

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO E ZONEAMENTO
BIOCLIMÁTICO PARA OVINOS DA RAÇA DORPER NO ESTADO DE
PERNAMBUCO**

ALINE MEDEIROS DE PAULA MENDES
Zootecnista

**RECIFE - PE
JANEIRO – 2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO E ZONEAMENTO
BIOCLIMÁTICO PARA OVINOS DA RAÇA DORPER NO ESTADO DE
PERNAMBUCO**

ALINE MEDEIROS DE PAULA MENDES

**RECIFE - PE
JANEIRO – 2014**

ALINE MEDEIROS DE PAULA MENDES

**ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO E ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO PARA
OVINOS DA RAÇA DORPER NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientação:

Prof. Dr. Marcílio de Azevedo – Orientador

**RECIFE - PE
JANEIRO - 2014**

Ficha catalográfica

M538i Mendes, Aline Medeiros de Paula
Índice de conforto térmico e zoneamento bioclimático
para ovinos da raça Dorper no estado de Pernambuco / Aline
Medeiros de Paula Mendes. – Recife, 2014.
161 f. : il.

Orientador: Marcílio de Azevedo.

Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba /
Universidade Federal do Ceará. Departamento de Zootecnia da
UFRPE, Recife, 2014.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Adaptabilidade 2. Temperatura do ar 3. Umidade relativa do
ar 4. Índice de temperatura e umidade 5. Isolinhas 6. Zoneamento
bioclimático I. Azevedo, Marcílio de, orientador II. Título

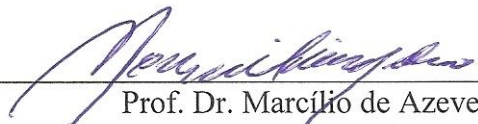
CDD 636

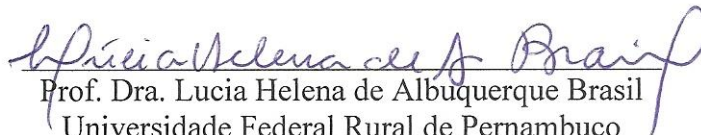
ALINE MEDEIROS DE PAULA MENDES


**ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO E ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO
PARA OVINOS DA RAÇA DORPER NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

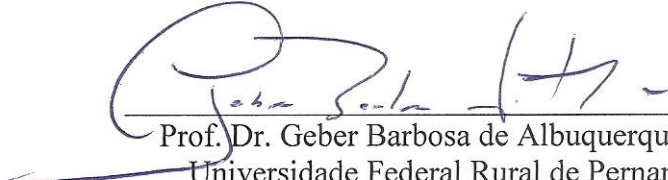
Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 23 de janeiro de 2014

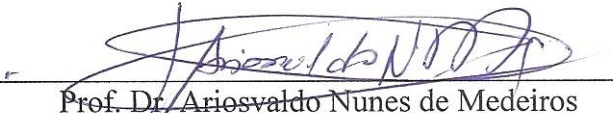
Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Marçílio de Azevedo
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia


Prof. Dra. Lucia Helena de Albuquerque Brasil
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia


Prof. Dr. Héilton Pandorfi
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Engenharia Agrícola


Prof. Dr. Geber Barbosa de Albuquerque Moura
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Engenharia Agrícola


Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros
Universidade Federal de Paraíba
Departamento de Zootecnia

**RECIFE-PE
JANEIRO – 2014.**

Dedico este trabalho as pessoas mais importantes da minha vida

Pelo que me ensinaram e transmitiram

Pelo apoio incondicional e incessante

Pelo que sou

Aos meus pais e aos meus irmãos

À minha família

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder o dom da vida, saúde e fé nos caminhos pelos quais trilhei e ainda vou trilhar.

Aos meus pais, meu porto seguro. Sem vocês, nada seria.

Aos meus familiares, que aguentaram meu mau humor e me incentivaram sempre a continuar com essa longa jornada.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco por toda minha formação profissional.

A FACEPE pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Marcílio de Azevedo por ter me confiado esse trabalho, pela orientação e conselhos.

Ao professor e coordenador da pós-graduação Francisco Fernando Ramos de Carvalho pelos conselhos, orientações e por ter sempre uma palavra de ânimo para dar.

Aos professores Fabrício e Geber pelas orientações na elaboração dos mapas climáticos.

Aos professores Ângela Quintão Lana, Paulo Cecon e Guilherme Rocha pela ajuda com as análises estatísticas.

Aos professores que fazem parte do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia que contribuíram de forma direta e indireta para minha formação durante mais essa etapa.

A todos os funcionários que compõem o Departamento de Zootecnia.

Ao proprietário da Fazenda Boa Vista, Sérgio Freitas, que cedeu as instalações e os animais para a realização deste trabalho, e em especial aos funcionários Jailson, Davi e Luciano e seus familiares por toda ajuda e acolhida.

Aos amigos que a vida atravessa no nosso caminho e que se tornaram “famílias temporárias” durante a execução do experimento Kelly Araújo (Kellynha), Giliane (Gigi), Emmanuel Luna e família e tantos outros que me proporcionaram momentos felizes em Arcoverde.

Aos amigos Argélia Dias, Paulo Dutra, Gilvan, Ana Patrícia Simeão, Eilton Santos, Fabiana Lopes pela amizade sincera, conselhos e apoio.

A todos os colegas da Pós-Graduação que compõem a casa e aos que já não fazem mais parte do programa, obrigada pela presença de vocês na minha vida.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho e fizeram com que TUDO valesse a pena. MUITO OBRIGADA!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Aline Medeiros de Paula Mendes, filha de Maurino Francisco de Paula Mendes Neto e Silvana Medeiros de Paula Mendes, nasceu em 22 de março de 1980, em Recife, PE.

Em Dezembro de 2006 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE.

Em Fevereiro de 2009 defendeu a dissertação obtendo o título de Mestre em Zootecnia, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Em Março de 2010, ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, sob orientação do Prof. Dr. Marcílio de Azevedo, realizando estudos na Área de Produção Animal voltados para a Bioclimatologia.

Em 23 de Janeiro de 2014, submeteu-se à defesa de Tese para a obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

SUMÁRIO

Página

Lista de Tabelas.....	XI
Lista de Figuras.....	XII
Resumo Geral.....	15
Abstract	17
Capítulo 1- Referencial Teórico.....	19
Referências Bibliográficas.....	43
Capítulo 2 – Adaptabilidade de Ovinos da Raça Dorper ao Calor no Semiárido de Pernambuco.....	48
Resumo.....	48
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	50
Resultados e Discussão.....	54
Conclusões.....	68
Referências Bibliográficas.....	68
Capítulo 3 – Determinação do Índice de Conforto Térmico para Ovinos Dorper Confinados no Sertão de Pernambuco.....	72
Resumo.....	72
Abstract.....	72
Introdução.....	73
Material e Métodos.....	75
Resultados e Discussão.....	79
Conclusões.....	102
Referências Bibliográficas.....	102

Capítulo 4 – Zoneamento Bioclimático para Ovinos Dorper no Estado de Pernambuco.....	106
Resumo.....	106
Abstract.....	106
Introdução.....	106
Material e Métodos.....	110
Resultados e Discussão.....	112
Conclusões.....	128
Referências Bibliográficas.....	128
Apêndice I	131
Apêndice II.....	133
Apêndice III.....	140
Apêndice IV.....	151

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

	Página
Tabela 1. Níveis de garantia do concentrado comercial ofertado para ovinos Dorper confinados	53
Tabela 2. Valores médios da temperatura do ar (T_a), temperatura de globo negro ao sol e à sombra (TGNsol/TGNsomb) e umidade relativa (UR) durante o período de coleta de dados	55
Tabela 3. Médias, desvio padrão e análise de variância dos índices de conforto térmico, em diferentes turnos e condições para ovinos Dorper no Sertão de Pernambuco	56
Tabela 4. Valores médios de temperatura retal (TR , ° C) de ovinos da raça Dorper nos diferentes períodos e condições ambientais	59
Tabela 5. Valores médios de frequência respiratória em movimentos por minuto (FR, mov./min) de ovinos da raça Dorper nos diferentes períodos e condições ambientais	60
Tabela 6. Valores médios para temperatura da superfície do velo (TSV, °C), temperatura interna do velo (TIV, °C) e temperatura da epiderme (TEP, °C) de ovinos da raça Dorper nos diferentes períodos e condições ambientais de ovinos da raça Dorper nos diferentes períodos e condições ambientais	63
Tabela 7. Correlação de Pearson entre parâmetros fisiológicos e ambientais para ovinos machos inteiros da raça Dorper, nos horários da manhã (6h:30min.) e tarde (12h30min.)	66

CAPÍTULO 3

	Página
Tabela 1. Níveis de garantia do concentrado comercial ofertado para ovinos Dorper confinados	78
Tabela 2 – Análise multivariada de componentes principais	79
Tabela 3. Correlações entre as variáveis ambientais e os componentes principais.	79
Tabela 4. Valores médios mínimos (mín.) e máximo (máx.) dos elementos meteorológicos, dos índices de conforto térmico pela manhã e tarde, na condição de sombra, durante o período experimental, e valores médios e desvio padrão desses elementos e índices observados nos dias e horários do registro dos parâmetros fisiológicos pela manhã (6-8 h) e a tarde (12-14h).	80
Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas	83

e os índices de conforto dos ovinos Dorper

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

	Página
Figura 1. Animais da raça Dorper e White Dorper. (Fonte: ABCDorper)	23
Figura 2. Representação esquemática simplificada do processo de termorregulação. Adaptado de Silva, 2000	29

CAPÍTULO 2

	Página
Figura 1. Aprisco utilizado para a coleta de dados fisiológicos.	54

CAPÍTULO 3

	Página
Figura 1. Temperatura Retal (TR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura e Umidade.	85
Figura 2. Temperatura Retal (TR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura Globo e Umidade.	87
Figura 3. Temperatura Retal (TR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico para Ovinos.	88
Figura 4. Temperatura Retal (TR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico para Dorper (ICTD).	89
Figura 5. Frequência Respiratória (FR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura e Umidade (ITU).	91
Figura 6. Frequência Respiratória (FR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU).	93
Figura 7. Frequência Respiratória (FR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico (ICT).	95
Figura 8. Frequência Respiratória (FR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico para Dorper (ICTD).	97
Figura 9. Temperatura da epiderme (TEP) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura e Umidade (ITU).	99

Figura 10. Temperatura da epiderme (TEP) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU).	100
Figura 11. Temperatura da epiderme (TEP) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico (ICT).	100
Figura 12. Temperatura da epiderme (TEP) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico para Dorper (ICTD).	101

CAPÍTULO 4

	Página
Figura 1. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Janeiro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.	116
Figura 2. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Fevereiro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990	117
Figura 3. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Março, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990	118
Figura 4. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Abril, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.	119
Figura 5. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Maio, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.	120
Figura 6. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Junho, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.	121
Figura 7. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Julho, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.	122
Figura 8. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Agosto, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.	123
Figura 9. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Setembro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.	124

Figura 10. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Outubro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990. 125

Figura 11. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Novembro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990. 126

Figura 12. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Dezembro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990. 127

RESUMO GERAL

ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO E ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO PARA OVINOS DA RAÇA DORPER NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Esse trabalho teve por objetivo avaliar a adaptabilidade ao calor, determinar um índice de conforto térmico e seus limites críticos e realizar o zoneamento bioclimático para a raça ovina Dorper no Estado de Pernambuco. A pesquisa foi desenvolvida no município de Arcoverde, região semiárida, durante o período de janeiro a março de 2011. Foram coletados dados ambientais diários, registrados e armazenados em um data logger. Foram utilizados vinte ovinos da raça Dorper, machos, não castrados, com idade média de 20 meses. As variáveis fisiológicas registradas a cada três dias foram: frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura da superfície do velo (TSV), temperatura interna do velo (TIV) e temperatura de epiderme (TEP). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, o horário do dia como parcela principal e o condição ambiental de sol e sombra como subparcelas e os 20 animais as repetições. A hora do dia e a condição ambiental de sol ou sombra influenciaram as respostas fisiológicas dos ovinos. O horário da manhã, na condição ambiental de sol e o horário da tarde em ambas as condições ambientais conduziram os animais ao desconforto térmico; os valores de índices de conforto foram os seguintes: índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) de 76,1, 93,5 e 82,5; índice de conforto térmico para ovinos (ICT) de 31,2 46,5 e 40,5; carga térmica radiante (CTR) de 556,7, 814,2 e 537,5, respectivamente. O índice de temperatura e umidade (ITU) foi considerado estressante no turno da tarde (79,4). As variáveis fisiológicas foram influenciadas pelo horário e condição ambiental; a FR ficou acima de 100 mov./min em ambos os turno e condições. A TR foi influenciada pelo turno, independente da condição, com média de 39,35°C pela manhã e 39,69°C à tarde. A temperatura da superfície e interna do velo e da epiderme foram influenciadas pelo período e condição ambiental, em que as

maiores médias foram verificadas no turno da tarde, ao sol. O índice de conforto térmico para Dorper (ICTD) determinado, $ICTD = Ta \times 0,46956 + Tgn \times 0,47194 + vv \times 0,19221$ foi altamente correlacionado com as variáveis fisiológicas FR, TR e TEP, e semelhante aos demais índices como ITU, ITGU e ICT. Baseando-se na temperatura retal os valores críticos estimados para ovinos Dorper foram 79,5; 77,2; 34,4 e 26,2 para ITU, ITGU, ICT e ICTD, respectivamente. Baseando-se na frequência respiratória os valores críticos estimados para os ovinos Dorper foram ITU 72,8, ITGU 75,2, ICT 31,6 e ICTD 24,0. Para o zoneamento bioclimático foram usados dados meteorológicos médios mensais de 246 pontos distribuídos por todo estado de Pernambuco; as variáveis consideradas foram a temperatura do ar (Ta , °C) e umidade relativa do ar (UR, %), utilizadas no cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU). As isolinhas foram traçadas por meio do programa SURFER 10.0. É possível concluir que ovinos Dorper são sensíveis ao calor, nas condições do semiárido Pernambucano, necessitando de ações de manejo para amenizar o estresse calórico, afim de não comprometer o desempenho e produtividade. A região Agreste do estado apresentou as melhores condições climáticas para a criação da raça Dorper durante todo o ano. Nos meses mais quentes e na região do Sertão pernambucano é necessária adoção de medidas que amenizem o estresse ocasionado pelo calor, como o fornecimento de sombra.

Palavras-chave: adaptabilidade, temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de temperatura e umidade, isolinhas.

ABSTRACT

INDEX OF THERMAL COMFORT AND BIOCLIMATIC ZONING FOR SHEEP BREED DORPER IN PERNAMBUCO STATE

This study aimed to evaluate the adaptability, determine an index of thermal comfort and its critical limits and carry bioclimatic zoning for Dorper sheep breed in the state of Pernambuco. The research was conducted in the municipality of Arcoverde, semiarid region of the state, during the period January to March 2011. Environmental data daily, recorded and stored in a data logger were collected. Were used twenty Dorper sheep males, intact, aged one year and eight months. The physiological variables registered every three days were: respiratory rate, rectal temperature, surface temperature of the veld, veld internal temperature and skin temperature. We used a completely randomized experimental design, with subdivided parcels, the time of day as the main parcel and the conditions of sun and shade as sub parcel and 20 animals repetitions. The time of day and the condition of sun or shade influenced the physiological responses of sheep. The morning shift in condition that sun and afternoon shift in both conditions resulted to the thermal stress animals. The comfort index values were as follows: BGHI 76,1, 93,5 and 82,5; TCI 31,2 46,5 and 40,5; CTR 556.7, 814.2 and 537.5, respectively. The THI was considered stressful in the afternoon (79.4) turn. Physiological variables were influenced by period and condition, the FR was above 100 mov / min in both shift and conditions. The RT was influenced by the period independent of the condition, with an average of 39.35 ° C in the morning and 39.69 ° C in the afternoon. Temperature of the surface and internal veld and epidermis, were influenced by period and environmental condition where the highest means were observed in the afternoon, the sun. The thermal comfort index determined $DTIC = T_a \times 0,46956 + T_{gn} \times 0,47194 + vv \times 0,19221$ was highly correlated with the physiological variables RF, RT and EPT, and similar to other indexes such as THI, BGHI and TCI. Relying on rectal temperature estimated critical

values for Dorper sheep were 74,7; 77,2; 34,4 e 26,2 for UTI, BGHI, tci and DTIC, respectively. Relying on respiratory rate estimated critical values for Dorper sheep were 72,8; 75,2; 31,6 e 24,0 or UTI, BGHI, TCI and DTIC, concomitantly. The conclusion is that Dorper sheep are sensitive to heat, the conditions of the semiarid Pernambucano, requiring mitigating measures to alleviate heat stress in order not to compromise the performance and productivity. For bioclimatic zonig, monthly averages of 246 points distributed throughout the state of Pernambuco meteorological data were used. THE variables considered were temperature (T_a , °C) and relative humidity (RH, %), used to calculate the temperature and humidity index (THI). The isolines have been drawn by SURFER 10.0. The “Agreste” region of the state had the best climatic conditions for the creation of the Dorper breed throughout the year. During warmer months of the year and in the “Sertão” region of Pernambuco the adoption of measures to mitigate the stress caused by heat, such as providing shade.

Key word: adaptability, air temperature, relative humidity, temperature and humidity index, isoline

CAPÍTULO 1

Referencial Teórico

ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO E ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO PARA OVINOS DA RAÇA DORPER NO ESTADO DE PERNAMBUCO

A ovinocultura representa uma atividade econômica explorada em todos os continentes, estando presente em áreas que mostram diferentes condições climáticas. Entretanto, apenas em alguns países essa atividade demonstra expressão econômica e conta com avançados mecanismos tecnológicos, sendo, na maioria dos casos, desenvolvidos de forma empírica e extensiva, adotando baixos níveis de tecnologia e, conseqüentemente, trazendo baixa produtividade e reduzida rentabilidade (Nogueira & Kasprzykowski, 2006).

De acordo com a FAO (2011), o Brasil detém o maior rebanho ovino da América do Sul, com 17,6 milhões de cabeças, ocupando a primeira colocação, em relação aos demais países produtores da região, seguido pela Argentina e Peru. O Brasil é atualmente o maior produtor de carne ovina na América Latina com 84.000 t no ano de 2011, seguido de países como Argentina (47.000 t) e Peru (35.255 t), de acordo com a FAO (2011). No Brasil, segundo o IBGE (2011), a região Nordeste possui aproximadamente 10,1 milhões de ovinos, correspondendo a 58% dos rebanhos do país. O estado da Bahia concentra os maiores plantéis dessa espécie com pouco mais de três milhões, seguido pelo Ceará, com mais de dois milhões de cabeças, e Pernambuco com 1,9 milhões de animais. Assim, o Nordeste destaca-se como a região onde a exploração de ovinos para a produção de carne apresenta grande significado econômico. Porém, essa produção ainda é baixa quando relacionada à de outras espécies em virtude de diversos entraves produtivos e culturais.

O rebanho nordestino, em sua vasta maioria, é composto por animais deslanados e semilanados, dos quais os denominados crioulos ou nativos são seus principais representantes, seguidos pelos animais das raças Santa Inês, Morada Nova e Somalis (Cezar et al. 2004).

Apesar de numericamente expressivos, o rebanho da região nordeste apresenta baixos níveis de produtividade e isso, muitas vezes, se deve a pouca adoção de tecnologia.

Além dos entraves produtivos já conhecidos, os fatores ambientais característicos da região Nordeste, como temperaturas elevadas e intensa radiação solar podem levar os animais a uma condição de estresse pelo calor, cujos efeitos se fazem sentir tanto na produção quanto na eficiência reprodutiva dos rebanhos. Uma alternativa seria escolher animais que sejam capazes de produzir satisfatoriamente apesar dos rigores do ambiente sendo esta a solução mais prática para o problema.

A introdução de raças exóticas tem sido uma prática comum no Nordeste, com duas finalidades: criação de rebanhos puros e cruzamento com raças nativas para melhorar a sua produtividade. Essas raças têm sido introduzidas indiscriminadamente, sem estudo prévio de sua adaptabilidade às condições ambientais nordestinas.

Então, muitas não obtiveram êxito, houve primeiramente a introdução da raça Texel, posteriormente a Suffolk, cuja composição genética faz parte da composição da raça Santa Inês, e, ultimamente, a raça mais prestigiada entre os criadores é a Dorper.

A diferença entre a Dorper e as demais raças é que a Texel e a Suffolk são raças de clima tipicamente temperado, ou seja, era esperada uma baixa adaptabilidade dos animais ao calor do nordeste, ao passo que a Dorper provém de regiões semiáridas da África do Sul, esperando-se que ela tenha um melhor desempenho em relação às de clima temperado que foram introduzidas na região. No Estado de Pernambuco destaca-se, nos últimos anos, a importação da raça Dorper (originária da África do Sul). Esta raça surgiu na década de 40, e é resultante do cruzamento entre as raças Dorset Horn, de grande capacidade para a produção de carne, com a Black-Head Persian ou Cabeça Negra da Pérsia, conhecida por sua rusticidade (Cloete et al., 2000; Waal & Combrinck, 2000). Raças mais produtivas são vistas

como uma alternativa viável para solucionar a baixa produtividade dos atuais rebanhos ovinos do semiárido, do que aquelas consideradas nativas do Nordeste brasileiro como por exemplo a Santa Inês, Morada Nova e Cariri.

Mas, os estudos após a introdução da raça Dorper no Nordeste ainda são insuficientes para afirmar a completa adaptabilidade às condições de regiões semiáridas nordestinas (Cezar et al., 2004, Santos et al., 2006, Bezerra et al., 2011, Amadeu, 2012).

A determinação de um índice de conforto térmico específico e o zoneamento bioclimático para ovinos da raça Dorper se tornariam ferramentas importantes para aumentar a eficiência da produção, através da distribuição dos animais adequados a regiões de clima quente. Esforços nesse sentido foram feitos no Estado de Pernambuco por Neves et al. (2009), em São Paulo e Paraná por Barbosa & Silva (1995) e Barbosa et al. (2001).

Tornam-se necessários estudos mais aprofundados da adaptabilidade ao calor da raça Dorper através da determinação de um índice de conforto térmico, bem como o zoneamento bioclimatológico para diferenciar dentro do estado de Pernambuco, que possui quatro regiões fisiográficas distintas, quais as melhores para a criação dessa raça.

2. A RAÇA DORPER

A raça Dorper surgiu em meados da década de 40 diante da necessidade de se obter um ovino que tolerasse as duras condições de pastejo em ambientes áridos que dominam a maior parte da África do Sul (Cloete et al., 2000).

O Dorper surgiu do cruzamento de ovinos da raça Dorset Horn com Blackhead Persian ou Cabeça Negra da Pérsia. A raça Dorset Horn, originária do Reino Unido e da Austrália, foi importada para a África do Sul, porém esses animais não se adaptaram as condições áridas e semiáridas da região. No entanto, por meio de cruzamentos com Cabeça Negra da Pérsia,

animais resistentes a ambientes adversos, originando através de vários cruzamentos animais suficientemente resistente para superar esse entrave (Waal & Combrinck, 2000), surgiu a raça Dorper. A principal contribuição do Dorset Horn para a raça Dorper foi a sua boa conformação de carcaça e distribuição uniforme da camada de gordura, tendência a nascimentos múltiplos e alta produção de leite, proporcionando o rápido crescimento dos cordeiros (Milne, 2000; Waal & Combrinck, 2000).

A partir de 1942, com o número de cruzamentos limitados entre o Dorset Horn com o Cabeça Negra da Pérsia foi necessário aumentar os acasalamentos entre a progênie F1. Esta fase no desenvolvimento do Dorper foi conduzida pelos agricultores locais. Em 19 de julho de 1950, foi fundada a sociedade da raça e o carneiro proveniente do cruzamento entre as raças Dorset Horn e Black-Head Persian foi oficialmente nomeado como Dorper, porém reconhecido como raça em 1987 (Milne, 2000; Waal & Combrinck, 2000).

O padrão ideal da raça Dorper é um ovino branco, com a cor preta limitada à cabeça e pescoço. Algumas manchas no corpo e pernas são permitidas, mas ovinos totalmente brancos ou predominantemente negros são indesejáveis. Já o White Dorper ideal é totalmente branco, com a pele bem pigmentada ao redor dos olhos, por baixo da cauda, no úbere e tetas. Um número limitado de manchas de outras cores nas orelhas e abaixo da linha ventral do animal é permitido. A cobertura do corpo é formada por uma pelagem curta e suave, composta predominantemente por pelo, com uma leve mistura de lã. A lã cobre a parte superior do corpo deixando livre o peito, a região ventral e os membros. A região ventral é coberta unicamente por pelos muito curtos, lisos e grossos. Dentro da raça Dorper os animais são classificados em dois tipos de acordo com a cobertura de lã: semideslanados e lanados (A.R.C.O., 2013) (Figura 1).

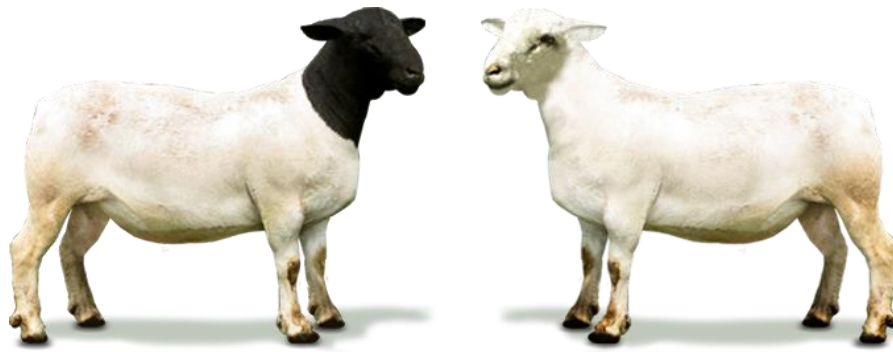


Figura 1. Animais da raça Dorper e White Dorper. (Fonte: ABCDorper).

