



TATHIANE APARECIDA SEVERIANO

**TEMPERATURA CORPORAL E AMBIENTAL EM VACAS
SECAS E LACTANTES EM DIFERENTES INSTALAÇÕES**

LAVRAS-MG

2019

TATHIANE APARECIDA SEVERIANO

**TEMPERATURA CORPORAL E AMBIENTAL EM VACAS SECAS E LACTANTES
EM DIFERENTES INSTALAÇÕES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Zootecnia, para
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Marcos Neves Pereira

Orientador

LAVRAS-MG

2019

TATHIANE APARECIDA SEVERIANO

**TEMPERATURA CORPORAL E AMBIENTAL EM VACAS SECAS E LACTANTES
EM DIFERENTES INSTALAÇÕES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Zootecnia, para
obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 28 de novembro de 2019.
Dr. Marcos Neves Pereira UFLA
Dra. Rayana Brito da Silva UFLA
Dra. Vanessa Barbosa de Carvalho PHIBRO

Prof. Dr. Marcos Neves Pereira
Orientador

LAVRAS-MG

2019

RESUMO

O estresse térmico apresenta grande impacto no desempenho produtivo de vacas leiteiras, que pode estar relacionado as condições de ambiente em que as vacas são alojadas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes instalações e estágio de lactação na temperatura corporal de vacas leiteiras, que foram determinadas as correlações das variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa do ar e ITU) com a temperatura corporal (medida pela temperatura vaginal) de vinte e quatro fazendas produtoras de leite do sul e sudoeste do estado de Minas Gerais, Brasil. A temperatura e umidade das instalações, foram mensurados por termômetros digitais (HOBO® MX2300 Temp./RH. Onset Computer Corporation, Massachusetts, EUA) em intervalos de 10 minutos por 24 horas, o mesmo intervalo foi adotado para a temperatura corporal em que foram utilizados termômetros intravaginais (i-button®. MaximIntegratedProducts, Sunnyvale, EUA), unidos a um dispositivo intravaginal (CIDR®. Pfizer Animal Health, New York, EUA), sem hormônio em 383 vacas, sendo que foram 81 vacas secas e 302 vacas em lactação. A curva da temperatura e do índice de temperatura e umidade apresentaram comportamento semelhantes nos ambientes, sendo que em ambientes de vacas em lactação 14:00 e 15:50 horas foram o ponto máximo das instalações respectivamente, a umidade relativa foi o inverso dessas variáveis, sendo o ponto de mínimo 15:40 para ambientes de vacas em lactação e 15:00 horas para vacas secas. A temperatura média do ar foi altamente correlacionada com o ITU médio ($r= 0,99$). Para a estratégia de manejo de controle de resfriamentos em que a meta seja acionar o sistema no ITU 68, a temperatura ideal seria entre de 21°C e para ITU 72 de 24°C. As temperaturas vaginais em 24 horas não são constantes e apresentaram variação semelhantes ao de ITU e temperatura do ar. O estágio de lactação não foi fator significativo para temperatura vaginal de vacas secas e em lactação, sendo o valor de $P \geq 0,21$.

Palavras-chave: Temperatura vaginal. Estágio de Lactação. Estresse térmico. Ambiente térmico. Índice de Temperatura e Umidade

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Correlação entre índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura do ar a cada 10 minutos por 24 horas. N = 27 instalações (3879 mensurações). $y=42,839 + 1,1906x$. $r^2=0,98$. $P \leq 0,05$12
- Figura 2- Correlação entre o valor médio de 24 horas do índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura do ar. N=27 instalações (3879 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos). $y=33,638 + 1,6284x$. $r^2=0,99$. $P \leq 0,05$13
- Figura 3- Correlação entre índice de temperatura e umidade (ITU) e umidade relativa do ar a cada 10 minutos por 24 horas. N=27 instalações (3879 mensurações). $y=85,751 - 0,2582x$. $r^2=0,36$. $P \leq 0,05$13
- Figura 4- Correlação entre o valor médio de 24 horas do índice de temperatura e umidade (ITU) e umidade relativa do ar. N=27 instalações (3879 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos). $y=42 + 0,3088x$. $r^2=0,16$14
- Figura 5- Correlação entre umidade relativa e a temperatura do ar a cada 10 minutos por 24 horas. N=27 instalações (3879 mensurações). $y=114,14 - 1,9471x$. $r^2=0,49$. $P \leq 0,05$14
- Figura 6- Correlação entre o valor médio de 24 horas da umidade relativa e a temperatura do ar de 24 horas. N=27 instalações (3879 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos). $y=62,424 + 0,6969x$. $r^2=0,11$15
- Figura 7- Temperatura do ar média (°C) de 21 instalações de vacas em lactação. 3017 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Temperatura $20,1 \pm 2,84$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 6:00 horas 15,3°C. Ponto máximo: 14:40 horas 26,5°C.....16
- Figura 8- Temperatura do ar média (°C) de 12 instalações de vacas secas. 1721 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Temperatura $19,5 \pm 2,87$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 6:00 horas 14,4°C. Ponto máximo: 15:50 horas 26,9 °C.....16

Figura 9- Umidade relativa média do ar (%) de 21 instalações de vacas em lactação. 3017 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Umidade $75,6 \pm 6,87$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 15:40 horas 55,6%. Ponto máximo: 5:50 horas 89,0%.....17

Figura 10- Umidade relativa média do ar (%) de 12 instalações de vacas secas. 1721 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Umidade $78,0 \pm 6,02$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 15:00 horas 55,1%. Ponto máximo: 5:20 horas 91,4%.....17

Figura 11- Índice de temperatura e umidade médio (ITU) de 21 instalações de vacas em lactação. 3017 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. ITU $66,8 \pm 3,90$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 6:00 horas 59,4. Ponto máximo: 14:00 horas 74,4.....18

Figura 12- Índice de temperatura e umidade médio (ITU) de 12 instalações de vacas secas. 1721 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. ITU $66,2 \pm 3,79$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 6:00 horas 60,3. Ponto máximo: 15:50 horas 74,3.....18

Figura 13- Temperatura vaginal média de 81 vacas secas ($^{\circ}\text{C}$). 11664 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Temperatura $39,0 \pm 0,33$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 8:40 horas 38,6 $^{\circ}\text{C}$. Ponto máximo: 20:50 horas 39,3 $^{\circ}\text{C}$21

Figura 14- Temperatura vaginal média de 302 vacas em lactação ($^{\circ}\text{C}$). 43488 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Temperatura $38,9 \pm 0,44$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 8:40 horas 38,6 $^{\circ}\text{C}$. Ponto máximo: 16:10 horas 39,1 $^{\circ}\text{C}$21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das fazendas avaliadas no estado de Minas Gerais, Brasil.....	5
Tabela 2. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em instalações de vacas secas.....	7
Tabela 3. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em instalações de vacas em lactação.....	7
Tabela 4. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em free stall de vacas em lactação.....	8
Tabela 5. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em compost barn de vacas em lactação.....	8
Tabela 6. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em túnel de vento de vacas em lactação.....	9
Tabela 7. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em piquete de vacas em lactação.....	9
Tabela 8. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em 27 instalações de 24 fazendas.....	10
Tabela 9. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em 27 instalações de 24 fazendas.....	11
Tabela 10. Temperatura vaginal obtida a cada 10 minutos em 24 horas de vacas em lactação de 21 instalações.....	19

Tabela 11. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis da temperatura vaginal de vacas em lactação em 21 instalações.....	19
Tabela 12. Temperatura vaginal obtida a cada 10 minutos em 24 horas de vacas secas de 12 instalações.....	20
Tabela 13. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis da temperatura vaginal de vacas secas em 12 instalações.....	20
Tabela 14. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) de instalações onde vacas secas e lactação estavam no mesmo ambiente.....	22
Tabela 15. Temperatura vaginal de vacas secas (N=81) e lactação (N=302).....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	MATERIAL E MÉTODOS	3
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
3.1	Condições de ambiente.....	7
3.2	Temperatura corporal	19
3.3	Ambiente térmico sobre a temperatura corporal de vacas secas e em lactação	22
4	CONCLUSÃO	24
5	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Vacas leiteiras são animais homeotérmicos que possuem zonas de temperaturas ideais para a produção, que são chamadas zonas de termoneutralidade, que corresponde a uma faixa de temperatura ambiente efetiva na qual o animal não sofre estresse pelo frio ou calor, em que o gasto de energia para manter a temperatura corporal é mínimo. Essa faixa pode variar de acordo com a raça, idade, sexo e estágio de lactação. Berman et al. (1985) sugeriram que a faixa de temperatura ambiente para que o gado holandês permaneça com a temperatura corporal estável é de 25 a 26°C, sendo essa admitida como a temperatura de limite superior, independente da produção de leite ou do estado de aclimatação, podendo limitar o desempenho produtivo e produção de leite.

O termo estresse térmico é muito amplo, pois, se refere ao seu efeito sobre os animais, como no desempenho produtivo e nas respostas fisiológicas. (WEST, 2003). Segundo Thatcher (2010), o estresse térmico está associado à perda de produção, devido à redução do consumo de matéria seca quando a temperatura ambiente ultrapassa 25°C. O intervalo de temperatura ótima para a produção máxima de uma vaca depende da sua produção, da dieta fornecida, da umidade relativa do ar, comprimento de pelagem e produção diária de leite (NRC, 1981 apud NERI, 2012, p.20).

O estresse térmico pode afetar a produtividade e a longevidade de vacas leiteiras, especialmente daquelas de alta capacidade produtiva (KADZERE et al., 2002). Sendo assim, as vacas em lactação geram mais calor que as vacas de baixa produção, em que os efeitos do estresse térmico se intensificam ao passo que aumenta a produção de leite, principalmente em ambientes onde as temperaturas são mais elevadas. Dessa forma, ao aumentar a produção de leite (genética ou nutrição), a vaca requer maior ingestão de matéria seca aumentando a necessidade de dissipar calor proveniente do metabolismo ruminal e pós-absortivo, na qual as torna mais propensas as condições de estresse térmico (PURWANTO et al., 1990). Nessas condições e em ambientes onde o resfriamento é comprometido, as vacas aumentam sua carga de calor até um ponto em que a temperatura corporal aumenta em conjunto com a sudorese, frequência respiratória e frequência cardíaca e, como consequência ocorre a diminuição da ingestão de alimentos, água, e da produção de leite. Além disso, podem ocorrer perdas de água através de fezes e urina. Assim, temos a dissipação de calor para o ambiente e uma redução na produção de calor metabólico (KADZERE et al., 2002).

