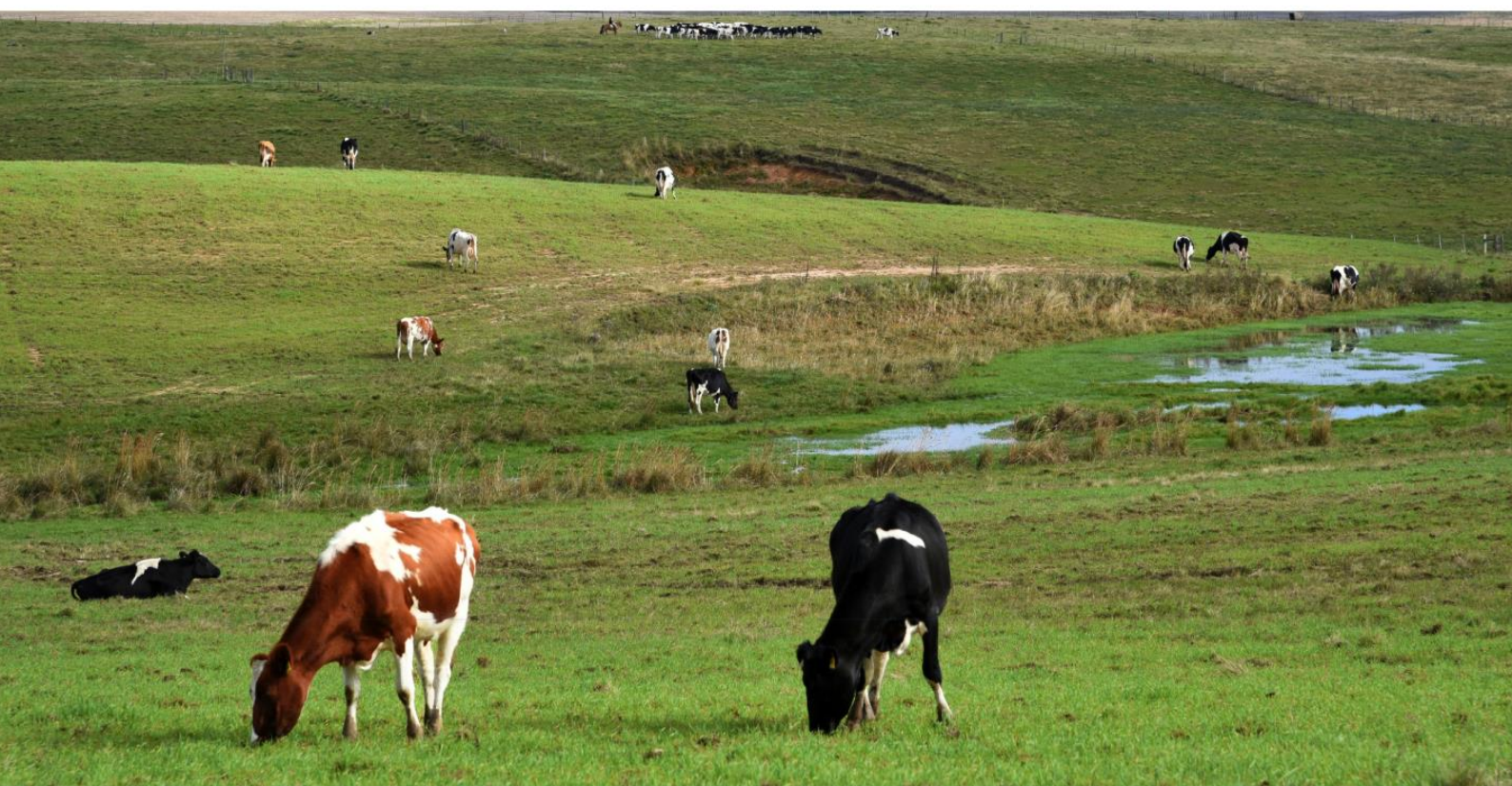


Comunicado Agrometeorológico

75

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 inverno de 2024

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





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 INVERNO 2024**

Autores

Ivonete Fatima Tazzo
Adriana Kroef Tarouco
Loana Silveira Cardoso
Paulo Henrique Correia Allem Junior
Amanda Heemann Junges
Gabriela de Meneses Pinto

Porto Alegre, RS

2024

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

Secretário da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação: Clair Tomé Kuhn.

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; Larissa Bueno Ambrosini; Lia Rosane Rodrigues; Bruno Brito Lisboa; 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 inverno 2024. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 75, p. 6-43, 2024.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DO PERÍODO	8
2.1 Precipitação Pluvial	9
2.2 Temperatura do Ar	14
2.3 Umidade Relativa do Ar	17
3 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU	19
4 ESTIMATIVAS DOS EFEITOS DO ITU NA PRODUÇÃO DE LEITE	27
5 MEDIDAS PARA MITIGAR OS EFEITOS DE CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS 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.....	9
Figura 2. Total de chuva acumulada (mm) de junho, julho e agosto de 2024 (A, C, E) e desvio da Normal Climatológica Padrão (1991-2020) junho, julho e agosto de 2024 (mm) (B, D, F) no Rio Grande do Sul.....	11
Figura 3. Espacialização do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio (A) e máximo (B), no inverno de 2024, no Rio Grande do Sul.	23
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 inverno de 2024, no Rio Grande do Sul.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Precipitação pluvial mensal ocorrida (Prec) (mm) nos meses de junho, julho e agosto de 2024 e Normal Climatológica Padrão (1991-2020) (Normal) (mm), em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....	13
Tabela 2. Temperaturas do ar (°C), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.	16
Tabela 3. Umidade relativa do ar (UR) (%), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos do ar nos meses de junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....	18
Tabela 4. Índice de Temperatura e Umidade (ITU), médias mensais, e valores mínimos e máximos nos meses de junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.	21
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 junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 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 junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 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 junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Valores médios da temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$), das temperaturas mínimas e máximas e da temperatura média da estação do ano, nos anos 2022, 2023 e 2024..... 15

Quadro 2. Valores médios da umidade relativa do ar (%), das umidades relativas do ar máximas e mínimas e da umidade relativa média da estação do ano, nos anos 2022, 2023 e 2024..... 17

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 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**

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

² *Médica Veterinária, Dra. Ciências Veterinárias, Pesquisadora DDP/SEAPI*

⁴ *Bolsista Iniciação Científica PROBIC/FAPERGS-DDP/SEAPI*

⁶ *Bolsista Iniciação Tecnológica PIBIT/CNPq-DDP/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 INVERNO DE 2024

1 INTRODUÇÃO

Nas estações mais frias do ano, como nos invernos, normalmente, os valores médios registrados de temperatura e umidade relativa do ar associados, não oferecem condição ambiental que desencadeie situações de estresse térmico calórico para os bovinos leiteiros.

A produção leiteira depende das condições climáticas, cujos efeitos variam conforme a região do Estado. Durante o inverno, a ocorrência de chuvas, de geadas, de pouca incidência de radiação solar global, entre outros fatores, interfere na implantação, no desenvolvimento, na utilização e no

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

acesso às pastagens nativas e cultivadas, na produção e no armazenamento de silagem e de feno, que podem afetar a saúde e o desempenho dos animais. Embora seja um período em que não se espera que os animais sofram com estresse térmico calórico, em algumas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul, como Vale do Uruguai, Baixo Vale do Uruguai e Depressão Central, as condições meteorológicas, como temperatura média, amplitudes térmicas e umidade relativa do ar elevadas, têm indicado períodos de situações de estresse térmico, embora em baixos percentuais, mas que potencialmente podem interferir no desempenho das vacas em lactação, reduzindo a sua produção diária de leite e, portanto, causar prejuízos econômicos aos produtores rurais.