A literatura internacional afirma que o Dorper produz de maneira satisfatória sob as condições áridas e semiáridas da África do Sul e sua alta rusticidade e sua adaptabilidade são pontos positivos que estimulam a exportação para outros países (Milne, 2000); é considerada uma raça adaptável, capaz de manter níveis aceitáveis de produção sob uma ampla variedade de condições (Cloete et al., 2000). Em termos de produção de carne, o Dorper superou raças lanadas e nativas da África do Sul, quando comparada com raças especializadas para produção de carne (Schoeman & Burger, 1992). Entretanto, alguns poucos trabalhos afirmam que o Dorper apresenta uma adaptabilidade mediana (Cezar et al., 2004; Souza et al. 2006), indicando a necessidade de maiores estudos para comparar seu bom desempenho em ambientes adversos, sobretudo no semiárido nordestino.

Pouco se sabe sobre o desempenho da raça Dorper nas condições climáticas do Nordeste. Porém, o desempenho do Dorper tem sido avaliado quando cruzado com ovelhas do tipo sem padrão racial definido (SPRD) ou mesmo com raças como a Santa Inês, através de seus mestiços (Cezar et al., 2004; Santos et al., 2006; Bezerra et al. 2011).

3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO E DA ÁFRICA DO SUL

A grande maioria do território brasileiro, cerca de dois terços, está situada na faixa tropical do planeta, onde predominam as altas temperaturas do ar, consequência da elevada radiação solar incidente. A temperatura média do ar situa-se em geral acima dos 20°C, e a temperatura máxima, nas horas mais quentes do dia, apresenta-se acima de 30°C durante grande parte do ano, muitas vezes atingindo a faixa entre 35 e 38°C (Neves et al. 2009).

Segundo Pereira Júnior (2007) o semiárido brasileiro, em termos de condições edafoclimáticas, apresenta como características um clima com temperaturas médias anuais entre 26 e 28°C, insolação superior a 3.000 horas/ano, umidade relativa em torno de 65%, precipitação pluviométrica anual abaixo de 800 mm e solos litólicos (com baixa profundidade substrato predominantemente cristalino).

O município de Arcoverde está localizado na mesorregião Sertão e na Microrregião Sertão do Moxotó do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Estado da Paraíba, a sul com Buíque e Pedra, a leste com Pesqueira, e a oeste com Sertânia. A altitude aproximada é de 663 metros e coordenadas geográficas de 08° 25' 08" de latitude sul e 37° 03' 14" de longitude oeste. A vegetação é formada por plantas subcaducifólica e caducifólica, próprias das áreas agrestes (Ministério de Minas e Energia, 2005). O clima local é do tipo BSW' h', de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, muito quente, semiárido, com estação chuvosa de verão a outono, com temperaturas médias máximas e mínimas de 29,02 e 18,3°C, respectivamente e precipitação média anual de 575,7 mm (Encarnação, 1980).

Assim como o Estado de Pernambuco, a África do Sul apresenta zonas climáticas variadas, mas em geral, mais de 90% é de clima árido ou semiárido (Rouault e Richard, 2003). Porém, encontramos o clima subtropical na costa oriental do país e o mediterrâneo na

costa sul (Allmetsat, 2013). Na porção semiárida a temperatura máxima pode chegar a 35°C e mínima 15°C, os períodos de maiores precipitações pode ocorrer nos meses de janeiro à março e o fotoperíodo em média, dura dez horas (Allmetsat, 2013). A África do Sul é um país que sofre com escassez de água, assim como o nordeste brasileiro, apresentando precipitação anual média de 500 mm de chuva, enquanto a média mundial anual é de 860 mm (Dennis & Dennis, 2012).

Essas semelhanças climáticas devem ser avaliadas quando existe o interesse em introduzir uma raça exótica como a Dorper. Porém, não apenas as condições climáticas devem ser levadas em consideração e sim um conjunto de outros fatores, como tipo e disponibilidade de vegetação, a geografia da região e a tecnologia a ser aplicada para proporcionar melhor adaptação da raça na região. Então, torna-se necessário o estudo de todas essas variáveis em conjunto para garantir que a raça Dorper se adapte e produza de forma satisfatória.

Entretanto as condições climáticas do semiárido Pernambucano devem ser levadas em consideração, visto que as altas temperaturas do ar, radiação solar caracterizam-se como estressantes para os animais, nas suas mais diversas fases produtivas.

Levando em consideração que esse estresse calórico é um fator limitante para a produção animal na região semiárida, é necessário o conhecimento da interação animal-ambiente para melhor adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade pecuária (Neiva et al., 2004).

Nesse sentido, há a necessidade do conhecimento da tolerância ao calor e, conseqüentemente, da capacidade de adaptação das diversas espécies e raças, tanto como suporte da exploração a ser desenvolvida, como para o estudo de introdução de raças exóticas, mais adequadas ao ambiente, capazes de adaptação àquelas condições climáticas.

Avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes podem ser realizadas por meio de testes de adaptabilidade fisiológica e de rendimento ou produção (Baccari Júnior, 1990).

A temperatura retal pode ser tomada como índice de adaptabilidade, ou seja, animais que têm capacidade de manter sua temperatura retal próxima aos parâmetros normais da espécie ovina, que varia de 38,3 a 39,9°C (Reece, 2008; Robertshaw, 2006), sem grande alteração na frequência respiratória, são considerados mais tolerantes ao calor.

Outra forma de se avaliar a adaptabilidade dos animais ao calor, ou seja, a capacidade fisiológica de tolerar melhor o calor está na eficiência em dissipá-lo, variando entre espécies, raças e, até mesmo, indivíduos. Nesse sentido, Baccari Júnior et al. (1986), propuseram o Índice de Tolerância ao Calor (ITC), que se baseia na capacidade de dissipação de calor dos animais após exposição a radiação solar direta.

4. TOLERÂNCIA DE OVINOS AO CALOR

A tolerância ao calor e a adaptabilidade a ambientes tropicais e subtropicais são fatores muito importantes na criação e produção ovina. Diferentes raças possuem diferentes características e estas refletem-se nas respostas animais, em particular no padrão de comportamento no pastejo, à sombra, exposto ao sol, descansando e ruminando (Shafie & Sharafeldin, 1965).

O fator climático deve ser levado em consideração, uma vez que as condições climáticas do semiárido pernambucano se apresentam como estressante caracterizado por altas temperaturas do ar e intensa radiação solar. Daí a necessidade de se estudar a adaptabilidade destas raças ao clima semiárido. Existe a necessidade do conhecimento da tolerância e da capacidade de adaptação das diversas raças como forma de embasamento

técnico à exploração ovina, bem como das propostas de introdução de raças em uma nova região ou mesmo o norteamento de programa de cruzamento, visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente (Monty Júnior et al., 1991).

O animal é considerado estressado quando se tem de alterar a sua fisiologia e comportamento para adaptar-se a condições ambientais adversas e de manejo. Esta adaptação envolve uma série de respostas neuroendócrinas, fisiológicas e comportamentais que atuam de modo a estabilizar as funções animais (Marai et al. 2007).

As variáveis fisiológicas como o aumento da temperatura da pele, elevação da temperatura retal, aumento da frequência respiratória, diminuição da ingestão de alimentos e redução do nível de produção são para Lu (1989), indicadores diretos do estresse calórico. Bianca & Kunz (1978) preconizam que a temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) são consideradas as melhores referências fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor.

4.1 Características anatomofisiológicas dos ovinos

O ovino se destaca dos demais animais domésticos quando se trata da tolerância a ambientes quentes, indicando um mecanismo regulador de calor bem desenvolvido. A capa de cobertura dos ovinos, constituída pelo velo (capa de lã), assume uma importância fundamental para as trocas térmicas entre o organismo e o ambiente. Em regiões de climas temperados a espessura do velo do ovino pode reduzir a quantidade de calor dissipado por radiação e convecção, quando a temperatura do ar (T_a) está abaixo da temperatura retal (T_r), assumindo a função de isolamento térmico. Já em regiões tropicais de clima quente, o velo assume funções mais ligadas à proteção mecânica da epiderme, formando uma capa protetora (Silva, 2000).

Características morfológicas como o tamanho, a forma e a área de superfície são importantes no balanço térmico do corpo (Marai et al., 2007). Mamíferos de menor porte em regiões tropicais apresentam maior superfície relativa de troca. Quanto maior o volume, menor a superfície relativa de troca de energia (cm^2/Kg). As propriedades de proteção vão depender das características morfológicas da pele (cor, espessura, glândulas sudoríparas, etc) e da pelagem (especialmente a espessura do revestimento, o número de fios por unidade de superfície, o diâmetro dos fios, o comprimento das cerdas e o ângulo dos fios da superfície da pele), que permitem que o animal possa trocar calor com o ambiente através de radiação, convecção, evaporação e condução (Silva, 2007).

De acordo com Silva (2000), nos ovinos existe um mecanismo de contracorrente que previne excessivo aquecimento do cérebro durante exercício físico ou, mais provavelmente, durante uma prolongada exposição ao sol. Esse mecanismo inclui uma extensa rede de pequenas artérias que se ramificam a partir da artéria carótida (rede carotídea), sendo usado o sangue venoso que retorna resfriado das vias respiratórias para diminuir a temperatura do sangue arterial que entra no cérebro. O sangue venoso passa através de uma cavidade na base do cérebro, o *simus cavernosus*, percorrida pelas arteríolas da rede carotídea. O sangue venoso aí chega significativamente mais frio que o arterial, porque é procedente das vênulas superficiais das vias respiratórias. Como resultado, a temperatura cerebral é cerca de 2 a 3°C inferior a temperatura corporal média.

4.2 Zona de termoneutralidade

A zona de termoneutralidade ou de conforto é a faixa de temperatura ambiente dentro da qual a taxa metabólica é mínima e a regulação de temperatura é atingida apenas por processos físicos não evaporativo (Yousef, 1985).

Quando a temperatura ambiente cai abaixo da zona de conforto térmico, o animal reage por meio da vasoconstrição e da piloereção, diminuindo a dissipação de calor. Quando ocorre um aumento na temperatura ambiente e eleva-se acima da zona de conforto térmico, o animal reage ao calor por meio da vasodilatação periférica, aumentando o fluxo de calor do interior do corpo para a superfície, em seguida, por meio de condução, convecção, e radiação, favorecendo a dissipação de calor para o ambiente. Por sua vez, a dissipação de calor por evaporação, é obtida através da sudorese e do aumento da frequência respiratória (Figura 2).

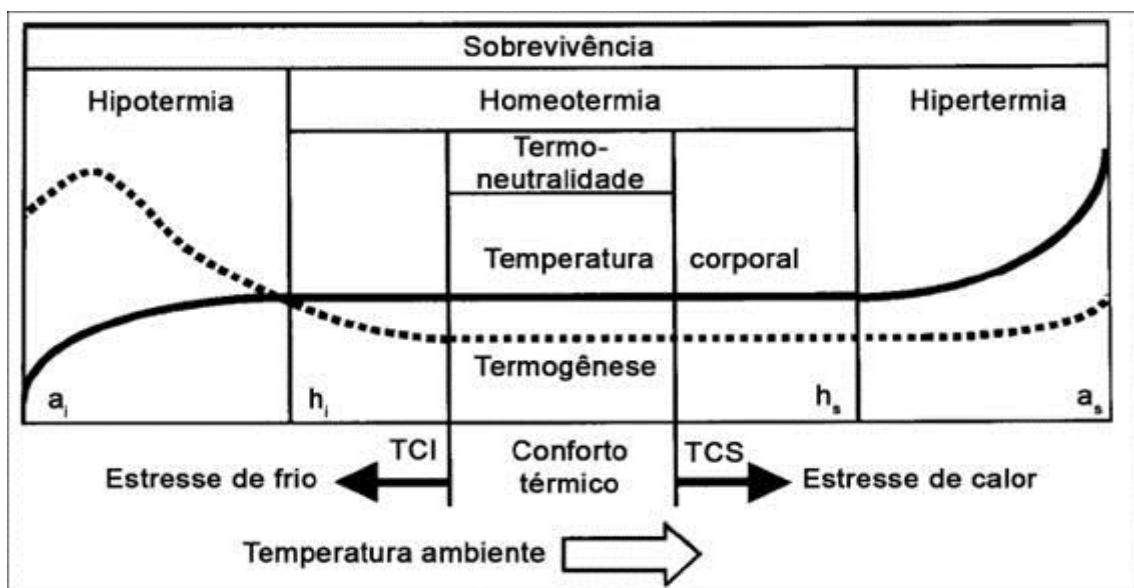


Figura 2. Representação esquemática simplificada do processo de termorregulação. Adaptado de Silva, 2000.

Animais homeotérmicos são capazes de manter relativamente estável sua temperatura interna, dentro dos limites estabelecidos de temperatura ambiente. Na Figura 1 esses limites são H_i (limite crítico inferior) e H_s (limite crítico superior), respectivamente. Sob temperaturas ambientes abaixo do limite H_i o organismo não consegue um aporte de energia térmica suficiente para compensar as perdas e então ocorre uma queda na temperatura corporal, proporcional a temperatura do ambiente. O limite de sobrevivência do organismo é atingido na temperatura mínima A_i .

Da mesma forma, à medida que a temperatura ambiente se eleva, é atingido o limite superior da homeotermia (H_s), a partir do qual o organismo não é mais capaz de impedir a elevação da temperatura interna. Atingindo o limite máximo A_s , o animal perece.

A Figura 2 mostra ainda que, dentro da amplitude da homeotermia, existe outra zona térmica mais estreita, a zona de termoneutralidade, que representa a variação da temperatura ambiente dentro da qual os animais apresentam metabolismo mínimo, sem demonstrar quaisquer sintomas de desconforto térmico. A zona de termoneutralidade é limitada em ambos os extremos pela temperatura crítica inferior (TCI) e pela temperatura crítica superior (TCS), respectivamente. Segundo Hahn (1985), a temperatura crítica superior para ovinos adultos tosquiados é de 30°C e a temperatura retal média para animais deslanados situa-se entre $38,9 - 40,5$ ($39,8$), de acordo com Silva (2000).

Por meio de respostas fisiológicas, em estudo conduzido em câmara climática, Eustáquio Filho et al. (2011) verificaram que temperaturas de $10, 15, 20$ e 25°C forneceram maior conforto térmico para borregas da raça Santa Inês.

Em ambientes com temperaturas elevadas, a evaporação torna-se a principal via de dissipação de calor ou energia térmica dos animais (Finch, 1985; Gebremedhin et al., 1981), a qual ocorre na superfície da epiderme, pela sudação (Silva & Starling, 2003), e no trato respiratório (Silva et al., 2002). Por outro lado, sob essas condições, a condução, a convecção e a radiação podem eventualmente tornar-se mecanismos de ganho de energia térmica, pois dependem diretamente da temperatura ambiente (Gebremedhin et al., 2001; Silva, 2000).

4.3 Índices de conforto térmico

O estresse calórico é ocasionado pela combinação de fatores ambientais sobre os animais. Entretanto, um ambiente é caracterizado por um número muito grande de fatores, que deve ser reduzido a uma única variável que represente a combinação de todos estes valores. Neste sentido, índices de conforto térmico, agregando dois ou mais elementos climáticos, têm sido utilizados para se avaliar o impacto dos fatores ambientais sobre a produção animal (Neves et. al., 2009).

Muitos índices de conforto têm sido desenvolvidos para caracterizar a zona de conforto, onde alguns deles podem ser mais aplicados a uma variação específica de ambientes que outros e seus usos podem necessitar de alguma atenção quando aplicados para espécies diferentes de homeotermos.

Em qualquer estudo de respostas fisiológicas dos animais ao ambiente, ou aos efeitos do ambiente na eficiência, conforto e bem-estar animal, está claro a necessidade de expressar numericamente o ambiente o qual lhe é concernido. Se o ambiente térmico é específico, quatro fatores devem ser considerados, como a temperatura, umidade e velocidade do ar e o calor radiante recebido das superfícies vizinhas (Tonello, 2011). Essas quatro variáveis podem ser expressas por meio de índices, facilitando assim, a comparação de diferentes ambientes. Para avaliação das condições climáticas da região com as exigências dos animais, vários índices térmicos ambientais foram propostos (Abreu et al., 2011).

Além dos fatores ambientais, Silva (2000) também considera fatores inerentes aos animais, como: capa externa: espessura, estrutura, isolamento térmico, penetração pelo vento (relacionada aos movimentos da atmosfera), ventilação (relacionamento aos deslocamentos do indivíduo e da atmosfera), permeabilidade ao vapor, transmissividade, emissividade, absorvidade, refletividade); Características corporais: forma corporal, tamanho e movimento,

áreas de superfície radiante, área exposta à radiação solar direta, emissividade da epiderme, absorvidade da epiderme e Respostas fisiológicas: temperatura (epiderme, retal etc.), taxa de sudção, trocas respiratórias, produção, taxa de crescimento e desenvolvimento, níveis hormonais (T3, T4, cortisol, etc.), metabolismo.

Desde que foram reconhecidas as diferenças entre os animais quanto a sua capacidade de enfrentar as variações climáticas, têm sido feitas tentativas para estabelecer critérios de seleção dos mais aptos para ambientes específicos, além de se classificar os diversos tipos de ambientes sob o ponto de vista do conforto desses animais.

Mecanismos fisiológicos que limitam e ajustam a tolerância ao frio e ao calor estão recuperando interesse devido ao aquecimento global. Mudanças na distribuição geográfica dos animais também têm estimulado ações dentro da Food and Agricultural Organization of the United Nations (Pilling et al. 2008) para tentar padronizar descrições para os animais e seus ambientes.

O objetivo é combinar diversos desses fatores, de modo que os efeitos de diferentes ambientes, tipos de capa externa, atividades físicas e respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas possam ser comparadas entre si, permitindo a avaliação de animais e dos ambientes (Silva, 2000)

4.3.1 Índice de temperatura e umidade (ITU)

Existem vários índices de temperatura e umidade, o primeiro foi desenvolvido originalmente por Thom (1958) como um índice de conforto térmico humano e em sua forma mais conhecida é dado por:

$$ITU = Ta + 0,36Tpo + 41,5$$

em que Tpo é a temperatura de ponto de orvalho, calculada pela equação

$$T_{po} = \frac{(186,4950 - 237,3 \text{ LOG PP}\{TA\})}{(\text{LOG PP}\{TA\} - 8,2859)}$$

e é dada em graus °C. A temperatura do ar TA é dada em graus °C.

Esse índice também tem sido utilizado para a especificação do ambiente térmico de animais, sendo associado a problemas na produção de leite de vacas. Segundo Hahn (1985), para animais em geral um valor de ITU de 70 indicaria um ambiente não estressante; um valor entre 71 e 78 seria crítico; 79 a 83 implicaria risco de problemas e > 83 já indicaria uma condição de emergência. De acordo com Silva (2000), esta escala é válida apenas para animais criados nas condições de clima temperado. Aqueles mantidos há muito em ambiente tropical quase sempre desenvolvem uma adaptação suficiente para que suas reações à variação ambiental sejam diferentes do previsto pela escala acima.

O ITU pode ser descrito como uma função que leva em consideração pesos para a temperatura dos termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, ou a temperatura do ponto de orvalho para a relação e o desempenho dos animais (Kelly & Bond, 1971). Esses autores desenvolveram a seguinte equação:

$$ITU = Ta - 0,55 \times (1 - UR) \times (Ta - 58)$$

em que Ta é a temperatura do ar (°F) e UR é a umidade relativa do ar em decimais. De acordo com Livestock and Poultry Heat Stress Indices –LPHSI, citado por Marai et al. (2007), os valores de ITU obtidos indicam para ovinos o seguinte: menor que 82 = ausência do estresse de calor; de 82 a menor que 84 = estresse moderado de calor; de 84 a menor que 86 = estresse severo de calor; e a partir de 86 = estresse de calor extremamente severo.

Marai et al. (2001) citado por Marai et al. (2007) estimaram que ITU de 22,2 = ausência de estresse pelo calor; > 22,2 a 23,3 = estresse por calor moderado; > 23,3 a 25,6 =

estresse térmico severo e mais de 25,6 = estresse por calor extremo, grave, de acordo com a fórmula:

$$ITU = Tbs (^{\circ}C) - \{(0,31 - 0,31 UR) \times (Tbs ^{\circ}C - 14,4)\}$$

onde Tbs é a temperatura de bulbo seco em °C e UR é a umidade relativa expressa em decimais.

Em condições do Agreste pernambucano, Neves et al. (2009) estimaram que os valores de ITU baseado na temperatura retal, para ovinos Santa Inês brancos, castanhos e pretos foram, respectivamente de 80,0; 79,5 e 78,9 para o ITU.

4.3.2 Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Esse índice foi desenvolvido para vacas leiteiras a pasto por Buffington et al. (1981) e leva em consideração a radiação térmica, fator ambiental importante para os animais criados nestas condições, e é amplamente usado para outras espécies animais.

O Black Globe-Humidity Index, BGHI ou Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) é uma modificação do ITU, onde

$$ITGU = tg + 0,36Tpo + 41,5$$

em que tg é a temperatura (°C) de um globo de Vernon colocado no mesmo local de um animal.

De acordo com os autores, BGHI ou ITGU seria um indicador mais acurado que ITU do conforto térmico de vacas expostas a ambientes tropicais, com temperaturas elevadas e radiação solar intensa.

Com base na temperatura retal, os valores críticos de ITGU para ovinos Santa Inês com pelagem branca, castanha e preta, estimados por Neves et al. (2009) foram, respectivamente, 92,8; 91,4 e 90,5.

Uma desvantagem do uso do ITGU para se fazer o diagnóstico bioclimático de uma determinada região é a inexistência de medições da temperatura de globo negro nas estações meteorológicas distribuídas ao longo do país (Abreu et al., 2011), não sendo fácil de utilizar no nível de produtor (Rocha, 2008). Dessa forma, o ITU se destaca por apresentar como método mais simples e acessível na tentativa de caracterizar o ambiente térmico, por considerar apenas os valores de temperatura e umidade relativa do ar, obtidas facilmente nas estações meteorológicas (Silanikove, 2000).

4.3.3 Carga Térmica Radiante

É quantidade de energia que o animal troca com as superfícies ao seu redor, através de radiação com o meio ambiente. Quantidade total de energia térmica trocada por um indivíduo através de radiação com o meio ambiente (Takahashi et al., 2009). Este índice foi proposto por Campos (1986), e toma como base a radiação total recebida por um corpo em relação ao espaço que o circunda, como sol, céu, abrigos, cercas, solo, edifícios, enfim, todo e qualquer objeto ou superfície, real ou virtual, cuja temperatura esteja acima do zero absoluto (Silva, 2000). Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (Souza et al, 2002).

A partir da temperatura de globo é possível se determinar a Temperatura Radiante Média e a Carga Térmica Radiante (Esmay, 1982), pelas fórmulas:

$$CTR = \tau(TMR)^4$$

$$TRM = 100 \left\{ \left[2,51(VV)^{0,5} (Tg - Ts) + \left(\frac{Tg}{100} \right)^4 \right]^{0,25} \right\}$$

em que TRM é temperatura média radiante; VV, velocidade do vento (m.s-1); Tg, temperatura de globo negro (K); Ts, temperatura de bulbo seco (K); t, $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ K}^{-4} \cdot \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ (constante de Stefan-Boltzmann).

A velocidade do vento é um fator fundamental para a determinação das trocas térmicas por convecção e evaporação, influenciando diretamente no conforto térmico. A radiação solar que atinge a superfície terrestre é mais ou menos absorvida pelo terreno, dependendo da natureza do mesmo. Em consequência, a superfície transfere energia térmica para as moléculas de ar imediatamente em contato com elas (convecção). Quando a diferença de densidade do ar adjacente à superfície for tão grande em relação à densidade da atmosfera circundante que força ascensional permita vencer a gravidade, então uma bolha de ar aquecido desloca-se para cima e abre embaixo uma zona de baixa pressão, sendo imediatamente preenchida pelo ar menos quente e mais denso das vizinhanças (Takahashi et al., 2009).

Outro fator que influencia as trocas térmicas entre o animal e o ambiente é a umidade relativa do ar. Quando o ambiente está quente e seco, a evaporação processa-se de uma maneira mais rápida e pode ocorrer irritação cutânea e desidratação geral. Por outro lado, em ambiente quente e úmido, a evaporação é muito lenta e causa redução na termólise, aumentando o estresse pelo calor (Takahashi et al., 2009).

De acordo com Takahashi et al., (2009), no interior de abrigos a radiação solar direta e, conseqüentemente, a carga térmica radiante pode ser reduzida. A eficiência do sombreamento depende da radiação proveniente do Sol, do céu aberto, do solo e das demais superfícies que rodeiam os animais, além da própria estrutura da sombra. Os principais fatores que influenciam na CTR no interior de abrigos são:

- Orientação – eixo longitudinal leste-oeste resulta em menor CTR interna do que na orientação norte-sul, pois nessa orientação a radiação solar incide diretamente numa grande área da parede lateral;
- Altura do teto (pé-direito) – quanto maior esta altura maior a proporção de céu aberto (superfície mais fria que o resto do ambiente);
- Existência de paredes – bloqueia a radiação térmica de origem externa, porém há menor ventilação e maior incremento de calor devido a fontes internas de radiação e emissão de energia absorvida pelas paredes.

Além disto, os materiais usados na construção de abrigos devem apresentar como características:

- possuir elevada refletividade na superfície exterior exposta à radiação incidente;
- possuir baixa condutividade térmica para evitar a transmissão de energia térmica para o interior do abrigo;
- possuir estrutura da superfície favorável a dissipação do calor por convecção.

4.3.4 Índice de conforto térmico para ovinos (ICT)

Esse índice foi desenvolvido por Barbosa & Silva (1995), visando especificamente a classificação de ambientes para criação de ovinos, sendo

$$ICT = 0,6678 Ta + 0,4969e + 0,5444 Tg + 0,042v$$

em que T_a é a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), e é a pressão parcial de vapor (kPa), T_g é a temperatura de um globo de Vernon ($^{\circ}\text{C}$) e v é a velocidade do vento (m/s). Os autores testaram essa equação exaustivamente em três raças de ovinos (Corriedale, Suffolk e Ideal), tendo os resultados mostrado que a temperatura retal dos animais Ideal mantinha-se normal e estável sob valores de ICT entre 20 e 37, subindo até os 40°C quando o ICT atingia 50. Nos

animais Suffolk, a temperatura retal aumentava rapidamente a partir de ICT = 20, atingindo 40°C quando o ICT chegava a 43. A frequência respiratória também sofria efeitos significativos com a variação do ICT: estando esse valor abaixo de 25, a frequência mantinha-se em menos que 90 mov./min., aumentando rapidamente entre os valores de ICT de 35 (124 mov./min.) e 48 (280 mov./min.).