Segundo Kibler e Brody (1950), os bovinos dissipam calor de maneira não evaporativa através da convecção, condução e radiação, mas quando a temperatura ambiente excede a

temperatura crítica superior, esses mecanismos se tornam menos eficazes, o que faz com que a vaca se torne mais dependente do resfriamento de maneira evaporativa, através do aumento da sudorese e frequência respiratória, ou seja, aumentam da circulação periférica (vasodilatação) e a evaporação da água, para evitar o aumento da temperatura corporal (BERMAN et al., 1985).

A temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento e precipitação são fatores que contribuem para o estresse térmico em vacas leiteiras (BOHMANOVA; MISZTAL; COLE, 2007). Sendo assim, temos o índice de temperatura e umidade (ITU) que é utilizado para quantificar ou caracterizar as zonas de conforto térmico, principalmente para estimar as necessidades de resfriamento, para diminuir o estresse térmico em bovinos leiteiros. O ITU engloba em uma única variável os elementos que caracterizam o ambiente térmico, associando aos animais e a sua influência no conforto dos mesmos, entretanto esse índice pode variar de acordo com a região (PERISSINOTTO et al., 2007). Além disso, para o cálculo do ITU existem várias equações, sendo o que as diferenciam são os pesos dados a variável de temperatura e umidade. Por isso, segundo Dikmen e Hansen (2009), ao analisar estudos de estresse térmico relacionados ao ITU, deve-se considerar o clima, se seco ou úmido, e a fórmula do ITU adotada.

Segundo Johnson (1980), o ITU médio diário de 72 foi considerado o ponto crítico entre a zona de termoneutralidade e o estresse térmico, em que a produção de leite é reduzida. Já Berman (2005) sugeriu que para vacas mais produtivas, esse limite de ITU pode ser menor, pois, ao aumentar a produção de leite de 35 para 45 kg/d, a temperatura do ar para que o animal entre em estresse térmico diminui em 5°C. Zimelman et al. (2009), com base em vários experimentos com vacas de alta produção, concluíram que o ITU acima de 68 apresentam efeitos negativos na produção de leite, sendo esse limite o mais adequado para vacas de alta produção nos dias atuais. Por isso, é importante entender as variações ao longo do dia dos parâmetros de índices ambientais (HONIGH et al., 2012), pois, essas interferem na ingestão de matéria seca e, conseqüentemente na produção de leite, sendo necessário adotar medidas de controle ambiental de maneira mais eficiente e efetiva para o conforto térmico de vacas leiteiras.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes instalações e do estágio de lactação na temperatura corporal de vacas leiteiras, em que foram determinadas as correlações das variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa do ar e ITU) com a temperatura corporal (medida pela temperatura vaginal) de 27 instalações de 24 fazendas produtoras de leite localizadas em Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 24 fazendas produtoras de leite com diferentes tipos de instalações, sendo localizadas no sul e sudoeste do estado Minas Gerais, Brasil. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima predominante de Minas Gerais AW é caracterizado por um clima tropical com inverno seco, mas por influências da altitude elevada, no sul do estado apresentam clima CWA, subtropical úmido que também é de inverno seco, mas apresentam temperaturas mais elevadas. Os dados foram coletados no ano de 2019, do mês de abril a agosto, sendo considerado um período em que a temperatura ambiente é mais amena.

Na Tabela 1, são descritas as fazendas que foram avaliadas, segundo a localização, tipo de instalação, número de vacas em lactação, média de produção de leite diária por vaca, número de ordenhas, tipo de resfriamento e número de animais avaliados. A produção de leite e o número de animais são dados referentes ao mês anterior do período de coleta.

Os dados da temperatura corporal foram coletados de 383 vacas Holandês predominantemente, sendo 302 vacas em lactação e 81 vacas secas. Os animais foram selecionados segundo a raça e produção de leite, sendo escolhidas as vacas mais próximas a Holandês puro de lotes de maior produção na fazenda.

Para a análise da temperatura corporal dos animais, foram utilizados termômetros intravaginais (i-button®. MaximIntegratedProducts, Sunnyvale, EUA), acoplados a um dispositivo intravaginal (CIDR®. Pfizer Animal Health, New York, EUA), sem hormônio. Os termômetros registravam a temperatura vaginal de cada vaca em intervalos de 10 minutos por 24 horas. Dessa forma, foram amostrados 144 pontos de temperatura vaginal por animal. Com esses dados, foram observadas a temperatura média, mínima, máxima, proporção das mensurações em que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$ e a proporção das mensurações em que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$ quando o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68 .

Para a análise do ambiente térmico, foram colocados termômetros digitais (HOBO® MX2300 Temp./RH. Onset Computer Corporation, Massachusetts, EUA) no centro de onde as vacas avaliadas estavam alojadas. Os termômetros foram alocados a cerca de 3 metros de altura do piso. Em fazendas em que vacas secas e em lactação estavam em locais distintos, foram dispostos dois termômetros. Sendo assim, foram avaliadas 3 fazendas com duas instalações diferentes, totalizando 27 instalações de 24 fazendas. Os termômetros registravam a temperatura e a umidade relativa do ar a cada 10 minutos por 24 horas em cada instalação. Assim, foram amostrados 144 pontos em cada ambiente avaliado. Com esses dados foi

calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), utilizando a equação de Yousef (1985), em que, $ITU = T_{db} + 0,36 \times T_{dp} + 41,2$. Onde: T_{db} é a temperatura de bulbo seco expressa em graus Celsius e T_{dp} é a temperatura de orvalho expressa em graus Celsius. Com os valores de ITU de 24 horas, foram observadas o médio, mínimo, máximo, proporção das mensurações em que o ITU estava ≥ 68 e ≥ 72 .

Os resultados da análise descritiva dos dados foram apresentados com valores de média, desvio padrão, valores de mínimo e máximo. As correlações de Pearson foram analisadas pelo PROC CORR do SAS. As variáveis da temperatura vaginal (média, mínima, máxima, proporção das mensurações em que a temperatura foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$ e a proporção das mensurações em que a temperatura foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$ quando o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68) foram analisadas pelo PROC MIXED do SAS, com modelo contendo efeito aleatório de fazenda (1 a 24) e efeito fixo de estágio de lactação (seca e lactação). Os graus de liberdade foram calculados usando a opção Kenward-Roger. A significância foi declarada quando $P \leq 0,05$ e tendência $P \leq 0,10$.

Tabela 1. Descrição das fazendas avaliadas no estado de Minas Gerais, Brasil

F ¹	Localização	Instalação	V ²	L ³	O ⁴	Resfriamento	N ⁵
1	S. João Batista do Glória	Free Stall	521	30,0	3	VC ⁶ , AVL ⁷ , AVSE ⁸	10
2	São José da Barra	Free Stall	483	23,0	3	VC, AVL, AVSE	10
3	Carmo de Minas	Compost Barn	220	24,4	3	VC	10
4	Alpinópolis	Free Stall	182	26,6	3	VC, AVSE	13
5	Carmo do Rio Claro	Free Stall	150	20,0	2	VC, AL ⁹ , AVSE	14
6	Carmo do Rio Claro	Free Stall	214	26,0	3	VC, AVL, AVSE	14
7	Candeias	Túnel de Vento	200	24,8	2	VPN ¹⁰ , AVSE	24
8	Santana da Vargem	Compost Barn	205	31,2	2	VC, AL, AVSE	25
9	Pompéu	Compost Barn	208	26,4	3	VC, AL, AVSE	10
10	Curvelo	Compost Barn	291	25,4	3	VC, AVSE	11
11	Pará de Minas	Túnel de Vento	338	22,8	3	VPN	19
12	Passos	Compost Barn	150	28,3	3	VC, AVSE	10
13	S. João Batista do Glória	Piquete	138	22,5	2	AVSE	11
14	Alpinópolis	Piquete	219	19,7	3	VSE	10
15	Coqueiral	Compost Barn	115	21,5	2		13
16	Carmo do Rio Claro	Compost Barn	303	25,7	3	VC, VL ¹¹ , AVSE, SR ¹²	29
17	Carmo do Rio Claro	Free Stall	334	30,1	3	VC, VL e AVSE	13
18	Carmo do Rio Claro	Free Stall	477	26,0	3	VC e AVSE	10
19	Carmo do Rio Claro	Free Stall	343	29,7	3	VC e AVSE	8
20	S. João Batista do Glória	Free Stall	554	28,9	3	VC, AVL e AVSE	5
21	São José da Barra	Free Stall	503	27,6	3	VC, AVL e AVSE	14
22	Jesuânia	Compost Barn	103	33,0	3		19
23	Três Corações	Free Stall	1043	35,3	3	VC, AVL, AVSE	41
24	Pouso Alto	Free Stall	864	31,8	3	VC, AVL, AVSE	39

¹Fazendas, ²Número de vacas em lactação, ³Média de produção de leite (litros/vaca/dia), ⁴Número de ordenhas, ⁵Número de animais avaliados, ⁶Ventilador nas camas, ⁷Aspersor e ventilador na linha de cocho, ⁸Aspersor e ventilador na sala de espera, ⁹Aspersor na linha de cocho, ¹⁰Ventilação de pressão negativa, ¹¹Ventilador na linha de cocho, ¹²Sala de resfriamento

Média de leite Free Stall: 27,9 litros (N=12 fazendas)

Média de leite Compost Barn: 27,0 litros (N=8 fazendas)

Média de leite Piquete: 21,1 litros (N=2 fazendas)

Média de leite Túnel de Vento: 23,8 litros (N=2)

Média de leite de todas instalações: 26,7 litros (N=24 fazendas)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Condições de ambiente

O clima de Minas Gerais é predominantemente tropical de altitude, com temperatura máxima em torno de 25°C e mínima de 13°C no inverno seco, período no qual foram realizadas as mensurações. A descrição das instalações, caracterizando o ambiente de vacas secas e vacas em lactação estão apresentados na tabela 2 e 3. Sendo que na descrição do ambiente de vacas em lactação foram separadas as diferentes instalações (Tabela 4 a 7). Na descrição do ambiente, foram utilizados valores médios, mínimos e máximos para temperatura, umidade relativa do ar e ITU.

