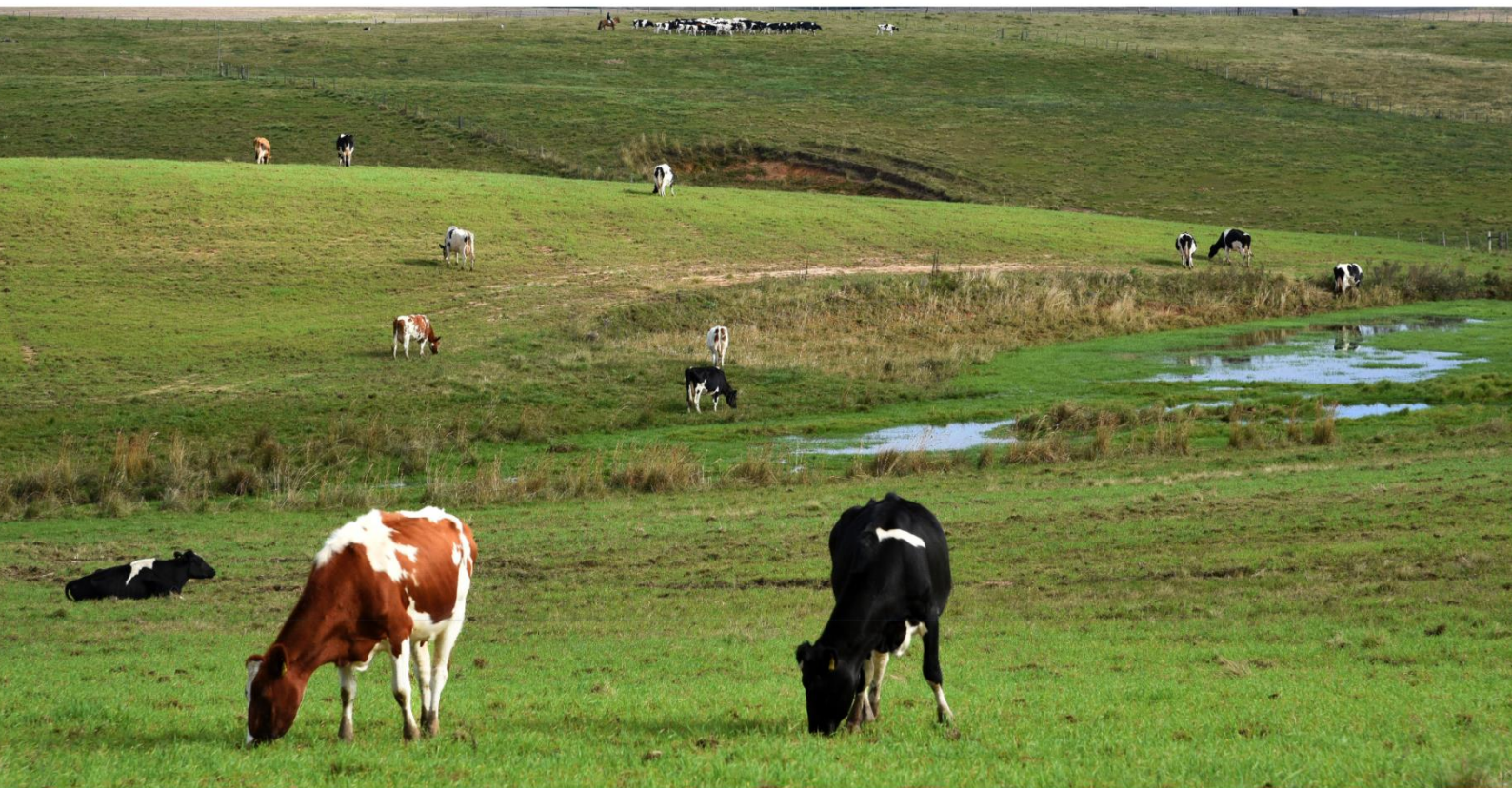


Comunicado Agrometeorológico

79

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 na primavera de 2024

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



**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 NA PRIMAVERA 2024**

Autores

Adriana Kroef Tarouco

Ivonete Fatima Tazzo

Loana Silveira Cardoso

Paulo Henrique Correia Allem Junior

Amanda Heemann Junges

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

TAROUCO, Adriana Kroef *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 2024. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 79, 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	16
3 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU.....	19
4 ESTIMATIVAS DOS EFEITOS DO ITU NA PRODUÇÃO DE LEITE	28
5 MEDIDAS PARA MITIGAR OS EFEITOS DE CONDIÇÕES METEREOLÓGICAS COM POTENCIAL DE GERAR ESTRESSE TÉRMICO.....	34
5.1 Sistemas de sombreamento e refrigeração.....	35
5.2 Disponibilização de água de qualidade	37
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 setembro, outubro e novembro de 2024 (A, C, E) e desvio da Normal Climatológica Padrão (1991-2020) setembro, outubro e novembro 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), na primavera 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), na primavera de 2024, no Rio Grande do Sul.	33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Precipitação pluvial mensal ocorrida (Prec) (mm) nos meses de setembro, outubro e novembro 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 setembro, outubro e novembro 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 setembro, outubro e novembro 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 setembro, outubro e novembro 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 setembro, outubro e novembro de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. 26
- 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 setembro, outubro e novembro de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul..... 29
- Tabela 7.** Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de setembro, outubro e novembro de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. 31

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1.** Valores médios mensais da temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$), das temperaturas mínimas e máximas e da temperatura média da estação do ano - primavera, 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 Primavera 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)

**Adriana Kroef Tarouco¹, Ivonete Fatima Tazzo², Loana Silveira Cardoso³,
Paulo Henrique Correia Allem Junior⁴, Amanda Heemann Junges⁵**

¹ Médica Veterinária, Dra. Ciências Veterinárias, Pesquisadora DDP/SEAPI

^{2, 3, 5} Engenheira Agrônoma, Dra. Agrometeorologia, Pesquisadora DDP/SEAPI

⁴ Bolsista Iniciação Científica PROBIC/FAPERGS-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 NA PRIMAVERA DE 2024

1 INTRODUÇÃO

A primavera coincide com o aumento das temperaturas médias do ar e é caracterizada pela maior amplitude térmica diária, o que pode, potencialmente, propiciar condições ambientais que gerem situações de estresse térmico para os bovinos leiteiros. Esta condição, quando se torna contínua, pode refletir negativamente na saúde e na produtividade das vacas em lactação. Portanto, identificar uma condição de estresse térmico e estabelecer estratégias de manejo visando atenuar seus efeitos no desempenho dos animais é fundamental para evitar prejuízos econômicos na atividade leiteira.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

A produção leiteira é altamente dependente das condições climáticas, cujos efeitos variam conforme a região do Rio Grande do Sul. Têm-se registros de aumento anual das temperaturas médias do ar ao longo dos anos, e algumas regiões do estado, como a região Noroeste, onde se concentra a maior parte da produção de leite, tem sofrido com períodos de estresse térmico, que se agrava na primavera e no verão.

O objetivo deste comunicado é descrever as condições meteorológicas (precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar) ocorridas na primavera de 2024 (trimestre setembro, outubro e novembro); 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 (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 setembro, outubro e novembro de 2024 (primavera), 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 Primavera 2024



Figura 1. Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Fonte: Adaptado de Maluf e Caiaffo (2001)

2.1 Precipitação Pluvial

Em **setembro**, os volumes de precipitação pluvial mensal foram distintos entre as metades norte e sul do estado, com valores mais baixos na primeira e maiores na segunda; nas áreas Fronteira Oeste e Alto Uruguai se registrou os menores volumes (abaixo de 100 mm). Na metade norte do estado, os totais variaram entre 100 e 150 mm, com alguns registros pontuais superiores a 150 mm; na faixa central oscilaram entre 150 e 200 mm, enquanto em parte da Depressão Central, Serra do Sudeste, Campanha e parte do Litoral Sul, os volumes foram superiores a 200 mm (Figura 2A) (Cardoso *et al.*, 2024). Na comparação com a normal climatológica padrão (1991-2020), a precipitação pluvial de setembro ficou abaixo da média, com anomalias negativas (entre 25 e 100 mm) na metade norte e centro do estado, e positivas (entre 25 e 150 mm) especialmente na Campanha, Serra do Sudeste e Litoral Sul do Estado (Figura 2B) (Cardoso *et al.*, 2024).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

No mês de **outubro** houve elevada variabilidade nos totais de precipitação pluviual ocorridos no estado, com maiores registros no Planalto, no Nordeste e na Campanha (entre 150 e 300 mm), enquanto que, na maior parte do estado, os volumes ficaram entre 50 e 100 mm. Os maiores totais mensais foram registrados nos Campos de Cima da Serra, no Planalto e na região da Campanha; nas áreas centrais, os volumes ficaram entre 50 e 150 mm (Figura 2C) (Junges *et al.*, 2024). Na comparação com a normal climatológica padrão (1991-2020), a precipitação pluviual de outubro ficou abaixo da média em toda metade Norte, no Centro do estado e também no extremo Sul, com anomalias negativas entre 25 e 100 mm. Apenas em parte da Campanha os volumes de precipitação pluviual ficaram acima da normal, variando entre 25 e 50 mm (Figura 2D) (Junges *et al.*, 2024).