O objetivo deste comunicado é descrever as condições meteorológicas (precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar) ocorridas no inverno de 2024 (trimestre junho, julho e agosto de 2024); identificar, espacializar 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, incluindo 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/SEAPI/RS), nos meses de junho, julho e agosto de 2024 (inverno), 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 Inverno 2024



Figura 1. Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Fonte: Adaptado de Maluf e Caiaffo, 2001

2.1 Precipitação Pluvial

Em **junho**, registraram-se altos volumes de precipitação pluvial no Estado, especialmente na região da Serra e porção Leste, onde os valores superaram 300 mm; nas áreas Centrais, Sul, Oeste e nas que fazem divisa com Santa Catarina, as precipitações pluviais mensais variaram entre 50 e 150 mm, ficando abaixo de 50 mm apenas no Extremo Oeste da Fronteira Oeste (Figura 2A) (Cardoso *et al.*, 2024). Na comparação com a Normal Climatológica Padrão (1991-2020), a precipitação pluvial do mês de junho ficou acima da média em grande parte do Estado, com desvios positivos entre 25 e 150 mm, e atingindo desvios superiores a 200 mm em áreas pontuais; no entanto, do Centro para o Sul e Oeste do Estado, os volumes ficaram entre normal à ligeiramente abaixo desta, como, por exemplo, em parte da Campanha e da Fronteira Oeste, onde os desvios negativos ficaram entre -25 e -50 mm (Figura 1B) (Cardoso *et al.*, 2024).

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

No mês de **julho**, houve elevada variabilidade nos totais de precipitação pluvial ocorridos no Estado. Foram registrados baixos volumes de chuva (inferiores a 50 mm) na porção oeste, especialmente na Fronteira Oeste e no Extremo Sul - onde os valores foram inferiores a 10 mm (Figura 2C) (Junges *et al.*, 2024). Na comparação com a normal climatológica padrão 1991-2020, a precipitação pluvial de julho ficou abaixo da média, com anomalias negativas entre 50 e 100 mm, em grande parte do Estado e anomalias entre -100 e -150 mm no Extremo Sul e partes da região da Serra e Campos de Cima da Serra (Figura 2D) (Junges *et al.*, 2024).

O mês de **agosto**, os valores de precipitação pluvial mensal ficaram na faixa de 50 a 100 mm na porção Norte do Estado, enquanto, na Sul, os totais foram maiores e atingiram a faixa de 150 a 200 mm na maior parte das áreas, porém com algumas delas registrando precipitações pluviais entre 200 e 300 mm (Figura 2D) (Tazzo *et al.*, 2024). Na comparação com a normal climatológica padrão 1991-2020, a precipitação pluvial de agosto ficou abaixo da média, com anomalias negativas entre -25 e -150 mm nas áreas da Fronteira Oeste, Planalto, Missões, Central, Serra e Litoral Norte e acima da normal climatológica nas áreas da Campanha, Serra do Sudeste e Litoral Sul, com desvios positivos entre 25 e 100 mm (Figura 2E) (Tazzo *et al.*, 2024).

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

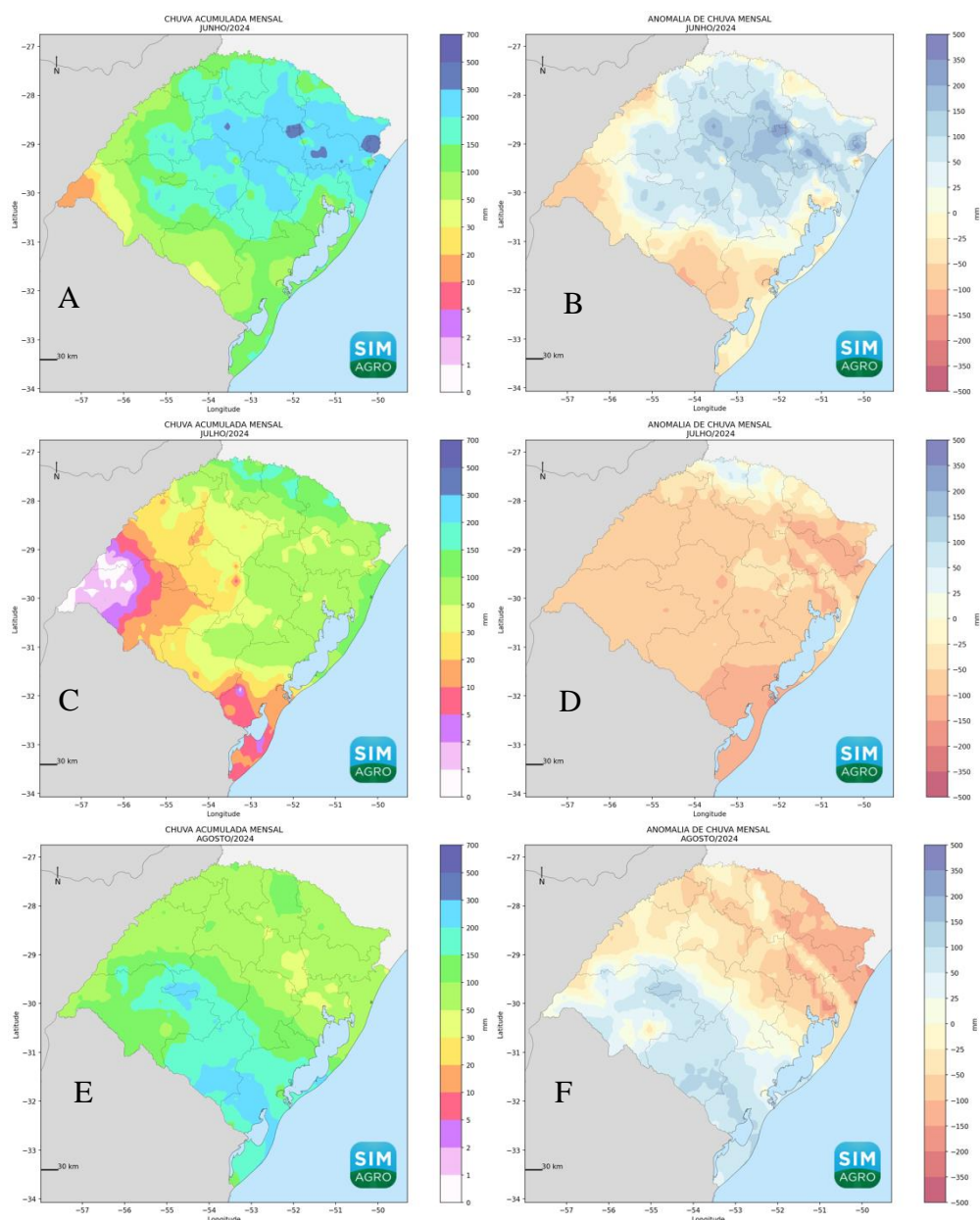


Figura 2. Total de chuva acumulada (mm) de junho, julho e agosto de 2024 (A, C, E) e desvio da Normal Climatológica Padrão (1991-2020) junho, julho e agosto de 2024 (mm) (B, D, F) no Rio Grande do Sul.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

A precipitação pluvial ocorrida no mês de **junho** teve distribuição bastante irregular no Estado, variando de 15,8 mm em Uruguaiana a 387,6 mm em Camaquã. Com relação à Normal Climatológica Padrão (1991-2020), os registros ficaram acima e/ou próxima da média climatológica na maior parte dos municípios analisados. Em Pinheiro Machado, Frederico Westphalen, Santa Rosa, Maçambará, São Borja, São Luiz Gonzaga, Uruguaiana e Bagé ocorreram pequenos volumes de precipitação, com valores abaixo da normalidade (Tabela 1).

No mês de **julho**, a precipitação variou de 2,6 mm em Uruguaiana a 172,6 mm em Frederico Westphalen (Tabela 1). Este mês se caracterizou por baixos volumes de precipitação, bem abaixo da média climatológica, em todos os municípios analisados (Tabela 1).

Em **agosto**, a precipitação variou 45,2 mm em Porto Alegre a 303,6 mm em Pinheiro Machado. Com relação à Normal Climatológica Padrão (1991-2020), os registros de precipitação foram bastante irregulares, com locais bem acima da média, alguns próxima da média climatológica e outros bem abaixo da média (Tabela 1).