Tabela 2. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em instalações de vacas secas

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
T Média	12	18,8	2,36	15,6	22,2
T Mín	12	12,5	3,49	7,5	18,3
T Máx	12	27,6	2,80	23,3	32,0
UR Média	12	76,7	4,83	69,1	83,6
UR Mín	12	48,7	6,64	39,8	59,2
UR Máx	12	93,2	2,06	89,6	96,7
ITU Médio	12	65,1	3,33	60,2	70,1
ITU Mín	12	57,6	4,75	50,9	65,7
ITU Máx	12	75,1	3,99	69,9	82,8
% ITU $\geq 68^1$	12	32,8	13,34	13,2	54,9
% ITU $\geq 72^2$	12	16,8	14,53	0,0	36,1

¹Proporção das mensurações em que o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações em que o ITU estava ≥ 72

Tabela 3. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em instalações de vacas em lactação

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
T Média	21	19,9	2,41	15,9	24,0
T Mín	21	14,8	3,29	8,4	20,4
T Máx	21	27,7	2,67	23,3	32,0
UR Média	21	75,9	5,69	65,5	85,1
UR Mín	21	51,0	9,42	39,2	77,4
UR Máx	21	91,2	3,50	82,4	96,7
ITU Médio	21	66,6	3,43	60,8	72,2
ITU Mín	21	60,6	4,51	51,9	68,0
ITU Máx	21	75,6	3,77	69,9	82,8
% ITU $\geq 68^1$	21	40,8	21,31	13,2	99,3
% ITU $\geq 72^2$	21	17,3	15,81	0,0	44,4

¹Proporção das mensurações em que o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações em que o ITU estava ≥ 72

Tabela 4. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em instalações free stall de vacas em lactação

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
T Média	9	19,9	3,02	15,9	24,0
T Mín	9	14,8	4,62	8,4	20,4
T Máx	9	27,3	2,33	24,3	30,5
UR Média	9	75,0	6,13	65,5	84,0
UR Mín	9	50,0	12,55	39,2	77,4
UR Máx	9	90,4	2,72	87,7	95,4
ITU Médio	9	66,5	4,48	60,8	72,2
ITU Mín	9	60,7	6,31	51,9	68,0
ITU Máx	9	74,9	3,61	70,2	79,7
% ITU ≥ 68 ¹	9	46,8	28,59	20,1	99,3
% ITU ≥ 72 ²	9	18,8	17,96	0,0	44,4

¹Proporção das mensurações em que o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações em que o ITU estava ≥ 72

Tabela 5. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em compost barn de vacas em lactação

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
T Média	8	20,0	2,11	17,4	22,4
T Mín	8	15,0	2,01	12,2	17,3
T Máx	8	28,1	2,84	24,2	31,1
UR Média	8	75,2	5,86	68,1	85,1
UR Mín	8	51,5	7,61	43,5	65,6
UR Máx	8	90,5	4,26	82,4	95,4
ITU Médio	8	66,7	2,78	63,3	69,8
ITU Mín	8	60,9	2,81	56,8	64,2
ITU Máx	8	75,9	3,55	71,1	80,0
% ITU ≥ 68 ¹	8	38,0	13,41	21,5	54,2
% ITU ≥ 72 ²	8	15,8	15,11	0,0	32,6

¹Proporção das mensurações em que o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações em que o ITU estava ≥ 72

Tabela 6. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em instalações túnel de vento de vacas em lactação

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
T Média	2	19,6	1,08	18,9	20,4
T Mín	2	15,2	3,40	12,8	17,6
T Máx	2	28,4	0,03	28,4	28,4
UR Média	2	79,6	5,65	75,6	83,6
UR Mín	2	52,7	9,16	46,2	59,2
UR Máx	2	93,1	1,60	92,0	94,2
ITU Médio	2	66,5	1,90	65,2	67,9
ITU Mín	2	61,2	4,75	57,8	64,6
ITU Máx	2	76,6	0,38	76,3	76,8
% ITU ≥ 68 ¹	2	35,4	5,89	31,3	39,6
% ITU ≥ 72 ²	2	15,6	11,29	7,6	23,6

¹Proporção das mensurações em que o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações em que o ITU estava ≥ 72

Tabela 7. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em piquete de vacas em lactação

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
T Média	2	19,5	3,19	17,3	21,8
T Mín	2	13,2	0,97	12,5	13,9
T Máx	2	27,7	6,16	23,3	32,0
UR Média	2	79,7	2,66	77,8	81,5
UR Mín	2	52,1	2,37	50,4	53,8
UR Máx	2	95,4	1,79	94,2	96,7
ITU Médio	2	66,3	4,05	63,5	69,2
ITU Mín	2	58,7	1,51	57,6	59,8
ITU Máx	2	76,4	9,15	69,9	82,8
% ITU ≥ 68 ¹	2	30,6	24,55	13,2	47,9
% ITU ≥ 72 ²	2	18,1	25,53	0,0	36,1

¹Proporção das mensurações em que o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações em que o ITU estava ≥ 72

Ao comparar as médias das variáveis ambientais das instalações de vacas secas e em lactação houve variação, mas ao observar a temperatura média, mínima e máxima os valores foram de 19, 13, 28 e 20, 15, 28°C, respectivamente. Em relação ao ITU médio, mínimo e máximo de 65, 58 e 75 e 67, 61 e 76, respectivamente. Segundo Igono et al. (1992), quando a temperatura ambiente estava inferior a 21 °C por várias horas do dia, houve uma redução no efeito da produção de calor no estresse de vacas leiteiras. Ainda sugeriram que os pontos críticos de temperatura média, mínima e máxima para produção de leite, são respectivamente 27, 21 e 32 °C e o ITU médio, mínimo e máximo, são 72, 64 e 76, respectivamente. Assim, quando analisamos as temperaturas médias das variáveis dos ambientes, elas estão dentro das faixas de temperaturas e de ITU propostas por Igono et al. (1992), mas numericamente entre ambientes

de vacas secas e em lactação, o ambiente de vacas em lactação apresentou maiores valores em todas as variáveis. Com esses dados sugere-se que os ambientes em que as vacas estavam alocadas não apresentavam condições para causar estresse térmico.

Entre as instalações do tipo free stall, compost barn, túnel de vento e piquete de vacas em lactação, houve algumas variações de ambiente. Ao analisar as variáveis de temperatura, a mínima no piquete apresentou menor valor, já as outras variáveis foram praticamente iguais. Em relação a umidade relativa do ar, free stall e compost barn apresentaram mesmos valores e túnel de vento com piquete apresentaram valores maiores e semelhantes. O ITU mínimo apresentou pouca variação e as proporções de $ITU \geq 68$ e ≥ 72 foi o que mais diferenciou os tipos de instalações.

A tabela 8 apresenta o coeficiente de correlação linear entre a temperatura, umidade relativa do ar e ITU das 27 instalações de 24 fazendas, em que foram utilizadas 3879 mensurações obtidas a cada 10 minutos no período de 24 horas, com temperatura média $19,6^{\circ}\text{C} \pm 5,46$, umidade relativa do ar $76,1 \pm 13,92\%$ e ITU de $66,1 \pm 6,24$. Já na tabela 9 os coeficientes de correlação linear são entre os valores médios das variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e ITU obtidos a cada 10 minutos em 24 horas.

Tabela 8. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em 27 instalações de 24 fazendas

	Umidade	Índice de temperatura e umidade
Temperatura	-0,59	0,96
Umidade		-0,53

$P \leq 0,05$ para todas as variáveis

Tabela 9. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) obtidos a cada 10 minutos por 24 horas em 27 instalações de 24 fazendas

	T Mín	T Máx	UR Média	UR Mín	UR Máx	ITU Médio	ITU Mín	ITU Máx
T Média	0,90 ^a	0,61 ^a	0,32 ^b	0,50 ^a	-0,02	0,99 ^a	0,90 ^a	0,67 ^a
T Mín		0,42 ^a	0,50 ^a	0,71 ^a	-0,03	0,92 ^a	0,99 ^a	0,53 ^a
T Máx			0,10	-0,02	0,15	0,59 ^a	0,42 ^a	0,96 ^a
UR Média				0,81 ^a	0,66 ^a	0,43 ^a	0,52 ^a	0,29
UR Mín					0,24	0,58 ^a	0,72 ^a	0,18
UR Máx						0,06	0,01	0,20
ITU Médio							0,92 ^a	0,67 ^a
ITU Mín								0,53 ^a

^a $P \leq 0,05$

^b $P \leq 0,10$

Ao avaliar as correlações da tabela 8, observa-se que a temperatura do ambiente foi altamente correlacionada com o ITU ($r = 0,96$, $P \leq 0,05$), e ambos correlacionados negativamente com a umidade relativa do ar, mas ao utilizar os valores médios das variáveis (Tabela 9), essa correlação negativa se perde, já que são valores médios. As figuras de 1 a 6 estão representando a regressão das correlações das variáveis (ITU com temperatura, ITU com umidade e temperatura com umidade, dos dados totais e dos dados médios). Neri (2012), relatou que em todos os locais avaliados, a temperatura média do ar foi a mais correlacionada ao ITU, sendo a correlação sempre positiva e superior a 0,97, que nos dias o ITU estava baixo a umidade relativa do ar estava alta, $r < 0,80$, no qual infere que devido à ocorrência de chuvas houve a diminuição da temperatura e ITU, mesmo com a umidade relativa próxima de 100%, o que explica o relacionamento inverso entre ITU e umidade ao longo dos dias. Já no trabalho realizado por Dikmen e Hansen (2009), no qual foram testadas oito formulas de ITU, houve correlação positiva entre ITU e a temperatura do ar ($> 0,84$) e correlação negativa com a umidade relativa do ar.

A avaliação da correlação entre as variáveis ambientais na tabela 9, a temperatura média do ar apresentou alta correlação linear com a temperatura mínima, ITU médio e mínimo, que foram superiores a 0,90, além de estar correlacionada com a temperatura máxima, umidade mínima, ITU máximo e tendência para umidade média. A temperatura mínima apresentou coeficiente de correlação linear superior a 0,90 com o ITU médio e mínimo, além de ser correlacionada com a temperatura máxima, umidade relativa do ar (média e mínima) e ITU

máximo. Já a temperatura máxima do ar foi significativa para ITU médio, mínimo e máximo. As variáveis entre ITU médio, mínimo e máximo, foram todos significativos ($r \geq 0,53$ e $P \leq 0,05$). Ravagnolo et al., (2000) relataram que a temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar foram as variáveis mais críticas para quantificar o estresse térmico, além de serem relacionadas com o ITU. Com os dados apresentados nesse trabalho, temos que a temperatura e ITU são altamente correlacionados nos dados brutos e nos dados médios (Figura 1 e 2). Apesar da umidade relativa do ar ser correlacionada negativamente com o ITU e temperatura (Figura 3 e 5) nos dados brutos, ao avaliar os dados médios, não houve correlação entre ITU e umidade (Figura 4) e temperatura e umidade (Figura 7).