A precipitação pluviual no mês de **novembro** na maior parte do estado variou entre os 50 e 150 mm, com volumes inferiores a 50 mm em áreas do Centro e Norte e valores superiores a 200 mm em pontos bem localizados da Fronteira Oeste e Serra Gaúcha (Figura 2E) (Tazzo *et al.*, 2024). Na comparação com a normal climatológica padrão (1991-2020), a precipitação pluviual de novembro ficou abaixo da média em praticamente todo o estado, com desvios negativos entre 25 e 150 mm. Apenas no extremo Sul e no extremo Oeste, os volumes ficaram acima da normal climatológica, com desvios positivos entre 25 e 50 mm (Figura 2F) (Tazzo *et al.*, 2024).

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

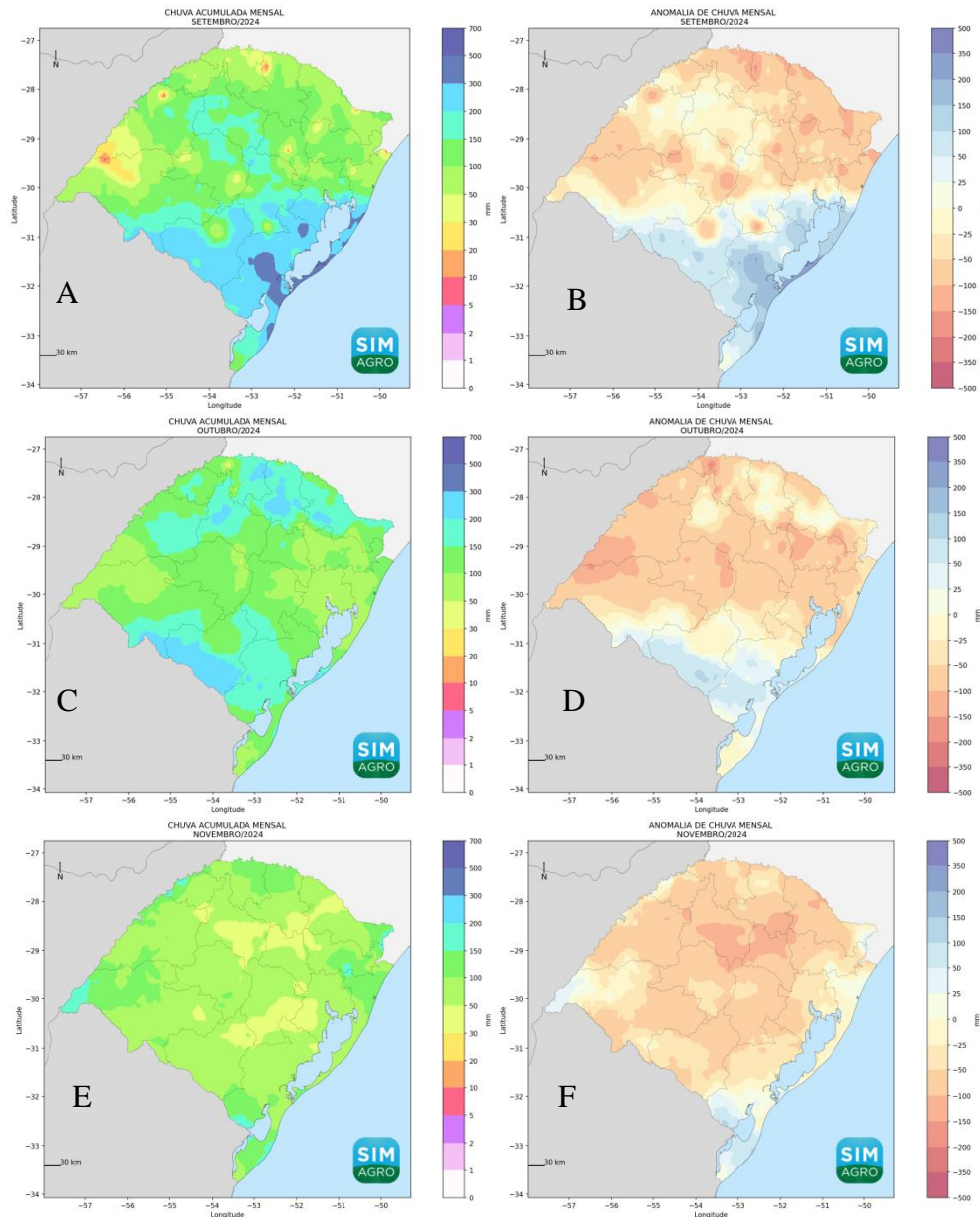


Figura 2. Total de chuva acumulada (mm) de setembro, outubro e novembro de 2024 (A, C, E) e desvio da Normal Climatológica Padrão (1991-2020) setembro, outubro e novembro de 2024 (mm) (B, D, F) no Rio Grande do Sul.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

Dentre os locais analisados nesse Comunicado, a precipitação pluvial ocorrida no mês de **setembro**, teve distribuição bastante irregular, variando entre 62,8 mm em Santa Rosa e 328,0 mm em Capão do Leão. Com relação à normal climatológica padrão (1991-2020), os registros ficaram abaixo e/ou próxima da média climatológica na maior parte dos municípios analisados. Na Serra do Sudeste e na Região dos Grandes Lagos, os valores ocorridos foram acima da normal, assim como em Teutônia (Encosta Inferior da Serra), Campo Bom e Porto Alegre (Depressão Central), São Luiz Gonzaga (na região Missioneira) e Bagé na Campanha (Tabela 1).

No mês de **outubro**, a precipitação variou entre 41 mm em Maçambará e 419,8 mm em Pinheiro Machado (Tabela 1). Neste mês, a precipitação pluvial ficou abaixo da média climatológica em boa parte dos municípios analisados. Registros bem acima da média foram verificados em Getúlio Vargas no Planalto Médio (200,7 mm) e em Pinheiro Machado na Serra do Sudeste (282,8 mm) (Tabela 1).

Em **novembro**, a precipitação variou de 45,0 mm em Encruzilhada do Sul a 238,0 mm em Porto Vera Cruz. Com relação à normal climatológica padrão (1991-2020), os registros de precipitação, em sua maioria, foram abaixo da média. Algumas ocorrências acima da média foram verificadas, como em Getúlio Vargas, Porto Vera Cruz, Maçambará, Itaqui, Uruguaiana e Jaguarão (Tabela 1).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

Tabela 1. Precipitação pluvial mensal ocorrida (Prec) (mm) nos meses de setembro, outubro e novembro 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	Setembro		Outubro		Novembro	
		Prec	Normal	Prec	Normal	Prec	Normal
Planalto Médio	Passo Fundo	140,6	158	155,4	163	67,8	131
	Ibirubá	167,2	159	162,4	227	56,2	163
	Getúlio Vargas	149,8	159	364,7	164	139,6	126
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	260,0	129	201,0	165	56,2	121
	Encruzilhada do Sul	242,2	136	163,6	174	45,0	125
	Pinheiro Machado	299,2	128	419,8	137	98,5	115
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	121,8	147	47,8	179	49,8	134
	Vacaria	128,0	136	195,0	170	96,6	120
	Veranópolis	158,8	180	158,6	171	115,8	142
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	179,0	126	115,2	168	124,0	125
	Sobradinho	146,8	140	153,1	156	83,0	122
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	79,2	157	148,6	245	110,8	167
	Santa Rosa	62,8	146	187,8	224	70,8	138
	Porto Vera Cruz	139,1	130	199,5	242	238,0	159
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	104,6	114	41,0	187	232,6	135
	Itaqui	80,8	102	66,4	180	160,2	132
	São Borja	80,4	118	161,4	201	65,4	143
Depressão Central	Santa Maria	122,0	133	105,8	147	96,2	114
	Campo Bom	203,4	164	99,0	170	92,4	130
	Porto Alegre	211,8	130	61,6	164	72,4	120
Missioneira	Bossoroca	-	132	154,2	126	101,0	101
	São Luiz Gonzaga	172,8	133	179,6	124	82,0	105
	Santiago	128,4	149	168,6	227	97,2	165
Campanha	Alegrete	86,6	124	94,0	176	114,6	123
	Uruguaiana	92,6	138	100,0	144	198,8	113
	Bagé	271,4	133	234,8	173	91,2	117
Grandes Lagos	Capão do Leão	328,0	137	177,4	121	108,4	102
	Camaquã	325,6	158	128,8	169	73,6	116
	Jaguarão	201,8	118	114,6	110	198,6	112