Na comparação do inverno de 2023 (Tazzo *et al.*, 2023) com o de 2024, a precipitação pluvial foi extremamente elevada neste último ano, em algumas áreas do Estado, destacando-se os meses de junho e agosto, com acumulados extremamente elevados, muito acima da média climatológica padrão.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2024

Tabela 1. Precipitação pluvial mensal ocorrida (Prec) (mm) nos meses de junho, julho e agosto de 2024 e Normal Climatológica Padrão (1991-2020) (Normal) (mm), em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	Junho		Julho		Agosto	
		Prec	Normal	Prec	Normal	Prec	Normal
Planalto Médio	Passo Fundo	259,6	162,1	68,6	173,6	108,6	147,0
	Ibirubá	234,0	157,4	56,4	163,1	74,4	139,0
	Getúlio Vargas	317,7	167,9	156,8	170,2	175,2	158,2
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	216,8	137,6	71,8	153,4	228,0	139,2
	Encruzilhada do Sul	152,2	139,4	76,2	155,9	129,4	126,2
	Pinheiro Machado	85,8	108,3	26,4	130,5	303,6	127,1
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	343,0	151,8	74,2	150,2	77,4	132,5
	Vacaria	242,6	147,4	91,8	151,1	88,2	145,0
	Veranópolis	358,6	160,0	105,8	161,0	102,0	130,0
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	232,0	125,2	-	142,3	-	139,6
	Sobradinho	261,6	157,4	72,0	154,3	80,5	140,3
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	170,2	173,0	172,6	178,3	98,4	169,1
	Santa Rosa	131,8	175,2	60,2	156,0	53,8	147,3
	Porto Vera Cruz	204,4	186,4	88,8	167,4	167,3	150,5
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	56,8	147,3	16,2	129,2	168,2	160,2
	Itaqui	-	161,3	-	147,9	-	147,6
	São Borja	107,0	181,5	22,0	142,7	138,2	131,3
Depressão Central	Santa Maria	231,2	161,5	37,0	170,6	159,0	131,7
	Campo Bom	243,8	128,8	110,4	142,5	60,4	136,1
	Porto Alegre	176,6	112,1	73,8	120,8	45,2	110,8
Missioneira	Bossoroca	198,6	180,3	67,6	167,5	155,6	145,4
	São Luiz Gonzaga	101,4	199,0	45,0	170,7	90,6	158,4
	Santiago	185,8	158,0	25,4	172,9	176,4	148,0
Campanha	Alegrete	203,6	145,5	5,2	145,1	183,6	144,2
	Uruguaiana	15,8	103,0	2,6	120,4	145,0	125,8
	Bagé	60,0	122,3	46,6	137,3	206,8	129,1
Grandes Lagos	Capão do Leão	112,8	103,2	25,8	119,0	194,4	141,8
	Camaquã	387,6	124,0	95,8	160,6	144,4	113,8
	Jaguarão	126,0	91,8	12,4	93,0	167,8	108,5

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

2.2 Temperatura do Ar

No mês de **junho**, as menores temperaturas mínimas médias do ar foram registradas nas regiões de maior altitude e na Campanha; os maiores valores de temperaturas médias máximas ocorreram em Porto Vera Cruz, Santo Antônio das Missões, São Borja, Alpestre, Porto Xavier, Horizontina, Maçambará, São Borja, Três Passos, Bossoroca e São Luiz Gonzaga; as temperaturas, de maneira geral, ficaram acima da média na maior parte do Estado (Cardoso *et al.*, 2024). A temperatura média em junho, nos locais analisados, variou entre 13,3°C (Vacaria) a 19,0°C (São Luiz Gonzaga). As mínimas absolutas registradas ficaram entre -3,1°C (Vacaria) e 4,1°C (Porto Alegre), enquanto as máximas absolutas variaram de 24,8°C (Vacaria) a 31,9°C (Porto Alegre) (Tabela 2).

No mês de **julho**, em 88,5% das estações meteorológicas, registros das temperaturas médias foram menores ou iguais a 10°C e, destas, 15% tiveram médias inferiores a 7°C; as menores temperaturas mínimas médias do ar ocorreram na Fronteira Oeste e na Campanha; em relação às temperaturas médias máximas, a variação foi de 14,5°C (Canguçu) a 20,3°C em Alpestre e Porto Vera Cruz, sendo que a maior parte das estações (32%) registrou valores entre 17,1°C e 18°C; comparando-se com médias históricas, as temperaturas mínimas ficaram abaixo da média no sudoeste do Estado, as temperaturas médias ficaram abaixo da normal em grande parte da região, e as máximas variaram entre dentro e abaixo da média histórica (Junges *et al.*, 2024). A temperatura média, nos locais analisados, ficou entre 10,6°C (Jaguarão) e 14,7°C (São Luiz Gonzaga), as mínimas absolutas entre -3,2°C (Bagé) e 3,1°C (Porto Alegre), enquanto as máximas entre 23,6°C (Caçapava do Sul) a 30,0°C (Alegrete) (Tabela 2).

Em **agosto**, as temperaturas médias mínimas do ar variaram entre 7,3°C e 13,2°C; em relação às temperaturas médias máximas, a variação foi de 16,1°C a 24,4°C, com os maiores registros em Santa Rosa/INMET (22,8°C), Porto Vera Cruz (24,1°C) e Horizontina (24,4°C) (Tazzo *et al.*, 2024). Em **agosto**, a temperatura média, nos locais analisados, variou de 12,6°C (Pinheiro

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

Machado) a 16,9°C (Porto Vera Cruz e São Luiz Gonzaga); as mínimas absolutas ficaram entre -3,3°C (Getúlio Vargas) e 4,4°C (Porto Alegre), enquanto as máximas entre 24,7°C (Caçapava do Sul) e 33,8°C (Porto Vera Cruz) (Tabela 2).

As temperaturas do ar no inverno de 2024, em termos médios, foram superiores aos dos anos 2022 (Tazzo *et al.*, 2022) e 2023 (Tazzo *et al.*, 2023), nesta ordem (Quadro 1). Na comparação dos invernos de 2022 (Tazzo *et al.*, 2022), de 2023 (Tazzo *et al.*, 2023) e de 2024, as temperaturas do ar foram superiores (em termos médios) neste último ano, seguido dos anos 2022 e 2023 (Quadro 1).

Quadro 1. Valores médios da temperatura média do ar (°C), das temperaturas mínimas e máximas e da temperatura média da estação do ano, nos anos 2022, 2023 e 2024.

	Temperatura média			Temperatura Mínima			Temperatura Máxima			Temperatura Média da Estação
	Junho	Julho	Agosto	Junho	Julho	Agosto	Junho	Julho	Agosto	
Inverno 2022	12,0	16,0	13,7	0,3	3,5	1,1	22,9	28,0	28,5	13,9
Inverno 2023	12,8	12,2	13,5	1,5	1,7	1,5	23,2	23,6	26,2	12,8
Inverno 2024	16,7	12,7	14,8	0,4	-0,1	1,7	28,9	27,2	29,7	14,7