Valores críticos de ICT 46,3; 45,5 e 44,5 para ovinos Santa Inês de pelagem branca, castanha e preta foram estimados por Neves et al. (2009), tomando como base a temperatura corporal enquanto que o valor de 38 para as três cores de pelame foi obtido quando a frequência respiratória foi o parâmetro fisiológico adotado como critério.

4.4 Reações fisiológicas ao calor

A temperatura do ar é o fator bioclimático independente que mais atua interferindo sobre a vida dos animais, favorecendo ou não a sua sobrevivência, sendo assim, a capacidade dos animais em se adaptar ao novo ambiente está sujeito à um conjunto de ajustes fisiológicos.

McDowell (1975) comenta que a maior parte das avaliações da adaptação de um animal em ambientes quentes pode ser dividida em duas classes: 1. adaptação fisiológica, que descreve a tolerância de um animal ao ambiente quente, principalmente por meio das alterações do seu equilíbrio térmico; 2. adaptabilidade de desempenho, que descreve as modificações desse desempenho quando o animal é submetido a altas temperaturas.

Em regiões de clima quente, durante a maior parte do ano, o estresse pelo calor está associado às variações das condições ambientais como temperatura do ar, umidade relativa, ventos, e radiação solar (Dikmen & Hansen, 2009; Roberto & Souza, 2011) que afetam a temperatura retal e a frequência respiratória para a dissipação de calor, causando distúrbios

metabólicos, reduzindo a ingestão de alimentos, o fluxo sanguíneo para rúmen, a motilidade e a atividade ruminal, interferindo diretamente na produção animal e no balanço químico corporal (Srikandakumar & Johnson, 2004; Sejian et al., 2010).

Para Bianca & Kunz (1978), a temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas as melhores variáveis fisiológicas para estimar a tolerância de animais ao calor. Segundo Barbosa (2000), a variação na temperatura retal e o aumento da frequência respiratória, exercem um importante papel na termorregulação do calor em ovelhas, causando, no entanto, efeitos negativos na produtividade.

Quando a temperatura retal aumenta, em virtude da ação conjunta dos efeitos ambientais, são ativados mecanismos de controle do animal para restabelecer o equilíbrio de suas funções vitais.

De acordo com Robertshaw (2006), a temperatura retal normal em ovinos varia de 38,3 a 39,9°C, e vários fatores são capazes de causar variações na temperatura corporal, entre os quais: idade, sexo, estação do ano, período do dia, exercício, ingestão e digestão de alimentos. Segundo Cezar et al. (2004), a temperatura retal dos ovinos é afetada durante o dia, e os animais mostram temperatura retal menor no período da manhã, comparados com o período da tarde. Esses dados têm implicações práticas relevantes, pois indicam que, no final da tarde e à noite, as condições de manutenção da homeotermia são mais favoráveis para os ovinos. No decorrer do dia, com o aumento da temperatura ambiente, os animais entram em processo de hipertermia, com redução do apetite e, conseqüentemente, redução na ingestão de alimentos.

Segundo Reece (2006), a frequência respiratória em ovinos varia entre 20 a 34 mov./min., sendo excelente indicador do estado de saúde ou de conforto térmico dos animais, mas deve ser adequadamente interpretada, uma vez que pode ser influenciada pela espécie, idade,

exercícios, excitação e fatores ambientais. Assim, se ocorrer frequência respiratória alta e o animal for eficiente em eliminar o calor, poderá não ocorrer o estresse calórico (Berbigier, 1989). De acordo com McDowell (1989), a frequência respiratória alta pode ser eficiente maneira de perder calor por curtos períodos, mas, caso mantido por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais, como alcalose respiratória.

O estresse térmico, resultante de altas temperaturas ambientais associadas a uma elevada umidade do ar, além de acarretar mudanças nas reações fisiológicas e comportamentais dos animais (Silva et al., 2006; Medeiros et al., 2008), também desencadeia redução na ingestão e eficiência alimentar (Silanikove, 2000), no crescimento, na reprodução e produção de leite (Brasil et al., 2000), alterações hematológicas (Roberto et al., 2010), bem como alteração aguda e crônica nas concentrações plasmáticas de cortisol e hormônios tireoideanos (Coelho et al., 2008).

A pele protege o organismo do calor e do frio, e sua temperatura depende, principalmente, das condições ambientais, como temperatura, umidade e vento, e das condições fisiológicas, como a vascularização e a evaporação do suor. Em temperaturas mais amenas, os animais dissipam calor sensível para o ambiente através da pele, por radiação, por condução e por convecção. Quando os animais estão sob estresse pelo calor, as perdas sensíveis são diminuídas, e o principal processo de perda de calor é o latente, ou seja, pela evaporação e respiração (Silva, 2000).

Os animais também utilizam outros processos para manter a homeotermia, como a vasodilatação periférica, que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal, aumentando a temperatura da superfície animal (Chimineau, 1993). Segundo Habeeb et al. (1992) essa vasodilatação facilita a troca de calor do animal com o meio ambiente por

processos não-evaporativos (condução, convecção e radiação), mas esse processo, para se tornar eficaz, depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e a temperatura ambiente.

A perda de calor por meios não evaporativos (trocas secas) diminui à medida que a temperatura crítica superior se eleva, fazendo com que os animais se tornem dependentes da vasodilatação periférica e da evaporação da água para aumentar a dissipação de calor e prevenir o aumento da temperatura corporal (Berman et al., 1985).

5. ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO

Entre os fatores ambientais mais importantes e condicionantes na criação animal estão os elementos climáticos. Assim, o zoneamento bioclimático tornar-se-ia importante recurso zootécnico para aumentar a eficiência da produção, por meio da distribuição adequada dos animais nas regiões de clima especificado (Barbosa et al., 2001).

De acordo com Pires et al. (2003), o controle ambiental para atividades agropecuárias está se tornando um tópico muito popular, principalmente a partir da constatação, resultante de pesquisas de laboratório, dos efeitos adversos dos extremos ambientais sobre a produção. Sabe-se, por exemplo, que o animal com potencial genético para viver em clima temperado terá restrições em seu desempenho em climas tropicais. O zoneamento climático aparece, portanto, como condição básica no êxito das atividades agropecuárias. A influência direta do clima se processa principalmente pela temperatura do ar, radiação solar, e umidade relativa do ar, componentes climáticos que condicionam as funções orgânicas envolvidas na manutenção do equilíbrio térmico do corpo. E, a indireta através da qualidade e quantidade de forragem indispensáveis à criação animal, e do favorecimento ou não de doenças infecto-contagiosas e parasitárias (Tonello, 2011).

Em virtude da larga extensão do território nacional, existe uma vasta diversidade climática e muitas particularidades regionais. Tal fato demonstra a necessidade de identificação dessa heterogeneidade e agrupamento em zonas bioclimáticas, possibilitando a elaboração de diretrizes construtivas adequadas para cada uma dessas zonas.

O Nordeste brasileiro é classificado como uma das climatologias mais complexas do mundo, devido à irregularidade espacial e temporal na distribuição das chuvas. Como consequência desse fenômeno, é possível encontrar nessa região mesorregiões geográficas muito particulares, cujos climas vão do superúmido, característico das zonas litorâneas, até o clima seco, quase desértico do sertão, conhecido como o semiárido nordestino (Nimer, 1979).

O clima tropical semiárido brasileiro caracteriza-se, predominantemente, pela ocorrência de amplitudes significativas de temperatura do ar tanto diária como sazonal, e de grandes massas de ar quentes, carregadas de poeira. Esse clima, também denominado “quente-seco”, apresenta duas estações bem distintas: um longo período de seca e um curto período de chuva, radiação direta intensa e baixo teor de umidade relativa do ar (Romero, 1988).

O zoneamento climatológico por meio do monitoramento das condições climáticas permite a previsão de áreas com probabilidade de ocorrência do estresse calórico, assim, pode-se conhecer as regiões de desconforto térmico para o ovinos e as suas possíveis perdas pelas condições climáticas desfavoráveis, sendo essas ferramentas importantes para tomadas de decisão de técnicos e produtores que explorarão animais de maior nível de produção e de maior sensibilidade para as condições climáticas.

Neste sentido um zoneamento bioclimatológico é definido a partir do uso de normais climatológicas obtidas através de estações meteorológicas, e o zoneamento bioclimatológico é estabelecido em função dos desvios da zona de conforto proposta para a espécie estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A. et al. Estimativa da temperatura de globo negro (TGN) a partir da temperatura de bulbo seco (TBS) para o cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e da carga térmica de radiação (CTR). **Revista Engenharia na Agricultura**, V.19 N.6, p. 557-563, 2011.
- ALLMETSAT, **Observações e previsões meteorológicas - Imagens dos satélites** - Normais climatológicas. Available at: <<http://pt.allmetsat.com/clima/africa-do-sul>> Accessed on: feb., 2013.
- AMADEU, C. C. B. **Tolerância ao calor em ovinos das raças Santa Inês, Dorper e Merino Branco**. 2011. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Pirassununga-SP: USP, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE OVINOS –ARCO. Availabe at: <http://www.arcoovinos.com.br/racas_links/dorper.htm> Accessed on: jan., 2013.
- BACCARI JUNIOR, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C. A. et al. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 1986. p. 316.
- BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1990, Sobral, CE. **Anais...** Sobral: Embrapa-CNPQ, 1990. p.9-17.
- BARBOSA, O. R.; MACEDO, F. A. F.; GROES, R. V. et al. Zoneamento Bioclimático da ovinocultura no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30(2), p.454-460, 2001.
- BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v. 52, n. 1, p. 29-35, 1995.
- BERBIGIER, P. Effect of heat on intensive meat production in the tropics: cattle, sheep and goats, pigs. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1989, Botucatu. **Anais...** Jaboticabal: FMVZ/UNESP/FUNEP, 1989. p.7-44
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y. M.; KAIM, M.; et al. Upper critical temperature and forced ventilation effects of high yielding dairy cows in a tropical climate. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.488-495, 1985.
- BEZERRA, W. M. A. X.; SOUZA, B. B.; SOUSA, W. H. et al. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 130-136, 2011.
- BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of hree breedes of goats to cold, heat and hight altitude. **Livestock Production Science**, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.
- BRASIL, L. H. A.; WECHESLER, F. S.; BACCARI JÚNIOR, F. et al. Efeito do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1632-1641, 2000.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black Globe-Humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- CAMPOS, A.T. **Determinação dos índices de conforto térmico e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa-MG**. 66f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1986.

- COELHO, L.A.; SASA, A.; BICUDO, S.D. et al. Concentrações plasmáticas de testosterona, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em bodes submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1338-1345, 2008.
- CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.
- CLOETE, S. W. P.; SYNMAN, M. A.; HERSELMAN, M. J. Productive performance of Dorper sheep. *Small Ruminant Research*, v. 36, p. 119-135, 2000.
- CHIMINEAU, P. Médio ambiente y reproducción animal. **World Animal Review**, Roma, v. 77, n. 1, p.2-14, 1993.
- DENNIS, I. and DENNIS, R. Climate change vulnerability index for South African aquifers. In: International Conference on Groundwater: Our Source of Security in an Uncertain Future, Pretoria, 19-21 September 2011.
- 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**, v.92, p.109-116, 2009.
- ENCARNAÇÃO, C.R.F. da. **Observações meteorológicas e tipos climáticos das unidades e campos experimentais da Empresa IPA**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 117p., 1980.
- EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A.; et al.. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1807-1814, 2011.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. West Port CT: ABI, 1982. 325p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAOSTAT. Available at: <<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>> Accessed on: feb., 2013.
- FINCH, V.A. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.36, p.497-508, 1985.
- GEBREMEDHIN, K.G.; CRAMER, C.O.; PORTER, W.P. Predictions and measurements of heat production and food and water requirements of Holstein calves in different environments. **Transactions of the ASAE**, v.3, p.715-720, 1981.
- GEBREMEDHIN, K.G.; BINXIN, W. U. A model of evaporative cooling of wet skin surface and fur layer. **Journal of Thermal Biology**, v.26, p.537-545, 2001.
- HABEEB, A. L. M.; MARAY, I. F. M.; KAMAL, T. H. **Farm animals and the environment**. Cambridge: CAB, 1992, 428p.
- HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOURSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. v.2. Ungulates. Boca Raton: CRC.Press, Inc., 1985. p.151-174.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Available at: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default_pdf.shtm> Accessed on: Feb. 14, 2013.
- KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (Ed.) A guide to environmental research on animals. Washington: National Academy of Sciences, p.71-92. 1971.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep – A review. **Small Ruminant Research**, 71, 1–12, 2007.

- McDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales**. In: Factores que influem em la producción ganadera de los climas cálidos. Zaragoza: Acribia, 1975, 691p.
- McDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.
- MEDEIROS, L.F.D. VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A. et al. Reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, n.1, p.7-14, 2008.
- MILNE, C. The history of the Dorper sheep. **Small Ruminant Research**. n. 36, p. 99-102, 2000.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Diagnóstico do Município de Arcoverde. 2005. Available at: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/ARCO015.pdf>> Accessed on: may, 2013.
- MONTY JÚNIOR., D. E.; KELLY, L.M.; RICE, W.R. Acclimatization of St Croix. **Small Ruminant Research**, v.4, n.4, p.379-392, 1991.
- NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; et al. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.
- NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santos Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1979.
- NOGUEIRA FILHO, A.; KASPRZYKOWSKI, J. W. A. **O Agronegócio da caprino-ovinocultura no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, Série Documentos do ETENE, n.09. 56p. 2006.
- LU, C. D. Effects of heat stress on goat production. **Small Ruminant Research**, [S.l.], v. 2, p. 151- 162, 1989.
- PEREIRA JÚNIOR, J. S. Nova delimitação do semi-árido brasileiro. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. 24p. 2007. Available at: <http://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1604/nova_delimitacao_jose_pereira.pdf?sequence=3> Accessed on: September, 2013.
- PILLING, D., RISCHKOWSKY, B., SCHERF, B. Report of the FAO/WAAP Workshop on Production Environment Descriptors for Animal Genetic Resources (Eds), 97p, 2008.
- PIRES, M.F.A.; SILVA JR., J.LC.; CAMPOS, A.T.; et al. Zoneamento da região Sudoeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** – Embrapa, Juiz de Fora. 21p. 2003.
- REECE, W.O. Calor Corpóreo e Regulação da Temperatura. In: **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, 2008.p. 349-357.
- REECE, W. O. Respiração nos mamíferos. In: REECE, W. O. (Ed.). **Dukes/fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 103-134.
- ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. L. N. et al. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.127- 132, 2010.
- ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde**. v.6, n.2, p. 08-13, 2011.

- ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. In: REECE, W.O. **Dukes/Fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.897 – 908.
- ROCHA, D.R. **Avaliação de estresse térmico em vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) criadas em clima tropical quente e úmido no estado do Ceará**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza
- ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos Para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.
- ROUAULT, M.; RICHARD, Y. Intensity and spatial extension of drought in South Africa at different time scales. **Water SA**, v.29, n. 4, p. 489–500, 2003.
- SANTOS, J. R. S.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. et al. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006.
- SCHOEMAN, S.J., BURGER, R. Performance of Dorper sheep under an accelerated lambing system. **Small Ruminant Research**, n. 9, p. 265–281, 1992.
- SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, p.1763–1770, 2010.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [S.l.], v. 67, p. 1- 18, 2000.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo:Nobel/FAPESP, 2000. 286p.
- SILVA, R.G.; LASCALA JÚNIOR., N.; LIMA FILHO, A. E. et al. Respiratory heat loss in the sheep: a comprehensive model. **International Journal of Biometeorology**, v.4, p.136-140, 2002.
- SILVA, R.G.; STARLING, J.M.C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32(supl. 2), n.6, p.1956-1961, 2003.
- SILVA, E.M.N. SOUZA, B. B.; SILVA, G. A. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.516-521, 2006.
- SILVA, R.G. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.4, p.1192-1198, 2007 (supl.).
- SHAFIE, M.M.; SHARAFELDIN, M.A. Animal behaviour in the sub-tropics. I. Heat tolerance in relation to grazing behaviour in sheep. **Journal Agriculture Science**, v.13, n. 10, p.1-4, 1965.
- SOUZA, F. C.; TINOCO, I. F. F.; BAÊTA, C. F.; FERREIRA, M. P. W.; SILVA, S. R. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência Agrotécnica**, v. 26, nº 1, p.157-164, 2002.
- SOUSA, W. H. ; CEZAR, M. F. ; CUNHA, M. G. G. ; LOBO, R. N. B. . Estratégias de cruzamento para produção de caprinos e ovinos de corte: Uma experiência da Emepa.. In: I Encontro Nacional de produção de Caprinos e Ovinos-Encapri., 2006, Campina Grande - PB. **Anais...** I Encontro Nacional de produção de Caprinos e Ovinos-Encapri., 2006. v. ÚNICO. p. 338-384.
- SRIKANDAKUMAR, A.; JOHNSON, E. H. Effect of heat stress on Milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian milking zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**, v.36, p.685-692, 2004.

- TAKAHASHI, L. S.; BILER, J. D. e TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia zootécnica**. Jaboticabal – SP. 102p. 2009. Disponível em: <http://bioclimatologia.files.wordpress.com/2012/08/livro-bioclimatologia-zootc3a9cnica.pdf>. Acessado em: novembro de 2013.
- TONELLO, C. L. **Validação de Índice de Conforto Térmico e Zoneamento Bioclimático da Bovinocultura de Leite**. . 2011. 140f. Tese (Doutorado em em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- THOM, E.C. Cooling degree: Day air conditioning, heating, and ventilating. **Transations of the Amer. Soc. Heating, Refrigerationg and Air-Conditioning Engrs**. V.55, p.65-72, 1958.
- WAAL, H.O. de and COMBRINCK, W.J. The development of the Dorper, its nutrition and a perspective of the grazing ruminant on veld. **Small Ruminant Research** , n.36, p. 103-117, 2000.
- YOUSEF, M. K. Thermoneutral Zone. In: *Stress Physiology in Livestock*. Volume 1 Basic Principles. CRC Press, Boca Raton, 1985. 67-74p.

CAPÍTULO 2

ADAPTABILIDADE DE OVINOS DA RAÇA DORPER AO CALOR NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO

RESUMO – Objetivou-se com este estudo avaliar os parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória, temperatura da superfície e interna do veld e temperatura da epiderme) de ovinos da raça Dorper, submetidos às condições climáticas de verão no semiárido nordestino. Foram utilizados 20 ovinos, machos, não castrados, com idade média de 20 meses. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, o horário do dia como parcela principal e as condições ambientais de sol e sombra como subparcelas. A hora do dia e a condição de sol ou sombra influenciaram as respostas fisiológicas dos ovinos. O horário da manhã, na condição de sol e o horário da tarde em ambas as condições ambientais conduziram os animais ao desconforto térmico, de acordo com os valores de Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) de 76,1, 93,5 e 82,5; Índice de Conforto Térmico (ICT) de 31,2 46,5 e 40,5; Carga Térmica Radiante (CTR) de 556,7, 814,2 e 537,5 W/m², respectivamente. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi considerado estressante no turno da tarde (79,4). As variáveis fisiológicas foram influenciadas pelo horário e condição ambiental; a frequência respiratória (FR) ficou acima de 100 mov./min em ambos os turno e condições. A Temperatura Retal (TR) foi influenciada pelo turno, independente da condição, com média de 39,35°C pela manhã e 39,69°C à tarde. A temperatura da superfície (TSV) e interna do veld (TIV) e da epiderme (TEP) foram influenciadas pelo período e condição ambiental, em que as maiores médias foram verificadas no turno da tarde, ao sol. Conclui-se que ovinos da raça Dorper sofreram estresse térmico no turno da manhã, ao sol e no turno da tarde em ambas as condições, tornando-se necessário o emprego de ações de manejo para que o desempenho não seja comprometido.

Palavras-chave: estresse térmico, frequência respiratória, temperatura retal, temperatura da superfície e temperatura da epiderme

ADAPTABILITY OF SHEEP BREED DORPER HEAT IN SEMI-ARID OF PERNAMBUCO

ABSTRACT- The objective of this study was to evaluate the physiological parameters (rectal temperature, respiratory rate, surface temperature and internal veld and temperature of the skin) of Dorper sheep, subjected to the climatic conditions of the semi-arid northeast. Twenty male sheep, whole, with mean age of one year and eight months were used. We used a completely randomized experimental design with split parcels, the time of day as the main parcel and the conditions of sun and shade as sub parcels and animals repetitions. The time of day and the condition of sun or shade influenced the physiological responses of sheep. The morning shift in condition that sun and afternoon shift in both conditions resulted to the thermal stress animals. The comfort index values were as follows: BGHI 76,1, 93,5 and 82,5; TCI 31,2 46,5 and 40,5; CTR 556.7, 814.2 and 537.5, respectively. The THI was considered stressful in the afternoon (79.4) turn. Physiological variables were influenced by period and condition, the FR was above 100 mov / min in both shift and conditions. The RT was influenced by the period independent of the condition, with an average of 39.35 ° C in the morning and 39.69 ° C in the afternoon. Temperature of the surface and internal veld and epidermis, were influenced by period and environmental condition where the highest means were observed in the afternoon, the sun. The conclusion is that Dorper sheep breed suffered

heat stress during the morning, and the sun in the afternoon in both conditions, making it necessary to use mitigating measures so that performance is not compromised.

Key word: Heat stress, respiratory rate, rectal temperature, surface temperature and temperature of the skin.

INTRODUÇÃO

As variações climáticas podem intensificar o estresse térmico em decorrência de alterações no balanço de energia térmica entre o animal e o ambiente, o qual é influenciado pelas características ambientais (radiação, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento) e mecanismos de termorregulação (condução, radiação, convecção e evaporação) (Sirohi e Michaelowa, 2007). Desta forma, quaisquer alterações nesses fatores podem modificar a zona de termoneutralidade e desencadear alterações nas funções biológicas dos ovinos, que incluem a diminuição na alimentação (consumo e utilização), distúrbios no metabolismo de água, o estresse pelo calor (Brown Brandl, 2009). Não existe consenso entre os autores sobre quais características do animal devem ser usadas para verificar a adaptação ao estresse térmico, entretanto os que mais se destacam são: frequência respiratória, temperatura retal, frequência cardíaca e evaporação cutânea (McManus et al., 2009).

Propriedades da pele e da pelagem como cor, densidade, diâmetro, profundidade, transmissividade e absorção de calor também afetam as trocas de energia (Bianchini et al., 2006). Sendo assim, é necessário avaliar se os valores de referência na literatura devem ou não ser aplicáveis a todas as raças utilizadas no Brasil para todas as condições climáticas regionais brasileiras.

Entre as tecnologias usadas para melhorar os índices zootécnicos regionais, a introdução de raças exóticas precoces e com ganho de peso rápido, para criação em rebanhos puros e/ou cruzamentos com as raças nativas, tem sido utilizado pelos produtores nordestinos.

A raça Dorper tem se destacado no cenário mundial por ser rústica, com alta adaptabilidade e resistência a verminoses, suportando uma grande faixa de variação de temperatura, excelente qualidade de carne e ganho de peso, precocidade elevada, ótima habilidade materna e excelente qualidade de couro (Milne, 2000). Suas virtudes tem estimulado a importação objetivando cruzamento com raças nativas com o consequente incremento nos índices de produtividade da ovinocultura nordestina, mas pouco tem sido feito pela pesquisa com relação à adaptabilidade ao calor dos animais dessa raça.

Objetivou-se com este estudo avaliar os parâmetros fisiológicos de ovinos da raça Dorper, submetidos às condições climáticas de verão no semiárido nordestino.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O estudo foi conduzido na Fazenda Boa Vista, no município de Arcoverde, PE (8° 25' 09,24" Latitude S, 37° 01' 37,53" Longitude O e 663 m de elevação . O município se localiza no Sertão do Moxotó, e de acordo com a classificação climática de Köppen adaptada para o Brasil, o clima de Arcoverde é o BSW^h, muito quente, semiárido, com estação chuvosa de verão a outono, com temperaturas médias máximas e mínimas de 29,02 e 18,3°C, respectivamente e precipitação média anual de 575,5 mm (Encarnação, 1980). Os dados foram coletados de janeiro a março de 2011.

Monitoramento ambiental

As variáveis ambientais consideradas foram a temperatura do ar (Ta) média, máxima e mínima, umidade relativa do ar (UR%) média, máxima e mínima, temperatura de ponto de orvalho (Tpo), que foram transmitidos por um sensor de temperatura e umidade sem fio e

armazenados em uma estação meteorológica portátil da marca TFA Hygrotech®, referência 30.3125. O volume de chuva foi aferido por um pluviômetro instalado próximo ao abrigo. A velocidade do vento (v) foi medida por um anemômetro digital portátil, e a temperatura de globo negro, por intermédio de um globotermômetro, colocado à 0,5 m acima do solo, na altura do dorso dos animais, ao sol e a sombra. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado utilizando-se a equação proposta por Kelly & Bond (1971):

$$ITU = Ta - 0,55 \times (1 - UR) \times (Ta - 58)$$

onde Ta é a temperatura do ar (°F) e UR é a umidade relativa do ar em decimais. O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) foi determinado de acordo com a fórmula desenvolvida por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = Tgn + 0,36Tpo + 41,5$$

onde Tgn é a temperatura do globo negro (°C) e Tpo é a temperatura do ponto de orvalho (°C).