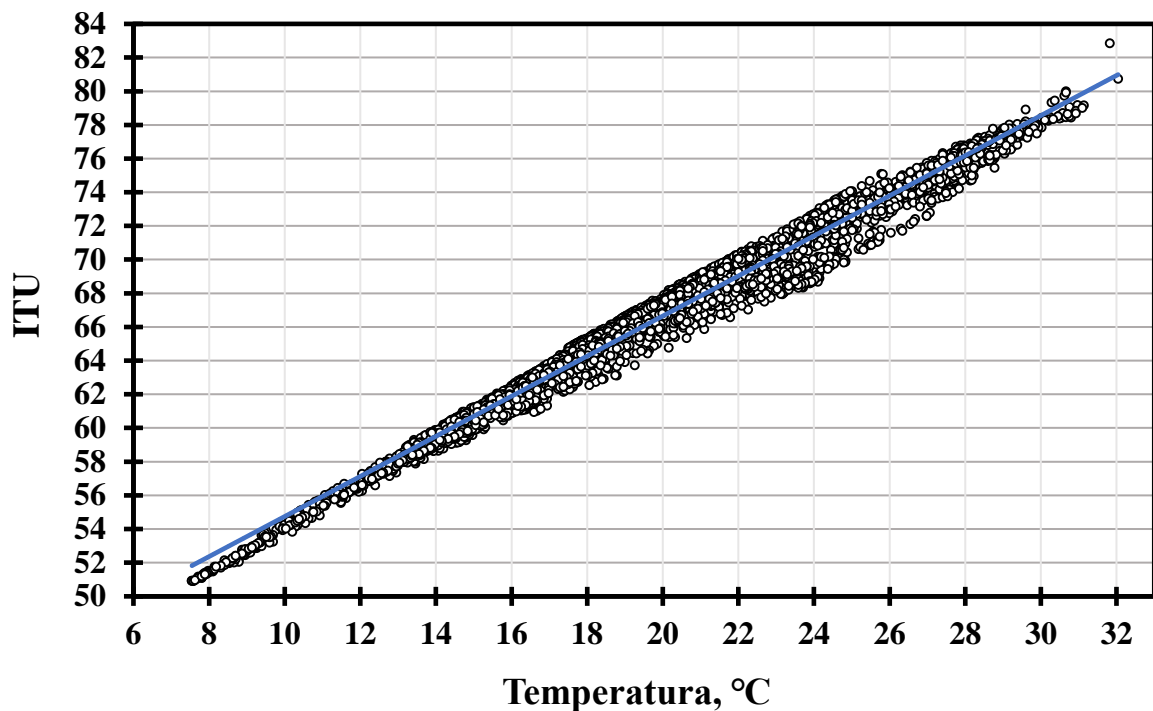


Figura 1- Correlação entre índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura do ar a cada 10 minutos por 24 horas. $N = 27$ instalações (3879 mensurações). $y = 42,839 + 1,1906x$. $r^2 = 0,98$. $P \leq 0,05$.

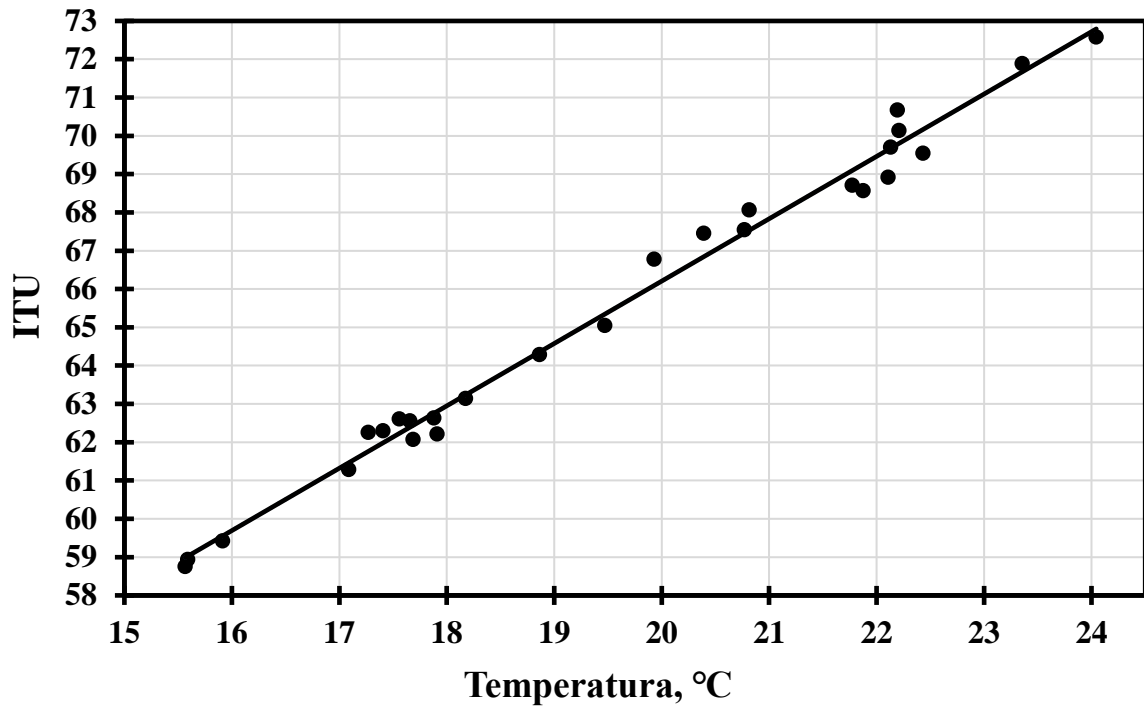


Figura 2- Correlação entre o valor médio de 24 horas do índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura do ar. N = 27 instalações (3879 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos). $y = 33,638 + 1,6284x$. $r^2 = 0,99$. $P \leq 0,05$.

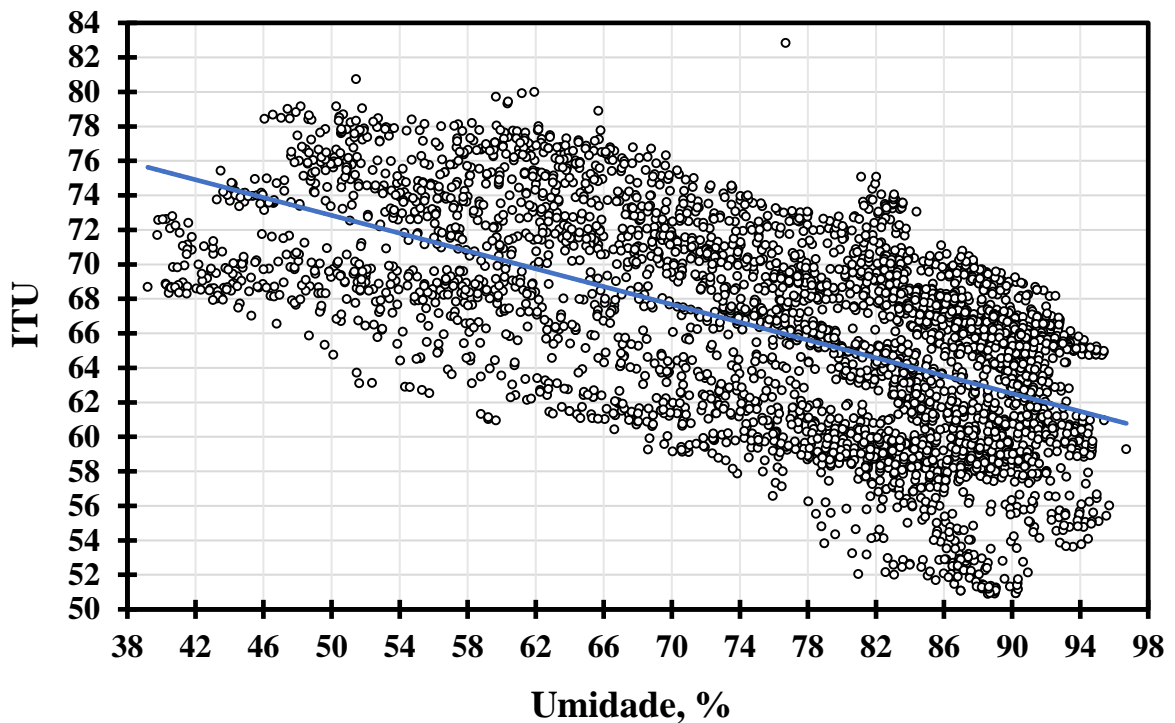


Figura 3- Correlação entre índice de temperatura e umidade (ITU) e umidade relativa do ar a cada 10 minutos por 24 horas. N = 27 instalações (3879 mensurações). $y = 85,751 - 0,2582x$. $r^2 = 0,36$. $P \leq 0,05$.

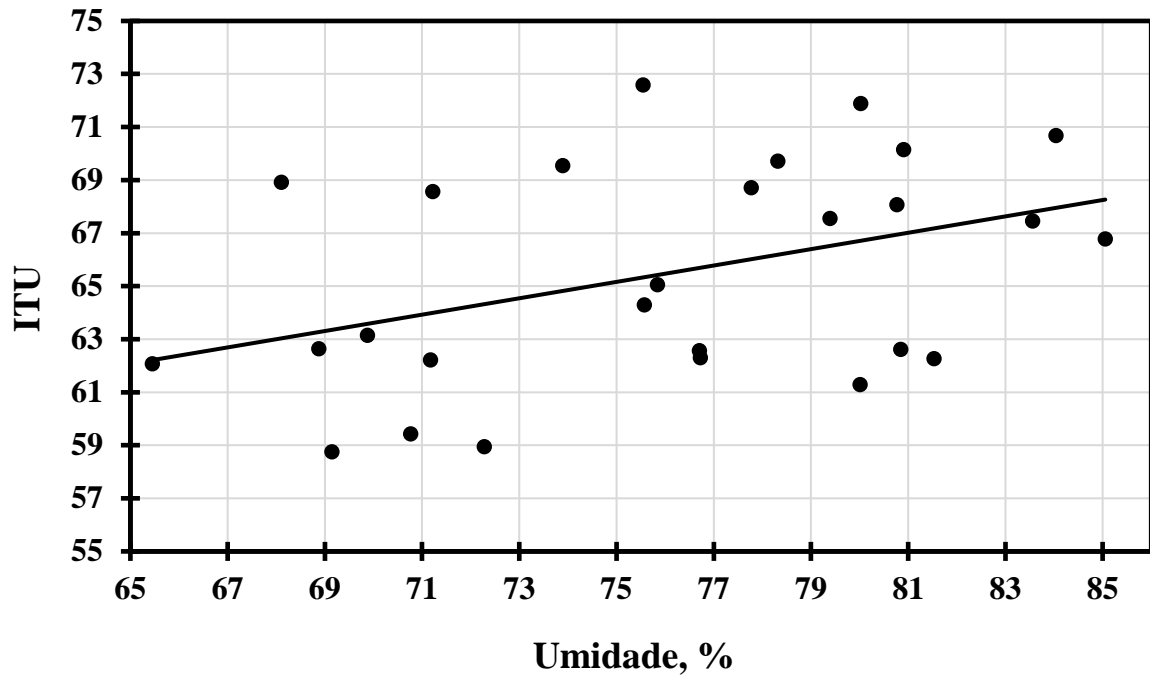


Figura 4- Correlação entre o valor médio de 24 horas do índice de temperatura e umidade (ITU) e umidade relativa do ar. N = 27 instalações (3879 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos). $y = 42 + 0,3088x$. $r^2 = 0,16$.