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2024

Tabela 2. Temperaturas do ar (°C), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 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)		
		Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Planalto Médio	Passo Fundo	16,0	12,8	14,8	-0,9	1,1	0,1	28,0	25,5	30,0
	Ibirubá	16,8	13,1	15,1	0,3	0,2	0,7	28,9	26,7	29,9
	Getúlio Vargas	14,3	11,8	13,1	-2,8	-3,1	-3,3	27,1	26,5	31,2
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	15,0	11,3	13,0	0,5	-0,1	3,1	26,1	23,6	24,7
	Encruzilhada do Sul	15,4	11,6	13,5	-0,1	0,0	3,1	27,0	25,5	25,2
	Pinheiro Machado	14,3	10,9	12,6	-0,6	-1,8	1,8	25,8	24,9	25,5
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	15,7	12,1	14,5	-1,6	1,5	0,6	27,0	25,3	29,7
	Vacaria	13,3	10,8	12,8	-3,1	-2,7	-3,2	24,8	24,0	30,4
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	17,9	13,3	15,5	1,5	0,5	1,9	31,1	25,4	31,9
	Sobradinho	15,8	12,3	14,4	-1,8	0,7	0,7	27,8	25,7	27,9
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	17,6	13,9	16,7	-0,5	1,9	2,0	28,5	26,1	32,1
	Santa Rosa	18,3	14,1	16,5	-0,5	1,0	0,7	30,4	28,4	32,5
	Porto Vera Cruz	18,8	14,2	16,9	1,2	1,0	1,3	31,4	28,9	33,8
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	18,4	14,2	16,5	1,6	-0,3	3,4	29,5	28,3	29,3
	Itaqui	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Borja	18,6	14,3	16,3	1,7	-0,4	2,9	31,0	29,4	31,1
Depressão Central	Santa Maria	17,6	12,7	14,9	-0,2	-0,6	0,9	31,0	27,6	30,2
	Campo Bom	18,6	14,3	16,3	1,7	-0,4	2,9	31,0	29,4	31,1
	Porto Alegre	17,4	13,7	15,6	4,1	3,1	4,4	31,9	29,0	31,3
Missioneira	Bossoroca	18,1	13,8	15,5	1,2	1,6	1,9	30,0	26,2	28,6
	São Luiz Gonzaga	19,0	14,7	16,9	3,2	1,7	3,3	27,8	28,6	31,7
	Santiago	17,1	13,2	14,9	0,9	-1,3	2,2	29,1	28,2	28,4
Campanha	Alegrete	17,3	13,1	14,9	-0,3	-1,7	1,7	30,3	30,0	30,7
	Uruguaiana	17,4	13,0	14,9	1,9	-1,3	2,9	30,3	29,7	30,4
	Bagé	15,2	11,0	13,3	-1,6	-3,2	1,8	27,6	27,4	27,1
Grandes Lagos	Capão do Leão	15,8	11,5	13,6	3,7	1,8	3,3	28,5	27,1	28,2
	Camaquã	16,3	11,8	13,8	2,1	0,3	2,9	30,0	28,9	29,2
	Jaguarão	14,7	10,6	12,8	0,2	-0,9	1,2	28,0	28,4	30,0

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

2.3 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa média do ar (UR) no mês de **junho** teve pouca variação nos municípios analisados, ficando entre 75% (São Luiz Gonzaga) e 91% (Getúlio Vargas). Em **julho**, variou de 74% (Uruguaiana) a 91% (Getúlio Vargas e Camaquã); já em **agosto**, ficaram entre 68% (Frederico Westphalen) a 90% (Camaquã) (Tabela 3). Os menores valores de umidade relativa mínima absoluta do ar ocorreram no mês de agosto, com 18% em Vacaria, seguido de julho, com 19% em Santa Rosa, e 27% em junho em Bento Gonçalves. Os valores máximos da máxima absoluta do trimestre não variaram, ficando próximo dos 100% (Tabela 3).

Comparando-se este inverno com os dois anteriores (Tazzo *et al.*, 2022; Tazzo *et al.*, 2023), as umidades relativas médias do ar foram maiores em 2022, seguida de 2024 e no inverno de 2023 foram registrados os menores valores de umidade relativa do ar médias (Quadro 2).

Quadro 2. Valores médios da umidade relativa do ar (%), das umidades relativas do ar máximas e mínimas e da umidade relativa média da estação do ano, nos anos 2022, 2023 e 2024.

	Umidade Relativa Média			Umidade Relativa Mínima Média			Umidade Relativa Máxima Média			Umidade Relativa Média da Estação
	Junho	Julho	Agosto	Junho	Julho	Agosto	Junho	Julho	Agosto	
Inverno 2022	86	83	81	37	44	34	99	98	98	83,5
Inverno 2023	72	73	66	35	38	26	85	85	85	70,4
Inverno 2024	76	76	74	35	29	30	92	92	92	75,5

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2024

Tabela 3. Umidade relativa do ar (UR) (%), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos do ar nos meses de junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	Umidade relativa do ar média (%)			Umidade relativa mínima absoluta (%)			Umidade Relativa máxima absoluta (%)		
		Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Planalto Médio	Passo Fundo	79	81	73	28	27	25	98	99	98
	Ibirubá	80	84	78	36	29	32	100	100	100
	Getúlio Vargas	91	91	87	50	47	36	100	100	100
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	83	82	81	43	32	43	100	100	100
	Encruzilhada do Sul	87	84	83	34	27	34	100	100	100
	Pinheiro Machado	89	85	87	59	40	44	99	98	99
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	79	81	74	27	23	28	97	98	98
	Vacaria	86	75	75	29	21	18	100	100	100
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	79	78	81	28	26	31	98	98	97
	Sobradinho	87	87	84	51	49	31	99	99	98
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	80	84	68	38	38	27	100	100	100
	Santa Rosa	76	80	72	29	19	26	98	97	98
	Porto Vera Cruz	85	88	80	45	54	39	99	99	98
	Maçambará	78	78	79	44	32	36	98	98	97
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Borja	78	77	77	36	28	28	98	99	98
	Santa Maria	79	86	82	34	30	34	100	100	100
Depressão Central	Campo Bom	78	77	77	36	28	28	98	99	98
	Porto Alegre	81	82	79	33	31	28	97	97	97
	Bossoroca	83	84	83	44	45	44	99	99	99
Missioneira	São Luiz Gonzaga	75	77	73	30	26	32	100	100	100
	Santiago	76	77	76	33	28	28	97	97	97
	Alegrete	78	77	78	37	26	30	99	99	98
Campanha	Uruguaiana	79	74	75	35	28	26	100	100	100
	Bagé	82	81	81	41	25	32	98	99	98
	Capão do Leão	85	86	86	44	26	40	100	100	100
Grandes Lagos	Camaquã	88	91	90	32	30	39	100	100	100
	Jaguarão	88	87	88	47	35	29	100	100	100

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

3 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU

As possíveis situações de conforto/desconforto térmico para os bovinos leiteiros ocorridos durante o inverno de 2024 foram analisadas, 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 27 municípios distribuídos em 10 Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul, ao longo do trimestre junho, julho e agosto de 2024 (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 = $>71 \leq 79$, condição de estresse térmico ($>71 \leq 75$ atenção e $>75 \leq 79$ situação de alerta);

ITU3 = $>79 \leq 84$, 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 totais, assim como os percentuais destes valores dentro de cada faixa do ITU para cada município avaliado ao longo da estação (Tabela 5).

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

O mês de **junho** não apresentou condições meteorológicas (associação da temperatura média e umidade relativa do ar) que indicassem situação de desconforto térmico calórico em nenhum dos municípios avaliados, com valor médio do ITU igual a 62,3 (Tabela 4), o mais elevado da estação. Em Caçapava do Sul/Serra do Sudeste, registrou-se o menor valor (54,5), seguido de Vacaria/Serra do Nordeste (58,3) e o maior ocorreu em Porto Vera Cruz/Vale do Uruguai (65,7). As temperaturas médias do ar registradas durante o mês nas duas Serras foram abaixo de 15°C, enquanto que a ocorrida em Porto Vera Cruz foi a segunda mais elevada entre os municípios avaliados (18,8°C; Tabela 2). Quanto à umidade relativa do ar média foram superiores (>75%) ao indicado como a ideal para os bovinos (60-70%) em todas as regiões avaliadas (Tabela 3). A associação entre alta umidade relativa do ar e temperaturas máximas absolutas do ar elevadas resultaram em valores máximos do ITU (média de 76,1) indicando uma situação ambiental de alerta aos produtores quanto ao acondicionamento térmico dos animais (ITU 2 >71≤79), com exceção de Vacaria (ITU=70,6), porém, correspondendo a um percentual médio de 11,9% do total de horas avaliadas durante o mês (Tabela 5). Situação de estresse térmico severo foi registrada em Porto Vera Cruz, porém somente em 1,3% do total de horas avaliadas em junho e nenhuma ocorrência de estresse crítico foi observada.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2024

