

Análise de risco para ocorrência de estresse térmico por calor em Concórdia - SC

Risk analysis for heat stress occurrence in Concórdia - SC

Luiz Carlos Pittol Martini¹

Resumo: O trabalho teve como objetivo avaliar o risco de ocorrência de estresse térmico por calor na região de Concórdia, SC. Utilizou-se como descritor o índice de temperatura e umidade (ITU) calculado a partir de série com 20 anos de dados meteorológicos registrados na estação da Embrapa Suínos e Aves - CNPSA/Embrapa. A análise estatística dos ITU's médios e máximos diários revelou que existe alta probabilidade de ocorrência de dias de verão em que são atingidos níveis térmicos considerados estressantes para as criações, representado por valores de ITU acima de 70. No mês de janeiro, que apresenta condições mais severas, há 80% de probabilidade de os ITU's médios diários situarem-se entre 70 e 79. Quando se empregam os ITU's máximos diários como descritores de estresse térmico, os riscos de ocorrerem ITU máximos diários, em janeiro, entre 70-79, entre 79-83 e acima de 83 são de 18,9%, 43,8% e 37,3%, respectivamente, situação que aponta para alta probabilidade de ocorrência de ITU's máximos que qualificam condição de perigo (79-83) e mesmo de emergência (>83).

Palavras-chave: estresse térmico, índices térmicos, conforto animal

Abstract: The objective of this work was to evaluate the risk of heat stress in the region of Concórdia - SC. The temperature-humidity index (THI) was used to describe the stress level and was calculated for 20 years of meteorological data, registered in the CNPSA/Embrapa. The statistic analysis of both daily average and maximum THI showed a high probability of occurrence of the summer's days with stressing thermal levels for livestock, which was indicated for THI values above of 70. In the January's months, with more severe thermal conditions, it was vented 80% of probability that the average daily THI values were between 70 and 79. When the THI maximum daily was used to describe stress thermal heat, the risks of occurring in January daily maximum THI between 70-79, 79-83 and above of 83 were of 18.9%, 43.8% and 37.3%, respectively, situation that indicates high probability of the maximum THI occurrence in the danger level (79-83) and emergency level (>83).

Key words: heat stress, thermal index, animal comfort

¹ Universidade Federal de Santa Catarina.

Introdução

As regiões oeste e meio-oeste catarinenses são caracterizadas por alta concentração de unidades produtoras de suínos, aves e leite. Nessas atividades, condições ambientais extremas podem determinar decréscimos acentuados na produtividade animal, devido à exposição das criações a estresses térmicos e sociais. Embora as condições médias registradas nessas regiões estejam dentro dos limites considerados ideais para as espécies criadas comercialmente, é comum a ocorrência de períodos em que são atingidos níveis térmicos indesejáveis ou mesmo intoleráveis, que podem ocasionar redução imediata do produto, como é o caso do leite, ou aumentar o período para terminação de suínos e aves e até ocasionar aumento na taxa de mortalidade, em decorrência de distúrbios sociais e problemas sanitários.

Para suínos, Lopez et al. (1991) indicaram que altas temperaturas ambientais causam decréscimo na ingestão voluntária de alimentos e, em consequência, a taxa de crescimento diminui à medida que a temperatura aumenta, a partir de certo limiar. Em experimento para avaliar os efeitos da temperatura sobre o desempenho de suínos em terminação, os autores registraram que animais mantidos em locais com variações diurnas de temperatura obtiveram um ganho médio de 0,77 kg/dia, enquanto, em condições de termoneutralidade houve ganhos de 0,92 kg/dia, ou seja, ganhos diários de peso 16% superiores. Manno et al. (2006), em trabalho realizado com suínos na fase entre 30 e 60 kg, registraram um consumo de ração por animais em estresse térmico (temperatura de 32°C) 12% inferior ao consumo de animais em conforto térmico, com correspondente decréscimo de 6% no ganho de peso no tratamento com estresse térmico.

Além de o estresse térmico por calor influenciar a ingestão de alimentos e a redução do crescimento de suínos, Morrow-Tesch et al. (1994) demonstraram que a fisiologia e funções imunológicas celulares também são afetadas. Durante o estresse por calor, o estresse social também poderá manifestar-se, principalmente em animais submissos ou socialmente subordinados, condição que poderá ocasionar diminuição no peso corporal, decréscimo na síntese de anticorpos e imunidade celular e, portanto, redução na resistência às infecções bacterianas. Sutherland et al. (2006) reafirmam que condições estressantes trazem efeitos imunodepressivos potencialmente redutores das

funções imunológicas dos animais e, portanto, aumento na suscetibilidade a doenças. Porém, destacam que o estresse é resultado da alta temperatura conjugada com mistura social de animais e espaço restrito. Nesse aspecto, Hicks et al. (1998) já haviam verificado que o estresse agudo resulta em menores perdas de peso e imunológicas do que estresse crônico. Ou seja, condições estressantes mantidas por pouco tempo (poucas horas) ocasionam impactos menores do que condições moderadas por longo período. Tal conclusão traz importante base para a análise de eventos térmicos extremos, pois indica que devem ser estudadas conjuntamente intensidade e duração das ondas de calor e não apenas as máximas condições registradas em eventos individualizados.