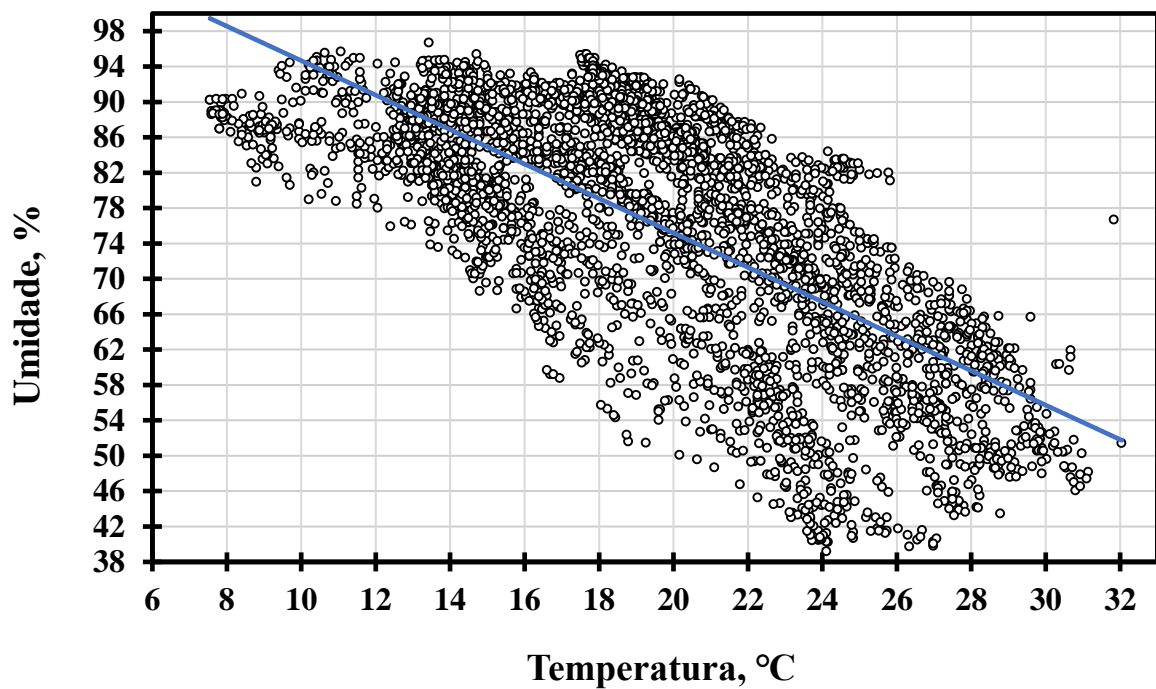


Figura 5- Correlação entre umidade relativa e a temperatura do ar a cada 10 minutos por 24 horas. N = 27 instalações (3879 mensurações). $y = 114,14 - 1,9471x$. $r^2 = 0,49$. $P \leq 0,05$.

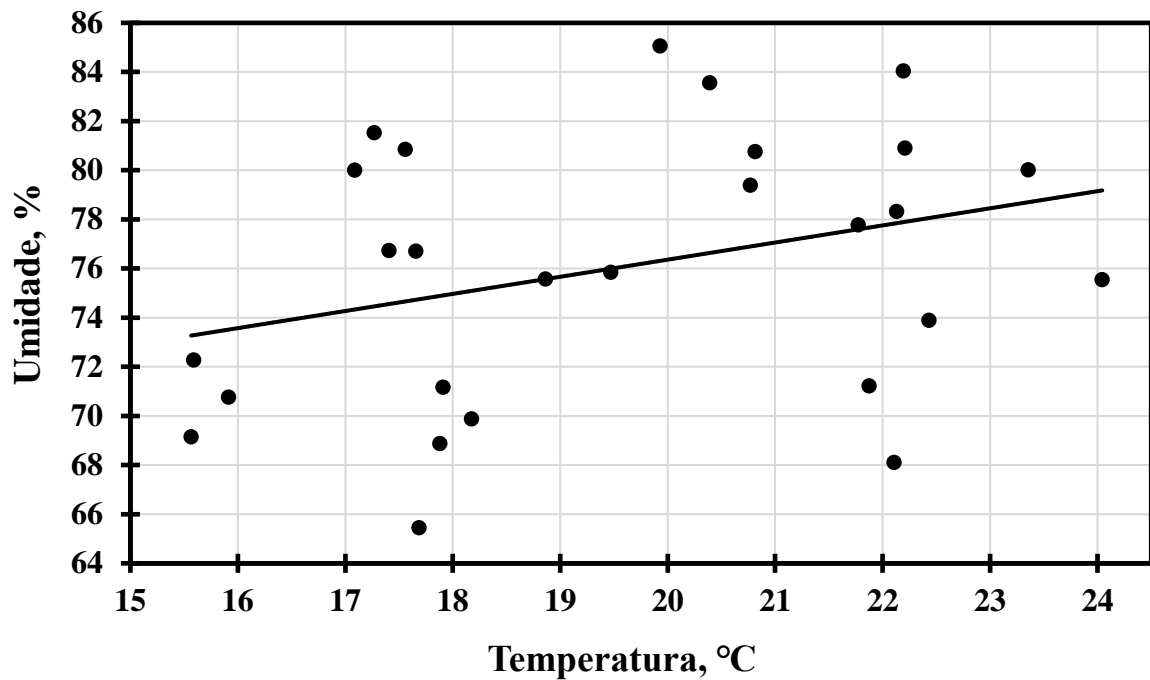


Figura 6- Correlação entre o valor médio de 24 horas da umidade relativa e a temperatura do ar. N = 27 instalações (3879 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos). $y = 62,424 + 0,6969x$. $r^2 = 0,11$.

Os gráficos das variáveis ambientais das instalações de vacas em lactação e secas são apresentados da figura 7 a 12, sendo temperatura do ar (Figuras 7 e 8), umidade relativa do ar (Figuras 9 e 10) e ITU (Figuras 11 e 12), sendo que ambos apresentaram um perfil cúbico de variação durante o dia. Nota-se que as curvas da temperatura do ar e ITU, são semelhantes o mesmo que ocorreu quando os correlacionamos, em que 14:40 horas foram registrados os maiores valores de temperatura e 14:00 horas de ITU e 6:00 horas os menores valores para instalações de vacas em lactação e 15:50 horas de ponto máximo de temperatura e ITU e 6:00 horas de ponto mínimo para as instalações de vacas secas, ao comparar com a umidade, os valores foram inversos, sendo para vacas em lactação o ponto de máximo 5:50 horas e de mínimo 15:40 horas e instalações de vacas secas 5:20 horas de ponto máximo e 15:00 horas o ponto mínimo. Com isso, temos que a umidade apresenta comportamento inverso da temperatura do ar e ITU. Essa variação no ambiente é semelhante ao que ocorreu nas regiões tropicais, sub-tropicais, temperadas e semi-áridas dos Estados Unidos. (NRC, 1981 apud NERI, 2012, p.48), em que as temperaturas máximas foram observadas entre 12h e 15h, e as mínimas entre 5h e 7h. Portanto, podemos inferir que o período da tarde é o mais adequado para melhorar o conforto térmico das vacas leiteiras.

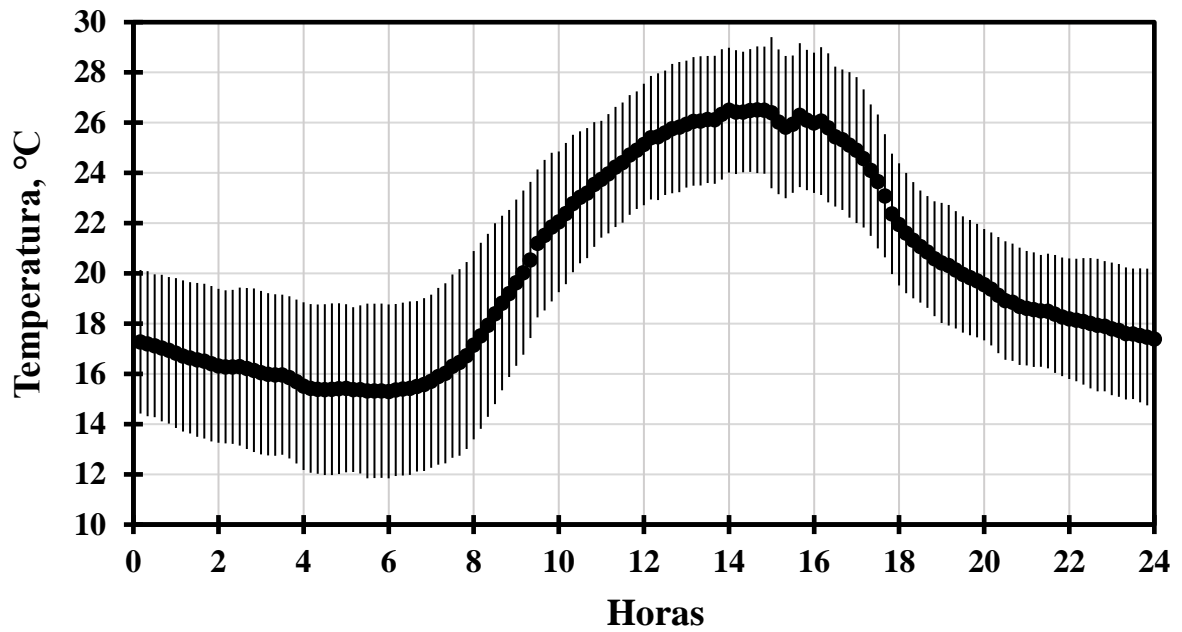


Figura 7- Temperatura do ar média (°C) de 21 instalações de vacas em lactação. 3017 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Temperatura $20,1 \pm 2,84$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 6:00 horas 15,3°C. Ponto máximo: 14:40 horas 26,5 °C.