Tabela 4. Índice de Temperatura e Umidade (ITU), médias mensais, e valores mínimos e máximos nos meses de junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	ITU Médio			ITU Mínimo			ITU Máximo		
		Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Planalto Médio	Passo Fundo	61,5	57,3	59,5	39,7	41,5	41,5	74,1	70,5	75,3
	Ibirubá	60,7	55,3	55,9	5,0	5,1	7,2	76,1	72,6	77,6
	Getúlio Vargas	60,0	56,6	58,2	37,2	36,8	36,5	75,0	72,8	78,6
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	54,5	51,0	50,4	10,6	2,2	4,4	73,6	70,3	71,3
	Encruzilhada do Sul	61,3	55,8	58,4	41,1	40,9	44,3	73,3	71,2	71,7
	Pinheiro Machado	60,0	55,0	57,6	40,0	38,2	43,2	74,1	72,7	73,5
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	61,1	56,4	59,1	39,2	42,3	42,1	72,9	70,3	75,4
	Vacaria	58,3	54,7	56,5	36,6	2,4	0,2	70,6	68,2	73,4
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	64,0	57,8	61,0	43,7	41,7	45,0	76,9	68,3	78,6
	Sobradinho	61,9	57,1	59,7	38,4	41,8	41,8	75,4	73,1	76,2
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	63,6	59,0	61,5	40,3	43,4	42,9	75,3	72,9	78,3
	Santa Rosa	64,4	58,9	61,5	40,3	42,7	41,8	77,1	74,2	77,9
	Porto Vera Cruz	65,7	59,8	62,8	42,6	42,3	42,7	80,6	77,4	81,8
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	64,7	59,0	62,2	42,6	40,3	45,0	77,5	75,8	77,8
	Itaqui	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Borja	64,9	59,1	61,7	43,3	41,0	44,7	78,5	76,6	78,0
Depressão Central	Santa Maria	63,6	57,5	60,2	41,3	40,4	42,4	77,5	74,3	76,5
	Campo Bom	64,9	59,1	61,7	43,3	41,0	44,7	78,5	76,6	78,0
	Porto Alegre	63,5	58,7	61,0	46,2	45,6	47,0	77,8	74,7	77,3
Missioneira	Bossoroca	64,7	59,0	61,1	41,9	42,5	43,1	78,4	74,8	77,2
	São Luiz Gonzaga	65,2	59,6	62,3	43,9	43,0	46,0	78,3	74,7	79,0
	Santiago	62,7	57,6	59,7	41,2	39,0	43,9	75,5	74,2	75,4
Campanha	Alegrete	63,2	57,4	59,9	40,6	38,6	43,2	77,1	76,0	77,0
	Uruguaiana	63,4	57,0	59,7	43,3	38,9	44,3	77,5	76,3	76,7
	Bagé	60,7	54,8	58,0	38,5	36,3	43,3	75,0	73,3	73,8
Grandes Lagos	Capão do Leão	61,7	56,0	58,8	44,7	42,5	45,4	75,8	73,1	74,9
	Camaquã	62,5	56,6	59,2	44,0	41,7	45,1	77,0	74,9	75,9
	Jaguarão	60,5	54,7	57,8	41,7	39,3	43,3	75,3	74,5	77,4
Média		62,3	57,1	59,5	38,9	36,7	39,1	76,1	73,5	76,4

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

No mês de **julho**, os valores médios do ITU continuaram a indicar condição de conforto calórico para os animais em todos os municípios avaliados, sendo inferiores a 59,1, e com a menor média da estação (57,1; Tabela 4). Em Caçapava do Sul, novamente foi registrado o menor valor (51,0) e o maior, em Porto Vera Cruz (62,8). Diferentemente do ocorrido em junho, em cinco (5) municípios, os valores máximos do ITU não indicaram situação de estresse térmico calórico, ficando abaixo ou igual a 71 (Passo Fundo, Caçapava do Sul, Bento Gonçalves, Vacaria e Teutônia). Nos demais, as médias variaram de 71,2 (Encruzilhada do Sul) ao máximo de 77,4 em Porto Vera Cruz. Essa condição de estresse calórico, no entanto, ocorreu em um pequeno período do mês (3,1% do total de horas avaliadas). Situações de estresse térmico severo ou crítico não ocorreram durante o mês de julho.

Em **agosto**, as temperaturas médias do ar foram superiores ao mês de julho, porém inferiores a junho. O comportamento das temperaturas médias do ar, com a manutenção dos registros médios da umidade relativa do ar, refletiu nos valores do ITU ao longo do inverno de 2024. Portanto, não foi registrada condição de desconforto térmico em agosto, considerando-se os valores médios do ITU em todos os municípios avaliados (média 59,5; Tabela 4). Novamente, Caçapava do Sul e Porto Vera Cruz registraram a menor e a maior média durante o mês, 50,4 e 62,8, respectivamente. No entanto, registros do ITU máximo médio indicaram leve superioridade em relação ao mês de junho (76,4), e em todas as regiões ecoclimáticas ocorreram desconforto térmico calórico (>71,3), chegando a uma condição severa de estresse térmico em Porto Vera Cruz (81,8), no entanto, em um curtíssimo período de tempo (3,2% do total de horas avaliadas no município em agosto).

Através da relação entre as condições meteorológicas ocorridas no inverno de 2024 e o conforto térmico dos animais, evidenciaram-se condição de conforto térmico aos bovinos leiteiros em todos os municípios considerados, conforme a espacialização demonstrada na Figura 3 A. Comparativamente ao inverno de 2023, em 2024, as temperaturas médias e umidade relativa do ar da estação foram mais elevadas (Quadros 1 e 2). No entanto, os valores médios do ITU no trimestre foram muito próximos, 60,1 em 2023 e 59,6 em 2024,

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

assim como os valores máximos do ITU, 75,3 e 75,6, nos respectivos anos. Na figura 3B, pode-se observar a espacialização dos valores médios máximos do ITU no Rio Grande do Sul, com situações de conforto térmico em cinco municípios avaliados durante o trimestre.

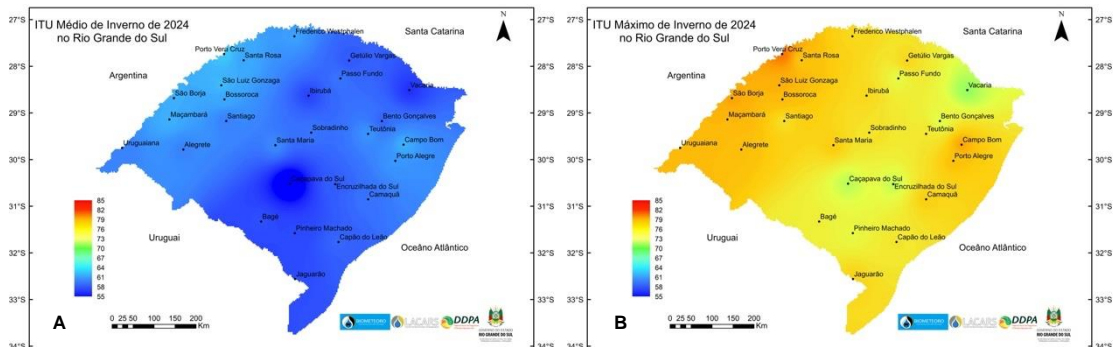


Figura 3. Espacialização do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio (A) e máximo (B), no inverno de 2024, no Rio Grande do Sul.

Os registros de umidade relativa do ar, de temperatura máxima do ar e de amplitudes térmicas elevados, resultaram em valores médios do ITU máximos com indicações de condição ambiental estressante de curta duração durante o inverno de 2024 no Rio Grande do Sul. Portanto, para quantificarmos os períodos em que os animais estiveram expostos às condições ambientais adversas durante o trimestre avaliado, foram contabilizados os totais de horas diárias (h) em 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 27 municípios representativos de 10 regiões ecoclimáticas, foi igual a 57.776h e, em média, avaliou-se 2140h em cada município. O maior número de horas avaliado foi 2283h em 11 municípios e o menor em Teutônia (1259h; Tabela 5).

