais eficiente de se combater o estresse térmico é estabelecer um sistema de manejo e de ambiente integrados, com o objetivo de manter a temperatura corporal do animal, próxima do normal (38°C

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

a 39°C), na maior parte do dia. Neste sentido, o controle eficiente do ambiente pode ser feito por meio da utilização de mecanismos naturais ou artificiais para potencializar a dissipação de calor. Entre esses, pode-se destacar o incremento da movimentação do ar, o umedecimento da superfície do animal, o resfriamento evaporativo do ar (sistemas como ventilador, aspersor e painel evaporativo) e o uso de sombras para minimizar os efeitos da radiação solar direta, além da introdução de dietas com menor incremento calórico (Azevêdo; Alves, 2009).

Na escolha da prática a ser adotada na propriedade, devem-se considerar as necessidades dos animais (em muitos casos, variáveis durante o ano), o impacto das tecnologias escolhidas sobre as condições ambientais, o nível de gerenciamento da propriedade, o capital disponível e a relação custo-benefício da tecnologia escolhida (Pires; Campos, 2004).

Recomenda-se prestar atenção no rebanho para identificar os animais que estejam apresentando os seguintes comportamentos: procurar por sombra (não abandonar a sombra para se alimentar ou beber água); aumentar a ingestão de água; reduzir o consumo de alimentos; permanecer de pé ao invés de deitar; além de sinais clínicos como aumento da frequência respiratória; aumento da temperatura retal; aumento da produção de suor; salivação excessiva (Pires, 2006).

5.1 Sistemas de sombreamento e refrigeração

O primeiro passo para mitigar os efeitos estressantes de um ambiente desfavorável é proteger as vacas da radiação solar direta. O sombreamento, natural ou artificial, é um dos métodos mais facilmente implementados e mais econômicos de minimizar o calor proveniente da radiação solar, porém não altera a temperatura e umidade relativa do ar, os quais atuam sensivelmente na perda de calor corporal (Renaudeau *et al.*, 2012; West, 2003; Pennington; Vandevender, 2004).

É recomendável que a sombra a ser ofertada seja capaz de atender as necessidades de todos os animais ao mesmo tempo, a qualquer hora do dia,

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

porque não havendo área sombreada disponível para todos, os bovinos começarão a disputar a sombra, ficando os mais velhos e mais fracos sem o benefício desse recurso (Schütz *et al.*, 2010). A criação de bovinos leiteiros em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma opção economicamente interessante e sustentável para fornecer sombreamento aos animais.

Os benefícios das sombras, e, também, de um possível isolamento do telhado dos galpões, no ambiente térmico e no desempenho das vacas por meio da redução do impacto da radiação solar são inegáveis, independentemente da zona climática. Portanto, dispositivos de sombreamento em pastagens e isolamento de telhados de galpões devem ser usados como possível estratégia, tanto no inverno quanto no verão.

Na ausência de árvores, o sombreamento artificial é uma alternativa viável. Pires e Campos (2004) sugerem que deve ser assegurado um espaço de 2,3 m² a 4,5 m² por animal adulto nesse tipo de sombreamento, sendo importante garantir proteção contra a radiação solar, promovendo um conforto térmico considerável (Silva *et al.*, 2012).

O sombreamento artificial, tanto permanente quanto móvel, deve ter uma altura mínima de 3,5m e uma orientação no sentido Leste-Oeste, ou de acordo com a região, a fim de proporcionar uma melhor circulação e renovação constante do ar, e proporcionar maior sombra e minimizar os efeitos dos raios solares diretos (Souza, 2010).

A utilização de ar condicionado pode ser uma opção e, provavelmente, a maneira mais eficaz de reduzir e manter a temperatura e a umidade relativa do ar abaixo de um nível aceitável, onde ITU < 72 (Bucklin *et al.*, 2009). No entanto, devido aos custos de energia e problemas de manutenção do sistema (por exemplo, filtragem de poeira, problemas de recirculação de ar, acúmulo de odor-amônia), o ar condicionado foi reconhecido como de custo proibitivo, mesmo em climas quentes e, portanto, galpões com ar condicionado são incomuns hoje.