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

2.2 Temperaturas do Ar

No mês de **setembro**, as temperaturas médias mínimas do ar foram mais baixas tanto nas regiões onde ocorre o ingresso (entrada) das massas de ar frias no estado (fronteiras sul e oeste), como em Piratini e Santana do Livramento; quanto nas regiões de maior altitude, como em Cambará do Sul e Vacaria, nos Campos de Cima da Serra. As maiores temperaturas mínimas foram registradas na porção oeste do estado (Maçambará, São Luiz Gonzaga, Itaqui e Planalto). Em relação às temperaturas médias máximas, os maiores valores ocorreram no Alto Uruguai, enquanto os menores, principalmente, no Sul do estado (Cardoso *et al.*, 2024). As temperaturas médias ocorridas em setembro de 2024 foram mais elevadas do que às de 2023 e fizeram, inclusive, que esse mês fosse considerado o mais quente desde o início da série histórica medida pelo Instituto Nacional de Meteorologia, em 1961 em todo o Brasil (INMET, 2024) (Cardoso *et al.*, 2024). No Rio Grande do Sul, as temperaturas mínimas, médias e máximas ficaram acima da média em praticamente todo estado.

A temperatura média em setembro, nos locais analisados, variou entre 15,9°C (Pinheiro Machado) a 20,9°C (Porto Vera Cruz). As mínimas absolutas registradas ficaram entre 1,3°C (Getúlio Vargas) e 10,6°C (Itaqui), enquanto as máximas absolutas variaram de 26,4°C (Capão do Leão) a 36,5°C (Porto Vera Cruz) (Tabela 2).

No mês de **outubro**, a temperatura média mínima do ar variou entre 9,4°C e 17,0°C, sendo mais baixa nas regiões de altitude, como em São José dos Ausentes, Cambará do Sul, Vacaria e Canela. As maiores temperaturas mínimas registradas ocorreram na região do Alto Uruguai, como em Santa Rosa, Três Passos e Porto Vera Cruz. Em relação às temperaturas médias máximas, os valores variaram entre 21,6°C em Santa Vitória do Palmar/Barra do Chuí/INMET e 28,0°C em Campo Bom – INMET, São Borja - Terra do Sol e São Luiz Gonzaga - INMET. A menor temperatura máxima média registrada foi em São José dos Ausentes (16,5°C), e a maior, 29,8°C, em Porto Vera Cruz. As temperaturas mínimas ficaram predominantemente acima da média em grande parte da região, enquanto as médias e máximas variaram entre dentro e acima da normal (Junges *et al.*, 2024). A temperatura média, nos locais analisados, ficou entre 18,1°C (Pinheiro Machado) e 22,5°C (Porto Vera Cruz), as mínimas absolutas entre 5,7°C (Bagé) e 10,4°C (Porto Alegre), enquanto as máximas entre 31,0°C (Bento Gonçalves e Vacaria) a 36,7°C (Porto Vera Cruz) (Tabela 2).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

Em **novembro**, as temperaturas do ar variaram entre as regiões de maior altitude, onde ocorreram os menores registros; e as áreas da Fronteira Oeste e divisa com Uruguai, onde ocorreram os maiores valores médios, tanto para temperaturas mínimas, quanto para máximas. As temperaturas do ar ficaram acima da média histórica em praticamente todo estado, tanto nas mínimas quanto nas máximas (Tazzo *et al.*, 2024). Em **novembro**, a temperatura média, nos locais analisados, variou de 20,2°C (Pinheiro Machado) a 24,9°C (Porto Vera Cruz); as mínimas absolutas ficaram entre 6,2°C (Vacaria) e 13,5°C (Porto Alegre), enquanto as máximas entre 32,7°C (Pinheiro Machado e Frederico Westphalen) e 39,0°C (Campo Bom) (Tabela 2).

As temperaturas do ar na primavera de 2024, em termos médios, foram superiores aos dos anos 2022 (Tarouco *et al.*, 2022) e 2023 (Tarouco *et al.*, 2023), nesta ordem (Quadro 2).

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

	Temperatura média			Temperatura Média da Estação	Temperatura Mínima			Temperatura Máxima		
	Set	Out	Nov		Set	Out	Nov	Set	Out	Nov
Primavera 2022	15	17	20	17	3	7	5	29	32	33
Primavera 2023	18	18	21	19	5	7	9	33	31	35
Primavera 2024	18	20	22	20	6	8	10	32	33	35

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

Tabela 2. Temperaturas do ar (°C), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de setembro, outubro e novembro 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)		
		Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.
Planalto Médio	Passo Fundo	18,4	19,4	21,5	6,5	8,5	9,3	30,3	31,7	34,0
	Ibirubá	18,6	20,0	23,7	5,8	7,9	11,0	32,4	32,0	33,5
	Getúlio Vargas	17,1	19,0	21,3	1,3	7,5	6,2	32,8	33,8	32,8
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	16,3	18,0	20,6	5,7	7,0	9,8	27,5	31,1	33,3
	Encruzilhada do Sul	16,7	18,4	21,0	6,2	7,4	10,0	28,6	31,6	35,8
	Pinheiro Machado	15,9	18,1	20,2	5,6	5,9	8,4	29,6	30,9	32,7
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	17,9	18,4	20,8	6,3	8,4	9,2	30,9	31,0	33,6
	Vacaria	16,2	16,5	18,3	3,3	6,3	6,2	29,8	31,0	30,9
	Veranópolis	18,6	18,8	20,9	6,3	7,4	9,2	31,6	29,9	32,3
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	19,2	20,7	23,4	4,8	8,0	10,6	34,4	34,6	38,5
	Sobradinho	17,9	19,1	21,6	5,3	9,1	9,4	31,0	31,5	33,5
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	20,2	20,9	22,9	4,3	10,1	9,4	34,0	34,2	32,7
	Santa Rosa	20,3	21,9	24,4	6,6	10,1	8,7	35,5	34,7	36,0
	Porto Vera Cruz	20,9	22,5	24,9	5,8	9,6	10,3	36,5	36,7	38,5
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	19,9	21,3	23,4	6,8	9,0	12,2	34,1	35,0	35,6
	Itaqui	20,4	21,4	23,9	10,6	9,6	12,1	33,4	34,5	35,9
	São Borja	20,2	22,0	24,2	7,0	9,6	10,2	35,3	35,7	36,7
Depressão Central	Santa Maria	18,5	20,2	23,0	4,9	9,3	9,3	34,8	33,8	37,0
	Campo Bom	19,0	21,0	23,6	6,2	9,5	11,6	34,8	35,6	39,0
	Porto Alegre	18,7	20,6	23,1	8,9	10,4	13,5	33,9	34,2	37,3
Missioneira	Bossoroca	18,3	21,2	23,7	6,2	9,2	10,9	33,6	35,9	35,8
	São Luiz Gonzaga	20,6	21,8	24,8	7,6	8,6	13,0	31,0	36,0	37,0
	Santiago	18,4	20,1	22,5	6,8	8,2	10,1	31,3	33,6	35,2
Campanha	Alegrete	18,7	20,8	23,1	5,2	9,1	9,4	33,2	34,6	36,8
	Uruguaiana	18,7	21,4	23,2	6,2	9,1	11,3	33,7	34,7	36,5
	Bagé	16,5	18,6	20,8	6,0	5,7	9,3	30,7	30,9	32,7
Grandes Lagos	Capão do Leão	16,8	19,5	21,5	7,4	9,3	10,8	26,4	31,8	30,9
	Camaquã	16,9	19,2	21,3	6,7	8,9	10,3	32,8	34,6	36,6
	Jaguarão	16,0	18,6	21,0	5,5	5,9	9,9	31,0	32,6	34,5

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

2.3 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa média do ar (UR) no mês de **setembro** teve pouca variação nos municípios analisados, ficando entre 71% (Frederico Westphalen e Santa Rosa) e 89% (Capão do Leão). Em **outubro**, variou de 71% (Santa Rosa e Uruguaiana) a 85% (Getúlio Vargas); já em **novembro**, oscilando entre 66% (Santa Rosa) e 84% (Camaquã) (Tabela 3). Os menores valores de umidade relativa mínima absoluta do ar ocorreram no mês de setembro, com 14% em Vacaria, seguido de outubro, com 15% em Santa Rosa, e 16% em novembro em São Luiz Gonzaga. Os valores máximos da máxima absoluta do trimestre não variaram, ficando entre 95 e 100% (Tabela 3).

Comparando-se esta primavera com as duas anteriores (Tarouco *et al.*, 2022; Tarouco *et al.*, 2023), as umidades relativas médias do ar foram maiores em 2023, seguida de 2024, sendo na primavera de 2022 registrados os menores valores (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 do Ar Média da Estação	Umidade Relativa Mínima Média			Umidade Relativa Máxima Média		
	Set	Out	Nov		Set	Out	Nov	Set	Out	Nov
Primavera 2022	78	76	66	73	31	28	21	98	98	98
Primavera 2023	84	81	79	81	34	32	29	99	98	98
Primavera 2024	81	78	75	78	34	31	28	99	99	98

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

Tabela 3. Umidade relativa do ar (UR) (%), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos do ar nos meses de setembro, outubro e novembro 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 (%)		
		Set	Out	Nov	Set	Out	Nov	Set	Out	Nov
Planalto Médio	Passo Fundo	75	74	70	24	22	22	98	98	97
	Ibirubá	76	72	72	37	24	36	100	100	100
	Getúlio Vargas	88	85	81	38	31	34	100	100	100
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	83	80	77	42	42	34	100	100	100
	Encruzilhada do Sul	85	79	76	31	30	27	100	100	100
	Pinheiro Machado	88	83	83	49	49	45	99	99	99
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	75	76	72	27	30	26	97	97	96
	Vacaria	78	79	79	14	22	25	100	100	100
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	79	76	73	27	31	23	98	97	97
	Sobradinho	85	83	80	41	40	23	98	99	99
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	71	75	75	28	22	27	100	100	100
	Santa Rosa	71	71	66	20	15	17	96	96	95
	Porto Vera Cruz	79	80	78	34	35	34	98	98	97
	Maçambará	85	81	79	50	39	35	99	99	99
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui	84	80	79	47	39	32	99	99	99
	São Borja	76	72	71	30	28	21	99	98	98
	Santa Maria	83	79	75	23	34	27	100	100	100
Depressão Central	Campo Bom	79	74	70	20	24	19	96	96	95
	Porto Alegre	80	75	73	31	26	27	97	97	96
	Bossoroca	84	80	75	50	33	26	99	100	99
Missioneira	São Luiz Gonzaga	74	74	68	34	19	16	100	100	100
	Santiago	78	75	72	41	29	23	97	96	96
	Alegrete	80	73	72	36	30	18	98	99	97
Campanha	Uruguaiana	78	71	74	34	30	25	100	100	100
	Bagé	83	77	76	33	35	34	99	98	98
Grandes Lagos	Capão do Leão	89	81	81	52	41	34	99	99	98
	Camaquã	91	84	84	35	27	27	100	100	100
	Jaguarão	90	84	82	37	35	38	100	100	100

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

3 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU

As possíveis situações de conforto/desconforto térmico para os bovinos leiteiros ocorridos durante a primavera de 2024 foram analisadas por meio 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 de ITU calculados em 28 municípios distribuídos em 10 Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul (Figura 1), na primavera 2024 (setembro-outubro-novembro) (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).

Os valores médios de ITU não indicaram situações de estresse térmico calórico para os bovinos leiteiros durante a primavera de 2024. No entanto, ao se considerar as temperaturas máximas do ar registradas (valores médios do ITU Máximo), estas proporcionaram uma condição de desconforto térmico dentro de uma faixa perigosa de estresse calórico, podendo afetar a produtividade das vacas em lactação (Tabela 4).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

No mês de **setembro**, os animais estiveram em conforto térmico de acordo com as condições meteorológicas ocorridas (associação da temperatura média e umidade relativa do ar) em todos os municípios avaliados, com valor médio do ITU igual a 64,8 (Tabela 4), o mais baixo da estação. Em Vacaria/Serra do Nordeste, registrou-se o menor valor (61,6), seguido de Pinheiro Machado/Serra do Sudeste (62,1), e o maior ocorrendo em Porto Vera Cruz/Vale do Uruguai (68,1), todos abaixo de $ITU \leq 71$. As temperaturas médias do ar registradas em Pinheiro Machado e Vacaria foram as mais baixas entre os municípios avaliados (15,9°C e 16,2°C), enquanto que a ocorrida em Porto Vera Cruz foi a mais elevada do mês de setembro (20,9°C; Tabela 2). Quanto à umidade relativa do ar média foram superiores (>71%) 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 80,5; Tabela 4) indicando uma situação climática perigosa ($ITU_3 > 79 \leq 84$), exigindo cuidado por parte dos produtores rurais quanto ao acondicionamento térmico dos animais em 21 dos 28 municípios analisados (75%). No entanto, representou somente 2% do número total de horas avaliadas em setembro (Tabela 5). Já nas Serras do Sudeste e do Nordeste e nos municípios de Capão do Leão e Jaguarão (Grandes Lagos) e Bagé (Campanha), o ITU máximo médio indicou uma situação de alerta aos produtores ($ITU_2 > 75 \leq 79$), representando, no entanto, baixos percentuais do total de horas avaliadas no mês: entre 5,2% e 7,9% (Serra do Sudeste), 8,6% e 11,4% (Serra do Nordeste), 3,3% em Capão do Leão, 5,4% em Jaguarão e 6,1% em Bagé (Tabela 5). O percentual mais elevado de horas em situação de estresse térmico crítico foi registrado em Porto Vera Cruz, porém em 7,3% do total avaliado e, somente neste município, ocorreu condição emergencial, porém em um período muito curto do mês (2,5%; Tabela 5).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

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

Região Ecoclimática	Município	ITU Médio			ITU Mínimo			ITU Máximo		
		Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.
Planalto Médio	Passo Fundo	64,4	65,6	68,2	49,8	52,1	53,1	79,7	78,6	79,1
	Ibirubá	66,2	67,5	71,6	49,1	51,8	54,8	80,5	80,4	83,4
	Getúlio Vargas	63,6	66,0	68,8	42,9	51,2	49,5	81,6	81,9	81,1
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	62,3	64,3	67,6	48,9	50,5	53,1	75,7	79,1	81,5
	Encruzilhada do Sul	62,8	64,8	67,9	49,9	51,4	54,1	76,1	79,5	83,0
	Pinheiro Machado	62,1	64,7	67,5	48,5	48,5	51,9	78,2	80,5	82,3
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	63,8	64,6	67,4	49,6	52,0	53,4	77,6	77,2	79,5
	Vacaria	61,6	62,3	64,6	46,2	49,9	49,0	75,6	76,0	75,7
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	65,8	67,6	71,0	48,5	52,1	55,7	81,9	82,6	84,0
	Sobradinho	64,6	66,1	69,2	47,9	53,1	53,4	79,7	81,5	82,5
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	66,5	67,7	70,4	47,0	54,4	53,5	81,6	80,8	80,8
	Santa Rosa	66,6	68,7	71,7	49,9	53,9	53,3	82,6	82,6	82,3
	Porto Vera Cruz	68,1	70,3	73,4	48,8	53,7	54,8	86,6	87,6	87,8
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	67,3	68,8	71,5	50,3	52,8	57,0	83,7	85,2	85,2
	Itaqui	67,9	68,9	72,1	55,2	53,3	56,5	83,0	85,3	85,7
	São Borja	67,0	69,0	71,8	50,2	53,5	54,5	82,8	84,5	84,0
Depressão Central	Santa Maria	65,1	67,3	70,6	48,4	53,9	54,4	82,5	81,7	85,0
	Campo Bom	65,5	67,7	71,0	49,8	53,9	56,6	82,4	83,0	85,1
	Porto Alegre	65,3	67,5	70,6	53,0	55,2	59,2	81,2	82,3	84,0
Missioneira	Bossoroca	65,1	68,6	71,5	49,2	53,0	55,1	82,9	85,8	84,2
	São Luiz Gonzaga	67,1	68,6	71,9	50,9	52,4	57,2	82,9	81,9	84,0
	Santiago	64,6	66,8	69,6	49,5	51,8	53,6	79,7	81,9	82,4
Campanha	Alegrete	65,3	67,5	70,4	48,1	52,9	53,8	80,8	81,9	84,1
	Uruguaiana	65,1	68,1	70,7	49,6	52,5	54,7	81,8	84,0	84,7
	Bagé	62,4	64,9	67,8	48,4	48,4	52,9	78,7	79,1	81,3
Grandes Lagos	Capão do Leão	63,3	66,4	69,1	50,9	53,2	55,1	75,3	80,0	80,0
	Camaquã	63,6	66,2	69,0	50,4	53,4	55,3	80,0	81,7	84,5
	Jaguarão	62,3	65,4	68,5	48,8	49,8	54,0	78,5	81,6	84,0
Média		64,8	66,8	69,8	49,3	52,3	54,3	80,5	81,7	82,9