No mês de **junho**, registrou-se elevado percentual médio de horas em que os animais estiveram em conforto térmico, porém o mais baixo da estação (ITU \leq 71; 88,1%). O município de Vacaria/ Serra do Nordeste não apresentou condição estressante no referido mês, assim como em **julho**. Já em **agosto**, os valores foram superiores a 90% (Tabela 5). Com os maiores percentuais de

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

horas em conforto térmico ocorrendo em **julho** (96,9%); em cinco municípios também não foram identificadas situações de desconforto (Passo Fundo, Caçapava do Sul, Bento Gonçalves, Vacaria e Teutônia) e nos demais, todos superiores a 91,1% do período avaliado. Em **agosto**, conforto térmico ocorreu em 92,6% do período avaliado, porém nenhum município atingiu 100% da condição não estressante. A situação de estresse térmico mais frequente da estação foi relativa aos valores de $ITU2 = >71 \leq 79$, sugerindo um leve desconforto térmico até uma condição de estresse moderado, respondendo, em média, por 7,43% do percentual de horas estressantes durante o trimestre; **julho** foi o de menor percentual, 3,1% (Tabela 5). Situações perigosas ($ITU3 >79 \leq 84$) ocorreram, porém em um baixíssimo percentual de horas, média geral de 0,04% em julho e de 0,12% em **agosto** e somente no município de Porto Vera Cruz (1,3% em junho e 3,2% em agosto). Situações emergenciais não foram registradas. Portanto, as condições meteorológicas do inverno de 2024 não trouxeram problemas relacionados ao desconforto térmico dos animais e, quando ocorreram situações de estresse térmico, foram em períodos muito curtos da estação, possibilitando que as vacas leiteiras conseguissem ajustar sua temperatura corporal, acionando os processos fisiológicos da termorregulação, podendo não ter afetado sua produção de leite.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 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 junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(continua...)

Região Ecoclimática	ITU horas/ %	Total de horas/Mês			Total horas /Estação do ano	ITU 1 (≤ 71)			ITU 2 ($>71\leq 79$)			ITU 3 ($>79\leq 84$)			ITU 4 (> 84)		
	Município	Jun.	Jul.	Ago.	Inverno	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Planalto Médio	Passo Fundo	720	744	744	2208	95,3	100,0	92,9	4,7	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ibirubá	720	744	744	2208	88,5	97,8	90,2	11,5	2,2	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Getúlio Vargas	720	744	744	2208	90,1	96,6	89,5	9,9	3,4	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	720	744	744	2208	96,5	100,0	99,9	3,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Encruzilhada do Sul	579	744	744	2067	94,5	99,9	99,5	5,5	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pinheiro Machado	719	744	744	2207	95,1	98,7	98,7	4,9	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	720	744	744	2208	97,1	100,0	95,4	2,9	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Vacaria	720	744	743	2207	100,0	100,0	97,2	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	706	122	431	1259	82,7	100,0	92,8	17,3	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sobradinho	711	743	739	2193	90,3	97,8	92,0	9,7	2,2	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	720	744	744	2208	89,9	98,3	87,9	10,1	1,7	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Santa Rosa	709	733	736	2178	82,5	94,7	86,8	17,5	5,3	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto Vera Cruz	720	744	744	2208	74,0	91,1	81,5	24,7	8,9	15,3	1,3	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	642	743	568	1953	79,6	92,3	86,6	20,4	7,7	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Itaqui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Borja	720	744	744	2208	79,7	92,2	88,6	20,3	7,8	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 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 junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(conclusão)

Região Ecoclimática	ITU horas/ % Município	Total de horas/Mês			Total horas /Estação do ano Inverno	ITU 1 (≤ 71)			ITU 2 ($(>71\leq 79)$)			ITU 3 ($(>79\leq 84)$)			ITU 4 (> 84)		
		Jun.	Jul.	Ago.		Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Depressão Central	Santa Maria	704	739	706	2149	81,2	96,6	91,0	18,8	3,4	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Campo Bom	720	744	744	2208	79,7	92,2	88,6	20,3	7,8	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto Alegre	720	744	744	2208	88,9	98,0	94,4	11,1	2,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Missioneira	Bossoroca	576	742	716	2034	80,9	94,1	89,2	19,1	5,9	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Luiz Gonzaga	720	744	743	2207	77,4	93,8	85,1	22,6	6,2	14,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Santiago	700	743	744	2187	87,0	96,0	93,1	13,0	4,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Campanha	Alegrete	720	744	729	2193	86,3	95,3	92,5	13,8	4,7	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Uruguaiana	717	736	724	2177	87,0	95,0	94,5	13,0	5,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bagé	720	742	738	2200	93,2	98,2	98,1	6,8	1,8	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grandes Lagos	Capão do Leão	720	744	744	2208	94,9	99,3	98,5	5,1	0,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Camaquã	584	743	743	2070	90,8	98,1	97,3	9,2	1,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Jaguarão	720	743	744	2207	94,9	99,2	97,6	5,1	0,8	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Média		699	720	721	57776	88,1	96,9	92,6	11,9	3,1	7,3	0,04	0,0	0,12	0,0	0,0	0,0

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 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 médios do ITU calculados no inverno de 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} . 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.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 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 junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 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		
		Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Planalto Médio	Passo Fundo	-1,3	0,0	-1,4	-1,6	0,0	-1,6	-1,8	0,0	-1,9	-2,0	0,0	-2,2
	Ibirubá	-1,4	-1,2	-1,5	-1,7	-1,4	-1,9	-2,1	-1,6	-2,3	-2,4	-1,8	-2,7
	Getúlio Vargas	-1,4	-1,3	-1,6	-1,7	-1,5	-2,0	-2,0	-1,7	-2,5	-2,3	-1,9	-3,0
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	-1,3	0,0	-1,2	-1,5	0,0	-1,4	-1,7	0,0	-1,5	-1,9	0,0	-1,6
	Encruzilhada do Sul	-1,3	-1,2	-1,2	-1,5	-1,3	-1,4	-1,8	-1,4	-1,5	-2,0	-1,6	-1,7
	Pinheiro Machado	-1,3	-1,3	-1,3	-1,6	-1,4	-1,6	-1,8	-1,6	-1,8	-2,1	-1,8	-2,1
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	-1,3	0,0	-1,4	-1,5	0,0	-1,6	-1,7	0,0	-1,9	-2,0	0,0	-2,2
	Vacaria	0,0	0,0	-1,3	0,0	0,0	-1,6	0,0	0,0	-1,8	0,0	0,0	-2,1
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	-1,5	0,0	-1,5	-1,5	0,0	-1,5	-1,5	0,0	-1,5	-1,5	0,0	-1,5
	Sobradinho	-1,4	-1,3	-1,4	-1,7	-1,5	-1,8	-2,1	-1,7	-2,1	-2,4	-1,9	-2,4
Vale do Uruguai	Frederico Wetsphalen	-1,4	-1,3	-1,5	-1,7	-1,5	-2,0	-2,1	-1,7	-2,4	-2,4	-1,9	-2,9
	Santa Rosa	-1,5	-1,3	-1,6	-1,9	-1,6	-2,1	-2,3	-1,9	-2,5	-2,8	-2,2	-3,0
	Porto Vera Cruz	-1,6	-1,5	-1,7	-2,2	-2,0	-2,4	-2,8	-2,4	-3,1	-3,3	-2,9	-3,7
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	-1,5	-1,4	-1,5	-1,9	-1,8	-2,0	-2,4	-2,1	-2,4	-2,8	-2,5	-2,9
	Itaqui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Borja	-1,5	-1,4	-1,5	-2,0	-1,7	-2,0	-2,4	-2,1	-2,5	-2,9	-2,4	-2,9