Uma combinação de ventiladores (para aumentar a perda de calor por convecção) e sprinklers ou nebulizadores/misturadores (para promover o

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

resfriamento evaporativo) demonstrou ser a maneira mais eficaz de resfriar vacas leiteiras além do uso de ar condicionado (Meyer, 2002). Na verdade, a adição de ventiladores dentro de construções existentes para recircular o ar reduz com sucesso o estresse térmico. Devido à simplicidade, praticidade e relação custo/benefício favorável o uso destas alternativas tem se expandido em regiões de clima quente (Silva *et al.*, 2002).

Outro método bastante utilizado, que tem por objetivo reduzir a temperatura do ar, mas aumenta a umidade relativa, por isso é mais efetivo em climas secos, é o resfriamento evaporativo (Silva *et al.*, 2012).

Práticas adicionais, tais como: pintar de branco a superfície superior da cobertura, aspergir água na cobertura, utilizar isolamento térmico, dentre outras que podem apresentar resultados variados e contraditórios quando utilizados isoladamente, mas se utilizados associados a outras medidas podem beneficiar no combate ao estresse térmico (Silva *et al.*, 2012)

5.2 Disponibilização de água de qualidade

Quando o animal é submetido a uma situação de estresse pelo calor por um longo período de tempo, o consumo de água pode até dobrar. Em condições termoneutras, as vacas necessitam de cerca de 3 litros de água bebida para produzir 1 kg de leite, e a ingestão de água aumenta com o aumento do consumo de matéria seca. No entanto, em condições de estresse pelo calor, a ingestão de água aumenta (25 a 100%), enquanto o consumo de alimentos diminui.

Tem-se como recurso a disponibilização de bebedouros, que devem ser instalados nas pastagens, preferencialmente nos cruzamentos de cercas, servindo a duas ou mais subdivisões. O número e a distribuição dos bebedouros variam em função da área das pastagens e a sua capacidade e deverá ser calculada em função do número de animais a serem atendidos, considerando o consumo de 50 a 60 litros de água/UA/dia. Evita-se o uso de aguadas naturais, com o objetivo de melhor conservação ambiental.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

5.3 Nutrição Adequada

O primeiro sinal de estresse térmico é a queda na alimentação. Assim, práticas nutricionais podem ser eficientes para controlar seus efeitos (Pires; Campos, 2008).

Considera-se que a maior influência do estresse pelo calor sobre a produção de leite é exercida pela redução do consumo de alimentos e consequente redução da ingestão de energia metabolizável. Temperaturas diárias médias e máximas têm efeitos variáveis sobre a ingestão de alimentos (redução de 10 a 15%) e, subsequentemente, sobre a produção de leite, dependendo da umidade relativa do ar e do tempo em que as vacas ficam em temperaturas capazes de provocar estresse (Azevêdo; Alves, 2009).

Segundo Cruz *et al.* (2011) e Dash *et al.* (2016), ao atingir a temperatura de 25,5°C, uma vaca passa a ter dificuldades para eliminar o excesso de calor e o consumo de ração começa a diminuir. Como consequência, o teor de gordura do leite diminui e distúrbios digestivos aumentam (Silva *et al.*, 2012).

Para minimizar a produção diária de calor, quando a temperatura ambiental é de até 35°C, um aumento no consumo de água é esperado, porém temperaturas superiores a esta deprime o consumo de água, atividade física e tempo de ruminação, aumentam a frequência respiratória e reduzem a ingestão de alimentos em até 30% (Silva *et al.*, 2012).

O padrão alimentar é alterado (o animal ingere mais frequentemente pequenas porções de alimento), aumenta a escolha por alimentos concentrados durante o dia, e deixa para pastejar durante a noite, onde a temperatura ambiente é mais amena.

Maust, McDowell e Hooven (1972) demonstraram que o estresse pelo calor aumenta a temperatura corporal, a qual deprime a ingestão de alimentos no mesmo dia, no entanto, a redução da produção de leite ocorre poucos dias depois.

Em razão disto, faz-se necessário oferecer aos animais uma dieta com maior densidade de nutrientes para evitar a queda na produção de leite (Cruz *et al.*, 2011). Alternativas para reduzir o calor gerado no trato digestivo é a

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

formulação de dietas frias com baixo incremento calórico, ou seja, disponibilizar menor quantidade de forragem ou com a utilização de gordura, que não deve ultrapassar 7% da matéria seca, podendo-se incluir como alternativas: pastagens tenras, silagens de grãos e concentrados ricos em gordura (Bernabucci *et al.*, 2014).