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

No mês de **outubro**, os valores médios do ITU continuaram a indicar condição de conforto calórico para os animais em todos os municípios avaliados, sendo inferiores a 70,3, e com média estacional igual a 66,8, um pouco acima do valor encontrado em setembro (Tabela 4). Em Vacaria, novamente foi registrado o menor valor (62,3) e o maior, em Porto Vera Cruz (70,3). Em todos os municípios avaliados, as temperaturas médias do ar registradas foram mais elevadas do que no mês anterior, com o maior e o menor registro ocorrendo em Porto Vera Cruz (22,5°C) e Vacaria (16,5°C; Tabela 2). Diferentemente do observado em setembro, em 25 municípios (89,3%), os valores máximos do ITU indicaram situação de estresse térmico calórico severo a crítico. Somente nas Serras do Sudeste e do Nordeste, os registros máximos do ITU foram inferiores a 79, porém ainda em desconforto térmico (75,6 a 78,2), e em situação de alerta aos produtores rurais. Embora condição severa à crítica tenha ocorrido num maior número de municípios, o percentual médio de horas avaliadas continuou sendo baixo (2,2%; Tabela 5). Somente na Serra do Nordeste e no município de Passo Fundo esta condição de estresse não foi registrada, e em Bagé não ultrapassou 0,1% do período. Novamente, o município de Porto Vera Cruz se destaca com o maior percentual (9,3%) entre os demais. Condição emergencial, valor de ITU máximo acima de 84, registrou-se em Porto Vera Cruz (87,6), Itaqui (85,3), Maçambará (85,2) e São Borja (84,5), porém em um pequeno período do mês (2,5%; 0,5%, 0,7% e 0,5% das horas avaliadas; Tabela 5).

No mês de **novembro**, encontrou-se o maior valor médio do ITU da estação (69,8; Tabela 4). Condição de conforto térmico ocorreu em 20 dos 28 municípios avaliados (71,4%). Entre os oito municípios que indicaram condição de estresse leve (ITU 2), os registros ficaram entre 71,5 em Bossoroca e 73,4 em Porto Vera Cruz. De modo geral, as temperaturas médias do ar foram superiores ao mês de outubro, com a mesma tendência em relação às temperaturas máximas (Tabela 2). Este comportamento das temperaturas médias e máximas absolutas do ar refletiu nos valores do ITU ao longo da primavera de 2024. O valor médio do ITU máximo foi o mais elevado do trimestre (82,9) e indicou condição de estresse térmico calórico severo (ITU3 >79≤84) em 18 dos 28 municípios (64,3%), com exceção de Vacaria (ITU 2 =75,7; Tabela 4). Esta condição de estresse ocorreu em 4,8% das horas avaliadas em outubro. Porto Vera Cruz registrou o maior percentual de horas (15,3%) no período e Bento Gonçalves, o menor (0,1%). Em Vacaria, a condição de estresse indicou

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

alerta aos produtores rurais. Nos restantes (nove; 32,1%), os valores máximos do ITU foram superiores a 84, situação considerada emergencial, com alto risco de vida para os animais, porém com baixos percentuais, 0,3% das horas avaliadas neste mês. Destacando-se somente Porto Vera Cruz com o registro de 4,8% do período avaliado em outubro (Tabela 5).

Através da relação entre as condições meteorológicas ocorridas na primavera 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, em que se observa que os valores médios do ITU foram ≤ 71 , com destaque para as Serras do Nordeste e do Sudeste com os mais baixos registros. Comparativamente a primavera de 2023, em 2024 a temperatura média do ar foi mais elevada e umidade relativa do ar média da estação foi mais baixa (Quadros 1 e 2). Os valores médios dos ITUs no trimestre foram muito próximos; com uma pequena redução em 2023 (média de 67,13 versus 66,0; Tarouco *et al.* 2023), e com valores máximos do ITU similares (média de 81,2 versus 81,7), nos respectivos anos. Na figura 3B, pode-se observar a espacialização dos valores máximos médios do ITU indicando situações de desconforto térmico em todos os municípios avaliados, destacando-se as regiões Noroeste e Oeste do RS, com maiores problemas de estresse térmico severo ($ITU_3 > 79 \leq 84$).

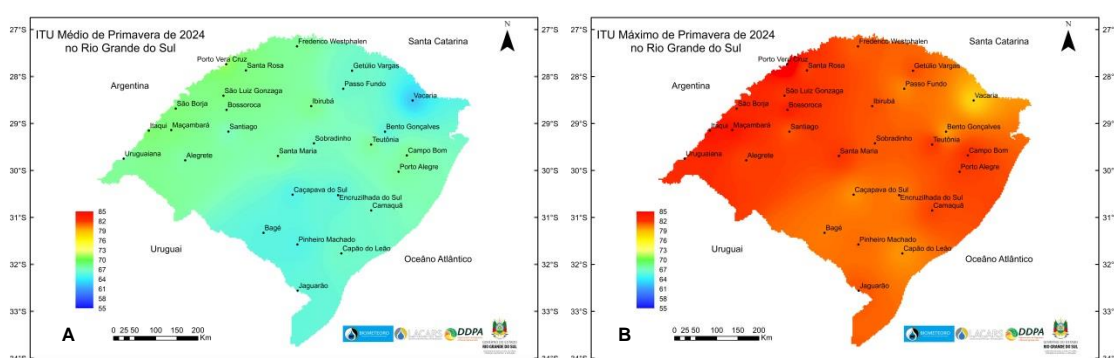


Figura 3. Espacialização do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio (A) e máximo (B), na primavera de 2024, no Rio Grande do Sul.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

Os registros de umidade relativa do ar, de temperatura máxima do ar e de amplitudes térmicas ocorridas resultaram em valores médios máximos do ITU com indicações de condição ambiental estressante, principalmente nos meses de outubro e de novembro de 2024 no Rio Grande do Sul. Em função disto, contabilizou-se o número de horas das diferentes classificações das situações estressantes e estas foram apresentadas em percentuais (Tabela 5).

O total de horas levantado durante o trimestre, considerando os 28 municípios representativos de 10 regiões ecoclimáticas, foi igual a 58.830h e, em média, avaliou-se 2.140h em cada município. O maior número de horas avaliado foi 2.184h em seis municípios e o menor em Bossoroca (1726h) (Tabela 5).

No mês de **setembro**, registrou-se elevado percentual médio de horas em que os animais estiveram em conforto térmico, o mais elevado da estação ($ITU \leq 71$; 83,2%). Nas regiões dos Grandes Lagos e Serra do Sudeste foram registrados percentuais mais altos de condição de conforto térmico, superiores a 90%, enquanto Vale do Uruguai e Baixo Vale do Uruguai, os mais baixos, inferiores a 77%, além de São Luiz Gonzaga (Região Missioneira) com 70% do período avaliado. Neste mês, a faixa do índice mais frequente foi $ITU2 = >71 \leq 79$, ocorrendo durante 14,7% das horas avaliadas, seguido de $ITU3 = >79 \leq 84$, com 2% e $ITU4 = >84$ com somente 0,1% (Tabela 5).

Já em **outubro**, observou-se redução do percentual de horas em conforto térmico, baixando para 77,4% (Tabela 5). Em nove municípios, os períodos ficaram abaixo dos 70%, destacando-se as regiões do Vale e Baixo Uruguai, além dos municípios de Ibirubá, Bossoroca, São Luiz Gonzaga e Uruguiana. Porto Vera Cruz registrou o menor percentual do mês, com 59,9% das horas avaliadas. Novamente, a faixa de classificação de estresse térmico de maior ocorrência foi ITU2, com 20,2 %, seguido de ITU3, com 2,2 % e pouquíssimas horas em ITU 4, 0,2% (Tabela 5).