A produção de leite e a avicultura também são afetadas pelo estresse térmico, porém em grau um pouco menor do que a suinocultura. St-Pierre et al. (2003) relatam que, durante os meses quentes, aumentam as infecções do úbere em vacas leiteiras e aumenta a frequência de mastite, além de também aumentar a taxa de mortalidade, em períodos de estresse térmico por calor. Todavia, a quantificação dos efeitos é complicada pela habilidade dos bovinos em adaptar-se a mudanças térmicas do ambiente. Essa dificuldade foi constatada por Martello et al. (2004), que não verificaram estresse em vacas em lactação mesmo quando as condições de temperatura e umidade atingiram níveis considerados estressantes em diversas fontes bibliográficas. Para aves, St-Pierre et al. (2003) indicam que o estresse por calor severo afeta o consumo médio de ração e o ganho de peso de frangos, especialmente após 28 dias de idade. No entanto, a zona de conforto térmico, principalmente nas quatro semanas de idade, é substancialmente mais elevada do que para a maioria das outras criações comerciais. Adicionalmente, aclimação para altas temperaturas nos primeiros 4-7 dias de idade reduz os efeitos do estresse térmico na idade adulta.

Como os experimentos controlados fornecem as condições térmicas ideais ou limitantes para as criações comerciais, estudos adicionais devem ser realizados para regionalização das criações ou para avaliar a flutuação de variáveis ambientais e identificação da frequência de períodos críticos. Nessa linha, Klosowsky et al. (2006) obtiveram, para parte do estado do Paraná, as distribuições de frequência para o índice de temperatura e umidade (ITU), calculado com base em registros de temperatura e umidade relativa do ar obtidos em rede de estações meteorológicas.

Na constatação de que índices térmicos podem constituir importante instrumento para identificação de estresse nos animais domésticos, este trabalho visou avaliar a frequência de condições desfavoráveis na região de Concórdia, SC e o risco associado de ocorrerem períodos de calor capazes de ocasionar desconforto térmico e prejuízos às criações. O estudo baseou-se em análises estatísticas do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) aplicado a uma série de dados diários (1987-2006), registrados na Embrapa Suínos e Aves (CNPSA – Concórdia, SC).

Material e Métodos

O trabalho baseou-se em dados diários registrados na estação meteorológica convencional da Embrapa Suínos e Aves – CNPSA, sediada no município de Concórdia, região oeste de Santa Catarina, e disponíveis em página da internet dessa unidade (CNPSA, 2007). As coordenadas locais são: latitude 27°18'46"S, longitude 51°59'16"O e altitude de 580 metros. No estudo, foram empregados os registros diários de temperatura e umidade relativa do ar máximas, mínimas e médias referentes ao período 1987-2006.

Como estimador do estresse térmico, utilizou-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) de Thom, apresentado em Silva (2002) como:

$$ITU = T_a + 0,36T_{po} + 41,5 \quad (1)$$

Em que T_a é a temperatura do ar (°C) registrada no termômetro de bulbo seco e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho (°C).

Para obter a temperatura do ponto de orvalho (T_{po}) a partir da umidade relativa do ar, empregou-se a expressão de Tetens explícita para a temperatura:

$$T_p = \frac{237,3 \times \log\left(\frac{e_a}{0,6108}\right)}{7,5 - \log\left(\frac{e_a}{0,6108}\right)} \quad (2)$$

Em que e_a é a pressão atual de vapor que, na T_{po} , equivale à pressão de saturação de vapor.

A tensão atual de vapor e_a foi obtida por:

$$e_a = \frac{e_s \times UR}{100} \quad (3)$$

Com e_s igual a pressão de saturação de vapor (kPa) na temperatura do ar registrada e UR igual a umidade

relativa do ar (%). A pressão de saturação de vapor e_s (kPa) foi obtida pela expressão de Tetens explícita para essa variável:

$$e_s = 0,6108 \times 10^{\frac{7,5 \times T_a}{237,3 + T_a}} \quad (4)$$

Em que T_a é a temperatura do ar (°C).

Para cálculo do ITU, médio diário foram utilizadas a temperatura média diária do ar e a temperatura do ponto de orvalho correspondente à umidade relativa média diária. Para cálculo do ITU máximo diário, utilizou-se a temperatura máxima diária e a temperatura do ponto de orvalho correspondente à umidade relativa mínima diária.