Alternativas relacionadas ao manejo alimentar, que podem ser empregadas, são: o aumento da frequência de tratos ao longo do dia, redução da quantidade de alimento por refeição e estímulo ao consumo em dias mais quentes (Pires; Campos, 2008).

Em situação de pastejo, o consumo de alimento diminui quando a temperatura ambiente ultrapassa 26°C, ocorrendo também uma inversão dos hábitos alimentares (Beede; Collier, 1986).

Resumidamente, algumas estratégias nutricionais para minimizar o desconforto térmico são (Azevêdo; Alves, 2009):

- Aumentar a densidade energética da dieta (fornecer forragem de alta qualidade, aumentar a proporção de concentrado, adicionar à dieta ingredientes com alto teor de óleo ou gordura - não ultrapassar 7% da dieta total);
- Aumentar a porcentagem de minerais na ingestão de matéria seca total (atentar para potássio, cloreto de sódio e magnésio);
- Não fornecer dieta com mais de 65% de proteína degradável no rúmen (a excreção de N gera calor metabólico);
- Adicionar tamponantes à dieta (incluir 1% de bicarbonato);
- Aumentar a frequência das refeições (mínimo de três vezes) e evitar cochos vazios;
- Fornecer alimentos nas horas mais frescas do dia (entre 18h e 6h);
- Fornecer alimentos fermentados (silagens) logo após a retirada do silo, evitando aquecimentos;
- Utilizar ração total imediatamente após a ordenha;
- Dispor de espaço no cocho de no mínimo 0,7 m vaca⁻¹;
- Colocar cochos e bebedouros na sombra.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A precipitação pluvial registrada nos meses de dezembro de 2023 e janeiro e fevereiro de 2024 foi bastante variável no Rio Grande do Sul, com maiores volumes em dezembro, ficando dentro da média em boa parte do Estado e acima da média climatológica no oeste e sudoeste; já janeiro e fevereiro, os volumes foram menores, ficando próximo e abaixo da normalidade climatológica. Quanto à temperatura do ar, no mês de dezembro, as normais das temperaturas mínimas ficaram dentro e acima da normal na maioria das regiões, as temperaturas médias majoritariamente dentro da normal, enquanto que as máximas ficaram abaixo da média, especialmente no sudoeste do RS. Em janeiro, temperaturas médias mínimas foram registradas nas regiões de maior altitude; para as temperaturas médias máximas, os menores valores também ocorreram na região de altitude, enquanto que as maiores máximas foram registradas no Alto Uruguai, Fronteira Oeste e Vale dos Sinos. Em fevereiro, as temperaturas máximas variaram entre dentro e acima da normalidade; as médias das temperaturas máximas do ar de fevereiro foram altas, especialmente na região da Fronteira Oeste, Alto Uruguai e parte da Campanha. O trimestre (dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024) apresentou valores elevados de umidade relativa do ar;
2. As condições meteorológicas impostas pelo verão de 2023/2024 se caracterizaram por apresentar temperaturas máximas absolutas e umidade relativa do ar elevadas, colocando os animais em situação de desconforto térmico ao longo do trimestre na maioria dos municípios gaúchos avaliados, permitindo estimar quedas de produção de leite em todos os municípios considerados neste comunicado, afetando significativamente a atividade leiteira, com sérios prejuízos econômicos ao produtor rural.
3. Os valores máximos do ITU indicaram desconforto térmico em todas as regiões ecoclimáticas, sendo mais elevados nos meses de dezembro de

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

2023 e fevereiro de 2024, com o último, apresentando, um pouco mais da metade do período, situações de estresse calórico, exigindo desde uma atenção até uma condição de alerta aos produtores rurais em relação ao bem-estar dos animais.

4. Destacam-se as Serras do Sudeste e do Nordeste, e os municípios de Passo Fundo e Bagé, com a maior duração da estação em conforto térmico, enquanto que o Vale do Uruguai e Baixo Vale do Uruguai, com períodos mais longos em estresse calórico do trimestre.
5. Estimativas potenciais de queda de produção diária de leite devido às condições meteorológicas do verão 2023/2024 foram mais acentuadas em vacas de maior produtividade, correspondendo a percentuais médios de perda individual diária entre 22% a 34%, caso medidas de manejo visando mitigar os efeitos climáticos não fossem adotadas pelos produtores rurais.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78361/1/documento-188.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2023.

BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J.; Potential Nutritional Strategies for Intensively Managed Cattle during Thermal Stress, **Journal of Animal Science**, Volume 62, Issue 2, February 1986, Pages 543–554, Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas1986.622543x>. Acesso em: 10 dez. 2023.

BERLATO, M. A.; CORDEIRO, A. P. A. Sinais de mudanças climáticas globais e regionais, projeções para o século XXI e as tendências observadas no Rio Grande do Sul: Uma revisão. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 25, p. 273-302, 2017.

BERNABUCCI, U. *et al.* The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 97, n. 1, p. 471-486, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6611>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213007467?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2023.

BERRY, I. L.; SHANKLIN, N. D.; JOHNSON, H. D. Dairy shelter design based on milk production declined as affected by temperature and humidity. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 7, p. 329-331, 1964.

BUCKLIN, R. A. *et al.* Environmental temperatures in Florida dairy housing. **Applied engineering in agriculture**, St. Joseph, v. 25, n. 5, p. 727–735, 2009.

CARDOSO, L. S. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em janeiro de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 65, p. 6-18, jan. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia> Acesso em: 27 fev. 2024.

CRUZ, L. V. *et al.* Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 9, n. 16, 2011.

DASH, S. A. *et al.* Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: a review. **Veterinary World**, v. 9, n. 3, p. 235, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.235-244>. Disponível em: <http://www.veterinaryworld.org/Vol.9/March-2016/3.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2023.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

HAHN, G. L. **Bioclimatologia e instalações zootécnicas**: aspectos teóricos e aplicados. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Eventos extremos de fevereiro de 2024 no Brasil. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Nota_EventosExtremos_Brasil_Fevereiro_2024_r.pdf Acesso em: 15 mar. 2024.

JUNGES, A. H. Caracterização climática da temperatura do ar em Veranópolis, Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 26, n. 2, p. 299-306, 2018. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26411>. Acesso em: 06 dez. 2023.

MALUF, J. R. T.; CAIAFFO, M. R. R. Regiões ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. Água e agrometeorologia no novo milênio. Fortaleza: CE. **Anais...** Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001. p. 151-152.

MEYER, M. J. *et al.* Performance of lactating dairy cattle in three different cooling systems. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, 18, p. 341–345, 2002.

PENNINGTON, J. A.; VANDEVENDER, K. **Heat stress in dairy cattle**. UACES Publications. 2004. Disponível em: <https://dairy-cattle.extension.org/heat-stress-in-dairy-cattle/> Acesso em: 10 dez. 2023.

PIRES, M. de F. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 4 p. (Comunicado Técnico, 52).

PIRES, M. de F. A.; CAMPOS, A. T. **Conforto Animal para maior produção de leite**. Viçosa: CPT – Centro de Produções Técnicas, 2008.

PIRES, M. de F. A.; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**. 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, dez. 2004. 6 p. (Comunicado Técnico, 42). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/594946/1/COT42Modificacoesambientais.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2023.

RENAUDEAU, D. *et al.* Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, Cambridge, v. 6, n. 5, p. 707–728, 2012.

SCHÜTZ, K. E. *et al.* The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, 93, p. 125–133, 2010.

SILVA, I. J. O. *et al.* Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2036-2042, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000800019>. Disponível em:

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Verão 2023/2024

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/qdrFNTt757szgFm8D8Gm5SK/?lang=pt#:~:text=De%20acordo%20com%20as%20condi%C3%A7%C3%B5es,de%20vacas%20da%20ra%C3%A7a%20holandesa>. Acesso em: 10 dez. 2023.

SILVA, J. C. P. M. *et al.* **Bem-estar do gado leiteiro**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2012.

SOUZA, B. B. *et al.* Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 59-65, 2010.

TAROUCO, A. K. *et al.* Biometeorologia aplicada à bovinocultura de leite no Rio Grande do Sul: condições meteorológicas, índice de temperatura e umidade (conforto térmico) e estimativa de efeitos na produção de leite na primavera de 2022. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 47, p. 6-40, dez. 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 13 dez. 2023

TAZZO, I. F. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em dezembro de 2023 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 64, p. 6-26, dez. 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 27 fev. 2024.

TAZZO, I. F. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em fevereiro de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 66, p. 6-25, fev. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 18 mar. 2024.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v. 12, n. 2, p. 57- 60, 1959.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 6, p. 2131–2144, 2003.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa