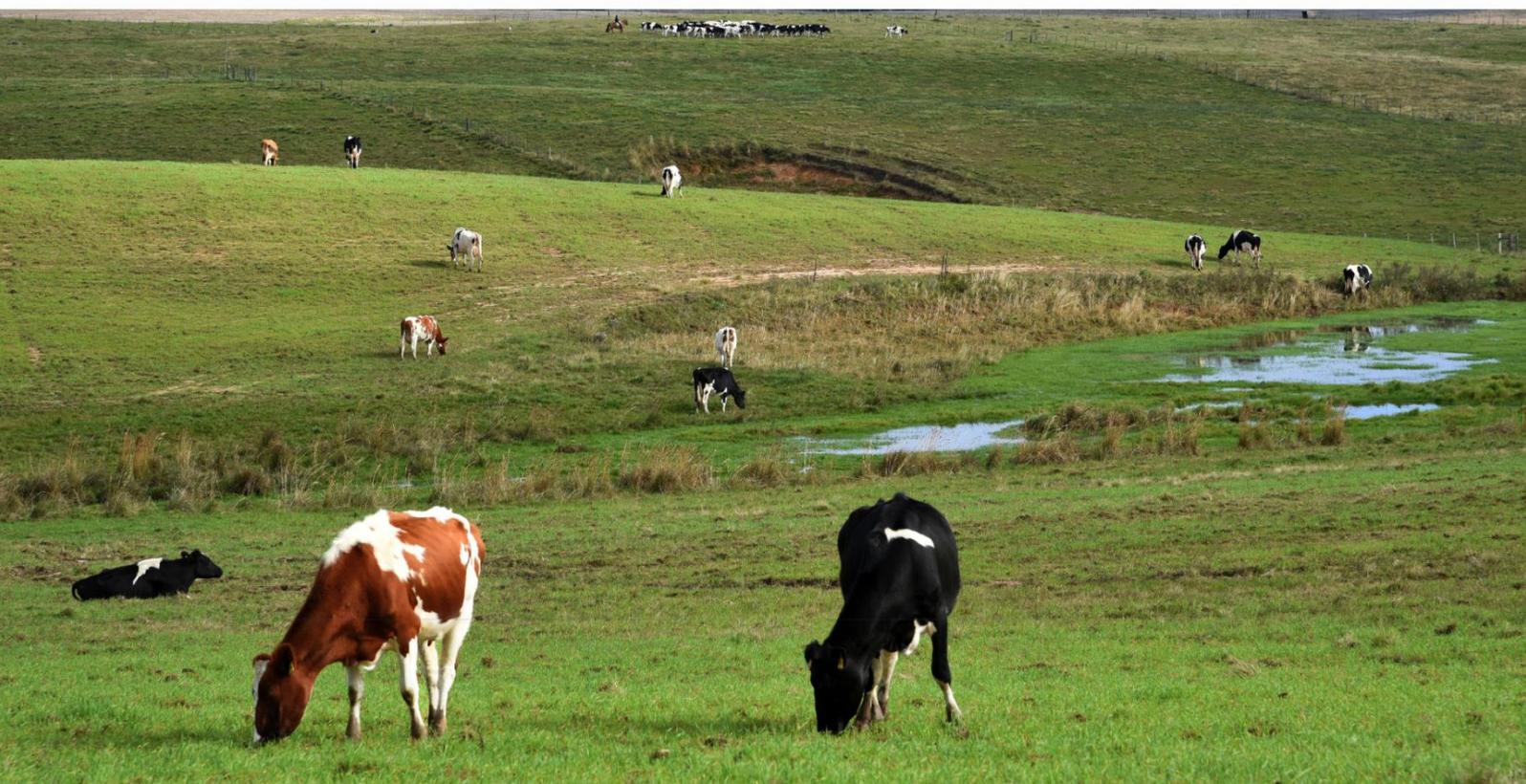


Comunicado Agrometeorológico

44

2022 | 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 2022

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



**GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL**
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
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 DE 2022**

Autores

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

Porto Alegre, RS

2022

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Ranolfo Vieira Júnior.

Secretária da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural: Domingos Velho Lopes.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

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

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Loana Silveira Cardoso; Lia Rosane Rodrigues; Bruno Brito Lisboa; Larissa Bueno Ambrosini; Marioni Dornelles da Silva.

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 e Desenvolvimento Rural (SEAPDR); Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) – N. 1 (2019)- . – Porto Alegre: SEAPDR/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. Culturas agrícolas.

CDU 551.5 (816.5)

REFERÊNCIA

TAZZO, Ivonete Fátima *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.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DO PERÍODO	9
2.1 Precipitação Pluvial	10
2.2 Temperatura do Ar	13
2.3 Umidade Relativa do Ar	14
3 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU	15
4 ESTIMATIVAS DOS EFEITOS DO ITU NA PRODUÇÃO DE LEITE	22
5 MEDIDAS PARA MITIGAR OS EFEITOS DE CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS COM POTENCIAL DE GERAR ESTRESSE TÉRMICO	26
5.1 Sistemas de sombreamento e refrigeração	27
5.2 Disponibilização de água de qualidade	29
5.3 Nutrição Adequada	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....	9
Figura 2. Total de chuva acumulada (mm) de junho a agosto de 2022 (A, C, E) e desvio da Normal Climatológica Padrão (1991-2020) dos meses de junho a agosto (mm) (B, D, F) no Rio Grande do Sul.	11

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Precipitação pluvial mensal ocorrida (mm) nos meses de junho, julho e agosto de 2022 e Normal Climatológica Padrão (1991-2020) em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....	12
Tabela 2. Temperaturas do ar (°C), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....	14
Tabela 3. Umidade relativa do ar (UR) (%), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.	15
Tabela 4. Índice de Temperatura e Umidade (ITU), médias mensais, e valores mínimos e máximos nos meses de junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.....	17
Tabela 5. Número total de horas mensais e na estação do ano, percentuais de horas em ITU1, ITU2 e ITU3, nos meses junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.	21
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 junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.	23

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

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 e Desenvolvimento Rural (SEAPDR)

Ivonete Fatima Tazzo¹, Adriana Kroef Tarouco², Loana Silveira Cardoso³, Amanda Heemann Junges⁴, Paulo Henrique Correia Allem Junior⁵, Gabriela de Meneses Pinto⁶, Yuri da Silva⁷

^{1,3,4} Engenheira Agrônoma, Dra. Agrometeorologia, Pesquisadora DDP/SEAPDR

² Médica Veterinária, Dra. Ciências Veterinárias, Pesquisadora DDP/SEAPDR

⁵ Bolsista Iniciação Científica PROBIC/FAPERGS-DDP/SEAPDR

⁶ Bolsista Iniciação Científica PROBIT/FAPERGS-DDP/SEAPDR

⁷ Estagiário CIEE-DDP/SEAPDR

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

1 INTRODUÇÃO

Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO), o Brasil tem a terceira maior produção de leite em caráter mundial. Em 2021 foram produzidos 35,3 bilhões de litros, valor semelhante ao do ano de 2020, mantendo-se estável. Pela primeira vez na história, o Sul ultrapassou o Sudeste em volume produzido, representando 33,88% da produção total (nacional), enquanto que a região Sudeste respondeu por 33,86%. O Rio Grande do Sul detém o terceiro lugar da produção nacional, com 4,3 bilhões de litros produzidos (+3,2% se comparado a 2020), contribuindo com 12,4%. A produção

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

é bem distribuída no Estado, destacando-se a região Noroeste, com 2.868.752 mil litros de leite e participação de 8,23% da produção nacional (IBGE, 2021).

Um dos grandes desafios da pecuária leiteira é a adaptação da criação de animais produtivos frente às variações do ambiente ocorridas nos últimos anos. Dentre as variáveis meteorológicas, a temperatura do ar atua de forma complexa nos sistemas de produção de animais de interesse zootécnico. Inclui-se a produção leiteira que é particularmente sensível às variações ambientais, devido à alta taxa e demanda metabólicas nas fêmeas lactantes e gestantes, dificultando as trocas de calor corporal com o meio-ambiente.

O estresse térmico, seja pelo calor ou frio, é um dos fatores que pode ser a causa do desequilíbrio da homeostase (GARCIA, 2013). Um animal sofre estresse térmico quando produz mais calor do que pode dissipar. Para se ajustar, ele é obrigado a reduzir o consumo de alimentos e sua produção necessariamente declina (BOND, 1954).

Os bovinos são animais homeotérmicos, isto é, capazes de manter a temperatura corporal independente das variações da temperatura ambiente, para isso o animal lança mão de mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais para manter sua temperatura corporal (PERISSINOTO, 2003). Existe uma faixa de temperatura ambiente, Zona de Conforto Térmico (ZCT), dentro da qual o animal apresenta metabolismo mínimo, sem demonstrar quaisquer sintomas de desconforto térmico, não ativando os mecanismos físicos e químicos de termorregulação (SOUSA JUNIOR, 2008). De acordo com Nääs (1989), a faixa de termoneutralidade para vacas holandesas em lactação, em função da umidade relativa do ar e radiação solar, poderia ser restringida de 7°C a 21°C.

O estresse calórico acontece quando as altas temperaturas aliadas à alta produção de calor metabólico resultam em um estoque de calor corporal excedente, e o animal não consegue eliminá-lo para o ambiente (AZEVEDO; ALVES, 2009). Esse fator depende principalmente da oscilação da temperatura do ar durante o dia e a noite. Se a temperatura à noite não for menor que 21°C por um tempo de três a seis horas, o animal não tem capacidade suficiente de perder todo o calor que foi adquirido durante o dia anterior (SILANIKOVE, 2000).

No metabolismo animal, a homeotermia aparece como prioridade frente às funções produtivas, desta forma, um dos pontos comprometidos devido ao estresse

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

calórico são a produção leiteira e a reprodução (SILVA FILHO, 2013). Estudos ilustram efeitos imediatos dos fatores ambientais muito diversos afetando a eficiência reprodutiva levando a alterações genéticas, fenotípicas, e também em nível comportamental, podendo impactar significativamente no crescimento, produção de leite, expressão do estro, maturação oocitária, fertilização e desenvolvimento embrionário. Nesse sentido, na região Sul do Brasil, na qual ainda há uma grande produção a pasto, portanto, com os animais mantidos desabrigados na maior parte do tempo, o ambiente e, conseqüentemente, as condições meteorológicas, exercem papel fundamental no processo.

É reconhecida a diferença entre os animais em sua capacidade de enfrentar as variações do meio em que vivem. Assim, muitos pesquisadores tentaram estabelecer critérios de classificação dos diversos ambientes e combinações dos elementos que influenciam no conforto térmico, destacando-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (THOM, 1959).

O ITU considera os efeitos associados da temperatura do ar e umidade relativa do ar, sendo utilizado pela maioria dos pesquisadores para avaliação do conforto em animais, já que é de fácil obtenção (BUFFINGTON *et al.*, 1981). Utiliza-se um banco de dados climáticos, associando-se a temperatura ambiente à umidade relativa do ar ou temperatura de ponto de orvalho e combina-se no índice.

Um estudo mais detalhado do ITU constitui importante instrumento indicativo de conforto e/ou desconforto a que os animais são submetidos, auxiliando na escolha do local e dos meios mais adequados de acondicionamento térmico, tornando-se assim um importante recurso zootécnico para aumentar a eficiência da produção, pela distribuição de animais adequados a determinadas regiões (SCHÜTZ; SANDRA, 2007) e estabelecer estratégias de manejo que mitiguem os efeitos ambientais.

O objetivo deste comunicado é descrever as condições meteorológicas (precipitação pluvial, temperatura e umidade do ar) ocorridas no inverno (junho, julho e agosto) de 2022, documentar e identificar as faixas de conforto/desconforto térmico às quais os animais foram submetidos, e estimar os efeitos na produção de leite durante o período no Rio Grande do Sul.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

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 da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR), nos meses junho, julho e agosto de 2022 (inverno), conforme delimitação climatológica usada por Berlatto e Cordeiro (2017); Junges (2018), representativas 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 e Grandes Lagos), conforme Maluf e Caiaffo (2001) (Figura 1).

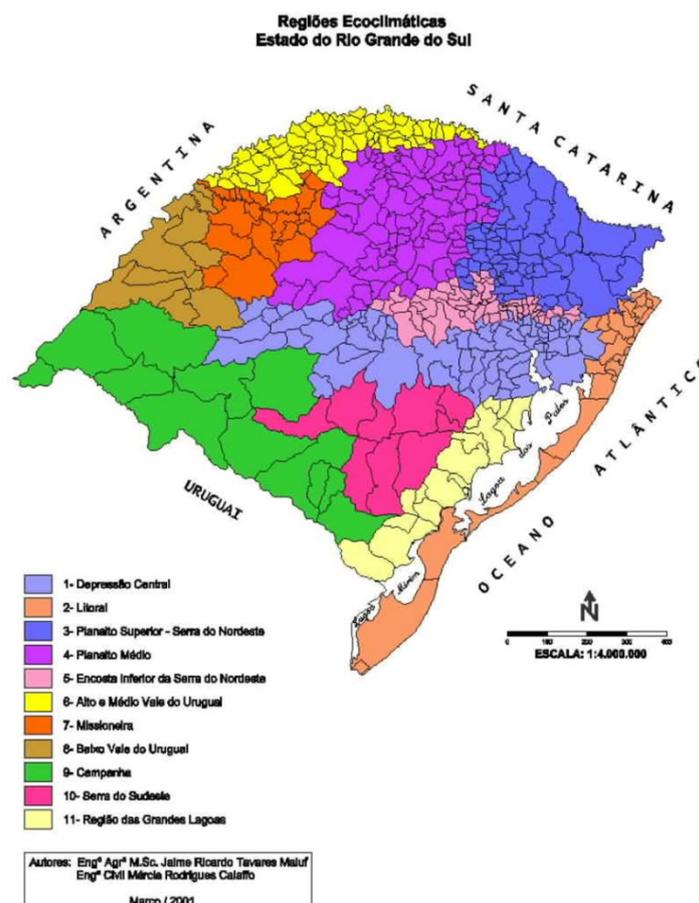


Figura 1. Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Fonte: Maluf e Caiaffo, 2001

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

2.1 Precipitação Pluvial

Em **junho**, a precipitação pluvial mensal foi superior a 100 mm na maior parte do Estado. As precipitações pluviais mensais foram superiores a 125 mm na metade norte, atingindo, inclusive, volumes acima de 200 mm na região do Planalto, Serra do Nordeste e Campos de Cima da Serra. Na porção central do Estado, os volumes ficaram entre 100 mm e 150 mm e, na porção sul, Litoral Norte e parte da Fronteira Oeste, os totais mensais ficaram abaixo de 100 mm (Figura 2A). Na comparação com a média histórica (Normal Climatológica Padrão - NCP 1991-2020), foi possível observar que, em grande parte do Estado, a precipitação pluvial mensal de junho de 2022 foi próxima da média. No entanto, na porção norte ocorreu anomalias positivas (totais mensais acima da média histórica), especialmente no Planalto, Serra do Nordeste e Campos de Cima da Serra, e, na porção sul e no Litoral Norte ocorreram anomalias negativas (totais mensais abaixo da média histórica) (Figura 2B).

Em **julho**, a precipitação pluvial mensal foi superior a 100 mm em praticamente todo o Estado. Na maior parte da Campanha, Depressão Central e Região Metropolitana, os volumes variaram entre 150 e 200 mm, enquanto no Litoral e Serra ficaram entre 100 e 125 mm. Na parte Sul, registraram-se os maiores volumes, superiores a 250 mm em Pelotas e Pinheiro Machado. Apenas na região norte, especialmente no Planalto, os volumes de precipitação variaram entre 50 e 75 mm (Figura 2C). Em comparação com a média histórica (NCP 1991-2020), em julho se observa que grande parte da região central do Estado ficou com valores dentro da normalidade. A região da Campanha, parte da região Central e Sul registraram chuvas acima da média, enquanto na porção Norte, incluindo Planalto, Serra do Nordeste e Litoral Norte foram registrados volumes de precipitação abaixo da normal (Figura 2D).

O mês de **agosto** apresentou precipitações pluviais uniformes na maior parte do RS, com a ocorrência de chuvas expressivas, sobretudo na Campanha e no Norte e Nordeste. Apenas em parte da região da Fronteira Oeste, entorno de São Borja, os volumes registrados foram menores. Os maiores volumes ocorreram na Campanha, com 199 mm em Bagé. Na região da Serra, Canela registrou 183 mm e na região Central do Estado, Venâncio Aires 181 mm. No restante do Estado, os volumes de precipitação variaram entre 90 e 140 mm. Os menores volumes ocorreram em Itaqui com 65 mm e São Borja, com apenas 52 mm no mês de agosto (Figura 2E). Na comparação com a média histórica (NCP 1991-2020), a precipitação pluvial de agosto

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

foi considerada próxima da média (dentro da normalidade) em grande parte do Estado, com pequenas áreas na região Central e Litoral Norte ligeiramente abaixo da normal. Apenas na região da Campanha, os volumes ficaram acima da normal (Figura 2F).

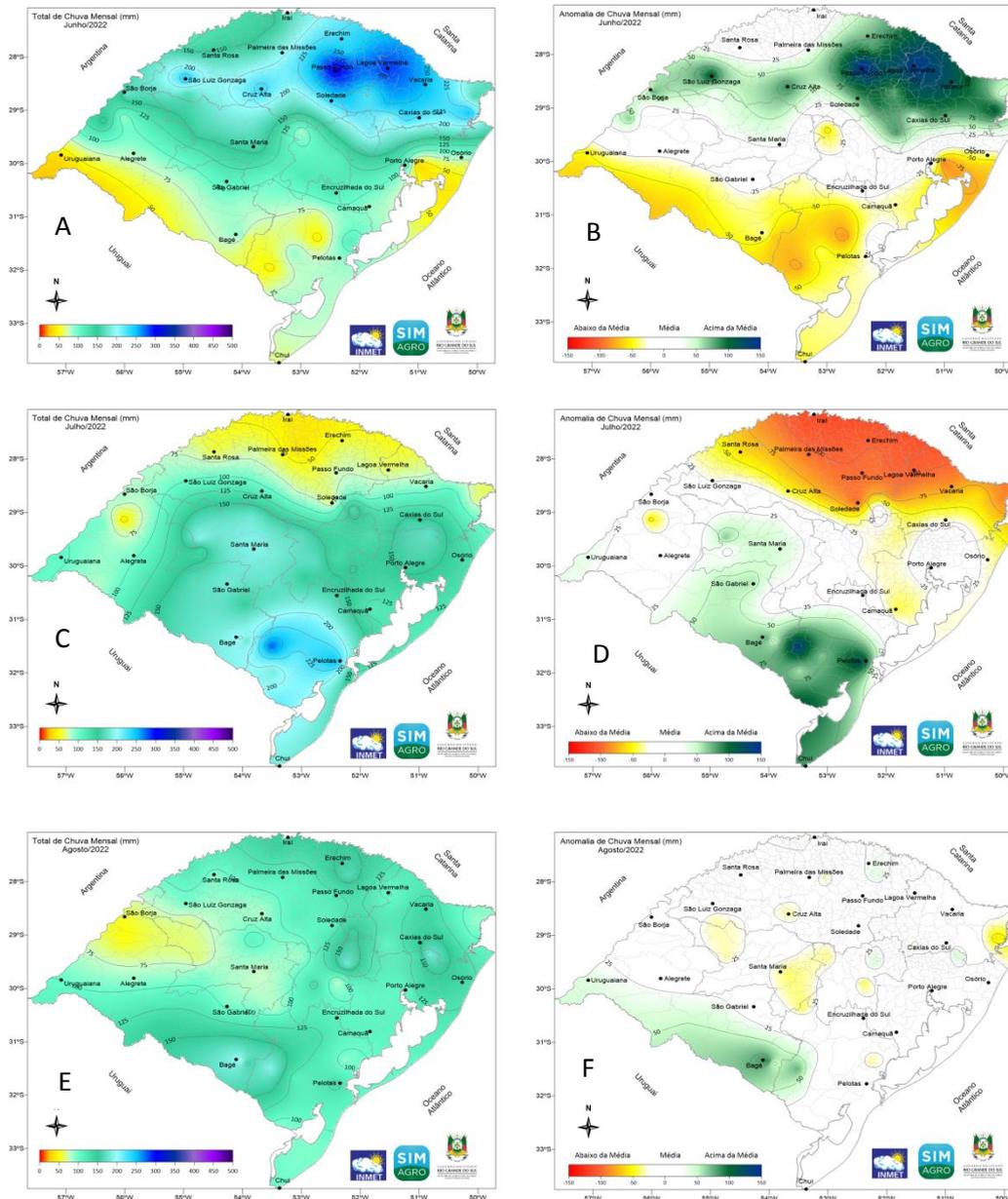


Figura 2. Total de chuva acumulada (mm) de junho a agosto de 2022 (A, C, E) e desvio da Normal Climatológica Padrão (1991-2020) dos meses de junho a agosto (mm) (B, D, F) no Rio Grande do Sul.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Na Tabela 1, visualiza-se a precipitação pluvial ocorrida e o desvio da normal climatológica (em mm) dos municípios analisados. A precipitação pluvial ocorrida no mês de junho variou de 69 mm em Pinheiro Machado a 313 mm em Passo Fundo. A precipitação total mensal ficou abaixo da média climatológica em 11 municípios e acima da média climatológica em sete (07). No mês de julho, a precipitação variou de 34 mm em Getúlio Vargas a 283 mm em Jaguarão. Com relação à normal climatológica, apenas quatro (4) locais ficaram com precipitação acima da média. Em agosto, a precipitação variou de 32 mm em São Borja a 140 mm em Vacaria, e apenas o último apresentou precipitação acima da normal climatológica.

Tabela 1. Precipitação pluvial mensal ocorrida (mm) nos meses de junho, julho e agosto de 2022 e Normal Climatológica Padrão (1991-2020) em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	Junho		Julho		Agosto	
		Prec	Normal	Prec	Normal	Prec	Normal
Planalto Médio	Passo Fundo	313	158	73	163	121	131
	Getúlio Vargas	135	159	34	164	87	126
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	96	129	197	165	110	121
	Encruzilhada do Sul	122	136	182	174	114	125
	Pinheiro Machado	69	128	130	137	103	115
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	203	147	148	179	105	134
	Vacaria	312	136	87	170	140	120
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	198	126	130	168	126	125
	Sobradinho	44	140	91	156	85	122
Vale do Uruguai	Santa Rosa	147	146	58	118	93	99
	Porto Vera Cruz	95	134	48	116	68	94
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui	97	91	49	74	31	57
	São Borja	147	100	81	74	32	66
Depressão Central	Santa Maria	147	133	181	147	69	114
	Porto Alegre	99	130	150	164	104	120
Misioneira	Bossoroca	77	132	50	126	34	101
	São Luiz Gonzaga	219	133	92	124	89	105
Grandes Lagos	Jaguarão	85	118	283	110	92	112

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

2.2 Temperatura do Ar

As temperaturas do ar, médias mensais e mínimas e máximas absolutas dos municípios avaliados podem ser visualizadas na Tabela 2. O mês de **junho** registrou temperaturas baixas no Estado, pelas incursões de massas de ar frio, que ocasionaram registros de temperaturas mínimas negativas, além da ocorrência de geada (CARDOSO *et al.*, 2022). A temperatura média em junho variou de 10,1°C (Jaguarão) a 13,9°C (Porto Vera Cruz), ficando abaixo da Normal Climatológica na maioria das regiões. As temperaturas mínimas absolutas registradas variaram entre – 2,4°C (Getúlio Vargas) no Planalto médio e 3,6°C (Porto Alegre) na Depressão Central. A maior temperatura máxima absoluta foi de 27,8°C (Sobradinho) na Encosta Inferior da Serra e a menor de 20,1°C (Pinheiro Machado) na Serra do Sudeste (Tabela 2).

O mês de **julho** foi marcado pela ocorrência de temperaturas do ar acima da média histórica em todo o Estado, sendo considerado pelo INMET o mês de julho mais quente desde 1961 (INMET, 2022; TAZZO *et al.*, 2022). A temperatura média em julho variou entre 13,1°C (Jaguarão) a 18,9°C (São Luiz Gonzaga), enquanto as temperaturas mínimas absolutas foram positivas entre 0,4°C (Getúlio Vargas) e 5,9°C (Itaqui) no Baixo Vale do Uruguai. As máximas absolutas de julho variaram entre 30,1°C (Santa Maria) e 23,9°C (Pinheiro Machado) (Tabela 2).

As temperaturas do ar permaneceram mais baixas na maioria das áreas do Estado durante o mês de **agosto**. O ingresso de massas de ar frio proporcionou períodos com registro de temperaturas negativas e formação de geadas em várias regiões. De forma geral, os valores registrados nas temperaturas médias mínimas e temperaturas médias máximas ficaram abaixo da normal climatológica na maioria das regiões (JUNGES *et al.*, 2022). A temperatura média em agosto variou entre 12°C (Caçapava do Sul) a 15,8°C (São Luiz Gonzaga), as mínimas absolutas registradas variaram de –2,7°C (Vacaria) a 4,0°C (Porto Alegre), enquanto as temperaturas máximas absolutas foram de 31,9°C (Porto Alegre) a 25,5°C (Jaguarão) (Tabela 2).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Tabela 2. Temperaturas do ar (°C), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	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	11,6	15,8	13,2	0,0	2,1	0,6	24,5	25,9	26,1
	Getúlio Vargas	10,8	14,1	11,9	-2,4	0,4	-2,4	24,4	27,1	28,1
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	10,6	14,1	12,0	0,7	3,2	2,0	20,3	26,9	27,2
	Encruzilhada do Sul	11,0	14,5	12,7	-0,1	4,3	2,3	21,1	27,7	27,7
	Pinheiro Machado	10,2	13,5	11,9	-0,4	3,3	1,6	20,1	23,9	25,9
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	11,1	15,8	13,3	-0,7	4,0	0,6	21,9	26,8	27,4
	Vacaria	9,8	13,7	11,0	-2,3	1,2	-2,7	22,9	25,3	25,8
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	12,9	17,0	14,8	0,5	3,2	1,6	24,0	29,6	31,0
	Sobradinho	13,4	15,7	11,6	0,2	3,5	-1,2	27,8	27,0	21,3
Vale do Uruguai	Santa Rosa	13,4	18,3	15,5	-0,5	2,7	0,6	24,6	30,0	31,1
	Porto Vera Cruz	13,9	18,7	16,0	0,8	3,6	2,1	21,2	28,4	29,8
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui	12,5	17,2	14,7	1,2	5,9	2,3	22,9	29,7	31,0
	São Borja	13,1	18,2	15,4	1,1	5,7	1,1	22,9	29,7	31,0
Depressão Central	Santa Maria	11,7	16,1	13,8	1,1	3,3	1,2	22,0	30,1	31,8
	Porto Alegre	13,1	16,4	15,2	3,6	5,7	4,0	24,2	30,0	31,9
Missioneira	Bossoroca	12,9	17,5	14,7	1,6	5,1	2,2	22,7	28,9	28,8
	São Luiz Gonzaga	13,5	18,9	15,8	1,7	4,3	2,6	24,2	30,0	31,8
Grandes Lagos	Jaguarão	10,1	13,1	12,4	-0,1	2,1	1,8	21,0	27,1	25,5

2.3 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa média do ar (UR) no mês de **junho** variou de 83% (Caçapava do Sul, Encruzilhada do Sul, Sobradinho, Santa Rosa e São Luiz Gonzaga) a 92% em Passo Fundo. Em **julho**, variou de 73% em Santa Rosa a 92% em Jaguarão, e, em **agosto**, de 73% em Santa Rosa a 88% em Sobradinho (Tabela 3). Os menores valores médios de umidade relativa absoluta do ar ocorreram em agosto (34%), seguido de junho (37%) e julho (44%), mantendo-se na faixa dos 38%. Em termos de valores máximos, não houve grande variação nos meses analisados, ficando próximo dos 100%. De forma geral, a umidade relativa do ar foi elevada durante todo o trimestre (junho, julho, agosto).

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Tabela 3. Umidade relativa do ar (UR) (%), médias mensais, e valores mínimos e máximos absolutos nos meses de junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Município	UR Média (%)			UR Mínima Absoluta (%)			UR Máxima Absoluta (%)		
		Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago
Planalto Médio	Passo Fundo	92	88	87	43	46	40	99	99	99
	Getúlio Vargas	85	88	84	43	46	40	99	99	99
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	83	85	82	33	52	31	100	100	100
	Encruzilhada do Sul	83	85	82	30	46	31	100	100	100
	Pinheiro Machado	85	89	84	41	46	41	99	99	99
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	84	78	77	41	37	31	98	97	97
	Vacaria	89	81	82	22	36	29	100	100	100
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	86	82	81	29	37	28	98	97	98
	Sobradinho	83	86	88	45	54	42	98	98	98
Vale do Uruguai	Santa Rosa	83	73	73	32	29	29	97	97	96
	Porto Vera Cruz	90	82	82	45	45	38	98	98	98
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui	87	86	82	43	54	40	97	96	96
	São Borja	85	78	75	29	41	31	99	98	97
Depressão Central	Santa Maria	90	87	85	35	40	32	100	100	100
	Porto Alegre	84	84	79	39	43	29	98	97	97
Misioneira	Bossoroca	86	83	82	46	50	45	99	98	98
	São Luiz Gonzaga	83	74	74	32	39	33	100	99	99
Grandes Lagos	Jaguarão	88	92	87	41	43	29	100	100	100

3 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU

A fim de estabelecer critérios de classificação dos diversos ambientes e combinações dos elementos que influenciam no conforto térmico dos bovinos leiteiros, utilizou-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (THOM, 1959), que considera os efeitos associados da temperatura do ar e da umidade relativa do ar.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Portanto, nesta sessão, apresentam-se os valores médios do ITU calculados (Tabela 4) nos municípios distribuídos em nove Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul (MALUF; CAIAFFO, 2001), ao longo do inverno (junho, julho, agosto) de 2022.

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 = ≤ 70 , condição não estressante, faixa dentro do conforto térmico;

ITU2 = 71-78, condição de estresse térmico (71-75 atenção e 75-78, situação de alerta);

ITU3 = 79-83, 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, nos meses de junho, julho e agosto de 2022. Os dados meteorológicos foram provenientes das redes de estações meteorológicas do INMET e SEAPDR, localizadas nas diferentes regiões ecoclimáticas do Estado.

Contabilizou-se o número de horas mensais e o número total de horas avaliados (estação de inverno) para cada município e os percentuais dentro de cada faixa do ITU.

Para o mês de **junho**, em todas as regiões do Estado, os valores médios do ITU ficaram dentro da faixa de conforto térmico, sendo que a média foi de 56,6, variando de 53,8 em Vacaria a 59,4 no município de Porto Vera Cruz. O ITU mínimo registrado neste mês (37,7) ocorreu em Getúlio Vargas e o máximo (75,1), já conferindo estresse térmico, em Sobradinho (Tabela 4).

Observa-se que a umidade relativa média do ar não teve grande variação entre os municípios de Vacaria (89%), Porto Vera Cruz (90%), Getúlio Vargas (85%) e Sobradinho (83%) (Tabela 3). Portanto, o que determinou as diferenças dos valores do ITU foi a temperatura média do ar. A temperatura média do ar mensal de Vacaria foi de

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

9,8°C, a menor média registrada entre as regiões estudadas, Getúlio Vargas foi de 10,8°C e Porto Vera Cruz, 13,9°C (Tabela 2), determinando valores mínimos do ITU para Getúlio Vargas, que registrou a menor temperatura do ar (-2,4°C), assim como Vacaria (-2,3°C), e ITU máximo para Sobradinho, que apresentou a maior temperatura máxima do ar registrada (27,8°C).

Tabela 4. Índice de Temperatura e Umidade (ITU), médias mensais, e valores mínimos e máximos nos meses de junho, julho e agosto de 2022 em 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	56,0	61,0	57,9	40,5	44,5	41,6	69,3	71,8	72,5
	Getúlio Vargas	55,4	59,6	56,5	37,7	41,5	37,7	71,4	73,8	75,0
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	54,6	59,6	56,5	41,0	45,0	43,8	65,2	72,9	73,5
	Encruzilhada do Sul	55,0	60,0	57,0	45,5	46,3	43,6	66,7	71,4	73,0
	Pinheiro Machado	54,2	58,9	56,4	39,8	45,4	42,7	66,7	71,4	73,1
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	55,3	61,1	57,7	40,2	47,0	42,0	67,8	72,7	72,9
	Vacaria	53,8	58,5	55,0	38,1	43,0	38,0	65,7	69,4	70,9
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	57,8	63,1	60,0	41,7	45,5	43,7	70,3	76,2	76,5
	Sobradinho	58,4	61,6	56,2	41,2	45,7	39,3	75,1	74,4	68,3
Vale do Uruguai	Santa Rosa	58,3	64,1	60,4	40,5	44,9	42,2	71,4	75,8	76,3
	Porto Vera Cruz	59,4	65,3	61,7	42,1	45,9	43,8	73,0	79,7	81,1
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui	57,4	63,7	60,0	42,3	48,9	43,8	68,2	77,5	77,9
	São Borja	58,0	64,4	60,4	42,6	48,8	42,6	69,3	77,4	77,1
Depressão Central	Santa Maria	56,4	62,1	58,9	42,8	46,7	43,1	67,3	76,9	77,7
	Porto Alegre	58	62,4	60,3	46,1	48,7	46,1	70	77	77,2
Missioneira	Bossoroca	57,9	63,9	60,1	42,6	47,8	43,2	70,3	76,7	77,0
	São Luiz Gonzaga	58,5	65,0	60,8	43,3	47,6	43,9	71,0	77,0	77,9
Grandes Lagos	Jaguarão	54,2	58,5	57,2	41,8	44,5	43,6	66,3	74,8	73,4
Média		56,6	61,8	58,5	41,4	46,0	42,4	69,3	75,0	75,2

Já no mês de **julho**, o valor médio do ITU foi de 61,8, variando de 58,5 a 65,3 nos municípios de Vacaria e Jaguarão, e Porto Vera Cruz, respectivamente. O ITU mínimo registrado foi de 41,5 em Getúlio Vargas e o máximo de 79,7 em Porto Vera Cruz (Tabela 4). O valor médio do ITU foi o mais elevado da estação, uma vez que, foi

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

marcado pela ocorrência de temperaturas do ar acima da média histórica em todo o Estado, sendo considerado pelo INMET o mês de julho mais quente desde 1961.

Observa-se que a umidade relativa do ar teve pouca variação entre os municípios de Getúlio Vargas (88%), Vacaria (81%), Jaguarão (92%) e Porto Vera Cruz (82%). Portanto, assim como no mês anterior, o que determinou as diferenças dos valores do ITU foi a temperatura média do ar, com exceção do ITU máximo em que houve efeito da umidade relativa do ar. Vacaria e Jaguarão registraram as menores temperaturas médias do ar mensais (13,7°C e 13,1°C), e, portanto, os menores valores médios do ITU para este mês. Getúlio Vargas, embora apresentasse temperatura média do ar superior aos dois municípios (14,1°C), registrou a mínima do mês (0,4°C) e, conseqüentemente, o ITU mínimo. Porto Vera Cruz, registrou o ITU máximo, no entanto em São Luiz Gonzaga, onde foram registradas a maior temperatura média do ar (18,9°C) e, também, a segunda maior temperatura máxima do ar (30°C), por ter uma umidade relativa média do ar mais baixa, 74%, não atingiu o ITU máximo, ficando em 77. Em ambos os municípios, o ITU máximo indicou situação de estresse térmico exigindo maiores cuidados com a condição dos animais.

Em **agosto**, os valores médios de ITU ficaram entre 55 (Vacaria) e 61,7 (Porto Vera Cruz). Assim como no mês de junho, o valor mínimo do ITU foi registrado em Getúlio Vargas, com 37,7, e o valor máximo, pelo segundo mês consecutivo, em Porto Vera Cruz, com 81,1, valor indicando situação de estresse térmico severo.

Considerando os valores médios do ITU, Vacaria foi o município que registrou os menores valores nos meses de inverno de 2022 e Porto Vera Cruz, os valores máximos nos três meses consecutivos. Já, para os valores mínimos de ITU encontrados, Getúlio Vargas apresentou os menores valores nos três meses avaliados. O município de Porto Vera Cruz se destacou nos meses de julho e agosto com os valores máximos de ITU, configurando situação de estresse térmico aos animais.

Observa-se uma grande amplitude entre as temperaturas mínimas e máximas do ar ocorridas no Rio Grande do Sul e, considerando que para o cálculo do ITU é utilizado o valor médio da temperatura do ar, o animal poderia, em algum momento do dia, encontrar-se em situação de estresse térmico.

Portanto, é importante considerar o número de horas, ou percentual de tempo, a que estes animais foram submetidos a tal estresse. Para elucidar esta questão, foi

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

contabilizado o número de total de horas diárias para cada mês avaliado e o percentual destas, dentro de cada faixa do ITU (Tabela 5).

O total de horas levantadas durante o inverno de 2022, considerando os municípios representativos das regiões ecoclimáticas foi da ordem de 39.521h e, em média, avaliou-se 2.195,6 h nos três meses. O maior número de horas avaliadas foi em Passo Fundo, Vacaria, São Borja e Jaguarão, com 2208h e o menor em Teutônia, com 2187h (Tabela 5).

Embora tenham sido registrados valores de ITU considerados fora da faixa de conforto térmico, observamos na Tabela 5, que a maior parte do período do inverno de 2022, os animais encontravam-se em condições não estressantes em relação às condições meteorológicas. No entanto, em nenhum dos municípios se observou 100% de conforto térmico em todos os meses considerados.

No mês de **junho**, em média, todos os municípios avaliados estiveram dentro da faixa de conforto térmico durante 99,5% do período, com valores de ITU ≤ 70 (ITU1), sendo 13 deles com 100% e cinco (5) com valores entre 98,2% (Porto Vera Cruz) e 99,7% (Teutônia). Em um pequeno percentual do mês, foram registrados valores de ITU2 (71-78), condição de estresse térmico, variando de 0,8% em Santa Rosa a 5,1% em Sobradinho. Porto Vera Cruz foi o único município em que foram registradas condições estressantes severas, com ITU3 (79-83), no entanto, em um curto período do mês (1,8%).

Já, em **julho**, os animais não sofreram com o estresse térmico durante, em média, 88,2% do período, com percentuais de ITU1 variando de 72,8% em Porto Vera Cruz a 100% em Vacaria. Para o ITU2, condição estressante, observou-se percentual mínimo igual a 0% em Vacaria e o máximo de 23,4% em São Luiz Gonzaga. Neste mês, também foi registrada situação de perigo para os animais (ITU3), somente em Porto Vera Cruz, durante 26,9% do período.

Em **agosto**, na maior parte do período observado (95,2%) não foram registradas condições térmicas estressantes aos animais. Para o ITU1, encontrou-se percentual variando de 86,2% em Porto Vera Cruz a 100% em Sobradinho. Já, registros de ITU2 foram observados na grande totalidade das regiões, excetuando-se Sobradinho. O município com o maior percentual registrado foi São Luiz Gonzaga com 9,4% do período. Assim como no mês anterior, somente em Porto Vera Cruz, situação de perigo foi observada em 12,9% do período avaliado.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Portanto, no município de Porto Vera Cruz foram observados períodos de estresse térmico em todos os meses do inverno de 2022, incluindo condições de estresse severo, colocando os animais em situação de perigo (ITU3 = 79-83), principalmente no mês de julho (26,9% do período).

Em nenhuma das regiões ecoclimáticas avaliadas foram registradas condições de estresse crítico, com valores de ITU4 \geq 83, que colocassem os animais em condição emergencial durante o inverno de 2022.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Tabela 5. Número total de horas mensais e na estação do ano, percentuais de horas em ITU1, ITU2 e ITU3, nos meses de junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	ITU % horas Município	Total de horas/Mês			Total horas /Estação do ano	ITU 1 (≤ 70)			ITU 2 (71-78)			ITU 3 (79-83)		
		Jun	Jul	Ago		Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago	Jun	Jul	Ago
Planalto Médio	Passo Fundo	720	744	744	2208	100,0	96,1	98,0	0,0	3,9	2,0	0,0	0,0	0,0
	Getúlio Vargas	715	739	739	2193	99,0	87,6	96,3	1,0	12,4	3,7	0,0	0,0	0,0
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	711	738	742	2191	100,0	97,7	98,4	0,0	2,3	2,3	0,0	0,0	0,0
	Encruzilhada do Sul	718	740	743	2201	100,0	97,2	98,0	0,0	2,8	2,0	0,0	0,0	0,0
	Pinheiro Machado	715	739	739	2193	100,0	97,8	99,1	0,0	2,2	0,9	0,0	0,0	0,0
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	715	740	741	2196	100,0	96,9	97,4	0,0	3,1	2,6	0,0	0,0	0,0
	Vacaria	720	744	744	2208	100,0	100,0	99,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	701	744	742	2187	99,7	82,8	93,1	0,3	17,2	6,9	0,0	0,0	0,0
	Sobradinho	711	739	739	2189	94,9	91,6	100,0	5,1	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Vale do Uruguai	Santa Rosa	716	741	739	2196	99,2	80,8	91,2	0,8	19,2	8,8	0,0	0,0	0,0
	Porto Vera Cruz	714	739	739	2192	98,2	72,8	86,2	0,0	0,3	0,9	1,8	26,9	12,9
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui	713	739	740	2192	100,0	84,0	93,3	0,0	16,0	7,6	0,0	0,0	0,0
	São Borja	720	744	744	2208	100,0	80,0	92,9	0,0	20,0	7,1	0,0	0,0	0,0
Depressão Central	Santa Maria	709	724	736	2169	100,0	85,1	95,5	0,0	14,9	4,5	0,0	0,0	0,0
	Porto Alegre	717	739	744	2200	100,0	90,5	93,5	0,0	9,5	6,5	0,0	0,0	0,0
Missioneira	Bossoroca	715	739	739	2193	100,0	81,9	92,3	0,0	18,1	7,7	0,0	0,0	0,0
	São Luiz Gonzaga	719	736	742	2197	100,0	76,6	90,6	0,0	23,4	9,4	0,0	0,0	0,0
Grandes Lagos	Jaguarão	720	744	744	2208	100,0	98,5	98,7	0,0	1,5	1,3	0,0	0,0	0,0
Média		714,9	739,6	741,1	2195,6	99,5	88,2	95,2	0,4	9,7	4,1	0,0	1,0	1,0

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

4 ESTIMATIVAS DOS EFEITOS DO ITU NA PRODUÇÃO DE LEITE

Para estimar os efeitos das variáveis meteorológicas, através dos valores de ITU, ocorridos nos meses de inverno de 2022, na produção de leite nas regiões ecoclimáticas avaliadas, utilizou-se a seguinte equação, 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 os seguintes níveis de produção: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 kg dia^{-1} , representando os diferentes níveis encontrados nas regiões ecoclimáticas avaliadas. Esses valores foram utilizados como referência, considerando que os animais se encontravam em uma situação de termoneutralidade, ou seja, sua produção normal, sem estresse. Para a análise e a caracterização da ocorrência de períodos críticos, foram consideradas as classes do ITU já descritas anteriormente.

Na tabela 6 constam os valores médios estimados de queda de produção de leite para cada município das diferentes regiões ecoclimáticas e em oito (8) níveis de produção nos meses de inverno de 2022.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia

Inverno 2022

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 junho, julho e agosto de 2022 em regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Região Ecoclimática	Níveis de produção 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		-1,1	-1,2		-1,2	-1,3		-1,3	-1,4		-1,4	-1,5
	Getúlio Vargas	-1,2	-1,2	-1,4	-1,2	-1,4	-1,4	-1,3	-1,6	-1,9	-1,4	-1,8	-2,2
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul		-1,2	-1,2		-1,4	-1,4		-1,5	-1,5		-1,6	-1,7
	Encruzilhada do Sul		-1,2	-1,3		-1,4	-1,5		-1,6	-1,7		-1,7	-1,9
	Pinheiro Machado		-1,1	-1,2		-1,2	-1,4		-1,3	-1,5		-1,3	-1,7
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves		-1,2	-1,2		-1,3	-1,3		-1,4	-1,4		-1,5	-1,5
	Vacaria			-1,1			-1,2			-1,2			-1,4
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	-1,1	-1,3	-1,4	-1,1	-1,6	-1,7	-1,1	-1,9	-2,0	-1,1	-2,2	-2,4
	Sobradinho	-1,3	-1,3		-1,5	-1,5		-1,8	-1,7		-2,0	-1,9	
Vale do Uruguai	Santa Rosa	-1,1	-1,4	-1,4	-1,2	-1,7	-1,8	-1,2	-2,0	-2,1	-1,3	-2,3	-2,5
	Porto Vera Cruz	-1,2	-1,5	-1,5	-1,3	-2,0	-2,0	-1,4	-2,5	-2,5	-1,6	-3,0	-3,0
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui		-1,4	-1,4		-1,7	-1,8		-2,1	-2,2		-2,4	-2,5
	São Borja		-1,4	-1,4		-1,7	-1,7		-2,0	-2,1		-2,3	-2,4
Depressão Central	Santa Maria		-1,3	-1,5		-1,5	-1,9		-1,7	-2,3		-1,9	-2,7
	Porto Alegre		-1,3	-1,4		-1,6	-1,7		-1,8	-2,0		-2,1	-2,3
Misioneira	Bossoroca	-1,1	-1,4	-1,4	-1,1	-1,7	-1,7	-1,1	-2,0	-2,0	-1,1	-2,3	-2,3
	São Luiz Gonzaga	-1,2	-1,4	-1,4	-1,3	-1,7	-1,7	-1,4	-2,0	-2,0	-1,5	-2,3	-2,4
Grandes Lagos	Jaguarão		-1,4	-1,3		-1,6	-1,4		-1,9	-1,6		-2,2	-1,8
Média		-1,2	-1,3	-1,3	-1,2	-1,5	-1,6	-1,3	-1,8	-1,8	-1,4	-2,0	-2,1

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Região Ecoclimática	Níveis de produção Município/mês	DPL 25			DPL 30			DPL 35			DPL 40		
		Jun	Jul	Ago									
	Passo Fundo		-1,4	-1,6		-1,5	-1,7		-1,6	-1,9		-1,6	-2,0
	Getúlio Vargas	-1,5	-1,9	-2,5	-1,5	-2,1	-2,8	-1,6	-2,3	-3,0	-1,7	-2,4	-3,3
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul		-1,2	-1,2		-1,9	-1,9		-2,1	-2,1		-2,2	-2,2
	Encruzilhada do Sul		-1,9	-2,1		-2,1	-2,3		-2,3	-2,5		-2,4	-2,7
	Pinheiro Machado		-1,4	-1,9		-1,5	-2,0		-1,6	-2,2		-1,6	-2,3
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves		-1,6	-1,6		-1,6	-1,7		-1,7	-1,8		-1,8	-1,9
	Vacaria			-1,3			-1,3			-1,3			-1,4
Encosta Inferior da Serra	Teutônia	-1,1	-2,4	-2,7	-1,1	-2,7	-3,0	-1,1	-3,0	-3,3	-1,1	-3,2	-3,7
	Sobradinho	-2,2	-2,2		-2,4	-2,4		-2,7	-2,6		-2,9	-2,8	
Vale do Uruguai	Santa Rosa	-1,3	-2,7	-2,8	-1,4	-3,0	-3,2	-1,4	-3,3	-3,5	-1,5	-3,6	-3,9
	Porto Vera Cruz	-1,7	-3,4	-3,4	-1,8	-3,9	-3,9	-1,9	-4,4	-4,4	-2,0	-4,8	-4,8
Baixo Vale do Uruguai	Itaqui		-2,8	-2,9		-3,1	-3,2		-3,4	-3,6		-3,8	-3,9
	São Borja		-2,6	-2,7		-2,9	-3,0		-3,2	-3,4		-3,5	-3,7
Depressão Central	Santa Maria		-2,2	-3,1		-2,4	-3,5		-2,6	-3,9		-2,8	-4,3
	Porto Alegre		-2,4	-2,6		-2,6	-2,9		-2,9	-3,2		-3,1	-3,5
Missioneira	Bossoroca	-1,1	-2,6	-2,6	-1,1	-2,9	-2,9	-1,1	-3,2	-3,2	-1,1	-3,5	-3,6
	São Luiz Gonzaga	-1,5	-2,6	-2,7	-1,6	-2,9	-3,0	-1,7	-3,2	-3,3	-1,8	-3,5	-3,6
Grandes Lagos	Jaguarão		-2,5	-2,0		-2,8	-2,1		-3,0	-2,3		-3,3	-2,5
Média		-1,5	-2,2	-2,3	-1,6	-2,5	-2,6	-1,6	-2,7	-2,9	-1,7	-3,0	-3,1

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Em termos de perdas estimadas de produção de leite, considerando os efeitos das variáveis meteorológicas, através do cálculo dos valores médios do ITU e da equação DPL, observa-se que o mês de **junho** foi o que apresentou o menor número de municípios (7) com queda estimada para todos os níveis de produção. Destaca-se que Vacaria foi o único onde foram estimadas possíveis perdas somente em agosto, conforme consta na tabela 6, variando de $-1,1 \text{ kg dia}^{-1}$ para vacas com produção de 5 kg dia^{-1} a $-1,4 \text{ kg dia}^{-1}$ para as com 40 kg dia^{-1} . Neste município foram registrados os menores valores médios do ITU nos meses de junho e julho.

Para vacas com produção de leite entre 5 kg dia^{-1} a 20 kg dia^{-1} (Tabela 6), a queda média estimada para a estação de inverno de 2022 variou de $-1,2 \text{ kg dia}^{-1}$ em junho ao máximo de $-2,1 \text{ kg dia}^{-1}$ em agosto, respectivamente. Destacando-se o município de Porto Vera Cruz em que foram estimadas as maiores perdas, variando de $-1,2 \text{ kg dia}^{-1}$, em junho, para vacas com produção de 5 kg dia^{-1} a $-3,0 \text{ kg dia}^{-1}$, em julho e agosto, para vacas com produção de 20 kg dia^{-1} , já que foram observados períodos de estresse térmico em todos os meses do inverno de 2022, incluindo condições de estresse severo, colocando os animais em situação de perigo ($\text{ITU3} = 79-83$), principalmente no mês de julho (26,9% do período).

Já, para vacas com produção entre 25 a 40 kg dia^{-1} de leite, a queda média estimada de produção para os três meses variou de $-1,5 \text{ kg dia}^{-1}$ em junho a $-3,1 \text{ kg dia}^{-1}$ em agosto, respectivamente (Tabela 6). As perdas médias mínimas estimadas ocorreram em junho nos municípios de Teutônia e Bossoroca ($-1,1 \text{ kg dia}^{-1}$) e a máxima ($-4,8 \text{ kg dia}^{-1}$), em agosto, no município de Porto Vera Cruz. Este último foi o que apresentou o maior valor médio do ITU, no mês de agosto, e os maiores valores máximos deste índice nos meses de julho e agosto (Tabela 4).

O aumento de perdas médias estimadas de produção de leite acontece à medida que as vacas apresentam maior produção e são criadas em locais onde há uma associação de temperatura e umidade do ar elevadas. Este fato é explicado pela maior dificuldade que as vacas de alta produção de leite têm em dissipar o calor corporal produzido para o ambiente, nestas condições.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

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

Embora nos meses de inverno não haja uma preocupação dos produtores de leite com as condições ambientais, que possam provocar estresse térmico pelo calor, identificamos situações que devem ser consideradas, principalmente, nos meses de julho e agosto, que apresentaram valores de ITU máximos dentro da faixa de desconforto térmico, por períodos curtos, em todas as regiões ecológicas do Rio Grande do Sul.

Estudos indicam que o estresse térmico afeta negativamente o desempenho das vacas em lactação, resultando em perdas econômicas importantes para os produtores e para a indústria de laticínios. A gravidade destes efeitos aumentará diante da variabilidade das condições meteorológicas, associadas ou não às mudanças climáticas, especialmente se a seleção genética para o crescimento e aumento de produção de leite continuar. Felizmente, grandes avanços na gestão ambiental, incluindo sistemas de refrigeração, podem atenuar os efeitos do estresse térmico na saúde, produção e reprodução (RENAUDEAU *et al.*, 2012).

De uma 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) a maior parte do dia. Nesse sentido, o controle eficiente do ambiente pode utilizar mecanismos naturais ou artificiais para potencializar a dissipação de calor. Entre esses, podem-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, além da introdução de dietas com menor incremento calórico (AZEVEDO; 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).

É importante observar que, independentemente do sistema de manejo utilizado para amenizar o estresse das vacas leiteiras, a utilização de salas de espera (ou salas de pré-ordenha) arrefecidas dá maior conforto e gera maior bem-estar aos animais.

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Deve-se considerar ainda que a ordenha é um momento-chave durante o qual ocorre uma série de mudanças hormonais que levam à ejeção do leite e que, caso o animal esteja estressado, a liberação do leite poderá ser dificultada (AZEVEDO; ALVES, 2009).

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 econômicos de minimizar o calor da radiação solar, mas não altera a temperatura do ar nem umidade relativa que atuam sensivelmente na perda de calor corporal (RENAUDEAU *et al.*, 2012; WEST, 2003; PENNINGTON; VANDEVENDER, 2004).

Vacas com acesso à sombra geralmente produzem 0,7 kg dia⁻¹ mais leite do que vacas sem sombreamento (MULLER; BOTHA; SMITH, 1994; ROMAN-PONCE *et al.*, 1977; SCHÜTZ *et al.*, 2010; FISHER *et al.*, 2008), assim como, a taxa de concepção pode ser aumentada passando de 25,3% para 44,4% (ROMAN-PONCE *et al.*, 1977).

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).

Os benefícios das sombras, e, também, 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. Além de manter o galpão mais frio no verão, o isolamento do telhado também pode reduzir o fluxo de ar frio no inverno. Portanto, dispositivos de sombreamento em pastagens e isolamento de telhados de galpões devem ser usados como possível estratégia no inverno e 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. Existem diferentes materiais que podem ser utilizados, inclusive alternativas de baixo custo como a construção de abrigos para vacas de leite apenas com pilares de toras de eucalipto ou bambu, e

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

cobertura de polipropileno, que garantem aproximadamente 80% de 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 a fim de proporcionar uma melhor circulação do ar, e a renovação do ar deve ser constante. Recomenda-se que a orientação seja no sentido leste-oeste, podendo ter alguma variação de acordo com a região, a fim de aumentar a eficiência do sombrite, com a projeção maior da sombra, e um menor efeito direto dos raios solares (SOUZA, 2010).

A utilização de ar condicionado pode ser uma opção e, provavelmente, a maneira mais eficaz de reduzir e manter a temperatura do ar e a umidade relativa 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 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). De acordo com Carvalho *et al.* (2009), regiões com altos valores de temperatura do ar associado a alta umidade relativa do ar, são limitantes ao uso de sistemas de resfriamento evaporativo, porém durante os meses mais quentes e menos úmidos, estes sistemas apresentam melhor desempenho.

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,

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

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, a demanda de água pelo organismo aumenta, provocando uma maior necessidade de oferta da mesma. O consumo de água pode até dobrar quando a temperatura é excessiva. Baccari Júnior, Johnson e Hahn (1980), ao aumentarem a temperatura ambiente de 30,5°C para 34,3°C e o ITU de 77 para 82 verificaram incremento de 43% no consumo de água por novilhas holandesas.

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 enquanto o consumo de alimentos diminui. Conforme McDowell (1975) uma vaca de 500 kg, em lactação, mantida a uma temperatura de 21°C, beberá em torno de 50 litros de água/dia, mas a 32°C aumentará o consumo em 25% a 100%.

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. Podem ser construídos de diferentes materiais como: alvenaria, chapas galvanizadas, concreto pré-moldado, entre outros. Devem ter, ao redor, uma camada de cascalho, ou similar, compactada, para evitar a formação de lama e atoleiros. O número e a distribuição dos bebedouros variam em função da área das pastagens e a sua capacidade 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 via diminuição do consumo de alimentos e consequente redução da ingestão de energia metabolizável. Temperaturas diárias médias e máximas têm

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

efeitos variáveis sobre a ingestão de alimentos 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 (AZEVEDO; 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).

A queda de ingestão de matéria seca é uma forma de diminuir a produção de calor em ambientes quentes (KADZERE *et al.* 2002). Mais especificamente, a redução para vacas estressadas pelo calor é de cerca de 10 a 15% em relação às vacas resfriadas (MONTEIRO *et al.*, 2014).

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 deprimem consumo de água, atividade física e tempo de ruminação, aumentam a frequência respiratória e reduzem a ingestão de alimentos em até 30% (SILVA *et al.*, 2012).

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

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

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

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Para Cowan, Moss e Kerr (1993), uma vaca em lactação necessita de 10 horas de pastejo diário para consumir o necessário para produzir 12 litros de leite/dia, mas esse tempo é reduzido, principalmente durante o dia, caso a temperatura máxima exceda 27°C.

Em situação de pastejo, o consumo de alimento diminui quando a temperatura ambiente ultrapassa 26°C, ocorrendo também uma inversão dos hábitos alimentares, isto é, com temperatura ambiente superior a 32°C, os animais interrompem o pastejo entre a ordenha da manhã e da tarde e utilizam apenas 7 horas e 30 minutos por dia para pastar no período entre o entardecer e a ordenha da manhã seguinte, comparado com 10 horas de pastejo diário em clima frio (BEEDE; COLLIER, 1986).

As vacas estabuladas apresentam de 10 a 12 períodos de alimentação, com aproximadamente 68% deles ocorrendo entre 6 h e 18 h (VASILATOS; WANGSNESS, 1980). Em torno do meio-dia, a maioria das atividades de alimentação é interrompida e, após as 21h, menos de 10% dos animais são observados se alimentando.

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

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

Comunicado Agrometeorológico Especial – Biometeorologia Inverno 2022

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A precipitação pluvial nos meses de junho, julho e agosto (inverno) de 2022 ficou em torno da média climatológica na maior parte do Estado. Os meses de junho e agosto apresentaram temperaturas do ar abaixo da média, enquanto julho pode ser considerado extremamente quente, com temperaturas do ar acima da média. Os três meses apresentaram umidade relativa do ar elevada, próxima à normal climatológica.
2. Os efeitos da estação de inverno na produção de leite, normalmente, estão relacionados à manutenção das condições corporais dos animais devido, principalmente, a fatores nutricionais associados à baixa qualidade das forragens, caracterizando um período de entressafra. Além disso, estimativas de queda foram registradas nos oito níveis de produção de leite, que se acentuaram em vacas de maior produção, nos três meses e na maior parte das regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. Portanto, além das questões nutricionais, o produtor deve considerar as condições ambientais para estabelecer estratégias de manejo e acondicionamento térmico visando o bem-estar dos animais e para minimizar os efeitos negativos na produção de leite.
3. Medidas que visem mitigar os efeitos de temperatura média do ar e umidade relativa do ar na produção de leite, mesmo durante o inverno, devem ser tomadas, seja para evitar condições de estresse pelo calor, por períodos curtos, ou pelo frio, mas que afetam a produção.
4. No Rio Grande do Sul, o período invernal, em geral, não apresenta maiores problemas de desconforto térmico, em função das menores temperaturas do ar que caracterizam essa estação. Entretanto, variações entre anos (variabilidade interanual) acontecem, como foi observado no mês de julho de 2022, que apresentou temperaturas do ar bastante elevadas, causando, embora em curtos períodos, desconforto térmico nos animais. No inverno de 2022, ocorreram vários problemas, principalmente, pela falta de alimentação, e se associado à ocorrência de estresse térmico, as perdas na produção de leite devem ser consideradas, pois podem afetar, ainda mais, o retorno econômico dos produtores rurais.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

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: 18 out. 2022.

BACCARI JÚNIOR, F.; JOHNSON, H. D.; HAHN, G. L. Compensatory growth of young dairy heifers subjected to heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, p. 4, 1980. Suplemento.

BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 2, p. 543-555, 1986.

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: 18 out. 2022.

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.

BOND, T. E.; KELLY, C. F.; ITTNER, N. R. Radiation studies of pointed shade materials. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, v. 35, n. 6, p. 389-392, 1954.

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.

BUFFINGTON, D. E. *et al.* Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 26, n. 6, p. 1798-1802, 1983. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.33845>. Disponível em: <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp??JID=3&AID=33845&CID=t1983&v=26&i=6&T=1>. Acesso em: 18 out. 2022.

CARDOSO, L. S. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em junho de 2022 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 40, p. 6-18, jun. 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia> Acesso em: 10 out. 2022.

CARVALHO, V. F. *et al.* Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

Ambiental, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 358- 366, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000300020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/QKcgfWMdmMCDySYSXjdwwCG/?lang=pt>. Acesso 20 out. 2022.

COWAN, R. T.; MOSS, R. J.; KERR, D. V. Northern dairy fedbase 2001. 2. Summer feeding systems. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 27, n. 3, p. 150-161, Sep. 1993.

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: 20 out 2022.

FISHER, A. D. *et al.* Effects of shade provision on the behaviour, body temperature and milk production of grazing dairy cows during a New Zealand summer. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 51, n. 2, p. 99–105, 2008.

GARCIA, A. R. Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 37, n. 2, p. 121-130, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/963428/1/PROCI2013.00081.pdf>. Acesso: 19 out. 2022.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da Pecuária Municipal 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2021_v49_br_informativo.pdf. Acesso em: 17 out. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Julho de 2022 foi o mais quente já registrado no Brasil desde 1961**. INMET, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/julho-de-2022-foi-o-mais-quente-j%C3%A1-registrado-no-brasil-desde-1961> Acesso em: 10 ago. 2022

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: 19 ago 2022.

JUNGES, A. H. *et al.*, 2022. Condições meteorológicas ocorridas em agosto de 2022 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**. Porto Alegre, n. 42, p. 6-20, ago. 2022a. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia> Acesso em: 10 out. 2022.

KADZERE, C. T. *et al.* Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 59-91, 2002.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

KENDALL, P. E. *et al.* The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. **Livestock Science**, Amsterdam, 103, n. 1-2, p. 148–157, 2006.

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.

MAUST, L. E.; MCDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. W. Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, [Lancaster], v. 55, p. 1133-1139, 1972.

MCDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales**. Zaragoza: Acríbia, 1975. 692 p.

MCDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. M.; CAMOENS, J. K. Effect of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 5, p. 965-973, May 1976.

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.

MONTEIRO, A. P. A., *et al.* Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostral and calf factors. **Journal of Dairy Science**, [Lancaster], 97, p. 6426–6439, 2014.

MULLER, C. J. C.; BOTHA, J. A.; SMITH, W.A. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 1. Feed and water intake, milk production and milk composition. **South African Journal of Animal Science**, Pretoriaav, 24, n. 2, p. 49–55, 1994.

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.

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: 30 ago. 2022.

PERISSINOTO, M. **Sistemas de climatização em galpões tipo “freestall” para confinamento de gado leiteiro**. 2003. 140 f. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PIRES, M. de F. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 4 p. (Comunicado Técnico, 52). 252 p.

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

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

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: 20 out. 2022.

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

RICHARDS, J. I. Milk production of Friesian cows subjected to high daytime temperatures when allowed food either ad lib or at night-time only. **Tropical Animal Health Production**, Edinburgh, v. 17, n. 3, p. 141-152, Aug. 1985.

ROMAN-PONCE, H. *et al.* Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, 60, p. 424–430, 1977.

ROSENBERG, L. J.; BIAD, B. L.; VERNIS, S. B. Human and animal biometeorology. *In*: Microclimate, the biological environment. New York: **Wiley- Interscience Publication**, 1983. p.423-467.

SCHÜTZ, E. S.; SANDRA R. P. de M. Especialização do conforto térmico animal pelo índice de temperatura e umidade (ITU). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. Sergipe. **Anais [...]**. Aracaju: SBAGRO, 2007. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/3270.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2022.

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.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622600001627>. Acesso em: 18 out. 2022.

SILVA FILHO, F. P. **Adaptabilidade ao calor e índices ambientais para vacas da raça holandesa no semiárido**. 2013. 87 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: http://ppgz.ufrpe.br/sites/default/files/testes-dissertacoes/florisval_protasio_da_silva_filho.pdf. Acesso em: 20 out. 2022

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: 20 out. 2022.

Comunicado Agrometeorológico

Especial – Biometeorologia Inverno 2022

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

SIMAS, J. M. C. Nutrição de animais em condições de estresse. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. *Ambiência na produção de leite em clima quente: Anais*. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 103-113.

SOUSA JÚNIOR, S. C. *et al.* Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semi-árida. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v. 10, n. 2, p. 127-137. 2008.

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.* Condições meteorológicas ocorridas em julho de 2022 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 41, p. 6-22, jul. 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia> Acesso em: 10 out. 2022.

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

VASILATOS, R.; WANGSNESS, P. J. Feeding behavior of lactation dairy cows as measured by time-lapse photography. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 3, p. 412-416, Mar. 1980.

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 E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS
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