Novembro foi o mês com a maior ocorrência do número de horas em desconforto térmico. Durante 59% do período avaliado, os animais não estavam sujeitos ao estresse térmico. Em 35,9%, por outro lado, a condição térmica exigiu desde uma atenção até uma situação de alerta aos produtores rurais, necessitando a intervenção no manejo das vacas em lactação. Também foi o mês em que se registrou o maior percentual de horas em estresse severo (ITU3), correspondendo, em média, a 4,8% do período, destacando-se os municípios de Porto Vera Cruz (15,3%) e

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

Bossoroca (13,4%). Situações emergenciais foram registradas em 14 municípios (50%), porém de curta duração (média de 0,3%). Novamente, Porto Vera Cruz se destacou pelo maior percentual em situação emergencial (4%; Tabela 5).

As temperaturas médias do ar registradas na primavera de 2024 não trouxeram problemas relacionados ao desconforto térmico dos animais, no entanto, as temperaturas máximas absolutas indicaram situações de estresse térmico, porém em curtos períodos em setembro, possibilitando, possivelmente, que as vacas leiteiras conseguissem ajustar sua temperatura corporal, acionando os processos fisiológicos da termorregulação, podendo não ter afetado a produção de leite. Por outro lado, nos meses de outubro e, principalmente, em novembro, as condições estressantes foram mais frequentes e, potencialmente, afetaram o desempenho dos animais.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 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 setembro, outubro e novembro de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(continua...)

Região Ecoclimática	ITU horas/ % Município	Total de horas/Mês			Total horas /Estação do ano Primavera	ITU 1 (≤ 71)			ITU 2 ($>71\leq 79$)			ITU 3 ($>79\leq 84$)			ITU 4 (> 84)		
		Set.	Out.	Nov.		Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.
Planalto Médio	Passo Fundo	711	682	720	2113	83,8	83,1	73,1	16,0	16,9	26,8	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Ibirubá	522	549	687	1758	72,8	67,4	41,9	24,3	31,0	48,8	2,9	1,6	9,3	0,0	0,0	0,0
	Getúlio Vargas	720	744	720	2184	84,3	79,0	67,1	12,4	19,5	30,1	3,3	1,5	2,8	0,0	0,0	0,0
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	593	678	704	1975	92,2	88,5	75,4	7,8	11,2	24,0	0,0	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0
	Encruzilhada do Sul	711	715	701	2127	92,1	87,6	71,8	7,9	12,2	26,8	0,0	0,3	1,4	0,0	0,0	0,0
	Pinheiro Machado	718	744	720	2182	94,8	88,3	78,3	5,2	10,9	19,9	0,0	0,8	1,8	0,0	0,0	0,0
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	717	736	702	2155	88,6	87,8	74,8	11,4	12,2	25,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Vacaria	720	744	720	2184	91,4	94,9	88,3	8,6	5,1	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	720	744	720	2184	82,1	74,5	47,9	15,7	23,0	45,8	2,2	2,6	6,1	0,0	0,0	0,1
	Sobradinho	710	734	586	2030	85,6	81,1	63,0	13,9	17,8	35,7	0,4	1,1	1,4	0,0	0,0	0,0
Vale do Uruguai	Frederico Westphalen	720	744	720	2184	76,4	76,2	57,9	20,3	22,3	40,1	3,3	1,5	1,9	0,0	0,0	0,0
	Santa Rosa	706	738	711	2155	73,9	69,0	44,3	20,8	27,8	46,7	5,2	3,3	9,0	0,0	0,0	0,0
	Porto Vera Cruz	714	734	713	2161	67,2	59,9	32,7	23,0	28,3	47,3	7,3	9,3	15,3	2,5	2,5	4,8
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	517	686	600	1803	69,4	65,2	46,2	25,9	29,9	44,5	4,6	4,2	8,2	0,0	0,7	1,2
	Itaqui	528	734	713	1975	69,5	66,5	40,0	26,1	29,3	49,8	4,4	3,7	9,3	0,0	0,5	1,0
	São Borja	720	744	720	2184	73,6	65,3	44,0	22,1	30,5	46,1	4,3	3,6	9,7	0,0	0,5	0,1

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 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 setembro, outubro e novembro 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 Primavera	ITU 1 (≤ 71)			ITU 2 ($>71\leq 79$)			ITU 3 ($>79\leq 84$)			ITU 4 (> 84)		
		Set.	Out.	Nov.		Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.
Depressão Central	Santa Maria	704	739	706	2149	84,0	77,3	50,7	14,4	19,3	44,9	1,6	3,4	3,8	0,0	0,0	0,6
	Campo Bom	713	740	705	2158	83,7	74,5	49,6	14,2	22,3	42,1	2,1	3,2	7,9	0,0	0,0	0,3
	Porto Alegre	720	743	720	2183	88,8	78,2	53,3	10,6	20,1	42,5	0,7	1,7	4,0	0,0	0,0	0,1
Missioneira	Bossoroca	460	713	553	1726	81,1	69,1	50,1	15,2	25,8	36,3	3,7	4,6	13,4	0,0	0,4	0,2
	São Luiz Gonzaga	706	718	671	2095	70,0	68,1	42,8	25,1	28,8	48,7	5,0	3,1	8,3	0,0	0,0	0,1
	Santiago	720	744	720	2184	81,7	76,2	62,1	18,1	20,8	31,5	0,3	3,0	6,4	0,0	0,0	0,0
Campanha	Alegrete	714	736	696	2146	82,8	73,1	57,2	15,8	23,9	37,6	1,4	3,0	5,0	0,0	0,0	0,1
	Uruguaiana	707	730	686	2123	81,8	68,2	52,2	16,5	27,8	43,3	1,7	4,0	4,2	0,0	0,0	0,3
	Bagé	720	744	720	2184	93,9	87,4	76,1	6,1	12,5	22,4	0,0	0,1	1,5	0,0	0,0	0,0
Grandes Lagos	Capão do Leão	717	738	709	2164	96,7	86,9	66,6	3,3	12,6	33,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0
	Camaquã	719	744	719	2182	93,7	85,3	67,0	6,0	13,6	31,0	0,3	1,1	1,8	0,0	0,0	0,1
	Jaguarão	718	744	720	2182	94,6	89,2	77,2	5,4	9,5	21,3	0,0	1,2	1,4	0,0	0,0	0,1
Média		681	724	696	58830	83,2	77,4	59,0	14,7	20,2	35,9	2,0	2,2	4,8	0,1	0,2	0,3

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 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 na primavera 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 Primavera 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 setembro, outubro e novembro de 2024, em municípios localizados em 10 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

(continua...)

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

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 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 setembro, outubro e novembro 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		
		Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.
Depressão Central	Santa Maria	-1,6	-1,6	-1,6	-2,2	-2,2	-2,2	-2,7	-2,7	-2,8	-3,2	-3,3	-3,4
	Campo Bom	-1,6	-1,6	-1,7	-2,2	-2,2	-2,4	-2,7	-2,8	-3,0	-3,3	-3,3	-3,7
	Porto Alegre	-1,6	-1,5	-1,7	-2,0	-2,0	-2,3	-2,5	-2,5	-2,8	-3,0	-2,9	-3,4
Missioneira	Bossoroca	-1,8	-1,8	-1,8	-2,4	-2,4	-2,6	-3,1	-3,1	-3,3	-3,8	-3,8	-4,0
	São Luiz Gonzaga	-1,7	-1,7	-1,7	-2,4	-2,3	-2,4	-3,1	-2,9	-3,0	-3,8	-3,6	-3,6
	Santiago	-1,5	-1,7	-1,7	-2,0	-2,2	-2,4	-2,0	-2,8	-3,0	-2,9	-3,4	-3,7
Campanha	Alegrete	-1,5	-1,6	-1,7	-2,0	-2,2	-2,3	-2,5	-2,7	-2,9	-2,9	-3,3	-3,5
	Uruguaiana	-1,6	-1,7	-1,6	-2,1	-2,2	-2,2	-2,6	-2,8	-2,8	-3,1	-3,4	-3,3
	Bagé	-1,5	-1,6	-1,6	-2,0	-2,1	-2,1	-2,4	-2,5	-2,7	-2,9	-3,0	-3,2
Grandes Lagos	Capão do Leão	-1,4	-1,4	-1,5	-1,7	-1,8	-1,8	-2,0	-2,1	-2,2	-2,3	-2,4	-2,6
	Camaquã	-1,5	-1,5	-1,6	-2,0	-1,9	-2,1	-2,5	-2,4	-2,6	-2,9	-2,8	-3,1
	Jaguarão	-1,5	-1,5	-1,6	-1,9	-2,0	-2,1	-2,3	-2,4	-2,7	-2,7	-2,9	-3,2
Médias		-1,6	-1,6	-1,6	-2,1	-2,1	-2,2	-2,6	-2,7	-2,8	-3,2	-3,2	-3,4

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

Tabela 7. Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de setembro, outubro e novembro 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		
		Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.
Planalto Médio	Passo Fundo	-3,4	-3,2	-3,6	-3,9	-3,7	-4,1	-4,3	-4,1	-4,6	-4,8	-4,5	-5,1
	Ibirubá	-3,9	-3,7	-4,3	-4,5	-4,2	-5,0	-5,1	-4,8	-5,6	-5,7	-5,3	-6,3
	Getúlio Vargas	-4,5	-3,9	-4,1	-5,2	-4,5	-4,7	-5,9	-5,0	-5,3	-6,6	-5,6	-5,9
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	-2,7	-3,2	-3,4	-3,0	-3,6	-3,8	-3,4	-4,0	-4,3	-5,4	-5,7	-4,0
	Encruzilhada do Sul	-2,9	-3,2	-3,4	-3,2	-3,7	-3,9	-3,6	-4,1	-4,3	-4,0	-4,5	-4,8
	Pinheiro Machado	-3,3	-3,6	-3,8	-3,7	-4,1	-4,4	-4,1	-4,6	-4,9	-6,0	-6,2	-5,3
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	-3,3	-3,0	-3,2	-3,7	-3,4	-3,6	-4,2	-3,8	-3,6	-4,6	-4,2	-4,4
	Vacaria	-2,9	-2,7	-2,7	-3,3	-3,1	-3,0	-3,7	-3,4	-3,4	-4,0	-3,7	-3,7
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	-3,9	-3,9	-4,2	-4,5	-4,4	-4,8	-5,1	-5,0	-5,4	-5,6	-5,6	-6,0
	Sobradinho	-3,6	-3,7	-3,7	-4,1	-4,2	-4,2	-4,6	-4,7	-4,7	-5,1	-5,2	-5,3
Vale do Uruguai	Frederico Wetsphalen	-4,0	-3,7	-3,9	-4,6	-4,2	-4,4	-5,2	-4,8	-5,0	-5,8	-5,3	-5,6
	Santa Rosa	-4,5	-4,1	-4,3	-5,2	-4,7	-4,9	-5,8	-5,3	-5,5	-6,5	-5,8	-6,2
	Porto Vera Cruz	-5,4	-5,0	-5,0	-6,2	-5,8	-5,8	-7,1	-6,5	-6,6	-8,0	-7,3	-7,4
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	-4,2	-4,5	-4,3	-4,9	-5,2	-5,0	-5,5	-5,9	-5,6	-6,1	-6,6	-6,3
	Itaqui	-4,1	-4,3	-4,3	-4,7	-5,0	-4,9	-5,2	-5,6	-5,6	-5,8	-6,3	-6,2
	São Borja	-4,3	-4,2	-4,3	-4,9	-4,8	-4,9	-5,6	-5,5	-5,6	-6,2	-6,1	-6,2

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

Tabela 7. Declínio estimado da produção de leite (níveis de produção: 25, 30, 35 e 40 kg dia⁻¹), nos meses de setembro, outubro e novembro 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		
		Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.	Set.	Out.	Nov.
Depressão Central	Santa Maria	-3,8	-3,8	-3,9	-4,3	-4,3	-4,5	-4,9	-4,9	-5,1	-5,4	-5,4	-5,7
	Campo Bom	-3,8	-3,9	-4,3	-4,3	-4,5	-5,0	-4,9	-5,1	-5,6	-5,4	-5,6	-6,3
	Porto Alegre	-3,5	-3,4	-4,0	-3,9	-3,9	-4,6	-4,4	-4,3	-5,2	-4,9	-4,8	-5,8
Missioneira	Bossoroca	-4,5	-4,5	-4,8	-5,2	-5,2	-5,5	-5,8	-5,8	-6,2	-6,5	-6,5	-7,0
	São Luiz Gonzaga	-4,4	-4,2	-1,6	-5,1	-4,8	-4,9	-5,8	-5,4	-5,6	-6,5	-6,0	-6,2
	Santiago	-3,4	-4,0	-4,4	-3,9	-4,6	-5,0	-4,3	-5,2	-5,7	-4,8	-5,8	-6,3
Campanha	Alegrete	-3,4	-3,8	-4,1	-3,9	-4,4	-4,7	-4,3	-4,9	-5,3	-4,8	-5,5	-5,9
	Uruguaiana	-3,6	-4,0	-3,9	-4,1	-4,6	-4,5	-4,6	-5,2	-5,0	-5,1	-5,7	-5,6
	Bagé	-3,4	-3,5	-3,7	-3,8	-4,0	-4,3	-4,3	-4,5	-4,8	-4,7	-5,0	-5,3
Grandes Lagos	Capão do Leão	-2,6	-2,8	-3,0	-2,9	-3,1	-3,3	-3,3	-3,5	-3,7	-3,6	-3,8	-4,1
	Camaquã	-3,4	-3,2	-3,6	-3,8	-3,7	-1,7	-4,3	-4,1	-4,5	-4,7	-4,5	-5,0
	Jaguarão	-3,1	-3,3	-3,7	-3,5	-3,8	-4,3	-3,9	-4,2	-4,8	-4,3	-4,7	-5,3
Médias		-3,7	-3,7	-3,8	-4,2	-4,3	-4,4	-4,8	-4,8	-5,1	-5,4	-5,4	-5,6

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Primavera 2024

Em termos de efeitos do conforto/desconforto térmico na produtividade da bovinocultura leiteira durante a primavera de 2024 foram estimadas possíveis quedas de produção diária de leite, que se acentuaram em vacas de maior desempenho (Tabelas 6 e 7; Figura 4).

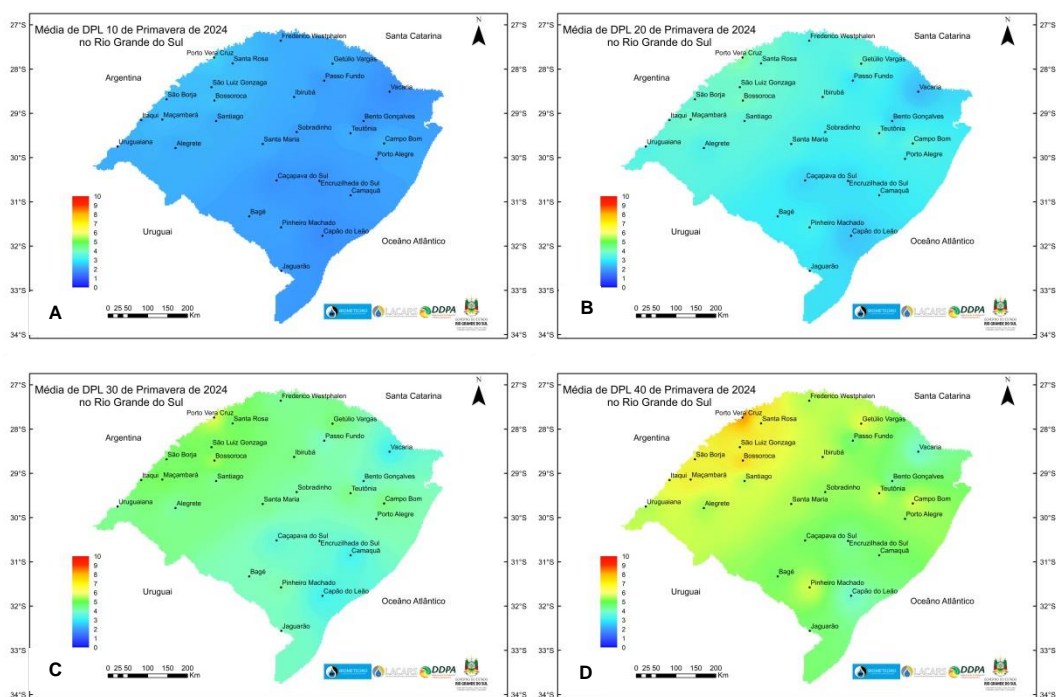


Figura 4. Espacialização da estimativa de queda de produção de leite (DPL) em quatro níveis: 10 Kg dia⁻¹ (DPL 10) (A), 20 Kg dia⁻¹ (DPL 20) (B), 30 Kg dia⁻¹ (DPL 30) (C), 40 Kg dia⁻¹ (DPL 40) (D), na primavera de 2024, no Rio Grande do Sul.