De modo a levar em conta a duração e a magnitude do estresse térmico ao longo de certo intervalo de tempo, foram empregados na análise da série de ITU médios e máximos duas variáveis adicionais propostas por St-Pierre et al. (2003): o ITU_{soma}, definido como o somatório da carga térmica que excede o ITU limiar, e D, duração do período em que o ITU supera o ITU limiar. Por sua vez, o ITU limiar geral pode ser definido como aquele a partir do qual inicia o estresse térmico. Neste estudo, utilizaram-se os critérios apontados por Silva (2000): ITU < 70 → condição normal, não estressante; 70 < ITU < 79 → condição crítica; 79 < ITU < 83 → perigo; ITU > 83 → emergência.

Uma vez que os dados empregados têm base diária, assumiu-se que o ITU segue uma função senoidal perfeita. As regras de decisão e equações para cálculo do ITU_{soma} e D são apresentadas em St-Pierre et al. (2003), inclusive com rotinas para operação em planilhas eletrônicas. A Figura 1 exhibe graficamente a função senoidal empregada por esses autores e que é útil para identificar as variáveis envolvidas.

Para obtenção da probabilidade de ocorrência de ITUs médios ou máximos diários dentro de certos limiares, utilizou-se a distribuição Normal. Para testar a aderência dos dados à distribuição, empregou-se o teste de Kolmogorov-Smirnoff.

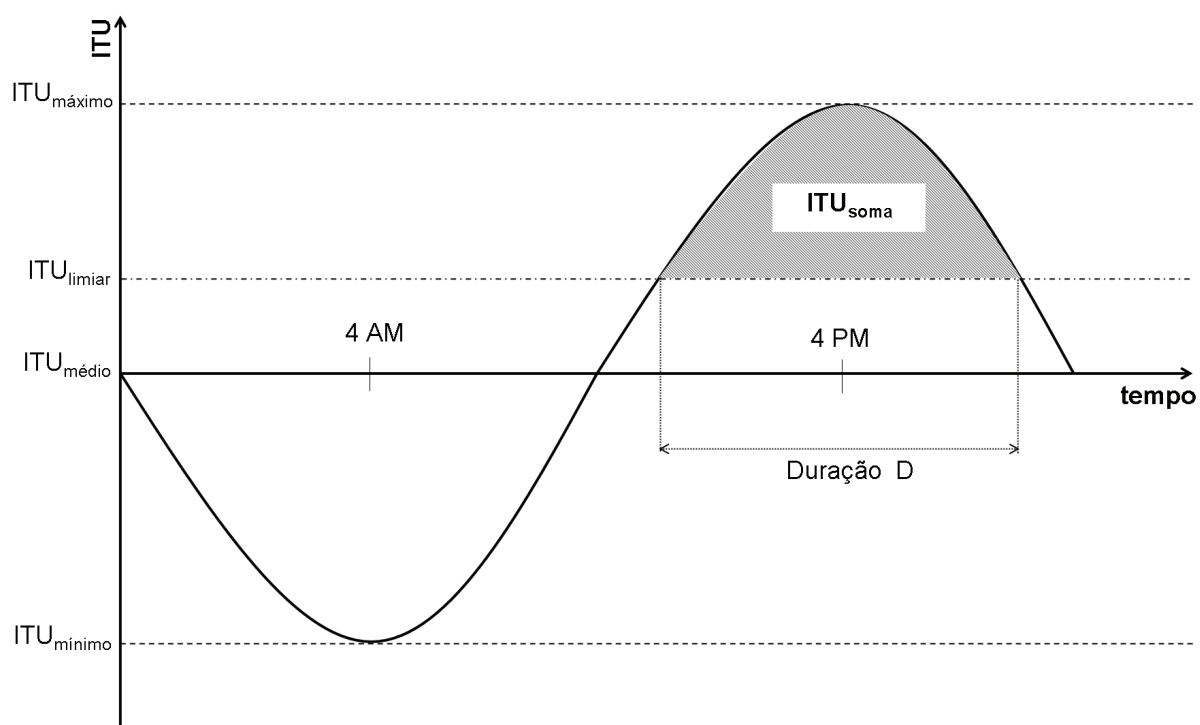


Figura 1. Modelo senoidal do índice de temperatura e umidade (ITU) ao longo de um dia e cálculo da duração do estresse térmico e carga acumulada de estresse (ITU_{soma}). $ITU_{mínimo}$, $ITU_{médio}$ e $ITU_{máximo}$ são os valores mínimo, médio e máximo registrados ao longo de um dia, ITU_{limiar} é o limite acima do qual ocorre estresse, D é a proporção diária em que o ITU excede o valor de ITU_{limiar} e ITU_{soma} é integral da curva senoidal acima do ITU_{limiar} . Adaptado de St-Pierre et al. (2003).

Resultados e Discussão

A Tabela 1 exibe dados mensais para algumas variáveis meteorológicas registradas em Concórdia, SC. Pode-se observar que a temperatura média do mês mais quente supera 22 °C e as chuvas são abundantes e bem distribuídas ao longo dos meses, o que indica um clima Cfa, pela classificação de Köppen, caracterizado

também pela ocorrência de invernos moderados e verões longos e quentes. Outra característica a destacar é a umidade relativa do ar mantida em níveis altos ao longo de todo o ano, condição favorável para tornar mais severo o estresse térmico durante os períodos de temperatura mais elevada.

Tabela 1. Distribuição mensal de variáveis meteorológicas registradas na estação da Embrapa Suínos e Aves - CNPSA, Concórdia, SC. Série 1987-2006.

Meses	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ano
$T_{média}$ (°C)	23,9	23,0	22,4	19,5	15,3	14,2	14,0	16,0	17,2	20,1	21,9	23,5	19,2
$T_{máxima\ média}$ (°C)	30,5	29,6	29,2	26,3	21,8	20,4	20,5	23,1	23,6	26,4	28,4	30,2	25,8
$T_{mínima\ média}$ (°C)	18,0	17,4	16,8	14,1	9,7	8,9	8,8	10,1	11,4	14,2	15,3	17,1	13,5
$T_{máxima\ absoluta}$ (°C)	36,5	36,5	37,5	35,5	32,5	29,5	30,5	34,0	34,5	35,0	37,0	37,0	37,5
$T_{mínima\ absoluta}$ (°C)	8,4	8,0	0,6	0,0	-0,4	-3,5	-4,0	-2,2	-2,0	3,0	5,0	7,0	-4,0
$UR_{média}$ (%)	74,1	76,3	75,6	78,9	81,2	82,2	79,2	74,9	74,6	74,5	69,3	69,7	75,9
$UR_{máxima}$ (%)	85,0	87,7	87,6	90,9	93,0	92,9	91,5	89,3	86,8	85,2	80,8	81,4	87,7
$UR_{mínima}$ (%)	61,7	62,8	61,4	64,6	67,0	69,8	65,9	59,6	62,0	62,6	56,9	57,1	62,6
Precipitação (mm)	183	155	110	134	143	142	132	121	176	218	139	140	1791

O local pode apresentar amplitude térmica de cerca de 40°C, considerando-se a mínima e máxima temperaturas absolutas registradas, e também se observam máximas absolutas elevadas em qualquer época do ano, a indicar que podem ocorrer estresses térmicos por calor mesmo nos meses de inverno.

A Figura 2 mostra a marcha anual do ITU médio, confrontado pelo ITU limiar e as duas variáveis utilizadas para cálculo do índice. Note-se que, nos meses de dezembro a março, o ITU médio supera o limiar 70, o que indica alta frequência de condições para ocorrência de estresse térmico por calor. A quantificação das frequências pode ser verificada na Tabela 2, que registra o número de ocorrências em cada classe de ITU médio e o número médio mensal de dias com ITU médio superior ao ITU limiar. Observe-se que, nos meses de verão, a maioria dos dias apresenta ITU médio superior a 70 e, como se poderia esperar, a frequência média cai nos meses de outono e primavera e chega praticamente a 'se anular no inverno. Do ponto de vista de caracterização da magnitude do estresse térmico, é útil verificar que os ITU's médios diários acima de 70 concentram-se principalmente na classe 70-75, que indicam estresses leves a moderados.

Entretanto, embora o ITU médio diário seja importante indicador das condições ambientais para criações, muitas vezes, é preferível utilizar as condições extremas diárias para avaliar o nível de estresse

térmico máximo a que os animais estarão submetidos. Para tanto, calculou-se o ITU máximo diário a partir da temperatura máxima e umidade relativa mínima registradas diariamente na estação da Embrapa Suínos e Aves - CNPSA. Os resultados encontram-se na Figura 3 e na Tabela 3. É possível verificar que, na maioria dos meses o ITU máximo médio mensal atinge níveis superiores a 70 e, nos meses de verão, os valores médios se aproximam de 80, valor considerado muito alto e perigoso para as criações domésticas. A Tabela 3 mostra que ITU's acima de 85 são frequentes em dias de verão, em geral durante o período vespertino. Esse valor indica estresse muito acentuado e configura uma situação emergencial nas instalações quando for persistente, isto é, se mantiver por várias horas nesse patamar.

Para obter a probabilidade de ocorrência de certo valor de ITU médio ou máximo diário ajustaram-se os dados observados à distribuição Normal cumulativa, que permitiu boa aderência a essas variáveis. Assim, para cada mês do ano, foram obtidas probabilidades teóricas para ocorrência de valores de ITU médios ou máximos diários dentro de certos limiares. Essas probabilidades constam na Tabela 4 para os limiares de ITU que indicam condições sem estresse térmico, críticas, de perigo e de emergência, respectivamente para $ITU < 70$, $70 < ITU < 79$, $79 < ITU < 83$ e $ITU > 83$.

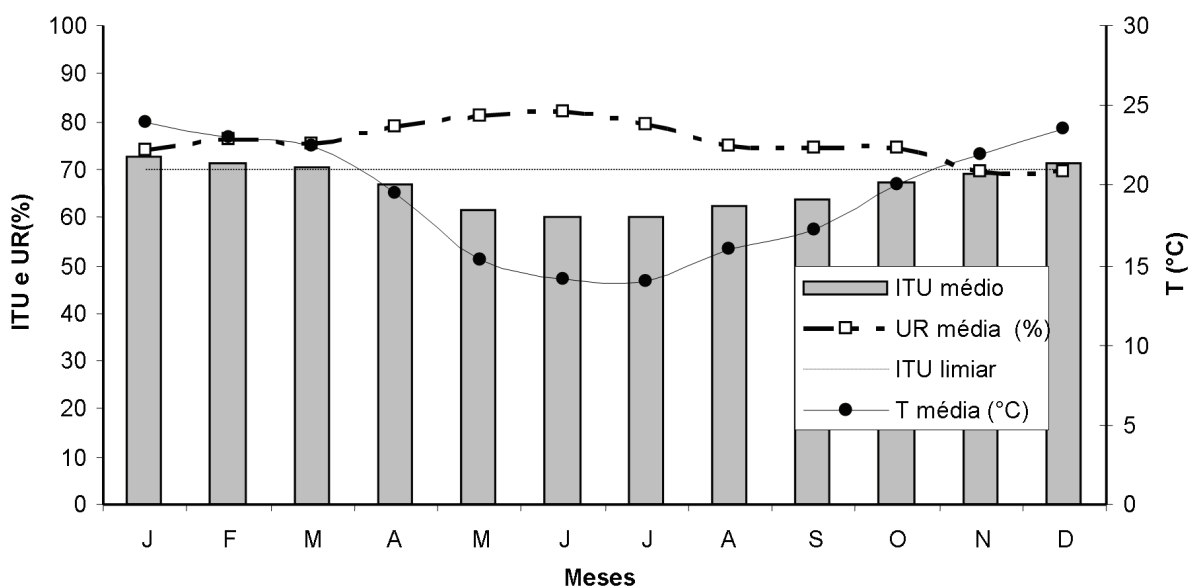


Figura 2. Índice de temperatura e umidade (ITU) médio mensal e limiar, temperatura média mensal e umidade relativa média mensal registradas na estação da Embrapa Suínos e Aves - CNPSA, Concórdia, SC. Série 1987-2006.

Tabela 2. Classes de índice de temperatura e umidade (ITU) médios obtidos com base nas temperaturas e umidades relativas médias diárias do ar registradas em Concórdia (SC). Série 1987-2006.

Classes	Número de ocorrências no período 1987-2006												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Menor que 45	0	0	0	0	1	1	7	2	0	0	0	0	11
45 - 50	0	0	0	1	4	25	42	15	4	0	0	0	91
50 - 55	0	0	0	5	67	104	97	63	31	0	0	0	367
55 - 60	0	0	3	39	163	144	178	144	102	23	5	0	801
60 - 65	3	8	14	125	255	239	202	219	246	146	57	12	1526
65 - 70	95	155	258	311	126	80	82	151	177	317	283	176	2211
70 - 75	460	381	323	115	4	7	9	22	39	126	240	391	2117
75 - 80	62	21	22	3	0	0	3	4	1	8	15	40	179
Maior que 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Maior que 70	522	402	345	118	4	7	12	26	40	134	255	432	2297
Média mensal de dias com ITU _{médio} > 70	26	20	17	6	0	0	1	1	2	7	13	22	10

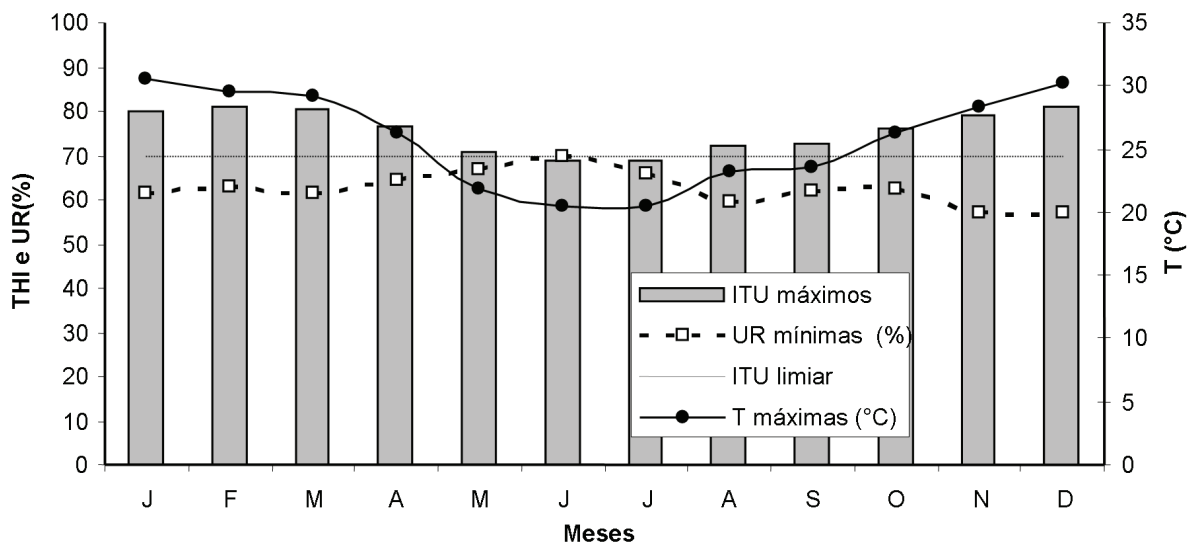
**Figura 3.** Índice de temperatura e umidade (ITU) máximo mensal e limiar, temperatura máxima média mensal e umidade relativa mínima média mensal registradas na estação da Embrapa Suínos e Aves - CNPSA, Concórdia, SC. Série 1987-2006.

Tabela 3. Classes de índice de temperatura e umidade (ITU) máximos obtidos com base nas temperaturas máximas e umidades relativas mínimas diárias registradas em Concórdia, SC. Série 1987-2006.

Classes	Número de ocorrências no período 1987-2006												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Menor que 50	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
50 - 55	0	0	0	0	0	4	13	5	1	0	0	0	23
55 - 60	0	0	0	1	8	36	50	20	14	0	0	0	129
60 - 65	0	0	1	8	91	110	105	66	40	5	2	0	428
65 - 70	1	2	6	53	176	196	170	140	151	65	16	5	981
70 - 75	23	29	54	145	209	153	155	150	187	180	107	43	1435
75 - 80	132	156	195	237	112	94	109	148	133	225	221	161	1923
80 - 85	362	308	305	148	23	7	17	88	60	130	219	312	1979
85 - 90	102	40	58	8	1	0	0	3	14	15	34	97	372
Maior que 90	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5
Maior que 70	619	493	554	530	344	254	281	386	380	535	547	516	5714
Média mensal de dias com ITU _{máximo} > 70	31	25	28	27	17	13	14	19	19	27	27	26	23

Na Tabela 4, pode-se observar as altas probabilidades de ocorrência de estresse térmico no período de verão. Tomando-se o ITU médio diário como indicador, nota-se que, em janeiro, existe 82% de chances de a condição térmica ser crítica, mas apenas 0,2% de a condição situar-se dentro da zona de perigo. Caso se opte pela avaliação do estresse térmico por meio do ITU máximo diário, as probabilidades de ocorrência de valores dentro das zonas de perigo e emergência são muito altas no período de verão, respectivamente 43,8% e 37,3%, para o mês de janeiro. Portanto, como a escolha da formulação do ITU influencia diretamente na análise de risco, deve-se julgar qual delas é a mais adequada na avaliação do estresse térmico por calor. Considerando que as condições mais críticas normalmente ocorrem durante o período vespertino, parece mais adequado utilizar o ITU calculado a partir das temperaturas máximas e umidades relativas mínimas diárias (em geral coincidentes), pois elas tendem a indicar as piores condições térmicas que ocorreram em um dia particular.

Entretanto, foi mencionado anteriormente que o estresse agudo resulta em menores perdas imunológicas e redução de peso nas criações do que estresse crônico (HICKS et al., 1998). Ou seja, condições estressantes mantidas por pouco tempo ocasionam impactos menores do que condições moderadas por longo período. Dessa forma, na quantificação do risco de estresse térmico, importa não apenas a intensidade do ITU, mas também a duração acima de um certo valor. Uma forma de atender intensidade e duração é calcular o excedente diário

do ITU acima de um limiar considerado crítico, aqui denominado de ITU_{soma}, e a duração desse excedente, simbolizada pela letra D. Caso existam dados horários de temperatura e umidade relativa do ar, ITU_{soma} e D podem ser precisamente calculados ao longo de um dia. Na ausência de registros horários, essas variáveis podem ser obtidas pela aproximação senoidal descrita na Figura 1. Os resultados da aplicação desse procedimento estão sintetizados na Figura 4, em que se pode retirar que no mês de janeiro, em média, ocorrem 92,6 unidades diárias de ITU acima do limiar de 70, distribuídas em 14,9 horas de superação desse limiar, que resulta em um ITU médio de 76 ao longo do período de estresse térmico. Nota-se, também, que, no período estacional mais quente, entre outubro e abril, ocorrem, em média, pelo menos oito horas diárias com condições de estresse térmico, em diferentes intensidades.

Embora as variáveis ITU_{soma} e D sejam matematicamente consistentes e apresentem vantagens na comparação com ITU médios ou máximos diários, os trabalhos empíricos que relacionam estresse térmico por calor e produtividade animal não estão calibrados a esse tipo de abordagem numérica. Porém, dado que a quantificação da questão fica mais bem representada empregando-se o excedente térmico e sua duração, sugere-se que novos estudos destinados a avaliar impactos nas criações decorrentes de estresses térmicos cogitem o emprego desses descritores.

Tabela 4. Probabilidades de ocorrência de estresse térmico por calor em Concórdia, SC, em cada mês do ano, obtidas pelo ajuste à distribuição Normal dos índices de temperatura e umidade (ITU) médios e máximos diários. Sem estresse térmico: $ITU < 70$; crítica: $70 < ITU < 79$; perigo: $79 < ITU < 83$; emergência: $ITU > 83$. Em todos os meses, os dados se ajustaram à Normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, no nível de significância de 1%.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sem estresse térmico												
ITU médio diário	0,178	0,322	0,457	0,798	0,974	0,975	0,965	0,934	0,928	0,791	0,607	0,320
ITU máximo diário	--*	--	0,004	0,082	0,444	0,577	0,568	0,367	0,334	0,093	0,019	0,002
Condição crítica												
ITU médio diário	0,820	0,677	0,542	0,201	0,026	0,025	0,035	0,065	0,072	0,208	0,392	0,678
ITU máximo diário	0,189	0,280	0,362	0,608	0,495	0,383	0,369	0,475	0,514	0,618	0,503	0,283
Condição de perigo												
ITU médio diário	0,002	0,001	0,001	0,001	--	--	--	0,001	--	0,001	0,001	0,002
ITU máximo diário	0,438	0,462	0,389	0,219	0,050	0,033	0,046	0,103	0,105	0,207	0,320	0,390
Condição de emergência												
ITU médio diário	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ITU máximo diário	0,373	0,258	0,245	0,091	0,011	0,007	0,016	0,055	0,047	0,082	0,158	0,325
ITU médio diário												
Média	72,2	71,1	70,3	66,6	61,1	59,7	59,2	61,7	63,1	67,0	69,1	71,3
Desvio padrão	2,37	2,42	2,86	4,05	4,60	5,30	5,99	5,54	4,71	3,67	3,30	2,73
D _{máx} do teste KS*	0,023	0,058	0,033	0,060	0,033	0,079	0,115	0,049	0,058	0,033	0,031	0,040
ITU máximo diário												
Média	81,9	80,9	80,3	76,6	70,8	68,9	68,9	72,3	72,7	76,3	78,8	81,2
Desvio padrão	3,32	3,25	3,87	4,77	5,33	5,79	6,60	6,71	6,18	4,79	4,23	3,91
D _{máx} do teste KS**	0,072	0,057	0,077	0,026	0,030	0,029	0,045	0,043	0,017	0,032	0,040	0,048

* Os traços "--" indicam probabilidades inferiores a 0,001.

**KS: teste de Kolmogorov-Smirnov

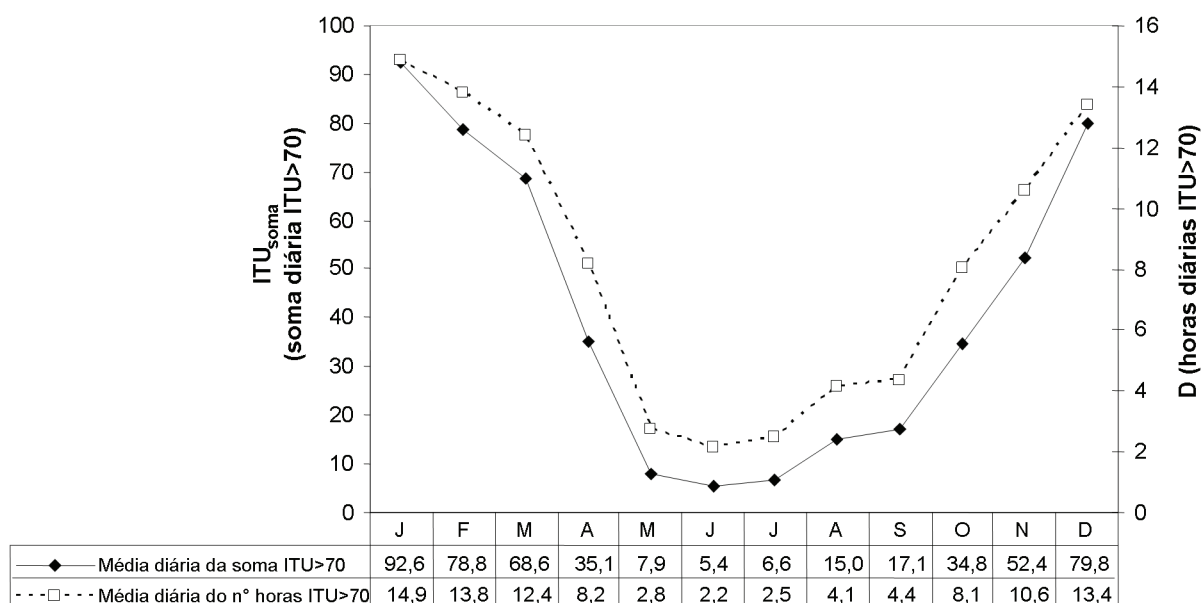


Figura 4. Média diária dos valores do ITU – índice de temperatura e umidade que superam o limiar de 70 (ITU_{soma}) e duração média diária (D) do ITU que excede 70. Calculados com série 1987-2006 de dados meteorológicos coletados na estação da Embrapa Suínos e Aves - CNPSA, Concórdia, SC.

Conclusões

O município de Concórdia representa um polo catarinense produtor de suínos e aves e variáveis meteorológicas nele registradas representam as condições típicas encontradas na região. Com base nos índices de temperatura e umidade médios e máximos ($ITU_{\text{médio}}$ e $ITU_{\text{máximo}}$), calculados a partir da série de dados 1997-2006, pode-se concluir que:

- 1) ocorre alta frequência de dias de verão em que o $ITU_{\text{médio}}$ supera o limiar de 70, fato que indica predomínio de condições térmicas capazes de ocasionar estresse por calor nas criações, principalmente de suínos;
- 2) em janeiro, mês que apresenta condições mais severas, há 80% de chances de o $ITU_{\text{médio}}$ situar-se entre 70 e 79, considerado como crítico, contra apenas 0,2% de superar o limite de 79, nível mais agudo e tratado como condição de perigo;
- 3) ao se utilizar o $ITU_{\text{máximo}}$ como descritor, observa-se aumento significativo no risco de ocorrência de períodos em que o ITU atinge níveis mais elevados. Em janeiro, os riscos de ocorrerem $ITU_{\text{máximos}}$ entre 70-79, entre 79-83 e acima de 83 são de 18,9%, 43,8% e 37,3%, respectivamente, situação que aponta para alta probabilidade de ocorrência de $ITU_{\text{máximo}}$ que qualifica condição de perigo (79-83) e mesmo de emergência (>83);
- 4) no mês de janeiro, o mais crítico, obteve-se uma média diária de 92,6 unidades de ITU acima de 70 e D médio diário de 14,9 horas, o que permite considerar que, no período diurno desse mês, as condições térmicas em geral se mantêm acima do patamar considerado ideal para as criações.

Agradecimentos

À Embrapa Suínos e Aves a disponibilização dos dados meteorológicos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Referências bibliográficas

EMBRAPA SUINOS E AVES. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Dados meteorológicos diários do período 1987-2006 registrados na Estação Agrometeorológica da Embrapa/CNPSA, Concórdia (SC). Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/macuco/meteor/>> Acesso em: 10 de agosto de 2007.

HICKS, T. A.; McGLONE, J. J.; WHISNANT, C. S.; KATTESH, H. G.; NORMAN, R. L. Behavioral, endocrine, immune, and performance measures for pigs exposed to acute stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 474-483, 1998.

KLOSOWSKY, E. S.; CAMPOS, A. T.; CARAMORI, P. H.; GASPARINO, E.; CAMPOS, A. T. de. Frequência de ocorrência de valores horários do índice de temperatura e umidade na escala mensal para o estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 140-148, 2006.

LOPEZ, J.; JESSE, G. W.; BECKER, B. A.; ELLERSIECK, M. R. Effects of temperature on performance of finishing swine: I. Effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake, and feed efficiency. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 1843-1849, 1991.

MANNO, M. C.; OLIVEIRA, R. F. M. de; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, W. P. de; VAZ, R. G. M. V.; SILVA, B. A. N.; SARAIVA, E. P.; LIMA, K. R. de S. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vicoso, MG, v. 35, n. 2, p. 471-477, 2006.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; SILVA, S. da L. e; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vicoso, MG, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004.

MORROW-TESCH, J. L.; McGLONE, J. J.; SALAK-JOHNSON, J. L. Heat and social stress effects on pig immune measures. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 2599-2609, 1994.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 52-77, 2003. Suplemento.

SUTHERLAND, M. A.; NIEKAMP, S. R.; RODRIGUEZ-ZAS, S. L.; SALAK-JOHNSON, J. L. Impacts of chronic stress and social status on various physiological and performance measures in pigs of different breeds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 588