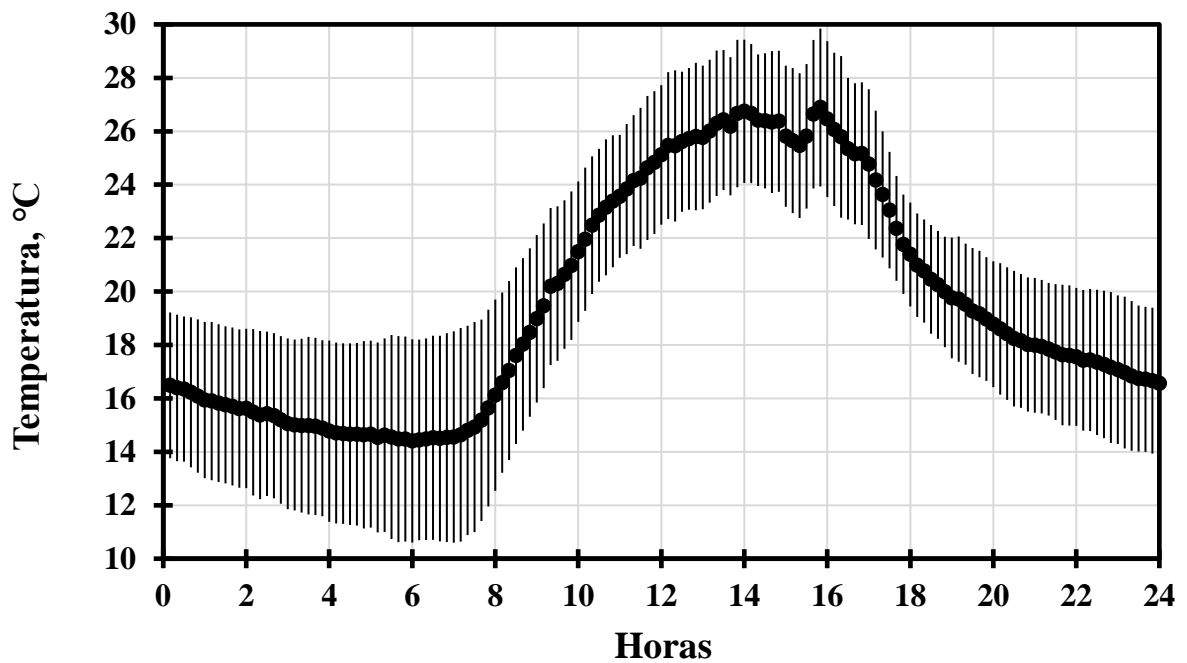


Figura 8- Temperatura do ar média (°C) de 12 instalações de vacas secas. 1721 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Temperatura $19,5 \pm 2,87$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 6:00 horas 14,4°C. Ponto máximo: 15:50 horas 26,9 °C.

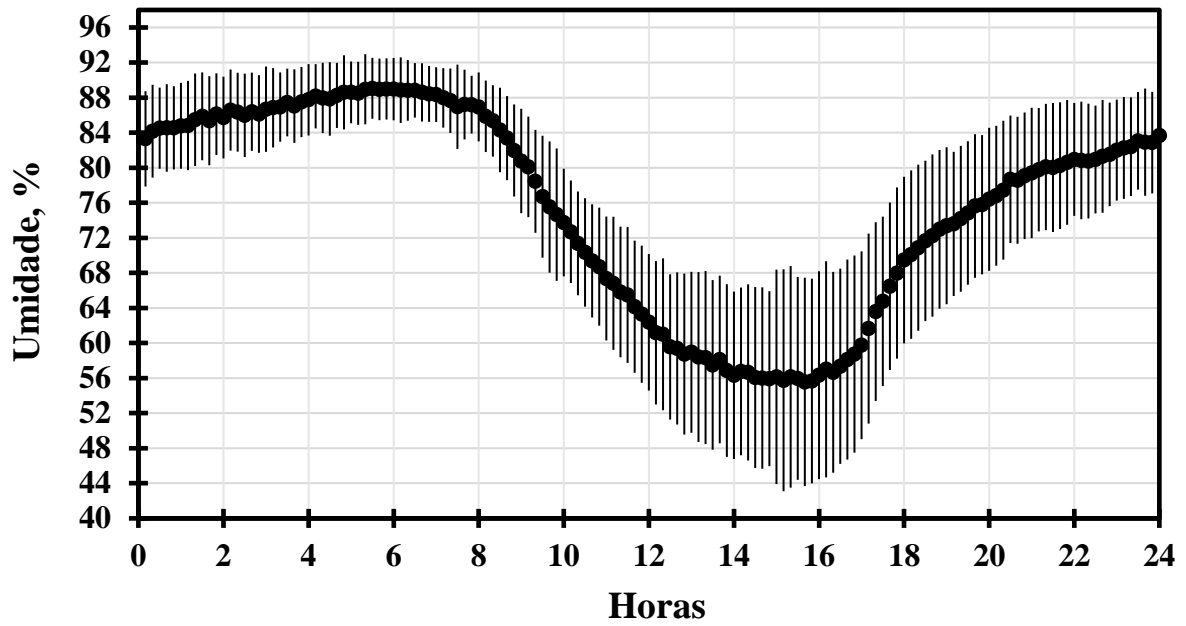


Figura 9- Umidade relativa média do ar (%) de 21 instalações de vacas em lactação. 3017 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Umidade $75,6 \pm 6,87$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 15:40 horas 55,6%. Ponto máximo: 5:50 horas 89,0%.

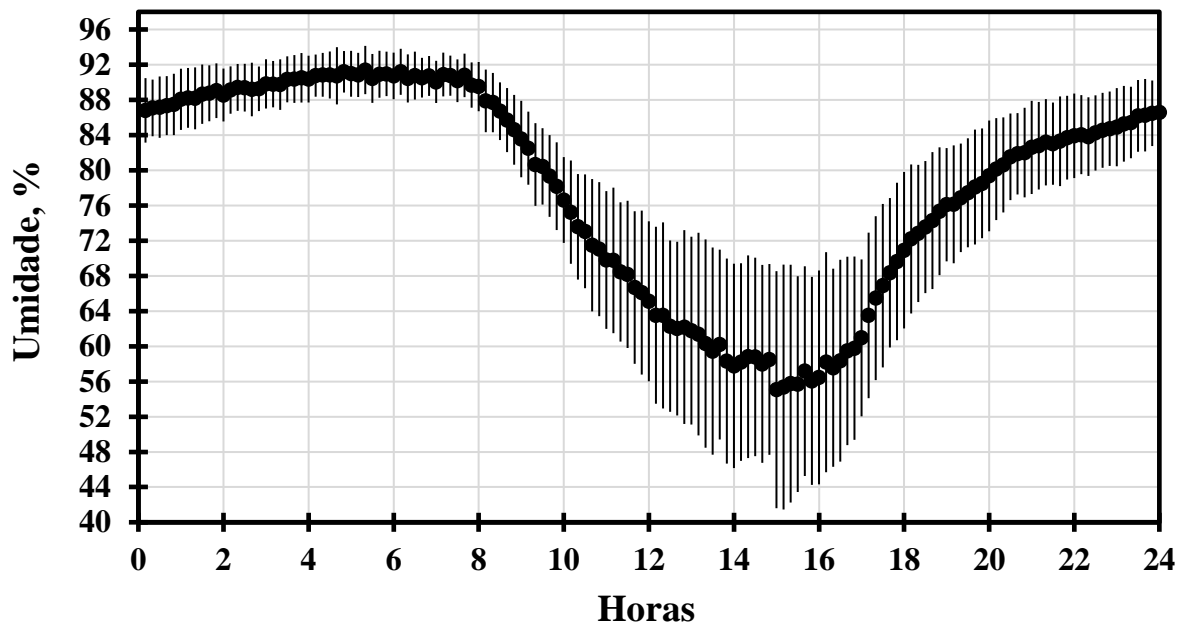


Figura 10- Umidade relativa média do ar (%) de 12 instalações de vacas secas. 1721 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Umidade $78,0 \pm 6,02$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 15:00 horas 55,1%. Ponto máximo: 5:20 horas 91,4%.

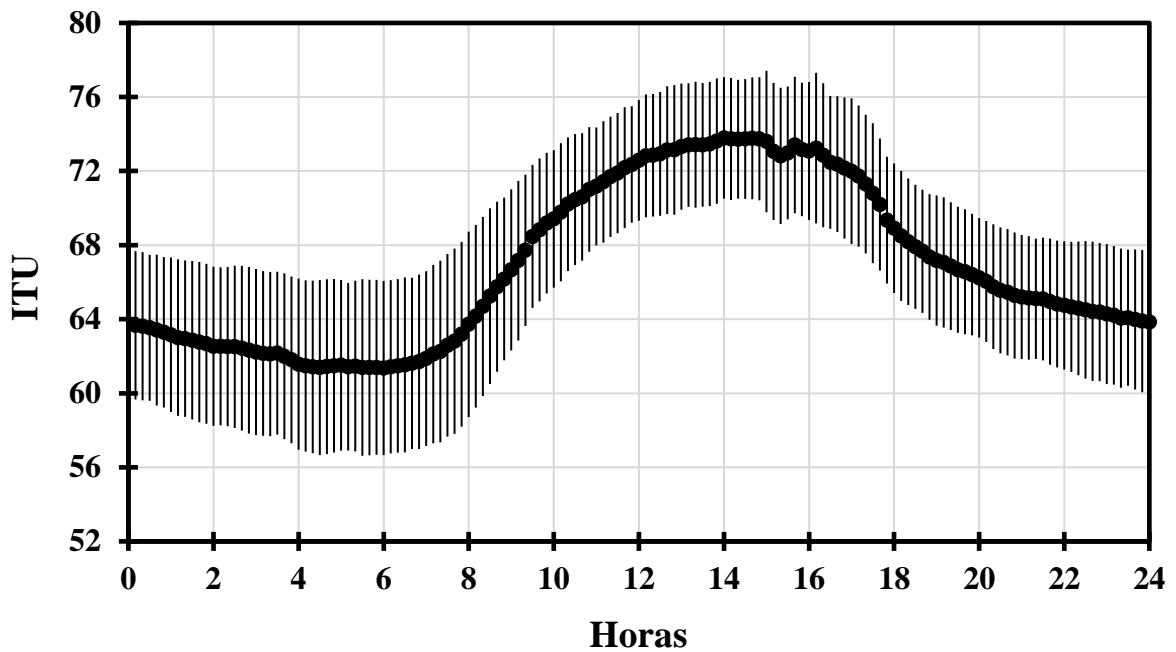


Figura 11- Índice de temperatura e umidade médio (ITU) de 21 instalações de vacas em lactação. 3017 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. ITU $66,8 \pm 3,90$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 6:00 horas 59,4. Ponto máximo: 14:00 horas 74,4.

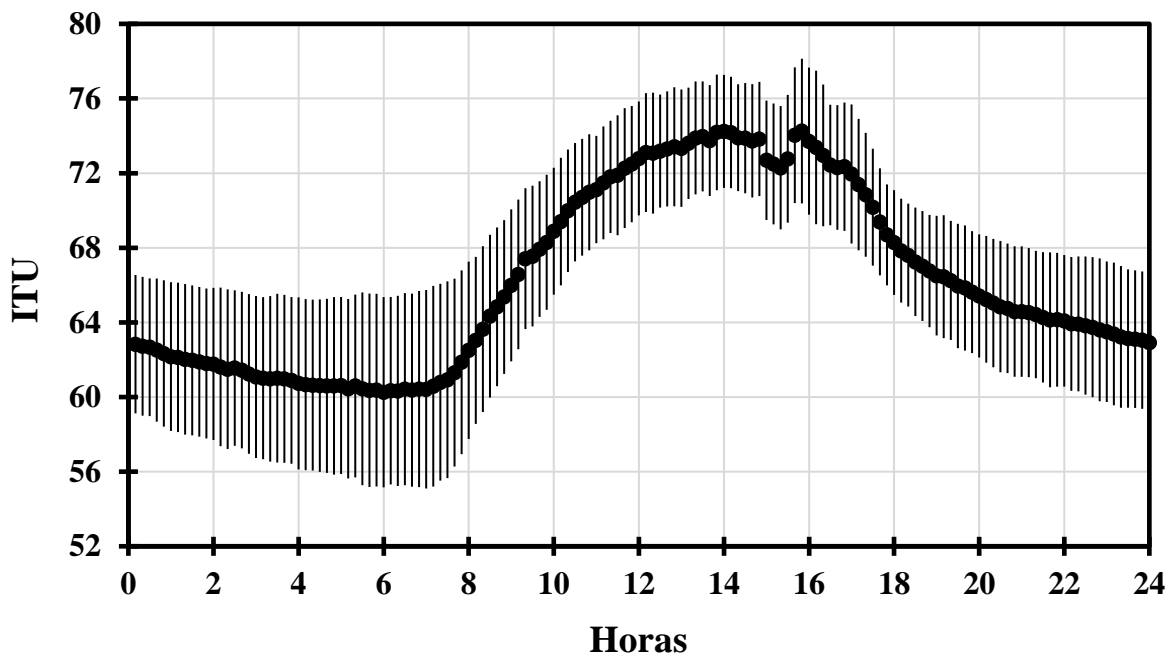


Figura 12- Índice de temperatura e umidade médio (ITU) de 12 instalações de vacas secas. 1721 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. ITU $66,2 \pm 3,79$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 6:00 horas 60,3. Ponto máximo: 15:50 horas 74,3.

Das variáveis ambientais avaliadas, observa-se que a temperatura do ar foi igual ao ITU, o que justifica os produtores de leite optarem por essa variável para o manejo do sistema de resfriamento, seja para ligar ou desligar os ventiladores e aspersores nas instalações. Com base

nos dados das variáveis dos ambientes (Figura 1 e 2), temos que para a estratégia em que a meta seja acionar o sistema de resfriamento no ITU 68 a temperatura ideal seria de 21°C e para ITU 72 24°C. Esses valores são próximos dos valores encontrados no trabalho do Neri (2012) em que a temperatura média do ar foi de 19°C para ITU de 68 e 23°C para ITU 72. Em relação ao ITU adotado, no trabalho de Zilbeman et al. (2009), sugeriram que o ITU mínimo, médio e máximo considerados correspondem a 65, 68 e 72 respectivamente, e quando o ITU foi maior que 68 por períodos maiores que 17 horas por dia, a perda de produção diária de leite poderia chegar a 2,2 kg. Assim, sugerimos que o resfriamento de vacas leiteiras deve ser iniciado sempre que o ITU mínimo for 65 ou superior, ou quando o ITU médio for 68

3.2 Temperatura corporal

A descrição das variáveis da temperatura vaginal de vacas secas e em lactação (média, mínimo, máximo, proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^\circ\text{C}$ e $\geq 39,1^\circ\text{C}$ quando ITU ≥ 68) estão apresentadas nas tabelas 10 e 12, em que as variáveis que apresentaram maior variação foram as proporções das temperaturas vaginais.

Tabela 10. Temperatura vaginal obtida a cada 10 minutos em 24 horas de vacas em lactação de 21 instalações

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Temperatura média, °C	302	38,9	0,33	38,1	40,0
Temperatura mínima, °C	302	38,3	0,28	37,4	39,1
Temperatura máxima, °C	302	39,6	0,50	38,1	41,9
% $\geq 39,1$ ITU ≥ 68 ¹	302	33,1	30,65	0,0	100,0
% $\geq 39,1$ ²	302	32,8	29,21	0,0	98,6

¹Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^\circ\text{C}$ quando o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^\circ\text{C}$

Tabela 11. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis da temperatura vaginal de vacas em lactação em 21 instalações

	Mín	Máx	% $\geq 39,1$ ITU ≥ 68 ¹	% $\geq 39,1$ ²
Temperatura média, °C	0,74	0,85	0,89	0,95
Temperatura mínima, °C		0,45	0,64	0,64
Temperatura máxima, °C			0,77	0,79
% $\geq 39,1$ ITU ≥ 68				0,94

¹Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^\circ\text{C}$ quando o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^\circ\text{C}$

$P \leq 0,05$ para todas as variáveis

Nas tabelas 11 e 13 são apresentados os coeficientes de correlação linear entre as variáveis da temperatura vaginal de vacas secas e em lactação (proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$ quando o ITU foi ≥ 68 , proporção das mensurações em que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$, média, máxima e mínima). Entre todas as variáveis foram declaradas significância, sendo o ($r \geq 0,45$ e $P \leq 0,05$).

Tabela 12. Temperatura vaginal obtida a cada 10 minutos em 24 horas de vacas secas de 12 instalações

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Temperatura média, $^{\circ}\text{C}$	81	39,0	0,24	38,5	39,6
Temperatura mínima, $^{\circ}\text{C}$	81	38,4	0,21	37,9	38,9
Temperatura máxima, $^{\circ}\text{C}$	81	39,6	0,33	38,9	40,6
% $\geq 39, 1$ ITU $\geq 68^1$	81	35,8	26,29	0,0	100
% $\geq 39, 1^2$	81	34,2	23,51	0,0	93,1

¹Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$ quando o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$

Tabela 13. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis da temperatura vaginal de vacas secas em 12 instalações

	Mín	Máx	% $\geq 39, 1$ ITU $\geq 68^1$	% $\geq 39, 1^2$
Temperatura média, $^{\circ}\text{C}$	0,80	0,83	0,77	0,93
Temperatura mínima, $^{\circ}\text{C}$		0,48	0,52	0,69
Temperatura máxima, $^{\circ}\text{C}$			0,81	0,80
% $\geq 39, 1$ ITU ≥ 68				0,83

¹Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$ quando o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^{\circ}\text{C}$, Significativo $P \leq 0,05$ igual em todas as variáveis

$P \leq 0,05$ para todas as variáveis

Segundo Neri (2012) os dados de temperatura vaginal sugerem que mensurar a temperatura dos animais é necessário para monitorar o conforto térmico, e que a temperatura retal ou vaginal acima de 39°C é sugestivo de ocorrência de estresse por calor.

A temperatura vaginal das vacas em 24 horas do dia, não é constante e segue um padrão circadiano que sobe e desce, o mesmo que ocorre com a temperatura, umidade relativa do ar e ITU. Como observado nas figuras 13 e 14, as temperaturas vaginais das vacas secas e em lactação apresentaram um padrão de variação ao longo do dia semelhante ao de temperatura e ITU. Segundo West (2003) a temperatura ambiente e o ITU estão intimamente relacionados, sendo difícil separa-los, acredita-se que isso ocorre devido aos efeitos da temperatura ambiente ter maior influência na temperatura corporal de vacas leiteiras. Outros autores relataram também o aumento da temperatura retal com o aumento da temperatura do ambiente.

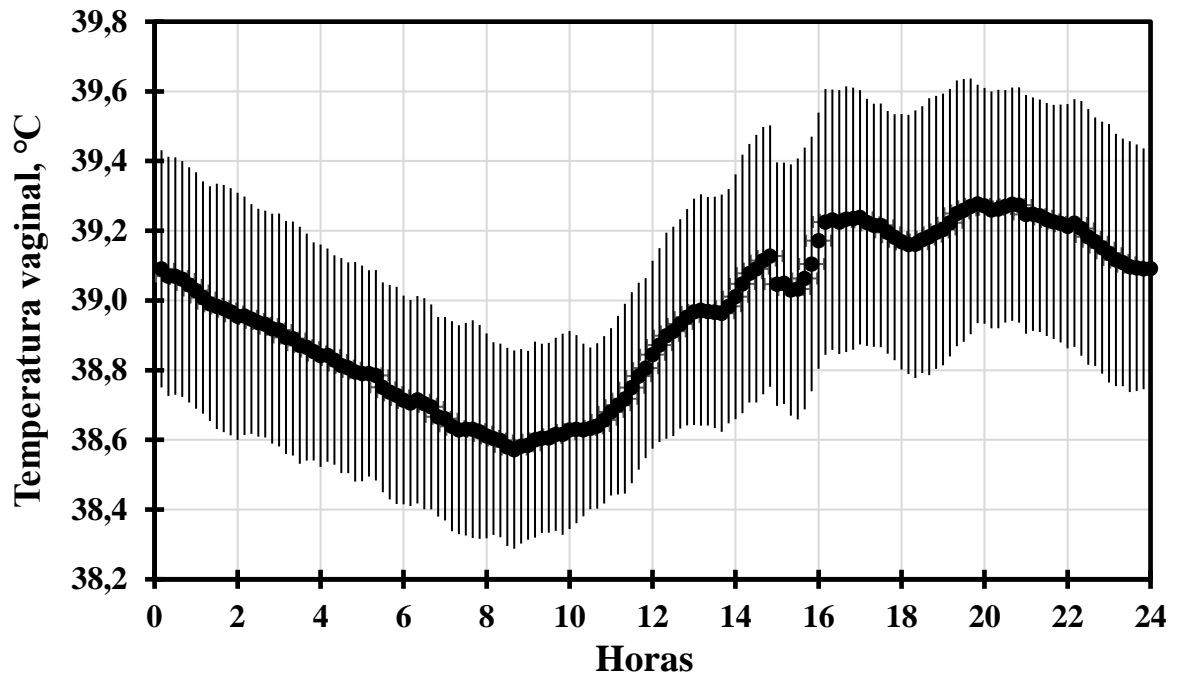


Figura 13- Temperatura vaginal média de 81 vacas secas (°C). 11664 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Temperatura $39,0 \pm 0,33$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 8:40 horas 38,6°C. Ponto máximo: 20:50 horas 39,3°C.

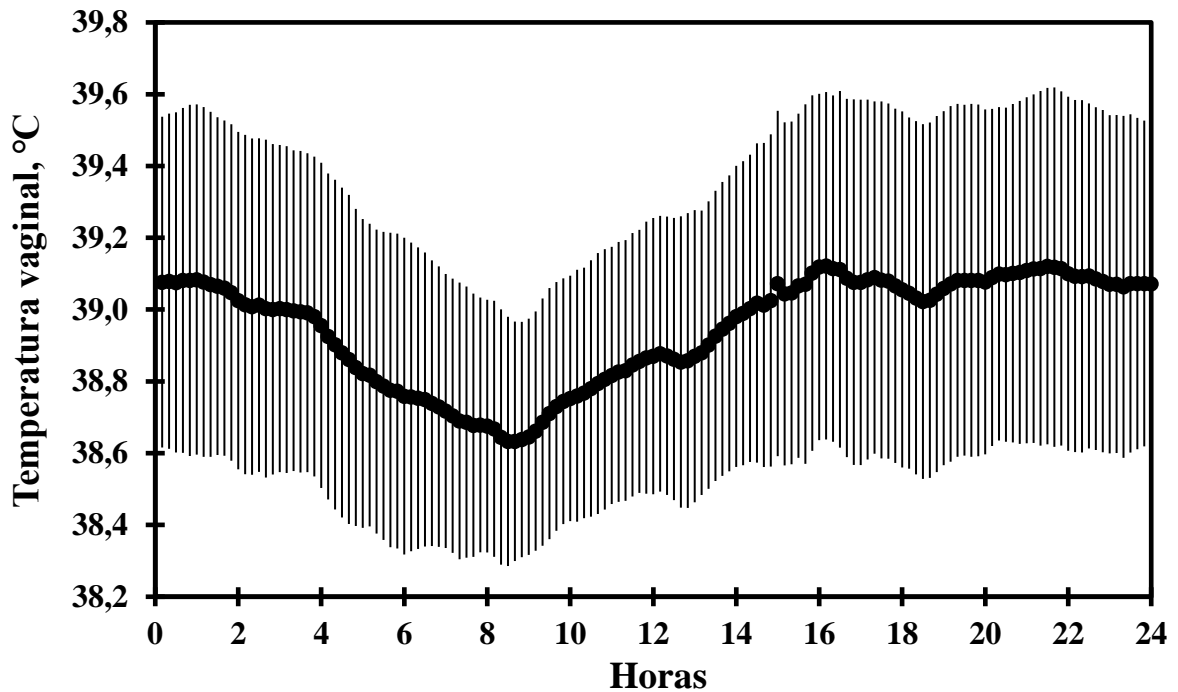


Figura 14- Temperatura vaginal média de 302 vacas em lactação (°C). 43488 mensurações registradas em intervalos de 10 minutos. Temperatura $38,9 \pm 0,44$ (Média \pm DP). Ponto mínimo: 8:40 horas 38,6°C. Ponto máximo: 16:10 horas 39,1°C.

3.3 Ambiente térmico sobre a temperatura corporal de vacas secas e em lactação

Na tabela 14, temos a descrição das variáveis ambientais das fazendas em que vacas secas e em lactação estavam alocadas na mesma instalação.

Tabela 14. Temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) de instalações onde vacas secas e lactação estavam no mesmo ambiente

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
T Média	6	20,4	1,97	17,3	22,2
T Mín	6	15,0	2,45	12,5	18,3
T Máx	6	28,6	2,98	23,3	32,0
UR Média	6	78,4	4,53	71,2	83,6
UR Mín	6	52,1	5,43	46,1	59,2
UR Máx	6	93,6	2,00	91,0	96,7
ITU Médio	6	67,4	2,58	63,5	70,1
ITU Mín	6	61,0	3,38	57,6	65,7
ITU Máx	6	76,9	4,17	69,9	82,8
% ITU ≥ 68 ¹	6	39,4	15,25	13,2	54,9
% ITU ≥ 72 ²	6	22,1	14,96	0,0	36,1

¹Proporção das mensurações em que o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

²Proporção das mensurações em que o ITU estava ≥ 72

Tabela 15. Temperatura vaginal de vacas secas (N = 81) e lactação (N = 302)

	Secas	Lactação	EPM ¹	Valor de P
Temperatura média, °C	39,0	39,0	0,05	0,80
Temperatura mínima, °C	38,4	38,3	0,03	0,21
Temperatura máxima, °C	39,6	39,7	0,06	0,21
% $\geq 39,1$ ITU ≥ 68 ²	35,6	37,3	0,04	0,66
% $\geq 39,1$ ³	36,0	36,2	0,04	0,96

¹ Erro padrão das médias

²Proporção das mensurações que a temperatura vaginal estava $\geq 39,1^\circ\text{C}$ quando o índice de temperatura e umidade (ITU) estava ≥ 68

³Proporção das mensurações que a temperatura vaginal foi $\geq 39,1^\circ\text{C}$

A análise das variáveis de temperatura vaginal de vacas secas e em lactação, quando ajustadas para a temperatura ambiente como covariável, não foi significativo, demonstrando que o estágio de lactação em diferentes ambientes não tem influência nos parâmetros de temperatura das vacas, isso quando avaliamos em 24 horas. West, Multinix e Bernad (2003), sugeriram que os efeitos do estresse térmico no CMS e produção de leite dos animais ocorreram de dois a quatro dias após o estresse por excesso de calor. Isso, porque a vaca demanda tempo para consumir, digerir e metabolizar os nutrientes.

Alguns trabalhos relataram que a sensibilidade do gado ao estresse térmico aumenta com a produção de leite, reduzindo a temperatura limite quando a perda de leite começa ocorrer. Pesquisas mostraram que quando a produção de leite aumenta de 35 a 45 kg/ d, o limiar da

temperatura de estresse térmico é reduzida em 5 °C (BERMAN, 2005). A produção de calor metabólico aumenta à medida que a produção de leite também aumenta. Por exemplo, a produção de calor produzido por vacas produzindo 18,5 e 31,6 kg/d de leite demonstrou ser 27,3 e 48,5 % maior que vacas não lactantes (PURWANTO et al., 1990). Berman et al. (1985) relataram que o máximo da taxa de evaporação de água em vacas leiteiras são de 1,5kg/h, equivalente a 18Mcal/dia. Essa taxa de perda de calor é próxima a produção de calor de uma vaca seca, vazia com 600 kg, mas apenas cerca da metade do calor gerado por um animal produzindo 30kg/leite/dia.

Segundo Brody (1945), em vacas, com o aumento na produção de leite, aumenta a produção de calor com o metabolismo de grande quantidade de nutrientes, o que torna a vaca de alta produção mais vulnerável a ambientes com temperatura e umidade elevados quando comparados a animais de menor atividade metabólica. As vacas em lactação são mais afetadas do que animais de menor desempenho, pois a zona de termoneutralidade diminui à medida que o animal aumenta a ingestão de matéria seca e produção de calor (COOPOCK et al., 1982).

Com isso, temos que outro trabalho seria necessário para avaliar as respostas das vacas secas e em lactação, levando em consideração a produção de leite, o consumo, frequência respiratória e temperatura vaginal, por mais de 24 horas.

4 CONCLUSÃO

O estágio de lactação não foi um fator que alterou a temperatura vaginal de vacas secas e em lactação em diferentes instalações.

As variáveis ambientais da temperatura do ar e ITU, são altamente correlacionadas entre si, um dado importante pois a utilização da temperatura do ar como forma de monitoramento do ambiente térmico em rebanhos leiteiros é efetiva.

Em fazendas produtoras de leite, as estratégias de manejo para conforto térmico, em que se utiliza o ITU 68 como indicativo de estresse térmico, a temperatura do ar ideal seria de 21°C e para ITU 72 de 24°C.

5 REFERÊNCIAS

- BERMAN, A. et al. **Upper critical-temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy-cows in a sub-tropical climate.** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 68, n. 6, p. 1488-1495, 1985.
- BERMAN, A. J. **Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows.** Journal of Animal Science, Champaign, v. 83, n. 6, p. 1377-1384, 2005.
- BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. **Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress.** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 90, n. 4, p. 1947-1956, 2007.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth: with special reference to the efficiency complex in domestic animals.** Baltimore: Reinhold, 1945. 1023 p.
- COPPOCK, C. E. et al. **Lactating dairy cow responses to dietary sodium, chloride, and bicarbonate during hot weather.** Journal of Animal Science, Champaign, v. 65, p. 566-576, 1982.
- DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. **Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment?** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 92, n. 1, p. 109-116, 2009.
- HONIG, H. et al. **Performance and welfare of high-yielding dairy cows subjected to 5 or 8 cooling sessions daily under hot and humid climate.** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 95, n. 7, p. 3736-3742, 2012.
- IGONO, M. O.; BJOTVEDT, G.; SANFORDCRANE, H. T. **Environmental profile and critical-temperature effects on milk-production of holstein cows in desert climate.** International Journal of Biometeorology, Lisse, v. 36, n. 2, p. 77-87, 1992.
- JOHNSON, H. D. **Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change.** International Journal of Biometeorology, v. 24, p. 65-78, 1980.
- 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.
- KIBLER, H. H.; BRODY, S. **Environmental physiology with special reference to domestic animals, Influence of temperature, 5° to 95°F, on evaporative cooling from the respiratory and exterior body surfaces in Jersey and Holstein cows.** Missouri Agricultural Experimental Station Research Bulletin. 461, Columbia, 1950.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologic.** Berlin: G. Borntraeger, 1939.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A guide to environmental research on animals.** Washington: National Academy Science, 1981.
- NERI, J. **Ambiente térmico em confinamentos de gado leiteiro no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. **Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados.** Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, Campinas, v. 1, n. 2, p.117-126, 2007.

PURWANTO, B. P. et al. **Diurnal patterns of heat production and HR under thermoneutral conditions in Holstein Friesian cows differing in milk production.** Journal of Agricultural Science, Cambridge, v. 114, n. 2, p. 139-142, 1990.

RAVAGNOLO, O.; MISZTAL, I.; HOOGENBOOM, G. **Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function.** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 83, n. 9, p. 2120-2125, 2000.

THATCHER, W. W. **Manejo de estresse calórico e estratégias para melhorar o desempenho lactacional e reprodutivos em vacas de leite.** XIV CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2010. Uberlândia, MG. Anais... 2010, p. 2-25

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

WEST, J. W.; MULLINIX, B. G.; BERNARD, J. K. **Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows.** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 86, n. 1, p. 232-242, 2003.

ZIMBELMAN, R. B. et al. **A re-evaluation of the impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows.** In: Proceedings of the Southwest Nutrition and Management Conference, Arizona, p. 158- 168, 2009.

YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock.** Boca Raton: CRC, 1985, 159