A Carga Térmica Radiante (CTR) foi determinada de acordo com Baêta & Souza (2010):

$$CTR = \sigma TRM^4, W.m^{-2}$$

sendo, σ = constante de Stefan-Boltzmann, $5,6697 \times 10^{-8} W.m^{-2}. K$

Trm = temperatura radiante média (K)

sendo

$$Trm = 100 \times \left\{ (2,51\sqrt{vv}) \times (Tgn - Ts) + \left(\frac{Tgn}{100} \right)^4 \right\}^{0,25}$$

sendo Tg = temperatura do globo negro, °C; Ta = temperatura do ar, °C;

O Índice de Conforto Térmico (ICT) foi estimado de acordo com a fórmula proposta por Barbosa & Silva (1995):

$$ICT = 0,6678Ta + 0,4969Pp\{ta\} + 0,5444Tgn + 0,1038vv$$

onde T_a é a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), $P_p\{t_a\}$ é a pressão parcial de vapor (kPa), T_{gn} é a temperatura do globo negro ($^{\circ}\text{C}$) e v_v é a velocidade dos ventos (m/s).

Animais e variáveis fisiológicas

Foram observados 20 ovinos da raça Dorper, machos não castrados, com idade média de 20 meses. O estado sanitário dos animais estava dentro dos padrões de rebanho comercial, sendo o manejo de controle das doenças e parasitas realizado rotineiramente. Os animais passaram por um período de adaptação ao manejo de 15 dias, e só após esse período as coletas de dados foram iniciadas.

As observações foram efetuadas, na condição ambiental de sol e sombra, durante aproximadamente 1h30min, em dois horários, às 6h30min. e às 12h30min., em dias ensolarados, para cinco características: frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura da superfície do velo (TSV), temperatura interna do velo (TIV) e temperatura da epiderme (TEP). A TSV, TIV e TEP na região lombar do animal, próximo aos rins e sempre do lado esquerdo do animal, sendo a TEP aferida afastando-se o pelo do animal até expor a epiderme (Barbosa et al., 2001), com um termômetro de infravermelho dotado de mira a laser.

A Fr por minuto foi medida pela contagem dos movimentos dos flancos, com o auxílio de um cronômetro, durante 15s, multiplicando-se o resultado por quatro (Barbosa et al., 2001).

A Tr foi obtida por intermédio de um termômetro clínico digital da marca Incoterm®, modelo Med 1.0, com escala de 32 a 42 $^{\circ}\text{C}$, introduzido diretamente no reto do animal, até o acionamento do sinal sonoro.

Durante o período experimental foram realizadas 31 observações, utilizando-se os registros nos horários da manhã (6h30min.) e tarde (12h), ao sol e à sombra, em 20 animais, totalizando 12400 observações.

Manejo Animal e instalações

Os animais eram mantidos em sistema de confinamento, em baias coletivas, recebendo concentrado comercial, uma vez ao dia, no final da tarde, com forragem verde e água à vontade. Os níveis de garantia do concentrado é fornecido encontram-se no Tabela 1.

Tabela 1. Níveis de garantia do concentrado comercial ofertado para ovinos Dorper confinados

Nutrientes	Percentual (%)
Proteína bruta (Mín.)	15
Extrato Etéreo (Mín.)	2
Matéria Fibrosa (Máx.)	15
Matéria Mineral (Max.)	10
Umidade (Máx.)	13
Cálcio (Máx.)	2,2
Fósforo (Mín.)	0,5

Nos dias de coleta de dados fisiológicos os animais eram transferidos para um aprisco com as seguintes dimensões: 5,6 m de comprimento, 9,0 m de largura e pé direito de 2,0 m, coberto por telha de cimento amianto, local onde eram coletados os dados na condição ambiental de sombra; com sua entrada voltada para o sentido sul, e uma parede no sentido leste, o que impedia uma ventilação mais eficiente na área coberta da instalação (Figura 1.)



Figura 1. Aprisco utilizado para a coleta de dados fisiológicos.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, com o horário do dia (6h30min. e 12h30min.) na parcela principal e a condição ambiental (sol e sombra) na subparcela. Foram aplicados o teste SNK à 5% de probabilidade para as variáveis frequência respiratória e temperatura retal. Para as demais variáveis fisiológicas foi aplicado o teste de Friedman à 5%. Foi realizada a análise de variância e correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e fisiológicas e as médias comparadas pelo teste de F à 1%. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do SAEG, versão 8.1 (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis ambientais e Índices de conforto

A precipitação pluvial foi de 10,7 mm e a velocidade média dos ventos de 0,8 m/s. A velocidade do vento ficou abaixo da faixa ideal preconizada para criação de animais domésticos por McDowell (1972) que é de 1,3 a 1,9 m/s.

Durante o período experimental, a temperatura máxima absoluta foi de 35,5°C e temperatura mínima absoluta foi de 16,7°C (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios da temperatura do ar (Ta), temperatura de globo negro ao sol e à sombra (TGNsol/TGNsomb) e umidade relativa (UR) durante o período de coleta de dados

Horários	Variáveis climáticas			
	Ta	TGNsol	TGNsomb	UR
6:30h	21,8±0,7	28,5±1,7	23,5±0,8	83,5±2,6
12:30h	31,2±1,4	45,2±3,9	34,5±1,4	48,6±7,4
Médias	26,5±4,8	36,8±8,9	28,9±5,5	66,0±18,3

A temperatura do ar, temperatura do globo negro tanto ao sol como à sombra, às 12:30h (Tabela 2) e a temperatura máxima observada durante o período experimental extrapolaram o limite superior da faixa de termoneutralidade para ovinos deslançados, que segundo Silva (2000) varia de 20 a 30°C, e a temperatura crítica superior para ovinos tosquiados adultos (30°C) de acordo com (Hahn, 1985). Vale ressaltar que esta temperatura crítica é referente a ovinos tosquiados de regiões temperadas e espera-se que, em ovinos criados em regiões semiáridas seja maior.

De acordo com Cezar et al. (2004) e Neves et al. (2009) o valor de temperatura máxima absoluta (35,5°C) pode ser considerado estressante para ovinos, pois os animais apresentaram aumentos significativos nos índices de conforto (Tabela 3), de manhã para a tarde, em condições de temperatura absoluta variando de 16,7°C para 35,5°C durante o período experimental.

Os índices de conforto apresentaram-se elevados no horário da tarde (12h30min), sobretudo na condição de sol (Tabela 3).

Tabela 3. Médias, desvio padrão e análise de variância dos índices de conforto térmico, em diferentes turnos e condições para ovinos Dorper no Sertão de Pernambuco

Índices	Turnos			
	6h30min		12h30min	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra
ITU	70,0±0,8		79,4±1,7	
ITGU	76,1±1,8	70,0±0,8	93,5±3,7	82,5±1,2
ICT	31,2±1,2	28,4±0,7	46,5±2,8	40,5±1,5
CTR (W.m ⁻²)	556,7±40,9	448,7±11,7	814,2±106,5	537,5±24,8

ITGU= Índice de Temperatura de Globo Negro; *ICT*= Índice de Conforto Térmico para ovinos; *CTR* = Carga Térmica Radiante; *ITU*= Índice de Temperatura e Umidade.

Os valores de ITU registrados nesse trabalho foram considerados estressantes no horário das 12:30h, na condição de sol (79,4), considerando a classificação estabelecida por Hahn (1985), onde 79 a 83 indica condição risco de problemas. Esse valor de ITU obtido neste experimento é semelhante ao crítico estimado por Neves (2008).

No horário da manhã (6h30min), na condição de sol e no horário das 12h30min em ambas as condições, o ITGU apresentou-se elevado (Tabela 3), com valores de 76,1; 93,5 e 82,5, respectivamente. Cezar et al. (2004) registraram valores de ITGU de 75,5 pela manhã e 82,4 à tarde para ovinos Santa Inês e mestiços ½ Santa Inês+ ½ Dorper, nas condições do semiárido paraibano e consideraram que os animais sofreram situações de alerta e perigo nos respectivos turno, de acordo com a classificação do National Weather Service USA, citado por Baêta (1985). As classificações de índices de conforto térmico obtidas com outras espécies e em condições de clima temperado não devem ser utilizadas nas condições de ambiente tropical como o nosso (Silva, 2000). Diante do que foi exposto, Neves (2008) estimou níveis críticos dos índices citados para ovinos da raça Santa Inês, tornando-se esta a única referência para estabelecer condição de estresse térmico em ovinos, nas condições de semiárido do Nordeste brasileiro.

Santos et al. (2006) constataram valores de ITGU de 70 pela manhã e 79 à tarde para ovinos Santa Inês, Morada Nova e seus mestiços Dorper (F1), às condições climáticas do semiárido paraibano, e classificaram o ambiente como de conforto térmico e perigoso, nos respectivos turnos, utilizando-se da mesma classificação empregada por Cezar et al. (2004).

Ao avaliarem o conforto térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e Sem Raça Definida (SRD), nas condições do sertão baiano, Almeida (2011) observou que o valor de ITGU médio máximo atingiu 94,8 às 13h00min, o que também evidencia, segundo os autores, uma situação de perigo térmico para os animais, baseando-se na mesma classificação citada anteriormente.

Neves et al. (2009) registraram ITGU médio de 82,5, sendo mais intenso à tarde (88,5) do que pela manhã (76,5) o que caracteriza uma situação de desconforto, principalmente à tarde. Porém, os autores afirmam que esse valor de ITGU para cordeiros Santa Inês não pode ser considerado perigoso devido ao alto grau de adaptabilidade destes animais às condições climáticas do semiárido.

De acordo com Ribeiro et al. (2008), valores acima de 78 são considerados como fora da zona de conforto térmico para ovinos.

Em condições do semiárido paraibano, Bezerra et al. (2011), trabalhando com diferentes grupos genéticos (Santa Inês, Cariri e mestiços de $\frac{1}{2}$ Dorper + $\frac{1}{2}$ SPRD e $\frac{1}{2}$ Damara + $\frac{1}{2}$ SPRD), em sistema extensivo de criação, afirmaram que, baseados nos valores críticos estimados por Neves et al. (2009), o ITGU no ambiente ao sol de 86,4 no turno da tarde e 87,6 na época seca, atingiram valores críticos de conforto térmico para ovinos.

Ambientes com ITGU de 85,1 pela manhã e 88,4 à tarde, de acordo com Andrade et al. (2007), não podem ser classificados como perigoso para ovinos nativos, fato que é explicado pela constatação do alto grau de adaptabilidade destes animais às condições climáticas do

semiárido. Sendo assim, os autores ressaltaram que o uso dos valores de ITGU preconizados pelo National Weather Service – USA, com classificação até 74, de 74 a 79, de 79 a 84 e acima de 84, definindo situação de conforto, alerta, de perigo e de emergência, respectivamente, devem ser reavaliados ao considerar as condições de semiárido.

Dessa forma, no presente experimento, considerando os valores críticos para ITGU estimados por Neves (2008), para os ovinos Santa Inês brancos, castanhos e pretos foram de 92,8; 91,4 e 90,5, respectivamente, os animais deste experimento sofreram estresse térmico quando o ITGU atingiu o valor de 93,5 no horário das 12:30h, na condição de sol.

Acredita-se que o ICT verificado no horário das 12:30h (Tabela 3), ocasionou aos animais deste experimento a situações de desconforto térmico, na condição de sol e sombra, respectivamente. Pois os valores obtidos (46,5 e 40,5) são bem superiores aqueles estimados por Neves et al. (2009). Barbosa e Silva (1995) em estudo com ovinos da raça Ideal, Suffolk e Corriedale, observaram uma variação no ICT de 20 a 50; com aumentos na TR com ICT acima de 35 para a raça Ideal e 20 nas raças Suffolk e Corriedale.

A carga térmica radiante (CTR) no horário das 12h30min ($814,2 \pm 106,5$ W/m²) foi expressivamente maior do que as demais, interferindo diretamente nas variáveis fisiológicas dos animais. A CTR tem por finalidade expressar a sensação térmica dos animais em relação ao ambiente. Este índice toma como base a radiação total recebida por um corpo em relação ao espaço que o circunda (Campos et al., 1986). Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (Souza et al, 2002).

Variáveis fisiológicas

O aumento nos índices de conforto (Tabela 3) interferiu nas variáveis fisiológicas, nos diferentes horários e condições.

Na Tabela 4 encontram-se valores médios de temperatura retal (TR) de ovinos Dorper nos turnos manhã e tarde e nas condições ambientais de sol e sombra. Para esta variável não houve interação significativa entre horário do dia e condição ambiental ($P < 0,05$) demonstrando que as variações na TR ocorreram entre turnos, independentemente da condição ambiental.

Tabela 4. Valores médios de temperatura retal (TR, ° C) de ovinos da raça Dorper nos diferentes períodos e condições ambientais

Horários	Condição		Médias
	Sol	Sombra	
6h30min.	39,40	39,29	39,35 B
12h30min.	39,74	39,65	39,69 A
Média	39,56 a	39,48 b	
CV (%)	0,13		

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúscula na coluna representam diferença pelo teste SNK ($P < 0,05$).

A temperatura retal dos ovinos foi maior no horário da tarde ($P < 0,05$) nas duas condições ambientais pesquisadas, evidenciando os efeitos das piores condições ambientais deste período do dia em relação ao período da manhã, conforme pode ser constatado na Tabela 2. Percebe-se que os animais não foram capazes de dissipar todo calor corporal necessário para manter a temperatura corporal dentro do limite basal médio ($39,1^{\circ}\text{C}$), nos dois turnos, principalmente à tarde. Porém, deve ser ressaltado que apesar do aumento significativo entre períodos do dia, a temperatura corporal dos animais permaneceu dentro da faixa de variação fisiológica normal ($38,3$ a $39,9^{\circ}\text{C}$) citada por Reece (2008).

Amadeu (2012) obteve TR média para ovinos Dorper, em condição de sombra, de $38,53^{\circ}\text{C}$, ficando abaixo da obtida no respectivo trabalho. Neves (2008) registrou Tr de $38,9$ e $39,5^{\circ}\text{C}$, pela manhã e tarde, respectivamente, em ovinos Santa Inês.

Santos et al. (2006) obtiveram Tr média de $39,30^{\circ}\text{C}$ pela manhã e $39,51^{\circ}\text{C}$ à tarde, em condição de semiárido semelhante aos encontrados nessa pesquisa. Silva et al. (2011) registraram a Tr de $39,56 \pm 0,88^{\circ}\text{C}$ para machos Dorper, demonstrando que alguns animais

não foram capazes de dissipar todo o calor necessário para manter sua temperatura dentro do limite basal significando que os mesmos foram menos tolerantes ao calor que os demais genótipos Santa Inês e mestiços (¾ Dorper + ¼ Santa Inês).

Bezerra et al. (2011) observaram que animais mestiços de Dorper não apresentaram alteração na TR antes e após estresse térmico, com média de 39,23°C. Porém, os demais grupos genéticos registraram maior TR após o estresse pelo calor: o ½ Damara apresentou a maior TR (39,21°C), enquanto o Santa Inês apresentou a menor, com 38,84°C antes do estresse e a maior com 39,75°C após o estresse.

Foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) do horário e condição ambiental na frequência respiratória (Tabela 5). A interação período x condição ambiental não foi significativa ($P < 0,05$), demonstrando que as variações na FR dos ovinos ocorreram entre períodos do dia independentemente da condição de sol ou sombra.

Tabela 5. Valores médios de frequência respiratória em movimentos por minuto (FR, mov./min) de ovinos da raça Dorper nos diferentes períodos e condições ambientais

Horário	Condição		Médias
	Sol	Sombra	
6h30min	141,2	107,2	124,2 B
12h30min	194,3	170,7	182,5 A
Médias	167,6 a	139,0 b	
CV (%)	3,83		

Medias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúscula na coluna representam diferença pelo teste SNK ($P < 0,05$).

No turno da tarde e ao sol a frequência respiratória dos animais foi maior ($P < 0,05$) que no turno da manhã na mesma condição, isto se deve ao fato que no turno da tarde os índices de conforto térmicos foram maiores, demonstrando que neste turno as animais utilizaram com maior intensidade as vias respiratórias para dissipação do calor corporal excedente.

A frequência respiratória, nesta pesquisa, foi significativamente maior ($P < 0,05$) durante o turno da tarde que da manhã, tanto ao sol (194,32 mov./min) quanto à sombra

(170,75 mov./min). O número de movimentos respiratórios por minuto nos dois períodos e nas duas condições ambientais foi muito elevado quando se leva em consideração os resultados obtidos por outros autores tais como Cezar et al. (2004) cuja frequência respiratória média em condição de estresse foi 91,3 e Cardoso et al. (2008) que obtiveram 41,7 mov./min pela manhã e 85,1 mov./min à tarde.

Na presente pesquisa o número médio de movimentos respiratórios por minuto obtido pela manhã (107,2), à sombra foi também inesperadamente muito elevado uma vez que os animais passaram toda a noite e madrugada em condições termoneutras, como pode ser observado pela temperatura de 21,8°C (Tabela 2). A temperatura mínima de 16,7°C registrado durante o período experimental reforça essa conclusão. Uma provável explicação para a intensa utilização da frequência respiratória para a dissipação de calor corporal em condições termoneutras é o dimensionamento e material inadequado da cobertura das instalações. A telha de fibrocimento da cobertura pode ter irradiado muito calor para os animais durante à noite e madrugada. Por outro lado, os animais foram hábeis na dissipação de calor corporal via aumento na frequência respiratória, pois conseguiram manter a temperatura corporal dentro da variação fisiológica normal, evitando dessa maneira, a hipertermia como ficou evidenciado pelos resultados de temperatura retal apresentados na Tabela 4.

De acordo com a citação de Silanikove (2000) a taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40- 60, 60-80, 80-120 mov./min. caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima de 150 para bovinos e 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo. Assim sendo, pode-se dizer que os ovinos apresentaram estresse térmico alto nos dois períodos do dia.

A variação fisiológica normal da frequência respiratória em ovinos se situa entre 20 a 34 mov./ min., de acordo com Reece (2006), sendo excelente indicador do estado de saúde ou

de conforto térmico dos animais, mas deve ser adequadamente interpretada, uma vez que pode ser influenciada pela espécie, idade, exercícios, excitação e fatores ambientais. Assim, se ocorrer frequência respiratória alta e o animal for eficiente em eliminar o calor, mantendo a homeotermia (Berbigier, 1989, Eustáquio Filho, 2011) ele terá demonstrado sua habilidade nesse sentido. Por outro lado, de acordo com McDowell (1989), a frequência respiratória alta pode ser eficiente maneira de perder calor por curtos períodos, mas, caso mantido por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais, tais como alcalose respiratória, entre outros.

Os resultados observados neste experimento concordam com os obtidos por Santos et al. (2006), Cardoso et al. (2008), Bezerra et al. (2011) e Amadeu (2012) quando os animais aumentaram a intensidade respiratória no turno da tarde em relação ao turno da manhã, para a dissipação de calor corporal, demonstrando a alta correlação entre esta variável fisiológica com o período do dia. No entanto, na presente pesquisa, a frequência respiratória apresentou médias superiores a 100 movimentos respiratórios por minuto pela manhã e à sombra, resultados estes inesperados na medida em que se observaram condições ambientais de zona de conforto nesse período do dia, na hora do registro dos dados fisiológicos, em virtude da alta amplitude térmica no município de Arcoverde (Tabela 2), como discutido anteriormente.

De acordo com Mendes et al. (1976), a frequência respiratória em ovinos pode chegar até os 400 mov./min. Terrill e Slee (1991) registraram FR de 300 mov./min, valor superior aos encontrados neste trabalho, com média de 138,11 mov./min no ambiente com ITGU médio de 74,7.

De maneira geral, ovinos respondem a cargas térmicas excessivas com aumento da frequência respiratória, de forma a aumentar a dissipação do calor corporal por meio do aquecimento do ar inspirado e da evaporação nas vias respiratórias (Baccari Jr., 1989).

Não houve diferença significativa em nenhuma das temperaturas avaliadas entre as condições de sol e sombra, em qualquer dos períodos, apesar da diferença de valores expressivamente elevadas entre elas (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios para temperatura da superfície do velo (TSV, °C), temperatura interna do velo (TIV, °C) e temperatura da epiderme (TEP, °C) de ovinos da raça Dorper nos diferentes períodos e condições ambientais

Horário	TSV (°C)		TIV (°C)		TEP (°C)	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
6h30min	32,19 a B	25,67 a B	33,26 a B	29,46 a B	33,51 a B	29,89 a B
12h30min.	42,32 a A	35,39 a A	37,95 a A	35,77 a A	38,95 a A	36,14 a A

Medianas seguidas de letras minúsculas na linha e maiúscula na coluna representam diferença pelo teste de Friedman ($P < 0,05$).

Uma possível explicação para este fato pode ser o pequeno tempo de exposição dos animais ao sol. Por outro lado, as temperaturas do interior do velo, da superfície do velo e da epiderme foram significativamente mais elevadas à tarde do que pela manhã, independentemente da condição ambiental avaliada, denotando os efeitos das piores condições ambientais do período da tarde, conforme ficou constatado na Tabela 2.

A temperatura corporal é o resultado da diferença entre energia térmica produzida mais a recebida pelo organismo animal e a energia térmica dissipada desse para o meio (Cezar et al., 2004). Segundo Johnson (1980), a temperatura retal é um indicador dessa diferença e pode ser usada para avaliar a adversidade do ambiente térmico sobre os animais. Os ovinos apresentam uma temperatura retal média de aproximadamente 39,1°C (Reece, 2008) e, de acordo com McDowell et al. (1976), uma elevação 1°C ou menos na temperatura retal é o bastante para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos.

Andrade et al. (2005) obteve a uma temperatura do ar de 40 °C, valores de 39,16 °C para a temperatura de superfície em ovinos. Couto (2005) verificou efeito do turno ($p < 0,05$) sobre a temperatura de superfície de ovinos e caprinos mantidos em ambientes com sombra natural e artificial, onde os maiores valores obtidos foram no turno da tarde. Existe um

gradiente térmico no organismo, de modo que a temperatura é mais elevada no núcleo central e diminui até a superfície da pele e pelos (Baccari Jr., 2001).

A temperatura da superfície obtida por Amadeu (2012), na condição de sombra e ao sol foi superior a encontrada neste trabalho no turno da manhã e inferior ao turno da tarde, com 30,25°C e 39,6°C, para as respectivas condições. A temperatura da pele deve indicar melhor a sensação de desconforto térmico do animal causado pela radiação solar excessiva (Fanger, 1970). Nas regiões tropicais, a capa externa dos animais assume funções mais ligadas à proteção mecânica da epiderme, ao mimetismo e à proteção contra a radiação solar (Silva, 2000).

Deve-se ressaltar que a perda de calor por meios não evaporativos diminui à medida que a temperatura crítica superior se eleva, fazendo com que os animais se tornem dependentes da vasodilatação periférica e da evaporação da água para aumentar a dissipação de calor e prevenir o aumento da temperatura corporal (Berman et al., 1985).

Os animais empregam mecanismos para manterem a homeotermia, como a vasodilatação periférica, que acresce o fluxo sanguíneo para a superfície corporal, aumentando a temperatura da superfície do animal (Chimineau, 1993). De acordo com Habeeb et al. (1992), o redirecionamento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação promovem a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação). Contudo, a eficácia desses mecanismos depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente. Quando há um gradiente admissível o excesso de calor corporal é dissipado do corpo aquecido para o meio mais frio, do contrário, o animal tem que utilizar mecanismos evaporativos como a sudorese e/ou frequência respiratória (Souza et al., 2003). Segundo Almeida (2006), as temperaturas da pele ou da superfície do pelo ou pelame não dependem apenas das condições ambientais, sendo o conjunto dos atributos especiais do indivíduo que

envolve entre outras a espessura e pigmentação da pele/pelame e de ações conjuntas das glândulas sudoríparas nos processos evaporativos cutâneos.

Correlações

Todas as correlações foram positivas e significativas ($P < 0,01$) entre o período do dia (PD), as cinco variáveis fisiológicas avaliadas e os índices de conforto. Os maiores valores de coeficiente de correlação foram observados para a temperatura da epiderme, temperatura interna do pelo, temperatura da superfície do pelo, frequência respiratória e temperatura retal, nesta ordem (Tabela 7).

Tabela 7. Correlação de Pearson entre parâmetros fisiológicos e ambientais para ovinos machos inteiros da raça Dorper, nos horários da manhã (6h:30min.) e tarde (12h30min.)

Variáveis	Correlações								
	FR	TR	TSV	TIV	TEP	ITU	ITGU	ICT	CTR
PD	0,6389**	0,3009**	0,6924**	0,7260**	0,7348**	0,97753**	0,82150**	0,91907**	0,58405**
FR	1,0	0,2579**	0,6226**	0,6714**	0,6570**	0,62558**	0,66111**	0,66840**	0,55435**
TR		1,0	0,2507**	0,2599**	0,2907**	0,31421**	0,30022**	0,31419**	0,21659**
TSV			1,0	0,8822**	0,9145**	0,68959**	0,82085**	0,80281**	0,75321**
TIV				1,0	0,9219**	0,69491**	0,74750**	0,75590**	0,63677**
TEP					1,0	0,72497**	0,79743**	0,80147**	0,68841**

PD= período do dia (manhã/tarde); *Fr*= Frequência respiratória (mov./min); *Tr*= Temperatura retal (°C); *Tsv* (°C) = Temperatura da superfície do velo; *Tiv* (°C) = Temperatura interna do velo; *Tep* (°C)= Temperatura da Epiderme; *ITU*= Índice de Temperatura e Umidade; *ITGU* = Índice de Temperatura de Globo e Umidade; *CTR*= Carga Térmica Radiante e *ICT*= Índice de Conforto Térmico. ** (P<0,01).

O período do dia (PD) correlacionou-se significativamente e positivamente com todas as variáveis fisiológicas analisadas, o que se justifica pelo aumento no desconforto térmico entre os períodos.

A FR também apresentou correlação positiva ($P < 0,01$) com o PD, esta associação mostra que do período da manhã para o da tarde os animais utilizaram a via respiratória para dissipação de calor corporal mais intensamente, o que se justifica pelo aumento no desconforto térmico entre os períodos. Cezar et al. (2004) e Santos et al. (2006) observaram que o período do dia teve influência sobre a TR e a FR dos diferentes genótipos de ovinos analisados.

A CTR apresentou menores valores de correlação que os outros índices de conforto sugerindo ser este índice menos preciso que os demais na avaliação do impacto ambiental sobre os ovinos, nas condições em que o experimento foi conduzido. As correlações entre as variáveis fisiológicas e os índices de conforto foram significativas e positivas sendo que a FR apresentou maiores valores que a TR denotando ser um bom indicadores de estresse térmico, conforme foi também constatado por outros autores (Azevedo et al., 2005).

De uma maneira geral, o ICT mostrou ser um índice melhor do que os demais na avaliação do impacto ambiental sobre os ovinos, isto se explica por ser este índice específico para ovinos e considerar na sua fórmula os quatro elementos climáticos mais estressantes.

Comparando os quatro índices de conforto térmico pesquisados observa-se na tabela 4, que os coeficientes de correlação ICT com FR (0,66840) foi maior que o ITU, ITGU e CTR. O coeficiente de correlação do ITU com a TR (0,31421) foi maior do que os demais índices de conforto. Neves (2008) obteve maiores correlações do ICT com a TR e FR do que ITGU e ITU.

O coeficiente de correlação do ITGU com a TSV (0,82085) foi maior do que o ITU, ICT e CTR. A correlação do ICT com a TIV (0,75590) e Tep (0,80147) foram maiores do que o ITU, ITGU e CTR. A CTR, entre todos os índices avaliados, apresentou os menores valores de correlação com as variáveis fisiológicas, provavelmente pelo fato de o experimento ter sido conduzido com os animais confinados em instalações cobertas.

CONCLUSÕES

Os animais exibiram aumentos significativos em todos os parâmetros fisiológicos estudados, mas a frequência respiratória apresentou-se anormalmente elevada, mesmo em condições de termoneutralidade, mesmo assim foram hábeis em manter a temperatura corporal dentro da variação fisiológica normal, evitando a hipertermia. O estresse pelo calor mostrou-se mais intenso no período da tarde, independentemente da condição de sol e sombra, sendo recomendadas medidas de manejo ambiental para minimizá-lo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADEU, C. C. B. **Tolerância ao calor em ovinos das raças Santa Inês, Dorper e Merino Branco**. 2011. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Pirassununga-SP: USP, 2012.
- ANDRADE, P. C.; MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G. Efeito combinado da temperatura e movimentação do ar sobre isolamento térmico do velo de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42°, 2005, Goiânia-GO. **Anais...**Goiânia, GO, CD-ROM, 2005.
- ANDRADE, I. S.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. et al. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 540-547, 2007.
- ALMEIDA, E.M.L. **Avaliação de parâmetros de desempenho, fisiológicos de ovinos machos castrados Santa Inês em pastagem com e sem sombreamento**. 2006, 121f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Itapetinga-BA: UESB, 2006.
- ALMEIDA, A. C. **Avaliação do conforto térmico em ovinos a céu aberto e em ambiente de confinamento na região Norte da Bahia**. 2011. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Petrolina-PE: UNIVASF, 2011.

- AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M. et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.
- BACCARI JR., F. Mecanismos adaptativos de ovinos lanados nos trópicos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINO CULTURA, 1., 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: p.9-17, 1989.
- BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 142p, 2001.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa. 2010. 269p.
- BAÊTA, F. C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. 1985. 218 f. Thesis (Ph.D) – University of Missouri, Missouri, 1985.
- BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v. 52, n. 1, p. 29-35, 1995.
- BARBOSA, O. R.; MACEDO, F. A. F.; GROES, R. V. et al. Zoneamento Bioclimático da ovinocultura no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30(2), p.454-460, 2001.
- BERBIGIER, P. Effect of heat on intensive meat production in the tropics: cattle, sheep and goats, pigs. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1, 1989, Botucatu. **Anais...** Jaboticabal: FMVZ/UNESP/FUNEP, p.7-44, 1989.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y. M.; KAIM, M.; et al. Upper critical temperature and forced ventilation effects of high yielding dairy cows in a tropical climate. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.488-495, 1985.
- BEZERRA, W. M. A. X.; SOUZA, B. B.; SOUSA, W. H. et al. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 130-136, 2011.
- BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C.M. et al. Características corporais associadas com a adaptabilidade ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.
- BROWN BRANDL, T. M. Overview of the effects on cattle. In: PROCEEDINGS AMERICAN DAIRY SCIENCE ASSOCIATION, 18TH. Discover Conference, Nashville, 2009.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CAMPOS, A.T. **Determinação dos índices de conforto térmico e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa-MG**. 66f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1986.
- CARDOSO, F.S.; COSTA, A.P.R.; OLIVEIRA, F.S. et al. Avaliação da adaptabilidade de ovinos da raça Dorper e Santa Inês com base na frequência respiratória. In: 35^o COMBRAVET- Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária. Gramado. **Anais...** Gramado-RS [s.n.]. 2008.
- CEZAR, M. F., SOUZA, B. B., SOUZA, W. H., et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.
- CHIMINEAU, P. Médio ambiente y reproducción animal. **World Animal Review**, v. 77, n. 1, p.2-14, 1993.

- COUTO, S. K. A. **Degradabilidade ruminal do rolão e farelo de milho em caprinos e ovinos deslanados mantidos em sombra natural e artificial no semi-árido paraibano.** 2005. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/ Sistemas Agrossilvipastoris no Semi-Árido). Patos - PB: CSTR/UFCG, 2005.
- ENCARNAÇÃO, C.R.F. da. **Observações meteorológicas e tipos climáticos das unidades e campos experimentais da Empresa IPA.** Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 117p., 1980.
- EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1807-1814, 2011.
- FANGER, P. O. Conditions for thermal comfort introduction of a general comfort equation. In: HARDY, J. D.; GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A. J. **Physiological and behavioral temperature regulation.** London: C. C. Thomas, p. 152-176, 1970.
- HABEEB, A. L. M.; MARAY, I. F. M.; KAMAL, T. H. **Farm animals and the environment.** Cambridge: CAB, 1992, 428p.
- HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOURSEF, M.K. **Stress physiology in livestock.** v.2. Ungulates. Boca Raton: CRC.Press, Inc., 1985. p.151-174.
- JOHNSON, H. D. Depressed chemical thermogenesis and hormonal functions in heat. In: _____. **Environmental Physiology: aging, heat, and altitude.** Amsterdam: Elsevier, p. 3-9, 1980.
- KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (Ed.) **A guide to environmental research on animals.** Washington: National Academy of Sciences, p.71-92. 1971.
- MCDOWELL, R.E. Improvement of livestock production in war climates. San Francisco: W.H. Freeman and company, 1972. 171p.
- MCDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. W.; CAMOENS, J. K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal Dairy Science**, v. 59, p. 965-973, 1976.
- MCDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales.** São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.
- MCMANUS, C.; PALUDO, G.R.; LOUVANDINI, H. et al. Heat tolerance in naturalized brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, n.95-101, 2009.
- MENDES, M. A.; LEÃO, M. I.; SILVA, J. F. C. Efeito da temperatura ambiente e do teor de energia da ração sobre os consumos de alimentos e de água e algumas variáveis fisiológicas de ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 5, n. 2, p. 173-187, 1976.
- MILNE, C.. The history of the Dorper sheep. **Small Ruminant Research.** n. 36, p. 99-102, 2000.
- NEVES, M.L. M. W. **Índices de conforto térmico para ovinos Santa Inês de diferentes cores de pelame em condições de pastejo.** 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Recife – PE: UFRPE, 2008.
- NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; et al. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.
- REECE, W. O. Respiração nos mamíferos. In: REECE, W. O. (Ed.). **Dukes/fisiologia dos animais domésticos.** 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 103-134.

- REECE, W.O. Calor Corpóreo e Regulação da Temperatura. In: **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, 2008.p. 349-357.
- RIBEIRO, N. L.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. N. et al. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista Engenharia Agrícola**. v.28, n.4, p.614-623, 2008.
- SANTOS, J. R. S., SOUZA, B. B., SOUZA, W. H., CEZAR, M. F., TAVARES, G. P. Resposta fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006.
- SIHORI, S. and MICHAELOWA, A. Sufferer and cause: Indian livestock and climate change. **Climate Change**, v. 100, p. 120-134, 2007.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [S.l.], v. 67, p. 1- 18, 2000.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, p.286, 2000.
- SILVA, J. V. C.; MAIA, M. S.; MOURA, C. E. B.; et al. Efeito da temperatura retal e temperatura escrotal sobre a qualidade espermática em ovinos. In: 5º SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2011, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa [s.n.], 2011.
- SOUZA, F. C.; TINOCO, I. F. F.; BAËTA, C. F.; et al. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência Agrotecnica**, v. 26, nº 1, p.157-164, 2002.
- SOUZA, E.D. **Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos às condições do semi-árido nordestino**. 87f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural da Paraíba, Areia, 2003.
- TERRILL, C. E.; SLEE, J. Breed differences in adaptation of sheep. In: MAIJALA, K. **Genetic resources of pigs, sheep and goat**. Amsterdam: Elsevier, p. 195-233, 1991.

CAPÍTULO 3

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO PARA OVINOS DORPER CONFINADOS NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO

RESUMO – Foram observados vinte ovinos da raça Dorper, no município de Arcoverde-PE, com o objetivo de determinar um índice de conforto térmico para a raça. As variáveis ambientais consideradas foram a temperatura do ar (T_a , °C), temperatura de globo negro (TGN, °C) e velocidade do vento (vv , m/s); e as variáveis fisiológicas, a temperatura retal (TR, °C), frequência respiratória (FR, mov./min.) e temperatura da epiderme (TEP, °C). Os animais foram observados à sombra, pela manhã (6h30min.) e à tarde (12h:30min.), mantidos em apriscos cobertos com telha de cimento amianto, criados em sistema de confinamento. Um índice de conforto térmico para ovinos Dorper (ICTD) foi desenvolvido para avaliar as condições ambientais para a raça Dorper. A nova equação do índice de conforto térmico é $ICTD = T_a \times 0,46956 + T_{gn} \times 0,47194 \times vv + 0,19221$, em que a T_a é a temperatura do ar (°C), T_{gn} é a temperatura de globo negro (°C) e vv é a velocidade do vento (m/s). O índice estimado mostrou valores de correlação com a TR, FR e TEP similares aos obtidos com o ITU (Índice de Temperatura e Umidade), ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade) e o ICT (Índice de Conforto Térmico para Ovinos). Baseando-se na TR os valores críticos estimados para os ovinos Dorper foram de 74,7 para o ITU; 77,2 para ITGU; 34,4 para o ICT e 26,2 para o ICTD. Baseando-se na FR, os valores críticos estimados para os ovinos foram, respectivamente de 72,8; 75,2; 31,6 e 24,0 para ITU, ITGU, ICT e ICTD

Palavras chave: fisiologia, ovinos, termorregulação

DETERMINATION OF THE INDEX OF THERMAL COMFORT IN CONFINED TO DORPER SEMIARID OF PERNAMBUCO STATE

ABSTRACT- Twenty Dorper sheep breed in município Arcoverde-PE were observed. The environmental variables were air temperature (T_a , °C), black globe temperature (BGT, °C) and wind speed (vv , m / s) and physiological variables, rectal temperature (RT, °C), respiratory rate (RR, mov. / min.) and skin temperature (SKT °C). The animals were observed in the shade in the morning (6h30min.) and afternoon (12h: 30min.), housed in a stall covered with cement asbestos tiles, created in feedlot. A thermal comfort index developed to evaluate the environmental conditions for the Dorper. The new equation of thermal comfort index is $ICTD = At \times 0,46956 + Bgt \times 0,47194 + ws \times 0,19221$, in which T_a is the air temperature (°C), T_{gn} is the black globe temperature (°C) and vv is the wind speed (m / s). The estimated index values showed correlation with RT, RR and SKT similar to those obtained with the ITU (Temperature and Humidity Index), BGT (Globe Temperature and Humidity Index) and ICT (Thermal Comfort Index for sheep).Based on TR estimated critical values for Dorper sheep were 74,7 for THI; 77,2 para BGHI; 34,4 TCI e 26,2 para o DTICI. Based on the RF, the estimated critical values for sheep were, respectively 72,8; 75,2; 31,6 e 24,0 for THI, BGHI, TCI and DTICI.

Keywords: physiology, sheep, thermoregulation

INTRODUÇÃO

Os fatores climáticos característicos da região Nordeste do Brasil afetam diretamente na produção pecuária, notadamente a temperatura e a umidade relativa do ar. De acordo com Baêta e Souza (1997), a zona de conforto térmico para ovinos situa-se entre 25 e 30°C e a temperatura crítica efetiva acima de 34°C. Em condições ideais de temperatura para ovinos, 20% das perdas de calor são feitas através da respiração. Acima de 35 °C a perda total de calor via respiração chega a 60% do calor total perdido (Quesada et al., 2001).

O estresse calórico é uma condição fisiológica causada pela combinação de fatores ambientais que determinam a efetiva temperatura do ambiente ser mais elevada que a variação da temperatura da zona de conforto do animal (Barbosa e Silva, 1995). Os elementos ambientais que mais afetam o conforto térmico são: temperatura e umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento. Porém, a combinação exata desses elementos para especificar quando o estresse calórico se inicia é difícil, senão impossível de se determinar. Uma combinação pode ser favorável ou desfavorável dependendo do animal e das condições particulares que ele se encontra.

Desde que foram distinguidas as diferenças entre os animais quanto à tolerância de enfrentar as variações climáticas do ambiente em que vivem, várias tentativas foram feitas para determinar critérios de classificação dos diversos ambientes e combinação de fatores que proporcionem bem-estar aos animais. Sendo assim, diversos índices ambientais têm sido desenvolvidos, envolvendo em um único parâmetro, o efeito conjunto dos elementos meteorológicos e ambientais. Em geral esses índices consideram apenas dois parâmetros: temperatura e umidade relativa do ar, e tem por objetivo expressar o conforto e o desconforto dos animais em relação a determinados ambientes.

O primeiro índice de conforto térmico foi desenvolvido por Thom (1958), como um índice de conforto térmico para humanos e leva em consideração os pesos para as temperaturas dos termômetros de bulbo seco (Tbs) e a temperatura de ponto de orvalho (Tpo). Esse índice é amplamente usado para descrever o conforto térmico de animais domésticos.

A importância na adoção desse índice é a disponibilidade dos dados necessários ao cálculo nas estações meteorológicas. Kelly & Bond (1971) expressaram ITU que considera em sua equação a temperatura do ar (Ta, °F) e a umidade relativa do ar (UR) em decimais. De acordo com Livestock and Poultry Heat Stress Indices –LPHSI, citado por Marai et al. (2007), os valores de ITU obtidos indicam para ovinos: menor que 82 = ausência do estresse de calor; de 82 a menor que 84 = estresse moderado de calor; de 84 a menor que 86 = estresse severo de calor; e a partir de 86 = estresse de calor extremamente severo.

Outro índice também desenvolvido é o Índice de Temperatura Globo e Umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981). Este índice leva em consideração a radiação térmica, fator ambiental importante para os animais criados em campo aberto. O ITGU foi desenvolvido para vacas leiteiras criadas a pasto, sendo também confirmada sua superioridade sobre o ITU em ovinos (Barbosa & Silva, 1995); considera em sua equação a temperatura do globo negro (°C) e o Tpo é a temperatura do ponto de orvalho (°C). Segundo Souza et al. (2002), os valores de ITGU até 74, de 74 a 79, de 79 a 84 e acima de 84 definem situação de conforto, de alerta, de perigo e de emergência, respectivamente. Vale ressaltar que essa classificação de ITGU foi elaborada para bovinos e a literatura nacional e estrangeira consultada não disponibiliza classificação semelhante para a espécie ovina. Na condição ambiental de radiação solar em que os animais são expostos, o ITGU é mais preciso na indicação de estresse térmico do que o ITU.

Outro índice desenvolvido especificamente para ovinos foi o Índice de Conforto Térmico (ICT) estimado por Barbosa & Silva (1995). Este índice leva em consideração a radiação e o vento como fatores importantes para estes animais. Estes mesmos pesquisadores confirmaram a superioridade deste índice em relação ao ITGU e ITU em ovinos da raça Corriedale, Suffolk e Ideal quando em temperatura ambiental variando de 16 a 32°C, ao sol e à sombra, na cidade de Jaboticabal/SP e Cidade Gaúcha/PR; neste trabalho também observaram que os animais da raça Ideal mantiveram a homeotermia (39,2°C) até o ICT de 35, por outro lado, os ovinos da raça Suffolk e Corriedale aumentaram a sua TR a partir de um ICT de 20. É importante lembrar que animais dessas raças, por serem de origem exótica, são menos tolerantes ao calor que os ovinos deslanados nativos.

Os animais necessitam de condições climáticas ótimas para o desempenho produtivo eficiente. Com o desenvolvimento tecnológico da bioclimatologia alguns índices estão sendo usados nos estabelecimentos destes limites de condições ambientais ideais (Silva, 2008).

O objetivo do presente trabalho foi determinar um índice de conforto térmico para ovinos Dorper; e determinar seus limites críticos e avaliar esse índice junto com o ITU, ITGU, e ICT.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O estudo foi conduzido na Fazenda Boa Vista, no município de Arcoverde, PE (08° 25' 08" de latitude sul, 37° 03' 14" de longitude oeste e 663 metros de elevação). O município se localiza no Sertão do Moxotó, e de acordo com a classificação climática de Köppen adaptada para o Brasil, o clima de Arcoverde é o BSW' h', ou seja muito quente, semiárido, com estação chuvosa de verão a outono, com temperaturas médias máximas e

mínimas de 29,02 e 18,3°C, respectivamente e precipitação média anual de 575,7mm (Encarnação, 1980). Os dados foram coletados de janeiro a março de 2011.

Monitoramento ambiental e Determinação do índice de conforto térmico

As variáveis ambientais consideradas foram a temperatura do ar (T_a) média, máxima e mínima, umidade relativa do ar (UR%) média, máxima e mínima, temperatura de ponto de orvalho (T_{po}), que foram transmitidos e armazenados por um sensor de temperatura e umidade sem fio TFA Hygrotech 30.3125 e armazenados por um datalogger. A velocidade do vento (v_v , m/s) foi medida através de um anemômetro digital portátil, e a temperatura de globo negro, por intermédio de um globotermômetro, colocado à 0,5 m acima do solo na altura do dorso dos animais, ao sol e a sombra.

As seguintes variáveis ambientais foram consideradas: Temperatura do ar (T_a), Temperatura de globo negro (T_{gn}) e velocidade dos ventos (V_v).

Os dados foram submetidos à análise multivariada de componentes principais entre as variáveis dependentes (TR e FR) e as variáveis independentes (T_a , T_{gn} e V_v) em efeitos diretos e indiretos.

Foram geradas equações de predição, por meio de regressões múltiplas, para predição das variáveis fisiológicas (FR e TR) dos ovinos em função dos fatores ambientais (T_a , T_{gn} e V_v). As equações foram correlacionadas com a TR e FR dos animais para determinar a capacidade na explicação das respostas dos animais ao clima da região semiárida.

As informações de diversas variáveis podem ser sintetizadas em um único valor, através de uma análise de componentes principais, descrita por Johnson & Wichern (1988).

Após o desenvolvimento do ICTD, este foi comparado com alguns dos índices de conforto térmicos mais utilizados, por intermédio de análises de correlação entre esses índices e as respostas fisiológicas dos animais.

Animais e variáveis fisiológicas

Foram observados 20 ovinos da raça Dorper, machos inteiros, com idade média de um ano e oito meses. O estado sanitário dos animais estava dentro dos padrões de uma criação comercial, sendo o manejo de controle das doenças e parasitas realizado rotineiramente.

As observações de frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura da epiderme (TEP), para a determinação do índice de conforto térmico, foram efetuadas à sombra, três vezes por semana, em dois horários, às 6h30 e às 12:30 h. A Fr foi medida pela contagem dos movimentos dos flancos, com o auxílio de um cronômetro, durante 15 segundos, multiplicando-se o resultado por quatro.

A Tr foi obtida por intermédio de um termômetro digital, introduzido diretamente no reto do animal, até o acionamento do sinal sonoro.

A TEP foi obtida entre as linhas dos processos (apófises) transversos e processos espinhosos (região dos rins) e sempre do lado esquerdo do animal, sendo aferida afastando-se o pelo do animal até expor a epiderme (Barbosa et al., 2001), com um termômetro de infravermelho dotado de mira a laser.

Manejo Animal e instalações

Os animais eram mantidos em sistema de confinamento, recebendo concentrado comercial, uma vez ao dia, no final da tarde, com forragem verde e água à vontade. Os níveis de garantia do concentrado fornecido encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Níveis de garantia do concentrado comercial ofertad para ovinos Dorper confinados

Nutrientes	Percentual (%)
Proteína bruta (Mín.)	15
Extrato Etéreo (Mín.)	2
Matéria Fibrosa (Máx.)	15
Matéria Mineral (Max.)	10
Umidade (Máx.)	13
Cálcio (Máx.)	2,2
Fósforo (Mín.)	0,5

Nos dias de coleta de dados fisiológicos os animais eram transferidos para um aprisco com as seguintes dimensões: 5,6m de comprimento, 9,0 m de largura e pé direito de 2,3m, coberto por telha de cimento amianto, com sua entrada voltada para o sentido sul, e uma parede no sentido leste, o que impedia uma ventilação mais eficiente na área coberta da instalação.

Análises estatísticas

Para as análises de regressão e correlação, foram utilizados os índices de conforto calculados com base nas variáveis ambientais obtidas nos horários de registro dos parâmetros fisiológicos, 6h30min e 12h30min.

Foram realizadas correlações de Pearson entre as variáveis fisiológicas e os índices de conforto. Os níveis críticos dos índices de conforto foram obtidos por intermédio de análises de regressão simples, utilizando-se os dados fisiológicos e ambientais médios do período experimental. Foram escolhidos os modelos de regressão que melhor representaram as variações analisadas, baseando-se na resposta biológica, análise de variância da regressão e no valor do coeficiente de determinação (R^2). Foi utilizado o pacote estatístico SAEG (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação do índice de conforto

Através da análise multivariada de componentes principais foi determinado o Índice de Conforto Térmico para Dorper (ICTD, Tabela 2):

Tabela 2. Análise multivariada de componentes principais

Variáveis ambientais	Componentes		
	1	2	3
Ta	0.46956	-0.21992	-8.30493
Tgn	0.47194	-0.19126	8.35542
vv	0.19221	1.00688	-0.22675

Explicação acumulada de 69%.

O primeiro componente, no caso, constitui o índice desejado, sendo:

$$ICTD = Ta \times 0,46956 + Tgn \times 0,47194 + vv \times 0,19221$$

Em que Ta é a temperatura do ar (°C), Tgn é a temperatura do globo negro (°C) e vv é a velocidade dos ventos (m/s).

A eficiência dos componentes principais como índices de efeito ambiental, pode ser apreciada pelos coeficientes de correlação das variáveis ambientais com os componentes principais (Tabela 3).

Tabela 3. Correlações entre as variáveis ambientais e os componentes principais.

Variáveis ambientais	Componentes principais		
	1	2	3
Ta	0,97794	-0,20015	-0,05982
Tgn	0,98289	-0,17407	0,06018
vv	0,40030	0,91638	-0,00163

Embora o primeiro componente principal (Quadro 1), tenha mostrado ser um bom índice para conforto térmico de ovinos da raça Dorper, entendemos que este índice pode ser melhor calculado para determinada região ou macrorregião, porque a relação entre as variáveis ambientais são provavelmente diferentes de uma região para outra.

Variáveis ambientais e índices de conforto

Os valores médios dos elementos climáticos, observados nos horários de registro dos parâmetros fisiológicos e a variação desses elementos obtidos durante todo o período experimental, se encontram na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios mínimos (mín.) e máximo (máx.) dos elementos meteorológicos, dos índices de conforto térmico pela manhã e tarde, na condição de sombra, durante o período experimental, e valores médios e desvio padrão desses elementos e índices observados nos dias e horários do registro dos parâmetros fisiológicos pela manhã (6-8 h) e a tarde (12-14h).

	Período do dia						Média geral
	6-8h			12-14h			
	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	
Ta (°C)	21,8	20,5	31,8	31,2	28,3	34,4	26,5± 4,8
Tgn (°C)	23,5	22,0	25,0	34,3	32,0	36,5	28,9±1,07
Vv (m/s)	0,33	0,0	2,0	0,47	0,0	1,3	0,4±0,4
UR(%)	83,4	78,0	88,0	48,6	27,5	60,0	66,0±18,3
ITU	70,0	68,5	80,0	79,4	76,8	81,4	74,7±4,8
ITGU	71,7	69,9	73,4	82,5	80,5	84,6	77,1±5,5
ICT	28,4	26,7	29,7	40,5	37,4	42,9	34,4±6,1
ICTD	21,5	20,1	22,6	30,9	28,5	33,0	26,2±4,9

Ta (°C) = Temperatura do Ar; UR (%) = Umidade Relativa do Ar; Vv (m/s) = Velocidade dos Ventos; ITU = Índice de Temperatura e Umidade; ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade; ICT = Índice de Conforto Térmico para Ovinos, ICTD = Índice de Conforto Térmico para Dorper.

Durante o período experimental, a precipitação pluvial, em milímetros, foi de 10,7 mm e as temperaturas absolutas máxima e mínima foram de 35,5°C e 16,7°C, respectivamente.

A temperatura máxima observada durante o período experimental (35,5°C) foi maior que a crítica superior (30°C) da zona de conforto para ovinos, citada por Hahn (1985). Vale salientar que esta temperatura crítica é referente a ovinos tosquiados de regiões de clima temperado e espera-se que em ovinos de regiões tropicais e semiáridas, este limite seja maior.

O valor da temperatura máxima (35,5°C) durante o experimento pode ser considerado estressante para ovinos da raça Dorper e seus mestiços, o que pode ser

constatado no estudo realizado por Cezar et al. (2004), no qual os animais apresentaram aumentos significativos na TR e FR, de manhã para a tarde, em condições de temperatura variando de 25,3 para 31,2°C.

A média da velocidade do vento (Vv) pela manhã e à tarde foi de 0,33 e 0,47 m/s. Ventos de 1,3 a 1,9 m/s foram preconizados por McDowell (1972) como ideais para a criação de animais domésticos.

Os índices de conforto térmico foram considerados estressantes no turno da tarde de acordo com Cezar et al. (2004), Santos et al.(2006), Oliveira (2009), Almeida (2011) e Bezerra et al. (2011).

O ITU médio no turno da tarde (79,4) foi inferior ao registrado por Neiva et al. (2004), com 81,1. Considerando os valores de ITU apresentados por Hahn (1985), os animais estiveram dentro da faixa de perigo (ITU 79 – 83).

No período da manhã, o ITGU apresentou-se baixo (71,7) (Tabela 2), não caracterizando situação de desconforto térmico para os animais, sendo porém, mais intenso à tarde (82,5).

Neves et al. (2009) registraram ITGU médio de 82,5, sendo mais intenso à tarde (88,5) do que pela manhã (76,5) o que caracteriza uma situação de desconforto, principalmente à tarde. Porém, os autores afirmam que esse valor de ITGU para cordeiros Santa Inês não pode ser considerado perigoso devido ao alto grau de adaptabilidade destes animais às condições climáticas do semiárido.

Os valores de ITGU no ambiente de sombra foram semelhantes aos registrados por Oliveira et al. (2005) que trabalhando com ovinos Santa Inês, no município de São João do Cariri, região semiárida do Estado da Paraíba, usando dois apriscos, um coberto com telha de alvenaria (TBA) e outro coberto com telha de fibrocimento (TFC) registraram ITGU de

77,1; 76,2 no turno da manhã e 82,2; 81,3 no da tarde, para os respectivos tipos de coberturas. E corroboram também os obtidos por Silva et al. (2006) em trabalho realizado no Cariri paraibano, registraram à sombra ITGU de 77,97 pela manhã e 82,25 à tarde. E superiores aos apresentados por Santos et al. (2006) também no Cariri paraibano

De acordo com Ribeiro et al. (2008), mesmo sem ter uma classificação definitiva, os autores consideraram valores acima de 78 como fora da zona de conforto térmico para ovinos.

Em condições do semiárido paraibano, Bezerra et al. (2011), trabalhando com diferentes grupos genéticos (Santa Inês, Cariri e mestiços de ½ Dorper + ½ SPRD e ½ Damara + ½ SPRD), em sistema extensivo de criação, afirmaram que, baseados nos valores críticos estimados por Neves et al. (2009), o ITGU no ambiente ao sol de 86,4 no turno da tarde e 87,6 na época seca, atingiram valores críticos de conforto térmico para ovinos.

Em um ambiente com ITGU de 85,1 pela manhã e 88,4 à tarde, de acordo com Andrade et al. (2007), não podem ser classificados como perigoso para ovinos nativos, fato que é explicado pela constatação do alto grau de adaptabilidade destes animais às condições climáticas do semiárido. Sendo assim, o uso dos valores de ITGU preconizados pelo National Weather Service – USA deve ser reavaliado ao considerar as condições de semiárido.

Dessa forma, considerando os valores críticos para ITGU estimados por Neves et al. (2009), os animais deste experimento não sofreram estresse térmico quando o ITGU atingiu o valor de 82,5 no horário das 12:30h, na condição de sombra.

Possivelmente os valores para ICT verificados no período da manhã e tarde, na condição de sombra (Tabela 2) pode ter levado os animais deste experimento a situações de desconforto térmico. Barbosa e Silva (1995), em estudo com ovinos da raça Ideal,

Suffolk e Corriedale, observaram aumento na TR desses animais a partir de um ICT de 20, 30 e 35, respectivamente.

Porém, Neves et al. (2009) consideraram os valores críticos de ICT de 46,3; 45,5 e 44,5 para ovinos com cores de pelagens diferentes, com base na temperatura retal, e de 38 com base na frequência respiratória. Diante dessa observação, os animais deste experimento sofreram estresse pelo calor no turno da tarde, levando em consideração a frequência respiratória (Tabela 4).

Correlações

As correlações entre as variáveis fisiológicas e os índices de conforto dos ovinos da raça Dorper estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas e os índices de conforto dos ovinos Dorper.

	Variáveis Fisiológicas			
	FR	TR	TEP	
FR	1,0	0,2963**	0,6922**	
TR		1,0	0,3322**	
	Índices de Conforto			
	ITU	ITGU	ICT	ICDT
FR	0,6947**	0,7018**	0,6930**	0,6910**
TR	0,3416**	0,3421**	0,3371**	0,3360**
TEP	0,8776**	0,8804**	0,8830**	0,8819**

FR = Frequência Respiratória (mov./min.); TR = Temperatura Retal (°C); TEP = Temperatura da Epiderme (°C); ITU = Índice de Temperatura e Umidade, ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade; ICT = Índice de Conforto Térmico para Ovinos; ICTD = Índice de Conforto Térmico para Dorper; ** = significativo a 1% de probabilidade (P<0,01).

Observa-se na Tabela 3 que a correlação entre FR e TR foi positiva e significativa (p<0,01), sugerindo que os animais experimentais usaram o aparelho respiratório para manter o equilíbrio térmico.

A TR e a FR se correlacionaram positiva e significativamente (P<0,01) com os índices de conforto estudados e, de uma maneira geral, o coeficiente de correlação da FR

foi maior que o da TR, sugerindo ser FR melhor indicador de estresse pelo calor que a temperatura corporal, como pode ser observado na Tabela 5. Esses resultados foram também constatados em bovinos leiteiros mestiços (Azevedo et al., 2005), búfalas em gestação (Costa, 2007), em ovinos das raças Ideal, Suffolk e Corriedale (Barbosa e Silva, 1995) e em ovinos Santa Inês de diferentes cores de pelame (Neves, 2008).

Animais homeotérmicos dispõem de vários mecanismos termorregulatórios cuja amplitude de tais ajustes fisiológicos é altamente dependente da temperatura externa (Andersson & Jónasson, 1996), sendo o aumento na FR o primeiro sintoma visível do animal em estresse por calor (Ferreira, 2005). Arruda et al. (1984) afirmam que ovinos utilizam com mais intensidade o processo respiratório para manter a temperatura corporal. Quesada et al. (2001), quando os ovinos são expostos a temperaturas acima de 35°C, a perda de calor via respiração chega a 60% do calor perdido.

Comparando os quatro índices de conforto térmico pesquisados observam-se, na Tabela 3, que os coeficientes de correlação da FR e TR com o ITGU foram maiores que os demais. O ITGU se revelou um índice melhor que o ITU, ICT e ICDT pelo fato de incorporar o efeito da radiação solar, elemento importante para animais a pasto em regiões tropicais.

A correlação entre a TEP com os índices, o ICT foi superior aos demais, seguido do ICDT, ITGU e ITU. O ICT é um índice de conforto específico para ovinos e que considera no seu cálculo a velocidade do vento, além da temperatura, umidade do ar e radiação solar. O ICDT, índice específico para ovinos Dorper, considera em seu cálculo a temperatura do ar, a temperatura do globo e a velocidade do vento.

De maneira geral, os valores das correlações diferença entre os índices ITU, ITGU, ICT e ICDT e os parâmetros fisiológicos foram aproximados, permitindo o uso de qualquer um deles para a avaliação de desconforto térmico desses animais.

Segundo Silva (2000), considera-se hipertérmico o animal que apresenta temperatura corporal maior que a média do lote mais um desvio padrão. Assim sendo, as temperaturas retais a partir das quais os animais nesse estudo seriam considerados hipertérmicos foram de 39,7°C ($39,5 \pm 0,2$) para ovinos Dorper, sendo essa TR máxima e a TR mínima observada foi de 38,9°C.

Regressões

As análises de regressão (Figuras 1, 2, 3 e 4) mostraram que o modelo linear foi o que melhor explicou as variações de TR em função do ITU, ITGU, ICT e ICTD, para ovinos Dorper.

Pelo valor do coeficiente de determinação nota-se que os aumentos do ITU, ITGU, ICT e ICTD podem explicar 11,67%, 11,70%, 11,36% e 11,29% das variações ocorridas na TR de ovinos Dorper, respectivamente. O restante das variações da TR pode ser explicadas por fatores fisiológicos, nutricionais e comportamentais.

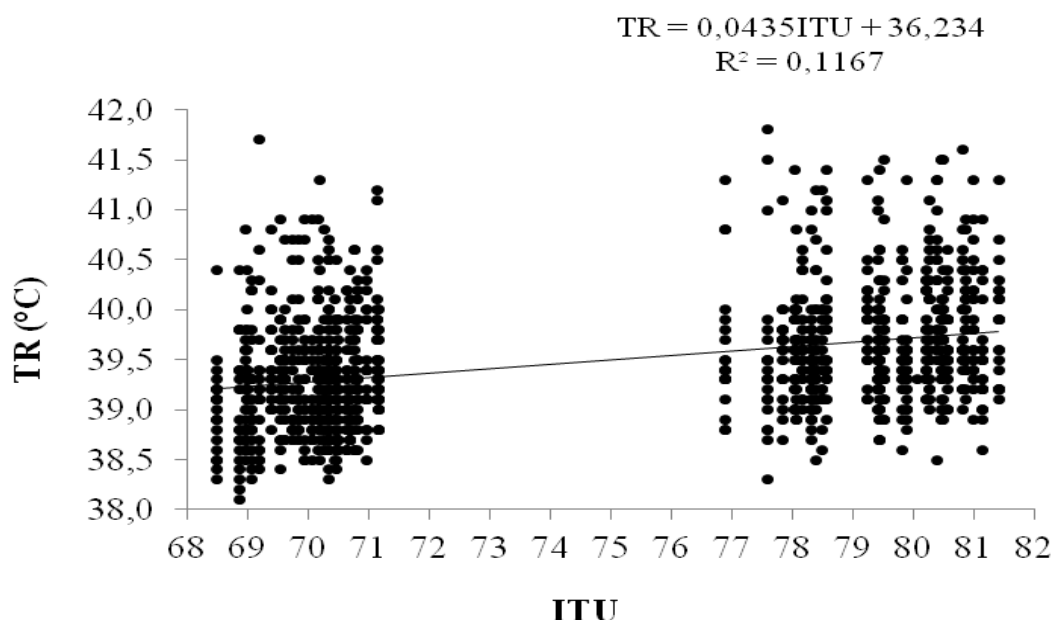


Figura 1. Temperatura Retal (TR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura e Umidade.

A TR dos animais aumentou 0,6°C para cada unidade de ITU. Quando o ITU aumentou de 74,7 para 79,5 a TR dos animais variou de 39,5°C para 39,7°. Estes animais tornaram-se hipertérmicos com ITU de 79,5, podendo considerar este valor como crítico.

A TR dos animais aumentou 0,04°C para cada unidade de aumento no ITU. Quando o ITU aumentou de 74,7 para 79,5 a TR dos animais aumentou de 39,5°C para 39,7°. Estes animais atingiram a TR igual a 39,78°C no ITU máximo observado durante o período experimental que foi de 81,4, e tornaram-se hipertérmicos (TR = 39,7°C) com ITU de 79,5, podendo considerar este valor como crítico.

O limite crítico de ITU encontrado neste estudo foi inferior, mas próximo àquele citado por Marai et al (2007), o qual relata que estresse em ovinos se inicia com ITU de 82. Porém, foi semelhante ao encontrado por Neves et al. (2009), 80,0; 79,5 e 78,9 para ovinos Santa Inês com pelagem branca, castanha e preta, respectivamente.

Na figura 2, quando o ITGU 77,1 para 82,6, a TR dos animais apresentaram um aumento de 39,5°C para 39,7°C. No presente estudo a hipertermia começou quando o ITGU foi de 82,6, demonstrando habilidade termorregulatória. Os animais deste experimento mantiveram-se dentro dos limites fisiológicos normais (38,3 a 39,9°C) citados por Robertshaw (2006).

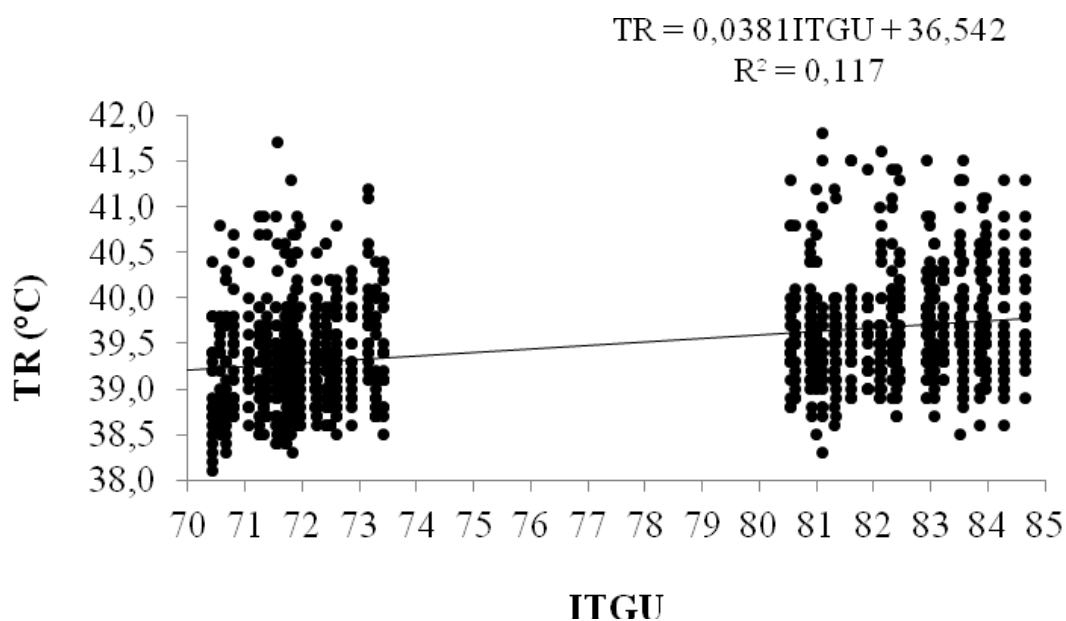


Figura 2. Temperatura Retal (TR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura Globo e Umidade.

Os animais mantiveram a homeotermia com o aumento do ITGU médio de 77,1 para 82,6, concordando com os resultados obtidos por Bezerra et al. (2011). Santos et al. (2006) citaram que valores de ITGU até 79 indicam ambiente de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês, Morada Nova e mestiços destas com a raça Dorper às condições climáticas do semiárido nordestino.

Os valores de ITGU no ambiente de sombra foram semelhantes aos registrados por Oliveira et al. (2005) que trabalhando com ovinos Santa Inês, no município de São João do Cariri, região semiárida do Estado da Paraíba, usando dois apriscos, um coberto com telha de alvenaria e outro coberto com telha de fibrocimento registraram ITGU de 77,1; 76,2 no turno da manhã e 82,2; 81,3 no da tarde, para os respectivos tipos de coberturas. E corroboram também com os obtidos por Silva et al. (2006) em trabalho realizado no Cariri paraibano, registraram à sombra ITGU de 77,97 pela manhã e 82,25 à tarde. E superiores aos apresentados por Santos et al. (2006) também no Cariri paraibano.

O valor crítico para ITGU estimado neste experimento de 82,6 ficou abaixo dos valores estimados por Neves et al. (2009) com base na TR, que foram de 92,8; 91,4 e 90,5 para ovinos de diferentes cores de pelagem, demonstrando que ovinos Dorper são mais sensíveis ao calor do que ovinos os nativos da raça Santa Inês.

Na figura 3, a TR dos animais aumentaram de 39,5°C para 39,7° com o aumento do ICT de 34,4 para 40,5. Os ovinos tornaram-se hipertérmicos com o ICT de 40,5, podendo esse valor ser considerado crítico.

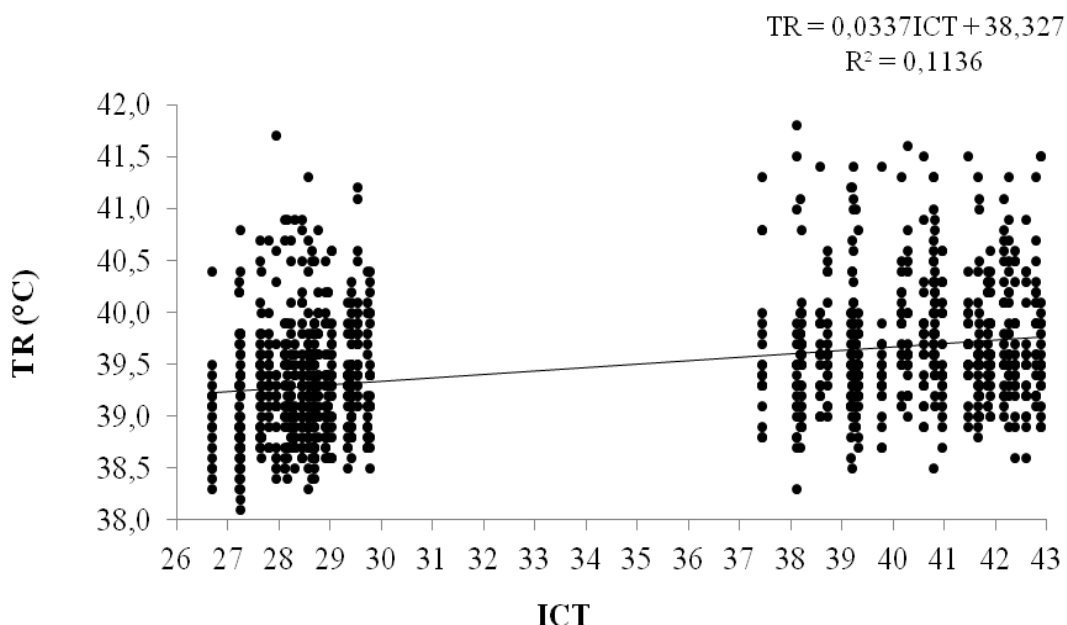


Figura 3. Temperatura Retal (TR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico para Ovinos.

Barbosa e Silva (1995) avaliaram o comportamento da TR e da FR de três raças ovinas, em condições ambientais dos estados de São Paulo e Paraná, com ICT variando de 20 a 50. Segundo os dados obtidos, observaram aumento na TR com ICT acima de 35 nos da raça Ideal e 20 nos das raças Suffolk e Corriedale.

Barbosa et al. (2001) obtiveram, no estado do Paraná, TR de 39,1°C com ICT de 24,3 em ovinos da raça Hampshire Down; 39,0°C com ICT de 27,3 nos da raça Texel e 39,1°C com ICT de 20,6 para os Ile de France, e com ICT de 58 a TR subiu para 40,4; 40,5

e 40,3, respectivamente nas três raças. Barbosa e Silva (1995) registraram TR de 40°C com ICT de 37,5, em ovinos da raça Suffolk e com ICT de 45 nas raças Corriedale. Estes valores de TR em função do ICT foram inferiores aos observados neste estudo, quando a TR média foi de 39,5°C o ICT foi 34,4; um aumento de 0,2°C na TR correspondeu ao ICT foi de 40,5, indicando que os ovinos Dorper foram mais sensíveis ao calor.

O valor crítico de ICT estimado nesta pesquisa ficou abaixo do estimado por Neves et al. (2008) que foi de 46,3; 45,5 e 44,5 para o ICT, para ovinos Santa Inês com pelagem branca, castanha e preta, respectivamente.

Quando o ICTD aumentou de 26,2 para 31,0 a TR dos animais variou de 39,5°C para 39,7°C. Estes animais tornaram-se hipertérmicos com ICTD acima de 31, podendo considerar este valor como crítico (Fig. 4).

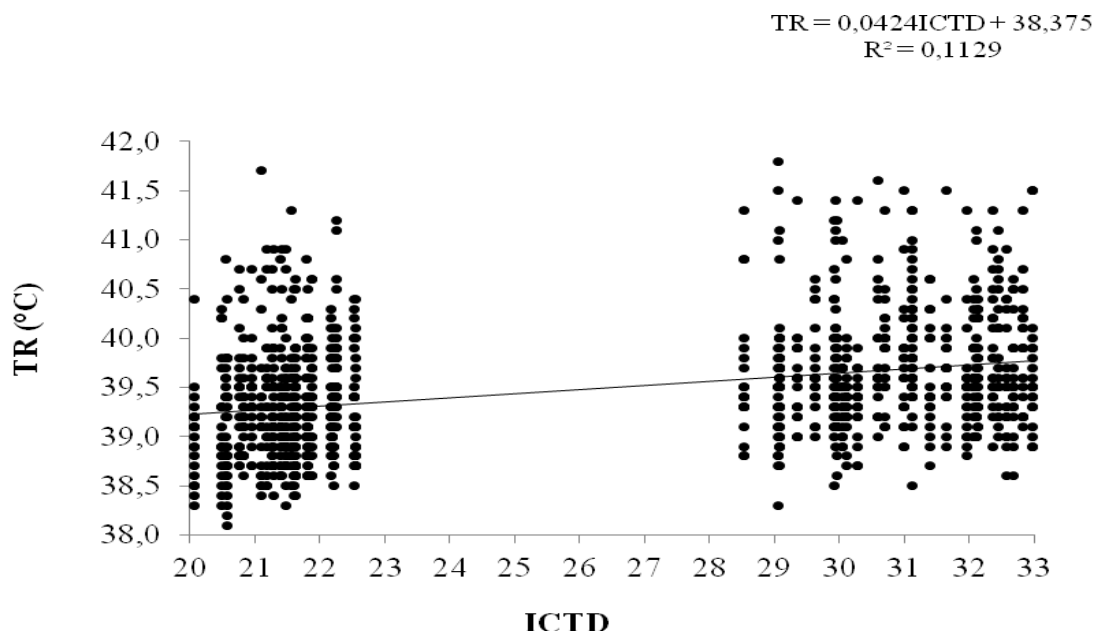


Figura 4. Temperatura Retal (TR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico para Dorper (ICTD).

Segundo Silanikove (2000), a taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor em ruminantes, em que uma FR de 40 – 60, 60 – 80 e 80 – 120 mov/min caracterizam, respectivamente, estresse baixo, médio-alto e alto, e acima de 200 mov./min.

o estresse seria severo em ovinos. Baseando-se nessa classificação, pode se afirmar que nesse experimento foi observado nos animais estudados condições de estresse muito alto. A amplitude de variação da FR observada durante o período experimental foi de 40 a 224 mov./min. Para a determinação do valor crítico dos índices de conforto em função da FR, estabeleceu-se a FR média destes animais como referência, sendo, portanto igual a 138,3 mov./min. Estes valores indicam um estresse elevado de acordo com a classificação citada anteriormente. Não obstante, a amplitude térmica do município onde o estudo foi conduzido é alta o suficientemente alta para permitir que os animais pudessem se recuperar do estresse calórico ocorrido durante o dia. Sendo assim, uma frequência respiratória muito elevada no início da manhã, como constatada no presente estudo foi um resultado inesperado. Vale ressaltar, que os valores médios da FR, obtidas neste experimento, foram mais elevados que o citado por Reece (2006), 25 mov/min, para ovinos com 0,5 cm a 3,6 cm de lã em ambiente de 18°C, o que se explica pelas diferenças entre os tipos de animais e ambientes.

De acordo com Rech (2006), quando os animais são estressados pelo manejo a FR também aumenta. Ainda, animais isolados socialmente dos seus companheiros de rebanho podem apresentar um incremento de 20 bat.min⁻¹ (Syme e Elphick, 1982), o que pode aumentar a FR.

As Figuras 5, 6, 7 e 8 mostram as regressões da FR em função do ITU, ITGU, ICT e ICTD. O teste de ajuste de modelos mostrou que as equações que melhor representaram as variações da FR dos animais em função destes índices, foram o modelo quadrático.

Observa-se na Figura 5, que com o aumento do ITU de 74,3 para 79,5 a FR dos animais aumentou de 154,2 para 170,3 mov./min.

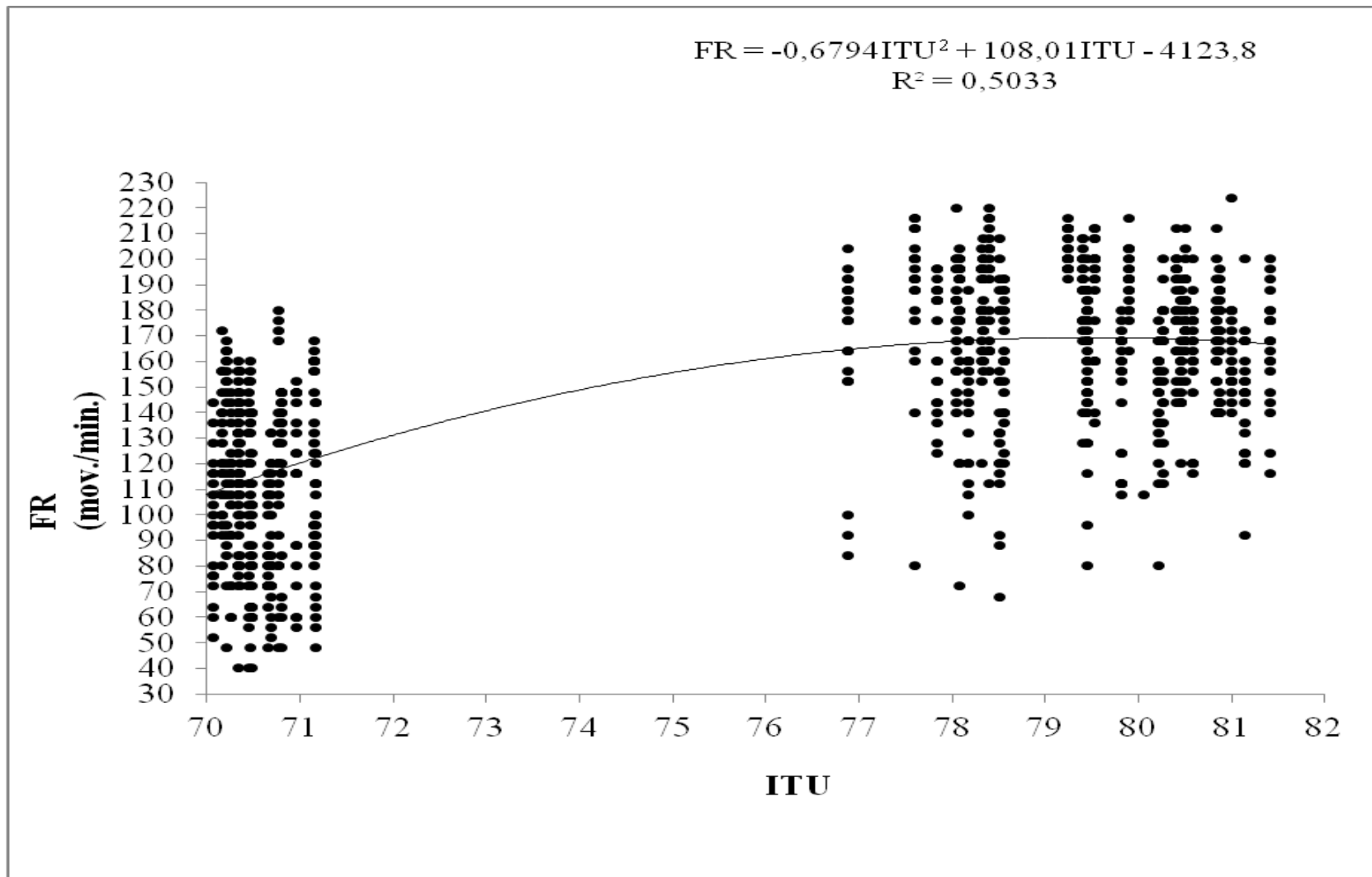


Figura 5. Frequência Respiratória (FR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura e Umidade (ITU).

A FR crítica máxima foi de 169,7 mov./min quando o ITU foi de 79,5. A FR média (138,3 mov./min.) dos ovinos foi alcançada com o ITU de 72,8, sendo este valor considerado crítico. Valor abaixo dos críticos estimados por Neves et al. (2009) para ITU foram de 76,3; 75,2 e 75,3 quando a FR média foi de 57,8; 57,7 e 67mov./min. para ovinos Santa Inês branco, castanho e preto, respectivamente.

Da mesma maneira como observado na variação de TR, o limite crítico superior de ITU para ovinos Dorper foi inferior ao relatado por Marai et al. (2007).

Na variação do ITGU de 77,1 para 82,6, os ovinos tiveram aumento em sua FR de 152,1 para 169,3 mov./min. (Figura 6). A FR crítica máxima foi de 169,5 quando o ITGU foi de 83,3.

A FR média (138,3 mov./min.) dos ovinos foi alcançada com ITGU de 75,2, sendo este o valor considerado crítico. Valor abaixo dos obtidos por Neves et al. (2009), que estimaram valores de ITGU acima de 80 para ovinos Santa Inês, Cezar et al. (2004) com valor médio de 79. Já o ITGU médio, em horários semelhantes aos deste experimento, registrado por Oliveira (2009) para ovinos Dorper no estado do Piauí foi de 73,8 e a FR média nessas condições foi igual a 65mov./min., ficando abaixo do estimado nesta pesquisa.

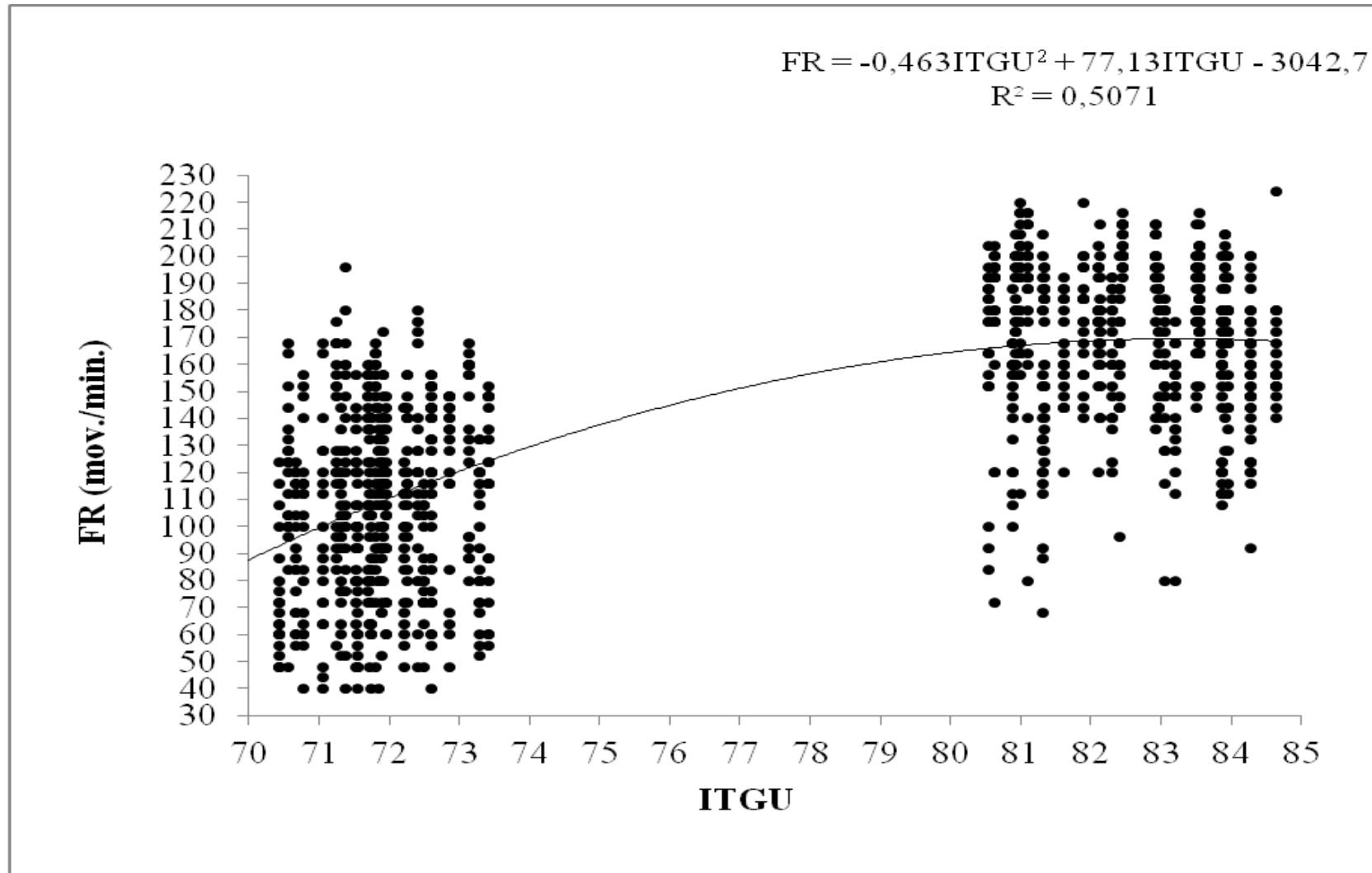


Figura 6. Frequência Respiratória (FR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU).

Na figura 7, com ICT de 34,4 os animais apresentaram FR de 157 mov./min. Com o aumento do ICT para 40,6, houve um aumento da FR para 169,8 mov./min. O ICT máximo crítico foi de 39,6 quando a FR atingiu 170,3 mov./min.

Os animais atingiram a média de FR (138,3 mov./min) com ICT de 31,6; podendo, então, considerar este valor como crítico para ovinos da raça Dorper, criados no semiárido de Pernambuco, no sistema de confinamento. Barbosa e Silva (1995) obtiveram com ICT de 20, FR acima de 60 mov./min em ovinos Ideal, Corriedale e Suffolk. O mesmo ocorreu no trabalho de Barbosa et al (2001) os quais obtiveram FR mais elevada com ICT (26,0) mais baixo do que o observado neste trabalho, em ovinos da raça Hampshire Down (90,3 mov./min), Texel (81,2 mov./min) e Ile de France (79,0 mov./min.) submetidos as condições ambientais do estado do Paraná. Neves et al. (2009) considerou crítico ICT de 38 para ovinos Santa Inês de diferentes pelagens, nas condições do agreste Pernambucano denotando maior tolerância ao calor da Santa Inês, como era de se esperar.

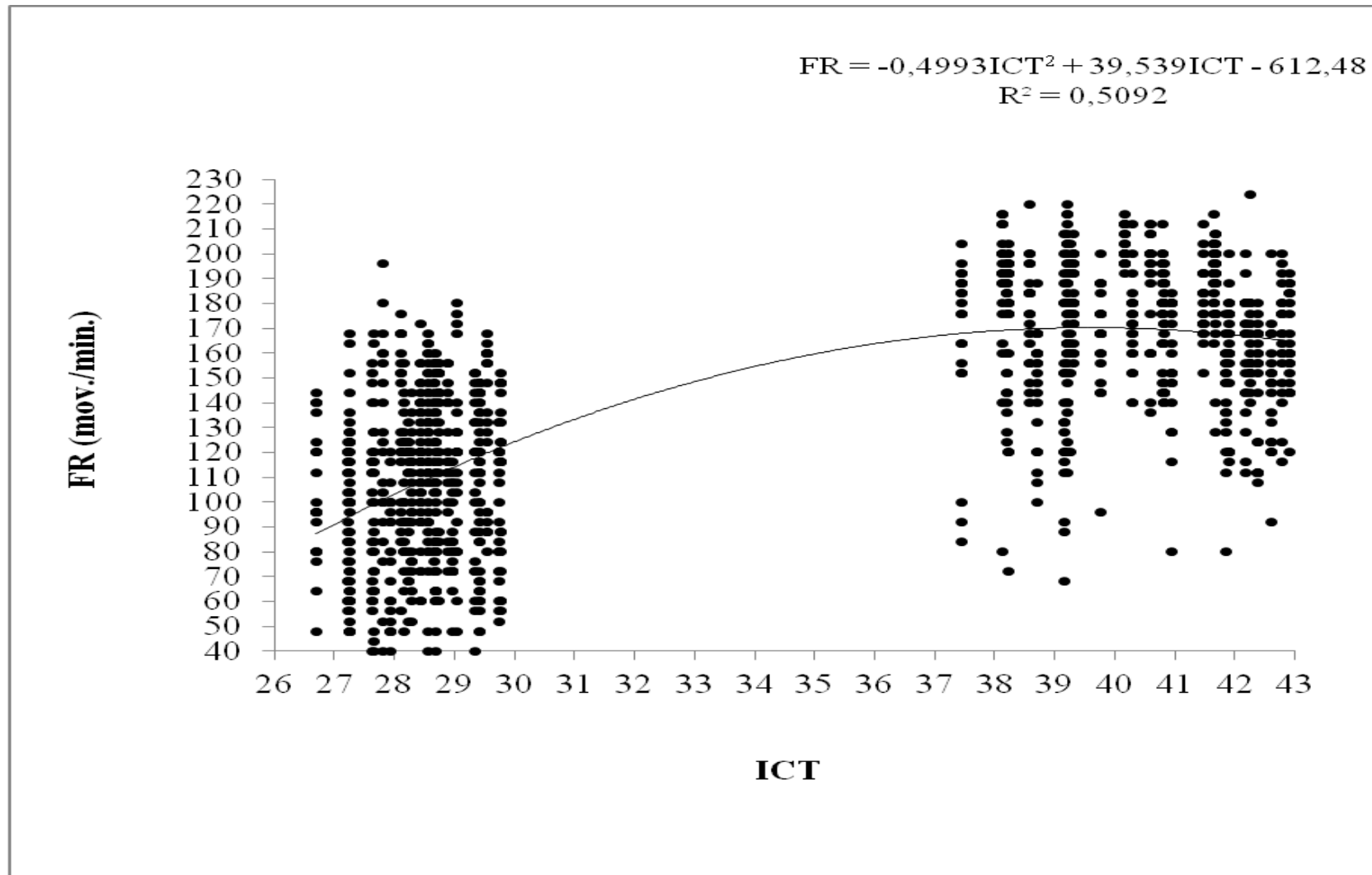


Figura 7. Frequência Respiratória (FR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico (ICT).

Com o ICTD de 26,2 os animais apresentaram FR de 157 mov./min (Fig. 8). Com o aumento do ICTD para 31 a FR aumentou para 169,8 mov./min. O ICTD máximo crítico foi de 30,3 quando a FR atingiu 170,3 mov./min. Os animais atingiram a média de FR (138,3) com ICT de 23,9, sendo este o valor crítico estimado para o Índice de Conforto Térmico para Dorper em sistema de confinamento, nas condições do sertão pernambucano.

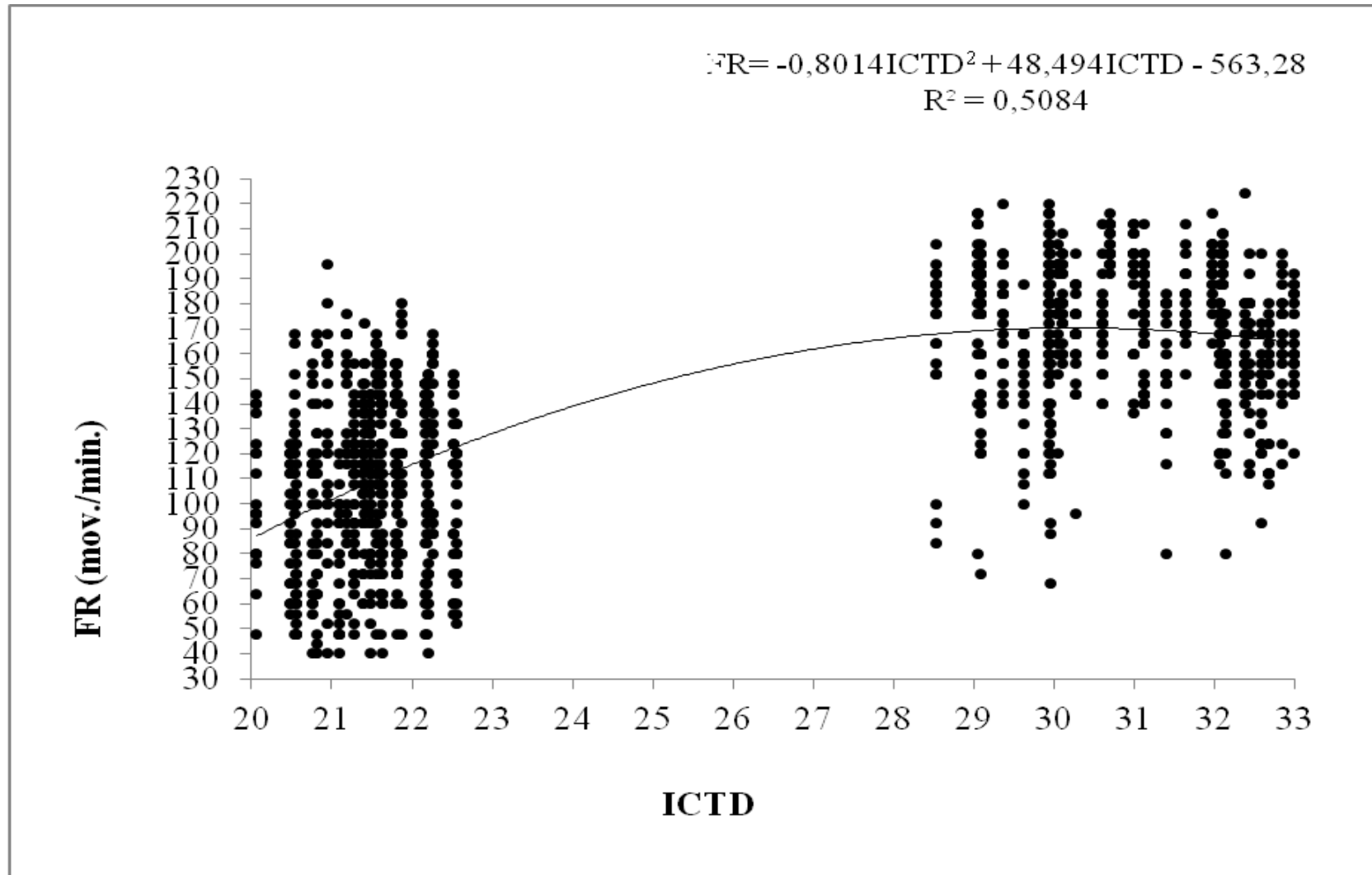


Figura 8. Frequência Respiratória (FR) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico para Dorper (ICTD).

Percebe-se que os valores críticos dos quatro índices de conforto térmico avaliados quando se considera a FR como referência (Figuras 5, 6, 7 e 8) são menores que aqueles observados quando a TR é considerada (Figuras 1, 2, 3 e 4), significando que mecanismos homeostáticos, incluindo o aumento da FR, podem prevenir um apreciável aumento na TR antes que o índice de conforto atinja um ponto crítico. Este fato foi constatado também em vacas leiteiras por Lemerle e Goddard (1986), Azevedo et al. (2005) e em ovinos por Neves et al. (2009).

As Figuras 9, 10, 11 e 12 mostram as regressões da TEP em função do ITU, ITGU, ICT e ICTD. O teste de ajuste de modelos mostrou que as equações que melhor representaram as variações da TEP, em função destes índices, foram o modelo quadrático para os ovinos Dorper.

Observa-se na Figura 9, que com o aumento do ITU de 74,7 para 79,5 a TEP dos animais aumentou de 32,7 para 39,5°C.

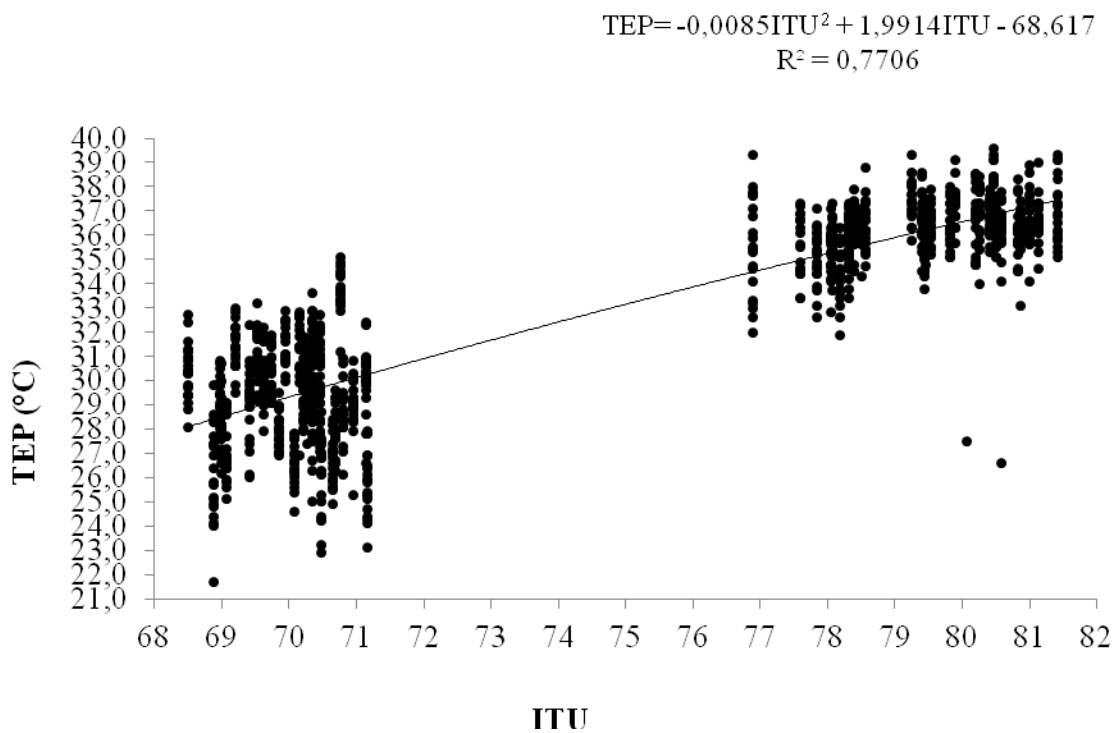


Figura 9. Temperatura da epiderme (TEP) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura e Umidade (ITU).

Na variação do ITGU de 77,2 para 82,6, os ovinos tiveram aumento em sua TEP de 32,8°C para 36,2°C. (Figura 10).

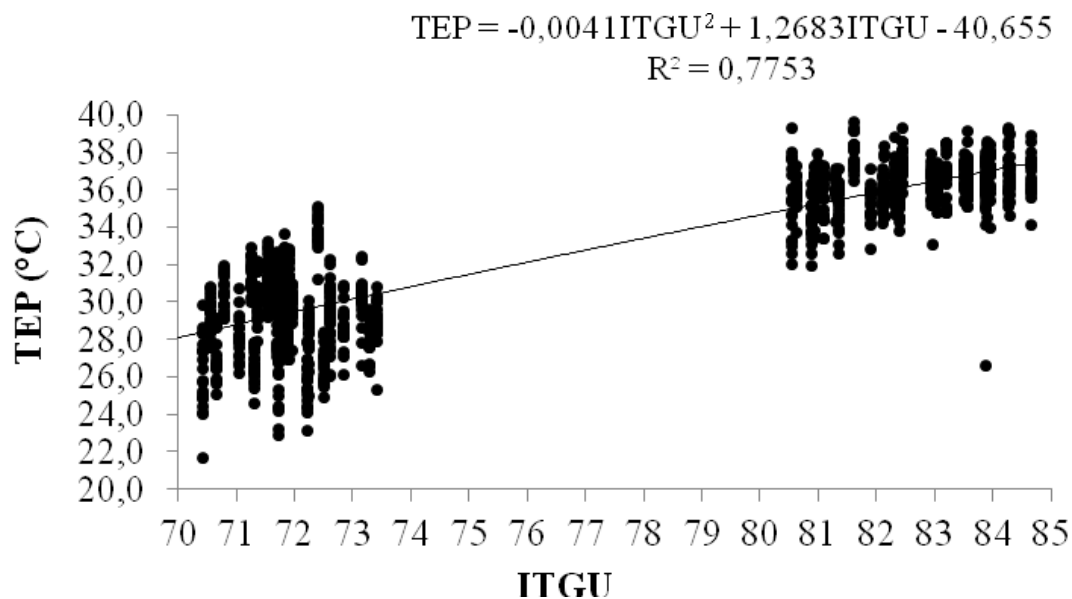


Figura 10. Temperatura da epiderme (TEP) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU).

Na figura 11, com ICT de 34,4 os animais apresentaram TEP de 32,9°C. Com o aumento do ICT para 40,6, houve um aumento da TEP para 36,3°C.

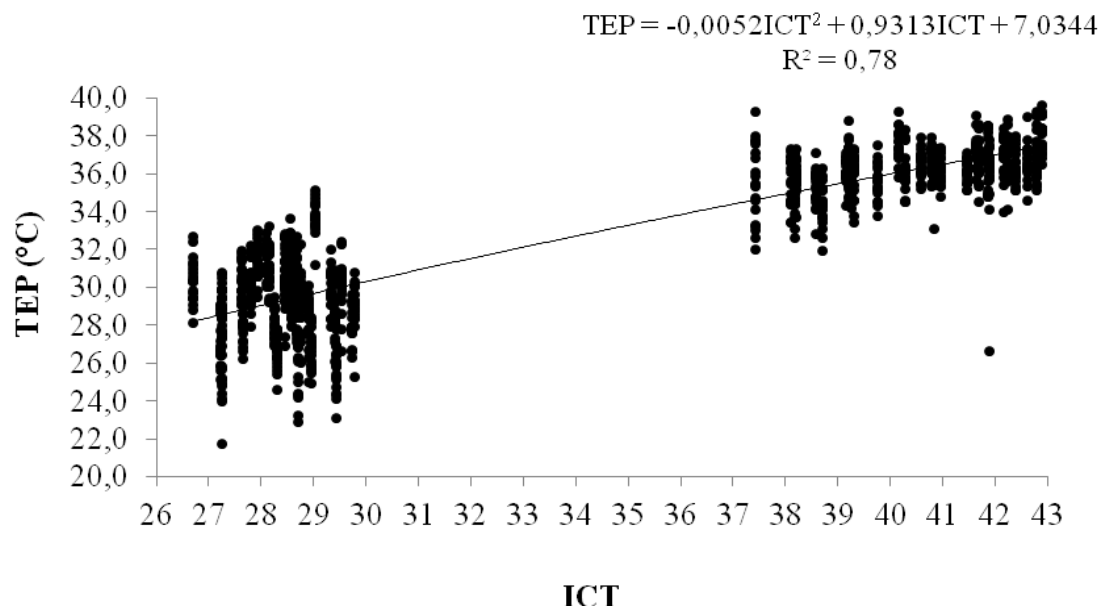


Figura 11. Temperatura da epiderme (TEP) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico (ICT).

Com o ICTD de 26,2 os animais apresentaram TEP de 32,9°C (Fig. 12). Com o aumento do ICTD para 31 a TEP aumentou para 36,3°C.

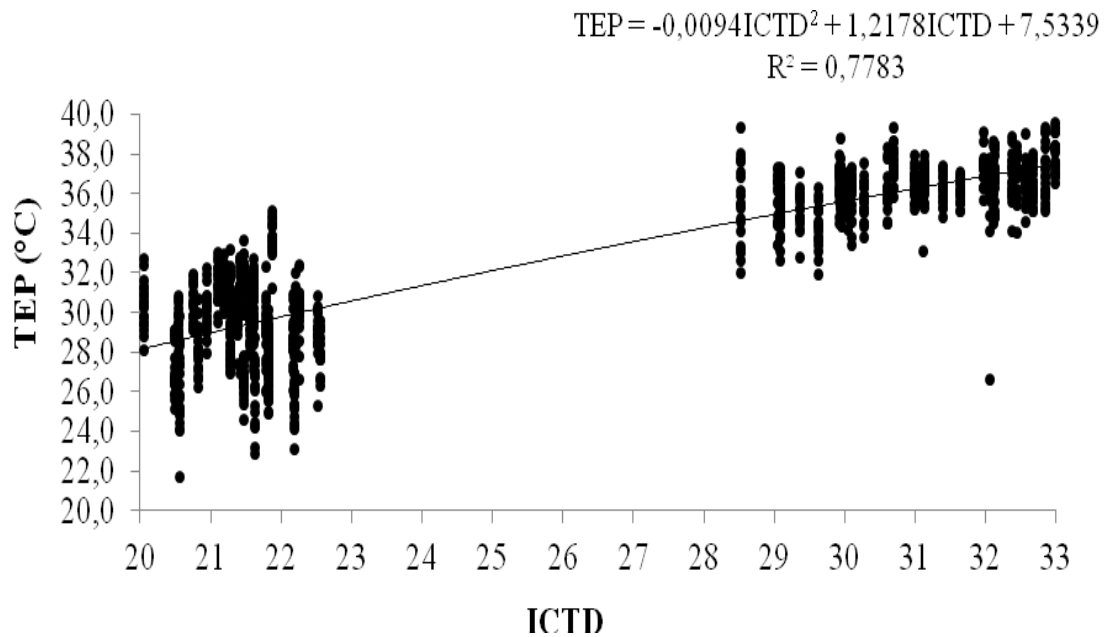


Figura 12. Temperatura da epiderme (TEP) dos ovinos da raça Dorper em função do Índice de Conforto Térmico para Dorper (ICTD).