Em todos os municípios foi estimado possível declínio nos oito níveis de produção de leite durante a primavera em 2024, caso a condição de estresse térmico fosse mantida (Figura 4). Para as vacas com produção entre 5 a 20 kg dia⁻¹ (Tabela 6; Figura 4 A e 4B), mantendo-se a condição de estresse térmico calórico, a menor estimativa de queda média diária de produção foi de 1,6 kg por animal, calculada para os três meses avaliados, enquanto o maior valor de declínio foi estimado para as vacas produtoras de 20 kg dia⁻¹, 3,4 kg diários em **novembro**. Estimativas de queda de produção de leite acima de 4 kg diários foram calculadas para os municípios de Bossoroca e Porto Vera Cruz. Valores mais baixos de declínio ocorridos no mês de

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

novembro foram nas Serras do Sudeste e do Nordeste, abaixo dos 2,9 kg dia⁻¹, com exceção de Pinheiro Machado (3,3 kg dia⁻¹), além de Capão do Leão com 2,6 kg dia⁻¹ (Tabela 6).

Já para vacas com produção entre 25 a 40 kg dia⁻¹ de leite, a queda média estimada para o trimestre nos quatro níveis foi mais elevada (4,6 kg vaca⁻¹ dia⁻¹) e variou de 3,7 kg dia⁻¹ em **setembro e outubro** a 5,6 kg dia⁻¹ em **novembro** (Tabela 7; Figura 4 (B) (C)). Dentre os municípios, os menores valores ocorreram em Capão do Leão (2,6 kg vaca⁻¹ dia⁻¹), seguido de Caçapava do Sul (2,7 kg vaca⁻¹ dia⁻¹), e Encruzilhada do Sul e Vacaria com 2,9 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ em **setembro**, para vacas com produção diária de 25 kg. As maiores foram estimadas para vacas produzindo 40 kg diários, em Porto Vera Cruz, 8,0 kg vaca⁻¹ dia⁻¹, em **setembro** e 7,4 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ em **novembro**, além dos 7,0 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ calculados para Bossoroca no mesmo mês. Nos demais municípios, os maiores volumes de declínio de produção de leite foram estimados para o mês de novembro nos quatro níveis de produção considerados (Tabela 7).

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, associado a um alto consumo de matéria seca, 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

Os registros de temperaturas máximas absolutas do ar elevadas, além de alta umidade relativa do ar na primavera de 2024 indicaram situações de estresse térmico calórico para vacas leiteiras, principalmente no mês de **novembro**, quando 41% das horas avaliadas propiciaram desconforto térmico aos animais. Situações de estresse leve a moderado foram identificadas por, em média, 23,6% do trimestre. Destacaram-se as regiões do Vale do Uruguai, do Baixo Vale do Uruguai e Depressão Central, além de Ibirubá, Teutônia, São Luiz Gonzaga, e Uruguaiana, com valores na faixa de estresse superiores a 40% de horas consideradas (Tabela 5). Nestes locais, os

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

produtores rurais tiveram que ficar atentos às situações de estresse térmico a que os animais ficaram expostos, com os maiores declínios de produção de leite estimados (Tabelas 6 e 7), para evitar prejuízos econômicos na atividade leiteira. Portanto, estratégias de manejo tiveram de ser adotadas para minimizar estes efeitos ambientais.

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

Os primeiros passos para mitigar os efeitos estressantes de um ambiente desfavorável é proteger as vacas da radiação solar direta. O sombreamento, natural ou artificial, é um método mais facilmente utilizado e mais econômico para 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.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

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 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

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

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.

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).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

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, com redução do teor de gordura do leite e aumento de distúrbios digestivos (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. Desta forma, pode-se aumentar a frequência de tratos ao longo do dia e reduzir a quantidade de alimento disponível (Pires; Campos, 2008).

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: pastagens tenras, silagens de grãos e concentrados ricos em gordura (Bernabucci *et al.*, 2014).

Em situação de pastejo, o consumo de alimento diminui quando a temperatura ambiente ultrapassa 26°C (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);

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

- 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 $0,7 \text{ m vaca}^{-1}$;
- Colocar cochos e bebedouros na sombra.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A precipitação pluvial registrada em setembro 2024 foi variável com valores menores na metade norte e maiores na metade Sul. Na comparação com a média climatológica, anomalias negativas ocorreram na metade norte e centro do estado e positivas ocorreram, especialmente, na Campanha, Serra do Sudeste e Litoral Sul. Em outubro houve elevada variabilidade nos totais de precipitação pluviais, com maiores registros no Planalto, no Nordeste e na Campanha, enquanto na maior parte do estado os volumes foram baixos, ficando abaixo da média na maior parte das áreas central e norte, enquanto que, apenas em parte da Campanha os volumes de precipitação pluvial ficaram acima da normal. Em novembro, as precipitações pluviais foram baixas em praticamente todo o Rio Grande do Sul; maiores volumes foram registrados em pontos da Fronteira Oeste e da Serra, ficando abaixo da média em praticamente todo estado, com exceção do Extremo Sul e do extremo Oeste onde a precipitação ficou acima da normal climatológica;
2. Em relação à temperatura do ar, as médias ficaram acima da normal em setembro, e variaram entre dentro a acima da média em outubro e novembro. O trimestre (setembro/outubro/novembro 2024) apresentou valores elevados de umidade relativa do ar;

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

3. As temperaturas médias do ar registradas em setembro de 2024 foram mais elevadas do que as de 2023, sendo considerado o mês mais quente desde o início da série histórica medida pelo Instituto Nacional de Meteorologia, em 1961, em todo o Brasil. No entanto situações de estresse térmico calórico para vacas leiteiras foram observadas principalmente no mês de **novembro**, quando 41% das horas avaliadas propiciaram desconforto térmico aos animais. Situações de estresse leve a moderado foram identificadas, em média, durante 23,6% do trimestre;
4. Destacaram-se as regiões do Vale do Uruguai, do Baixo Vale do Uruguai e Depressão Central, além de Ibirubá, Teutônia, São Luiz Gonzaga, e Uruguiana, com valores na de estresse superiores a 40% de horas avaliadas. Nestes locais, os produtores rurais tiveram que ficar atentos às possíveis situações de estresse térmico que os animais ficaram expostos, com os maiores declínios de produção de leite estimados, para evitar prejuízos econômicos na atividade leiteira.
5. Serra do Sudeste e Grandes Lagos, além dos municípios de Vacaria e Bagé, registraram períodos de conforto térmico superiores a 90% das horas avaliadas em setembro. Enquanto, os menores percentuais (abaixo de 50%) foram observados na região do Baixo Vale do Uruguai, e nos municípios de Porto Vera Cruz, Santa Rosa, Teutônia, Ibirubá, Campo Bom e São Luiz Gonzaga em novembro.
6. Porto Vera Cruz (Vale do Uruguai) e São Luiz Gonzaga (região Missioneira) foram os municípios onde se registraram os maiores percentuais de situações de estresse térmico severo a crítico da estação, porém não ultrapassaram 16% das horas avaliadas no trimestre;
7. Estimativas potenciais de queda de produção diária de leite devido às condições meteorológicas ocorridas na primavera de 2024 foram mais elevadas em vacas de maior produção; e variaram de 13,8% a 32% ao longo do trimestre, caso medidas não fossem adotadas para mitigar os efeitos do ambiente sobre o desempenho dos animais.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

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. 2024.

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. 2024.

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: 02 dez. 2024.

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 setembro de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 76, p. 6-30, set. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia> Acesso em: 03 dez. 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. 2024.

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

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Brasil tem o setembro mais quente em 63 anos. INMET, 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/brasil-tem-o-setembro-mais-quente-em-63-anos#:~:text=O%20m%C3%AAs%20de%20setembro%20de,de%2024%2C2%C2%B0C> Acesso em: 02 dez. 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

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26411>. Acesso em: 06 dez. 2024.

JUNGES, A. H. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em setembro de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 76, p. 6-24, out. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia> Acesso em: 03 dez. 2024.

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. 2024.

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. 2024.

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. 2024.

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

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Primavera

2024

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: 03 dez. 2024.

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 2023. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 66, p. 6-43, dez. 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia> Acesso em: 03 dez. 2024.

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> Acesso em: 03 dez. 2024.

TAZZO, I. F. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em novembro de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 78, p. 6-23, nov. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia> Acesso em: 03 dez. 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