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 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 junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 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		
		Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Depressão Central	Santa Maria	-1,5	-1,3	-1,4	-2,0	-1,6	-1,8	-2,0	7,3	0,8	-2,4	10,1	1,4
	Campo Bom	-1,5	-1,4	-1,5	-2,0	-1,7	-2,0	-2,4	-2,1	-2,5	-2,9	-2,4	-2,9
	Porto Alegre	-1,5	-1,4	-1,5	-1,9	-1,8	-1,9	-2,4	-2,1	-2,4	-2,8	-2,5	-2,8
Missioneira	Bossoroca	-1,6	-1,4	-1,5	-2,1	-1,7	-1,9	-2,6	-2,0	-2,3	-3,2	-2,2	-2,8
	São Luiz Gonzaga	-1,5	-1,4	-1,5	-2,0	-1,7	-2,0	-2,4	-2,0	-2,5	-2,8	-2,3	-3,0
	Santiago	-1,4	-1,3	-1,4	-1,8	-1,5	-1,7	-1,8	-1,8	-2,0	-2,5	-2,0	-2,3
Campanha	Alegrete	-1,5	-1,4	-1,4	-1,9	-1,8	-1,8	-2,4	-2,1	-2,1	-2,8	-2,5	-2,5
	Uruguaiana	-1,5	-1,4	-1,5	-1,9	-1,7	-1,9	-2,4	-2,1	-2,3	-2,8	-2,4	-2,7
	Bagé	-1,4	-1,3	-1,4	-1,7	-1,5	-1,7	-2,0	-1,8	-1,9	-2,3	-2,0	-2,2
Grandes Lagos	Capão do Leão	-1,5	-1,4	-1,5	-1,8	-1,7	-2,0	-2,2	-1,9	-2,4	-2,6	-2,2	-2,9
	Camaquã	-1,5	-1,4	-1,5	-2,0	-1,8	-1,9	-2,4	-2,1	-2,4	-2,9	-2,5	-2,8
	Jaguarão	-1,4	-1,4	-1,5	-1,7	-1,8	-1,9	-2,0	-2,1	-2,3	-2,3	-2,5	-2,8
Médias		-1,4	-1,1	-1,5	-1,8	-1,3	-1,8	-2,1	-1,6	-2,2	-2,5	-1,8	-2,6

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

Tabela 7. Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 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		
		Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Planalto Médio	Passo Fundo	-2,3	0,0	-2,5	-2,5	0,0	-2,8	-2,8	0,0	-3,0	-3,0	0,0	-3,3
	Ibirubá	-2,7	-1,9	-3,0	-3,1	-2,1	-3,4	-3,4	-2,3	-3,8	-3,7	-2,5	-4,2
	Getúlio Vargas	-2,7	-2,1	-3,5	-3,0	-2,3	-4,0	-3,3	-2,5	-4,5	-3,6	-2,7	-5,0
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	-2,1	0,0	-1,8	-2,3	0,0	-1,9	-2,5	0,0	-2,1	-2,7	0,0	-2,2
	Encruzilhada do Sul	-2,2	-1,7	-1,8	-2,5	-1,8	-2,0	-2,7	-1,9	-2,1	-2,9	-2,1	-2,3
	Pinheiro Machado	-2,3	-2,0	-2,3	-2,6	-2,2	-2,6	-2,9	-2,4	-2,9	-3,1	-2,6	-2,3
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	-2,2	0,0	-2,5	-2,4	0,0	-2,8	-2,6	0,0	-2,8	-2,8	0,0	-3,4
	Vacaria	0,0	0,0	-2,3	0,0	0,0	-2,6	0,0	0,0	-2,8	0,0	0,0	-3,0
	Veranópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	-3,3	0,0	-3,2	-3,8	0,0	-3,7	-4,3	0,0	-4,1	-4,7	0,0	-4,5
	Sobradinho	-2,7	-2,1	-2,8	-3,1	-2,3	-3,1	-3,4	-2,6	-3,5	-3,7	-2,8	-3,8
Vale do Uruguai	Frederico Wetsphalen	-2,7	-2,1	-3,3	-3,0	-2,3	-3,8	-3,4	-2,5	-4,3	-3,7	-2,7	-4,7
	Santa Rosa	-3,2	-2,4	-3,5	-3,6	-2,7	-4,0	-4,0	-3,0	-4,5	-4,4	-3,2	-5,0
	Porto Vera Cruz	-3,9	-3,3	-4,4	-4,5	-3,8	-5,0	-5,0	-4,2	-5,7	-5,6	-4,7	-6,4
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	-3,2	-2,8	-3,3	-3,7	-3,2	-3,8	-4,1	-3,6	-4,2	-4,5	-3,9	-4,6
	Itaqui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	São Borja	-3,3	-2,7	-3,4	-3,8	-3,1	-3,8	-4,3	-3,4	-4,3	-4,7	-3,7	-4,7

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2024

Tabela 7. Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de junho, julho e agosto de 2024, em municípios localizados em 10 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		
		Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.	Jun.	Jul.	Ago.
Depressão Central	Santa Maria	-3,3	-2,7	-3,4	-3,8	-3,1	-3,8	-4,3	-3,4	-4,3	-4,7	-3,7	-4,7
	Campo Bom	-3,4	-2,4	-2,8	-3,8	-2,6	-3,2	-4,3	-2,9	-3,5	-4,7	-3,1	-3,9
	Porto Alegre	-3,3	-2,7	-3,4	-3,8	-3,1	-3,8	-4,3	-3,4	-4,3	-4,7	-3,7	-4,7
Missioneira	Bossoroca	-3,2	-2,8	-3,2	-3,7	-3,2	-3,6	-4,1	-3,5	-4,1	-4,5	-3,8	-4,5
	São Luiz Gonzaga	-3,7	-2,5	-3,2	-4,2	-2,8	-3,6	-4,7	-3,1	-4,0	-5,2	-3,4	-4,5
	Santiago	-3,3	-2,6	-1,6	-3,7	-2,9	-3,9	-4,1	-3,2	-4,4	-4,6	-3,5	-4,9
Campanha	Alegrete	-2,8	-2,2	-2,6	-3,1	-2,5	-2,9	-3,5	-2,7	-3,2	-3,8	-2,9	-3,6
	Uruguaiana	-3,2	-2,9	-2,8	-3,6	-3,2	-3,2	-4,1	-3,6	-3,5	-4,5	-3,9	-3,9
	Bagé	-3,2	-2,8	-3,1	-3,7	-3,1	-3,5	-4,1	-3,4	-3,9	-4,5	-3,8	-4,3
Grandes Lagos	Capão do Leão	-2,6	-2,3	-2,5	-2,9	-2,5	-2,8	-3,2	-2,7	-3,1	-3,5	-3,0	-3,4
	Camaquã	-3,0	-2,5	-3,3	-3,4	-2,8	-3,8	-3,7	-3,1	-4,2	-4,1	-3,4	-4,7
	Jaguarão	-3,3	-2,8	-3,2	-3,8	-3,2	-1,8	-4,2	-3,5	-4,1	-4,7	-3,9	-4,5
Médias		-2,8	-2,0	-2,9	-3,2	-2,3	-3,3	-3,6	-2,5	-3,7	-3,9	-2,7	-4,1

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

Em termos de efeitos do conforto/desconforto térmico na produtividade da bovinocultura leiteira durante o inverno de 2024 foram estimadas possíveis quedas de produção diária de leite (Tabelas 6 e 7; Figura 4).

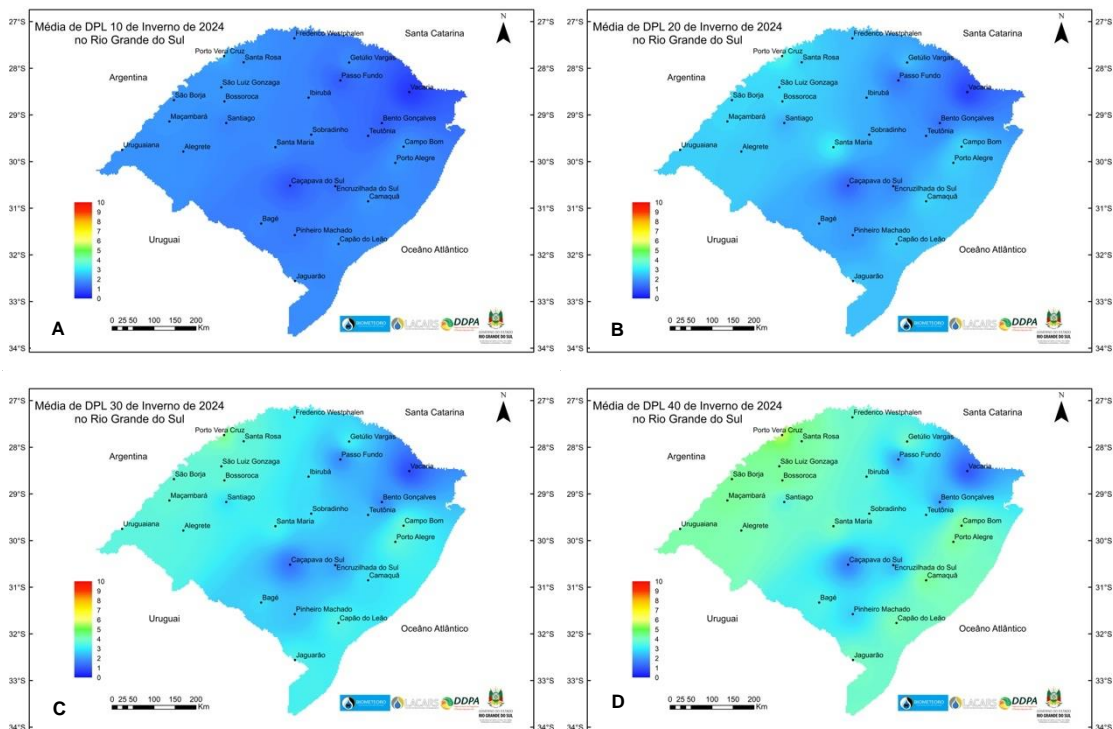


Figura 4. Espacialização da estimativa de queda de produção de leite (DPL) em quatro níveis: 10 Kg dia⁻¹ (DPL 10) (A), 20 Kg dia⁻¹ (DPL 20) (B), 30 Kg dia⁻¹ (DPL 30) (C), 40 Kg dia⁻¹ (DPL 40) (D), no inverno de 2024, no Rio Grande do Sul.

Em Vacaria não foi estimado possível declínio nos oito níveis de produção de leite em **junho**. Para as vacas com produção de 5 kg dia⁻¹, estimou-se uma queda média diária de 1,4 Kg por vaca e para as vacas produtoras de 20 kg dia⁻¹, 2,6 kg diários. Em **julho**, além de Vacaria, nos municípios de Passo Fundo, de Caçapava do Sul, de Bento Gonçalves e de Teutônia também não foi estimada queda de produção diária de leite para todos os níveis de produção. Neste mês, as estimativas variaram de 1,2 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ ao máximo de 2,9 kg diários. Maiores perdas foram estimadas para fêmeas com produção diária de 20 kg em Porto Vera Cruz (2,9 kg vaca⁻¹ dia⁻¹).

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

Em **agosto**, a estimativa de declínio médio de produção foi igual a 2,0 kg vaca⁻¹ dia⁻¹, variando de 1,2 kg vaca⁻¹ dia⁻¹, para vacas com produção diária de 5 kg, a 3,7 kg vaca⁻¹ dia⁻¹, para as com produção diária de 20 kg.

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 (3,5 kg vaca⁻¹ dia⁻¹) e variou de 2,0 kg dia⁻¹ em **julho** a 4,1 kg dia⁻¹ em **agosto** (Tabela 7; Figura 4 (B) (C)). Entre os municípios, cujo declínio de produção foi estimado, a menor queda ocorreu em Encruzilhada do Sul (1,7 kg vaca⁻¹ dia⁻¹) em **julho**, em vacas com produção diária de 25 kg. A maior, por sua vez, foi estimada para Porto Vera Cruz (6,4 kg vaca⁻¹ dia⁻¹), para vacas produzindo 40 kg diários, em **agosto**. Possível queda estimada de produção superior a 4,0 kg diários para fêmeas com produção média de 40 kg dia⁻¹ foram estimadas em 15 dos 27 municípios avaliados (55%) no mês de **agosto**.

As maiores estimativas de perdas médias diárias de produção de leite 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

Em grande parte do inverno de 2024, os registros de temperatura média e de umidade relativa do ar, não indicaram situações de estresse térmico calórico para vacas leiteiras, com a média do total de horas em conforto térmico, expressa em percentual, igual a 92,5%. No entanto, situações de estresse leve a moderado foram identificadas durante o trimestre (11,9% em junho, 3,1% em julho e 3,1% em agosto), destacando-se as regiões do Vale do Uruguai e do Baixo Vale do Uruguai (Tabela 5). Nestes locais, os produtores rurais tiveram que ficar atentos às possíveis situações de estresse térmico que os animais ficaram expostos, para evitar queda de produtividade dos rebanhos.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

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.

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 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

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

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.

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, 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

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

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 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

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

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.

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

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

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 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);

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

- 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.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A precipitação pluvial registrada em junho 2024 foi bastante elevada no Rio Grande do Sul, ficando acima da média climatológica padrão em boa parte do Estado; em julho, os volumes de precipitação foram baixos, ficando abaixo da média climatológica na maior parte do Estado; já em agosto, os volumes foram mais elevados na metade sul do Estado, ficando acima da média, e, na metade norte, registrando valores abaixo da média climatológica. Quanto à temperatura do ar, as médias ficaram acima da normal em junho, abaixo em julho e acima da média em agosto, contudo foram registrados vários dias com temperaturas extremamente baixas e formação de geadas em várias regiões do Estado. O trimestre (junho, julho e agosto de 2024) apresentou valores elevados de umidade relativa do ar;
2. Em grande parte do inverno de 2024, os registros de temperatura média e de umidade relativa do ar, não indicaram situações de estresse térmico calórico para vacas leiteiras, com a média do total de horas avaliado em conforto térmico, expressa em percentual, igual a 92,5%. No entanto, situações de estresse leve a moderado foram identificadas durante o trimestre (11,9% em junho, 3,1% em julho e 3,1% em agosto), destacando-se as regiões do Vale do Uruguai e do Baixo Vale do Uruguai. Nestes locais, os produtores rurais tiveram que ficar atentos às possíveis situações de estresse térmico que os animais ficaram expostos, para evitar queda de produtividade dos rebanhos.
3. Em Vacaria, localizado na região da Serra do Nordeste, situações de desconforto térmico não foram registradas no mês de junho e julho, em agosto atingiu mais de 95% do total de horas avaliadas em conforto. Passo

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2023

Fundo (Planalto Médio), Caçapava do Sul (Serra do Sudeste), além de Bento Gonçalves (Serra do Nordeste) e Teutônia (Encosta Inferior da Serra), também não registraram condição de desconforto térmico durante o mês de julho. Nas demais regiões ecoclimáticas, o percentual de horas sem estresse térmico foi acima dos 90%.

4. Porto Vera Cruz (Vale do Uruguai) foi o município onde foram registrados os maiores percentuais de desconforto da estação, incluindo situações de estresse térmico leve a moderado (média de 16%), e o único onde situação severa de estresse ocorreu, porém em um percentual muito baixo de horas (1,3% em junho e 3,2 % em agosto). Situações emergenciais não ocorreram em nenhum dos municípios avaliados.
5. Estimativas potenciais de queda de produção diária de leite devido às condições meteorológicas ocorridas no inverno de 2024 foram mais elevadas em vacas de maior produtividade; as maiores estimativas de declínio de produção diária de leite variaram de 16 a 18,5%, para o município de Porto Vera Cruz, durante o mês de agosto, caso medidas não fossem adotadas para mitigar os efeitos do ambiente sobre o desempenho dos animais.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2023

REFERÊNCIAS

AZEVÊDO, 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 junho de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 72, p. 6-30, jun. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>.

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.

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

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2023

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.

JUNGES, A. H. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em julho de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 73, p. 6-21, jul. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>

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. Á. **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.

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: <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.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 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.

TAZZO, I. F. *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 inverno de 2022. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 44, p. 6-37, out. 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>.

TAZZO, I. F. *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 inverno 2023. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 60, p. 6-42, set. 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>.

TAZZO, I. F. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em agosto de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 74, p. 6-23, ago. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>.

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