O aumento na TEP é diretamente influenciado pelo aumento da temperatura corporal. Com o aumento, a habilidade de um animal homeotérmico em manter sua temperatura corporal praticamente constante sob condições de alta temperatura ambiente está diretamente relacionada à sua eficiência em perder calor através da superfície corporal (Gebremedhin et al., 1983; McArthur, 1987). Na ausência de uma capa de cobertura espessa, o calor é perdido diretamente da superfície cutânea para o ambiente, o que não ocorre em superfície coberta por uma capa, na qual a troca de calor do corpo com o ambiente é determinada pelo isolamento térmico proporcionado pela capa (Davis e Birkebak, 1974; Cena e Monteith, 1975abc; Ehrlemark e Sallvik, 1996; Berman, 2004). Cada tipo de cobertura adiciona grau de isolamento térmico diferente (Blaxter et al., 1959; Treggear, 1965; Walsberg et al., 1978).

Esse isolamento é bidirecional, isto é, constitui uma barreira à passagem da energia térmica procedente do ambiente externo como do próprio organismo (Whates & Charles, 1994). A eficiência do isolamento depende basicamente dos processos que determinam a transferência de calor da superfície da epiderme do animal através do seu pelame para a vizinhança. Segundo Cena e Monteith (1975b), essa transferência sensível é dominada, no caso de uma atmosfera imóvel, pela convecção livre associada a diferentes densidades do ar dentro do pelame, pela troca radiativa entre os pelos e pela condução ao longo desses pelos.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o $ICTD = Ta \times 0,46956 + Tgn \times 0,47194 + vv \times 0,19221$, desenvolvido para ovinos da raça Dorper pode ser considerado bom índice quando comparado aos principais índices de conforto utilizados em animais domésticos.

Baseando-se na temperatura retal os valores críticos estimados para ovinos Dorper foram 79,5; 82,6; 40,5 e 31,0 para ITU, ITGU, ICT e ICTD, respectivamente.

Baseando-se na frequência respiratória os valores críticos estimados para os ovinos Dorper foram 72,8; 75,2; 31,6 e 23,9 para ITU, ITGU, ICT e ICTD, concomitantemente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. C. **Avaliação do conforto térmico em ovinos a céu aberto e em ambiente de confinamento na região Norte da Bahia**. 2011. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Petrolina-PE: UNIVASF, 2011.
- ANDERSSON, B.E.; JÓNASSON, H. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.805-813, 1996.
- ANDRADE, I. S.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. et al. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 540-547, 2007.

- ARRUDA, F.A.V.; FIGUEIREDO, E.A.P.; PANT, K.P. Variação da temperatura corporal de caprinos e ovinos sem lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.7, p.915-919, 1984.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M. et al. Estimativa de níveis 546 críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997, 246p.
- BARBOSA, O.R.; SILVA, R.G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v.52, n.1, p.29-35, 1995.
- BARBOSA, O.R.; MACEDO, F.A.F.; GROES, R.V. et al. Zoneamento bioclimático da ovinocultura no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, 556 p.454-460, 2001.
- BERMAN, A. Tissue and external insulation estimates and their effects on prediction of energy requirements and of heat stress. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1400-1412, 2004.
- BEZERRA, W. M. A. X.; SOUZA, B. B.; SOUSA, W. H. et al. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 130-136, 2011.
- BLAXTER, K.L.; GRAHAM, MEC, N.; WAINMAN, F.W. Environmental temperature, energy metabolism and heat regulation in sheep. III. The metabolism on thermal exchange of sheep with fleeces. **Journal Agricultural Science**, v.52, p.41-49, 1959.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black Globe-Humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. I. Radiative transfer. **Proceedings of the Royal of Society London, B Biological Sciences**, v.188, n.1, p.377-393, 1975a.
- CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. II. Conduction and convection. **Proceedings of the Royal of Society London, B Biological Sciences** v.88, n.1, p.395-411, 1975b.
- CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. III. Water vapor diffusion. **Proceedings of the Royal of Society London, B Biological Sciences**, v.188, n.1, p.413-423, 1975c.
- CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.3, p.614- 620, 2004.
- COSTA, L.A.B. **Índices de conforto térmico e adaptabilidade de fêmeas bubalinas em pastejo no agreste de Pernambuco**. Recife: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.
- DAVIS, L.B.; BIRKEBAK, R.C. On the transfer of energy in layers of fur. **Biophysical Journal**, v.14, p.249-268, 1974.
- ENCARNAÇÃO, C.R.F. da. **Observações meteorológicas e tipos climáticos das unidades e campos experimentais da Empresa IPA**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 117p., 1980.
- EHRLEMARK, A.G.; SALLVIK, K.G. A model of heat and moisture dissipation from cattle based on thermal properties. **Transactions of the ASAE**, v.39, n.1, p.187-194, 1996.

- FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 371p., 2005.
- GEBREMEDHIN, K.G.; PORTER, W.P.; CRAMER, C.O. Quantitative analysis of the heat exchange through the fur layer of Holstein calves. **Transactions of the ASAE**, v.26, n.1, p.188-193, 1983.
- HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock.** v.2. Ungulates. Boca Raton: CRC Press, Inc., p.151-174, 1985.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis. 2.ed.** New York: Prentice Hall International, 607P, 1988.
- LEMERLE, C.; GODDARD, M.E. Assesment of heat stress in dairy cattle in Papua New Guinea. **Topical Animal Health and Production**, v.18, n.4, p.232-242, 1986.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. **Small Ruminant Research**, v.71. p.1– 12, 2007.
- MCARTHUR, A.J. Thermal interaction between animal and microclimate: a comprehensive model. **Journal Theoretical Biology**, v.126, p.203-238, 1987.
- MCDOWELL, R.E. **Improvement of livestock production in war climates.** San Francisco: W.H. Freeman and company, 1972. 171p.
- NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N. et al. Efeito do Estresse Climático sobre os Parâmetros Produtivos e Fisiológicos de Ovinos Santa Inês Mantidos em Confinamento na Região Litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.
- NEVES, M.L. M. W. **Índices de conforto térmico para ovinos Santa Inês de diferentes cores de pelame em condições de pastejo.** 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Recife – PE: UFRPE, 2008.
- NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; et al. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.
- OLIVEIRA, F. M. M.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A. et al. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.631-635, 2005.
- OLIVEIRA, F. S. **Termorregulação e adaptabilidade climática de ovinos sem padrão racial definido e da raça Dorper na sub-região meio norte do Brasil.** 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Teresina – PI: UFPI, 2009.
- KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (Ed.) **A guide to environmental research on animals.** Washington: National Academy of Sciences, p.71-92. 1971.
- QUESADA, M. e COUTO, F. A. A. Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.º.3, 2001.
- REECE, W.O. Respiração nos mamíferos. In: REECE, W.O. **Dukes/Fisiologia dos animais domésticos.** 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.103-134.
- RECH, C.L.S.; RECH, J.L.; FISCHER, V. et al. Temperamento e comportamento materno filial de ovinos das raças Corriedale e Ideal e sua relação com a sobrevivência dos cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p. 1388-1393, 2008.
- RIBEIRO, N. L.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. N. et al. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista Engenharia Agrícola.** v.28, n.4, p.614-623, 2008.

- ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. In: REECE, W.O. **Dukes/Fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.897 – 908, 2006.
- SANTOS, J. R. S.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. et al. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [S.l.], v.67, p.1-18, 2000.
- SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental – Os animais e seu ambiente**. Jaboticabal: Funep, 2008, 393p.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Ed. Nobel, 286p., 2000.
- SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A.; CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; BENÍCIO, T. M. A. e FREITAS, M. M. S. Avaliação da Adaptabilidade de Caprinos Exóticos e Nativos no Semi-árido Paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 516-521, 2006.
- SOUZA, C.F.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C. et al. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.157-164, 2002.
- SYME, L.A.; ELPHICK, G.R. Heart rate and the behaviour of sheep in yards, **Applied Animal Ethology**, v.9, n. 1, p. 31-35, 1982.
- THOM, E.C. Cooling degree: Day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the Amer. Soc. Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engrs.** V.55, p.65-72, 1958.
- TREGGEAR, R.T. Hair density, wind speed and heat loss in mammals. **Journal of Applied Physiology**, v.20, p.796-801, 1965.
- WALSBERG, G.E.; CAMPBELL, G.S.; KING, J.R. Animal coat color and relative heat gains: a re-evaluation. **Journal Comparative Physiology**, v.126, p.211-222, 1978.
- WHATES, C.M.; CHARLES, D.R. **Livestock housing**. Wallingford: CAB International, 1994. p.37-60.

CAPÍTULO 4

ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO PARA OVINOS DORPER NO ESTADO DE PERNAMBUCO

RESUMO- Foram utilizados dados meteorológicos médios mensais de 246 pontos distribuídos por todo estado de Pernambuco, com o objetivo de realizar o zoneamento bioclimático de ovinos da raça Dorper, nas condições térmicas desse Estado, baseando-se em critérios de conforto térmico. As variáveis consideradas foram a temperatura (T_a , °C) e a umidade relativa do ar (UR, %) que foram utilizadas no cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU). Com os valores estimados de ITU, foram traçadas as isolinhas dessas duas variáveis para Pernambuco por meio do programa SURFER 10.0. Observou-se que a região Agreste do estado tem as melhores condições climáticas para a raça Dorper durante todo o ano. Nos meses mais quentes e nas regiões mais críticas como o sertão, é necessária a implantação de ações de manejo, como o provimento de sombra, para amenizar o estresse pelo calor e assim, não comprometer o desempenho produtivo da raça.

Palavras-chave: temperatura do ar, umidade relativa, índice de temperatura e umidade.

BIOCLIMATIC ZONING OF DORPER SHEEP IN PERNAMBUCO STATE

ABSTRACT: Monthly mean meteorological data from 246 points distributed throughout the state of Pernambuco, with the objective of realizing the bioclimatic zoning Dorper sheep, at temperatures that state, based on criteria of thermal comfort meteorological data. The variables temperature (T_a , °C) and relative air humidity (RH, %) were used to calculate the temperature and humidity index (THI). With these data the PMD and THI mapping was done for the State of Pernambuco with the program SURFER 10.0. It can observed that the “Agreste” region of the state has the best climatic conditions for the Dorper breed throughout the year. In the hottest months and in the most critical regions, as the “Sertão”, the implementation of mitigating actions, as the providing of shade, is needed to decrease heat stress and thus not to compromise the productive performance of the race.

Key Word: air temperature, relative humidity, temperature and humidity index

INTRODUÇÃO

Altas temperaturas do ar, principalmente quando associadas a altas umidades e à radiação solar direta, são os principais elementos climáticos estressores causadores de baixo desempenho animal. A interação animal e clima devem ser considerados quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade (Navarini et al., 2009). A interferência da temperatura e da umidade do ar no conforto térmico dos ovinos

afeta o desempenho produtivo e a própria sobrevivência dos mesmos. Desse modo, torna-se muito importante avaliar a introdução de determinada raça em uma dada região, se o tipo de clima que lhe é oferecido apresenta alguma semelhança com o de sua origem (Pires et al., 2003). O essencial na produção ovina é desenvolver raças bem adaptadas às diferentes localidades para que possam expressar ao máximo o seu potencial genético (Hafez et al., 1956).

Nimer (1979) classifica o Nordeste brasileiro como uma das climatologias mais complexas do mundo, devido à irregularidade espacial e temporal na distribuição das chuvas. Como consequência desse fenômeno, é possível encontrar na região Nordeste do Brasil mesorregiões geográficas muito particulares, cujos climas vão do superúmido, característico das zonas litorâneas, até o clima seco do sertão, conhecido como o semiárido nordestino (Nimer, 1979).

O clima tropical semiárido brasileiro caracteriza-se, predominantemente, pela ocorrência de amplitudes significativas de temperatura do ar tanto diária como sazonal, e de grandes massas de ar quentes. Esse clima, também denominado “quente-seco”, apresenta duas estações bem distintas: um longo período de seca e um curto período de chuva, radiação direta intensa e baixo teor de umidade relativa do ar (Romero, 1988).

O estabelecimento de um sistema de criação economicamente viável em determinada região requer a escolha de raças ou variedades que sejam perfeitamente adequadas às condições ambientais locais (Barbosa et al., 2001).

Dos animais domésticos, o ovino é um dos que apresentam mecanismos anatomofisiológicos mais propícios à sobrevivência em regiões de altas temperaturas, desde que a umidade do ar seja baixa. A lã deve ser encarada como um isolante térmico, com a função de proteger os animais dos efeitos da intensa radiação solar. As raças mais

especializadas para produção de lã, denominadas raças de lã fina, são justamente as que melhor se adaptam às condições de altas temperaturas, considerando que seu velo fino e denso representa uma barreira à transmissão de calor para a superfície corporal do animal (Siqueira, 1990).

Monty Jr. et al. (1991) destacaram a necessidade do conhecimento da tolerância e da capacidade de adaptação das diversas raças como forma de embasamento técnico à exploração ovina, bem como das propostas de introdução de raças em uma nova região ou mesmo o norteamento de programa de cruzamento, visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente.

Barbosa et al. (1995), trabalhando com as raças exóticas nos Estados de São Paulo e Paraná, verificaram que sua distribuição nas diferentes regiões está associada principalmente à temperatura e à umidade do ar, embora outros elementos climáticos como a radiação solar, o vento, a latitude e altitude tenham sua contribuição. Constataram que regiões secas e quentes eram propícias às raças especializadas para lã (Ideal); regiões úmidas e frias, mais específicas para raças de carne (Suffolk); e regiões intermediárias, propícias para raças mistas (Corriedale).

Entre os fatores ambientais mais importantes e condicionantes estão os elementos climáticos. Assim, o zoneamento bioclimático tornar-se-ia importante recurso zootécnico para aumentar a eficiência da produção, por meio da distribuição adequada dos animais nas regiões de clima especificado (Barbosa et al., 2001).

No Brasil, poucas estações meteorológicas apresentam séries históricas de elementos meteorológicos como, velocidade e direção do vento, saldo de radiação e, principalmente, umidade relativa do ar. Nesse contexto, enquadraram-se vários estados da região Nordeste,

especialmente Pernambuco, que possui uma área de 98.148,323 Km² e apenas 8 estações meteorológicas, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

De acordo com Sedyama et al. (1998), a escassez de dados meteorológicos em grande parte do território nacional é um dos fatores que mais limitam a realização de estudos suficientemente detalhados sobre os tipos climáticos de diversas regiões, principalmente quando as mesmas apresentam uma ampla extensão territorial. Com o objetivo de superar insuficiência de dados de temperatura em várias regiões, Cavalcanti & Silva (1994), Sedyama et al. (1998) e Medeiros et al. (2005), propuseram equações de regressão múltipla que permitem estimar essa variável e a sua posterior aplicabilidade em estudos direcionados aos zoneamentos bio e agroclimáticos (Sedyama et al., 2001; Teixeira et al., 2002; Turco et al., 2006).

Uma desvantagem do uso do ITGU para se fazer o diagnóstico bioclimático de uma determinada região é a inexistência de medições da temperatura de globo negro nas estações meteorológicas distribuídas ao longo do país (Abreu et al., 2011), não sendo fácil de utilizar a nível de produtor (Rocha, 2008). Dessa forma, o ITU se destaca por apresentar como método mais simples e acessível na tentativa de caracterizar o ambiente térmico, por considerar apenas os valores de temperatura e umidade relativa do ar, obtidas facilmente nas estações meteorológicas (Silanikove, 2000).

O zoneamento bioclimático por meio do monitoramento das condições climáticas permite a previsão de áreas com probabilidade de ocorrência do estresse calórico, que pode ser comprovado por meio de aferição de uma série de parâmetros como: temperatura retal, frequência respiratória, ingestão de água, produção de leite, reprodução, comportamento de ruminância, descanso (Pires et al., 2003).

O objetivo do presente trabalho foi a estabelecer de um zoneamento bioclimático para ovinos da raça Dorper no Estado de Pernambuco, visando à distribuição mais racional da raça, baseando-se em critérios de conforto térmico.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

O estudo foi conduzido no município de Arcoverde, no estado de Pernambuco, 08° 25' 08" de latitude sul e meridiano de 37° 03' 14" de longitude oeste e 663 metros de elevação, no Nordeste brasileiro. O município se localiza no Sertão do Moxotó, e de acordo com a classificação climática de Köppen adaptada para o Brasil, o clima de Arcoverde é o BSW' h', ou seja, muito quente, semiárido, com estação chuvosa de verão a outono, com temperaturas médias máximas e mínimas de 29,02 e 18,3°C, respectivamente e precipitação média anual de 575,7mm (Encarnação, 1980).

Dados climáticos e índices

Utilizaram-se dados referentes ao período médio de 1961-1990. Este banco possui dados medidos e estimados (Medeiros et al., 2005), sendo 8 de estações meteorológicas convencionais do INMET e o restante estimado a partir de dados de chuva e dos dados geográficos dos postos pluviométricos pertencentes a SUDENE (1990), perfazendo um total de 246 pontos no estado de Pernambuco (APÊNDICE II, III e IV). As variáveis consideradas foram: temperatura (t) e a umidade relativa do ar (UR).

O Estado de Pernambuco está dividido em Zonas Fisiográficas distintas, para as quais foram atribuídas as classificações para facilitar o Zoneamento Bioclimático: Zona

Bioclimática I: Litoral e Zona da Mata; Zona Bioclimática II: Agreste e Zona Bioclimática III: Sertão.

Os valores de umidade relativa (UR, %) temperatura do ar (T_a , °C) foram utilizados para determinar os valores do ITU para o todos os meses do ano de cada estação meteorológica. O ITU em sua forma mais conhecida é expresso por Thom (1958) como:

$$ITU = T_a + 0,36T_d + 41,5$$

em que T_a é a temperatura do ar (°C); T_d é a temperatura do ponto de orvalho (°C) dada por Vianello e Alves (1991):

$$T_d = \frac{186,4905 - 237,3 \text{ LOG}_{10} e}{\text{LOG}_{10} e - 8,2859}$$

em que e é a pressão real do vapor d'água (mb) encontrado por: UR é a umidade relativa do ar (%) e e_s é a pressão de saturação do vapor d'água (mb) calculada de acordo com Tetens (1933) por:

$$e_s = 6,1078 \times 10^{\frac{7,5t}{237,3+t}}, \text{ para } t \geq 0^\circ\text{C}$$

O mapa vetorial do contorno do estado de Pernambuco, que foi usado como “máscara”, foi obtido através do ITEP/LAMEPE – Instituto Tecnológico de Pernambuco/Laboratório de Meteorologia de Pernambuco. A interpolação dos dados para a plotagem no contorno do Estado foi feita utilizando o Método de Krigagem dentro do programa Surfer® versão demo 10.0 (Golden Software).

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi avaliado utilizando os limites críticos estabelecidos no capítulo anterior para ovinos Dorper e pelo valores estimados por Neves (2008), para ovinos da raça Santa Inês, por ser a única referência para ovinos na região Nordeste do Brasil. Para ovinos Dorper, com base na temperatura retal, o ITU crítico foi de

79,5 e com base na frequência respiratória foi de 72,8. Os limites críticos estabelecidos por Neves (2008), baseando-se na temperatura retal os valores críticos estimados para os ovinos Santa Inês brancos, castanhos e pretos foram, respectivamente de 80,0; 79,5 e 78,9 para o ITU. Baseando-se na frequência respiratória os valores críticos estimados para os ovinos brancos, castanhos e pretos foram, respectivamente de 76,3; 75,2 e 75,3 para o ITU.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O zoneamento bioclimático realizado para este estudo classifica como meses mais quentes do ano o período de setembro a abril (Figuras 9, 10, 11, 12, 1, 2, 3 e 4, respectivamente) e meses mais frios de maio à agosto (Figuras 5, 6, 7 e 8, respectivamente).

Nos meses mais quentes e mais frios do ano, a temperatura não ultrapassou o limite crítico da zona de conforto térmico (30°C) para ovinos, citada por Hahn (1985). Vale salientar que esta temperatura crítica é referente a ovinos tosquiados de regiões de clima temperado e espera-se que em ovinos de regiões tropicais e semiáridas, este limite seja maior.

Para a região em estudo, os valores mensais da normal da umidade relativa do ar variaram, aproximadamente, entre 48 e 96%. Os maiores valores de umidade relativa do ar estão situados entre os meses de abril e setembro (período em que compreende a estação chuvosa). Nos demais meses, no entanto, os valores de umidade relativa do ar atingem valores na faixa de 65 a 79%. Valores mais críticos (48 a 68%) são observados na Zona Bioclimática III (Sertão) onde as chuvas são reduzidas de junho a dezembro.

A maior concentração de chuvas nas Zonas Bioclimáticas I e II ocorre entre os meses de abril a agosto, com a umidade relativa do ar variando de 72 a 96%. Durante os meses mais quentes (setembro a janeiro) a umidade relativa do ar varia de 48 a 69% na Zona Bioclimática II e III.

Nos meses mais quentes do ano (Figuras 9, 10, 11, 12, 1, 2, 3 e 4) a Zona Bioclimática I (Litoral e Zona da Mata) apresentou ITU na faixa de 70 a 76,5; na Zona Bioclimática II (Agreste) o ITU variou de 65 a 73,5 e na Zona Bioclimática III (Sertão) o índice variou de 70,5 a 77. Em todas as zonas bioclimáticas o ITU ficou abaixo do valor crítico estimado para a raça Dorper, ao considerar como base a temperatura retal (79,5), caracterizando conforto térmico para a raça em qualquer zona fisiográfica do Estado de Pernambuco. Os valores de ITU para ovinos da raça Dorper, nas três Zonas Bioclimáticas ficaram abaixo dos valores estimados por Neves (2008), para ovinos Santa Inês de diferentes cores de pelagens, com base na temperatura retal (80,0; 79,5 e 78,9). Porém, ao considerar a frequência respiratória, o limite crítico considerado é de 72,8 para ovinos da raça Dorper, o que poderia causar situação de desconforto térmico durante os meses mais quentes do ano, pois a faixa de variação nas três zonas ultrapassou o valor crítico estimado, em alguns municípios. Porém, ao considerar os valores críticos para o ITU estimados (76,3; 75,2 e 75,3) por Neves (2008), com base na mesma variável fisiológica, para ovinos Santa Inês com diferentes cores de pelame, a situação de desconforto térmico é registrada quando o ITU atinge 77, na Zona Bioclimática III, que compreende o Sertão do Estado, região semiárida.

Entre os meses de maio e agosto (Figuras 5, 6, 7 e 8), quando a temperatura do ar variou 17,5 a 27°C e a umidade foi de 48 a 96%, sendo considerados os meses frios, o ITU apresentou uma faixa de variação de 64,5 a 75. Na Zona Bioclimática I, o ITU variou de 71 a 75; na Zona Bioclimática II a faixa foi de 64,5 a 72,5. Ao considerar o valor de ITU estimado para a raça, com base na temperatura retal (79,5), as três zonas oferecem condições adequadas para a criação de ovinos da raça Dorper; ao considerar o valor estimado com base na frequência respiratória (72,8), a Zona Bioclimática II, que compreende o Agreste do Estado, oferece as melhores condições de conforto térmico.

A Zona Bioclimática I, que compreende o Litoral e a Zona da mata do Estado, ocorrem altas temperaturas associadas a umidade relativa do ar elevada; a ação conjunta desses agentes climáticos além de acarretar mudanças nas reações fisiológicas e comportamentais dos animais (Silva, et al., 2006; Medeiros et al., 2008), também desencadeia redução na ingestão e eficiência alimentar (Silanikove, 2000), no crescimento, na reprodução e produção de leite (Brasil et al., 2000), alterações hematológicas (Roberto et al., 2010), bem como alteração aguda e crônica nas concentrações plasmáticas de cortisol e hormônios tireoideanos (Coelho et al., 2008).

A Zona Bioclimática II, representada pela região Agreste, apresenta as condições ideais de temperatura e umidade durante todo o ano, favorecendo o conforto térmico para ovinos da raça Dorper.

Na Zona Bioclimática III localiza-se na região semiárida pernambucana, onde ocorrem altas temperaturas e baixa umidade do ar. O zoneamento pode auxiliar nas decisões de ações que minimizem o estresse calórico, tais como sombreamento para animais não confinados nos horários mais quentes do dia, que segundo Souza et al. (2005), Andrade et al. (2007) e Couto et al. (2009), podem reduzir a frequência respiratória e melhora o desempenho produtivo de ovinos. Nessas condições ambientais termicamente desconfortáveis, os ovinos tendem a reduzir consideravelmente o consumo de matéria seca (MS), na tentativa de diminuir a taxa metabólica e a consequente produção de calor metabólico.

Nos ambientes com condições muito estressantes para animais de alta produção, em sistema de confinamento, o uso de técnicas de climatização como, por exemplo, sistemas de resfriamento adiabático- evaporativo (SRAE), pode constituir-se em alternativa viável para amenizar o estresse animal por calor (Mader et al., 2007).

O aumento do estresse térmico poderá resultar em perda acentuada de nutrientes do organismo dos animais em decorrência da redução do consumo de matéria seca ou por aumento da taxa de suor; desta forma, a suplementação alimentar torna-se necessária visando, principalmente, beneficiar a produção animal em áreas com condições climáticas mais quentes (Granzin & Gaughan, 2002). A transferência parcial da alimentação para o período noturno de modo que os animais diminuam os gastos de energia durante a alimentação no período diurno, pode reduzir o declínio da produção devido ao estresse e aumentar a eficiência de utilização de energia para a produção auxiliando na dissipação de calor pelo animal; adicionalmente, o fornecimento abundante de água de boa qualidade durante o período diurno, também dos efeitos do estresse térmico (Aharoni et al., 2005).

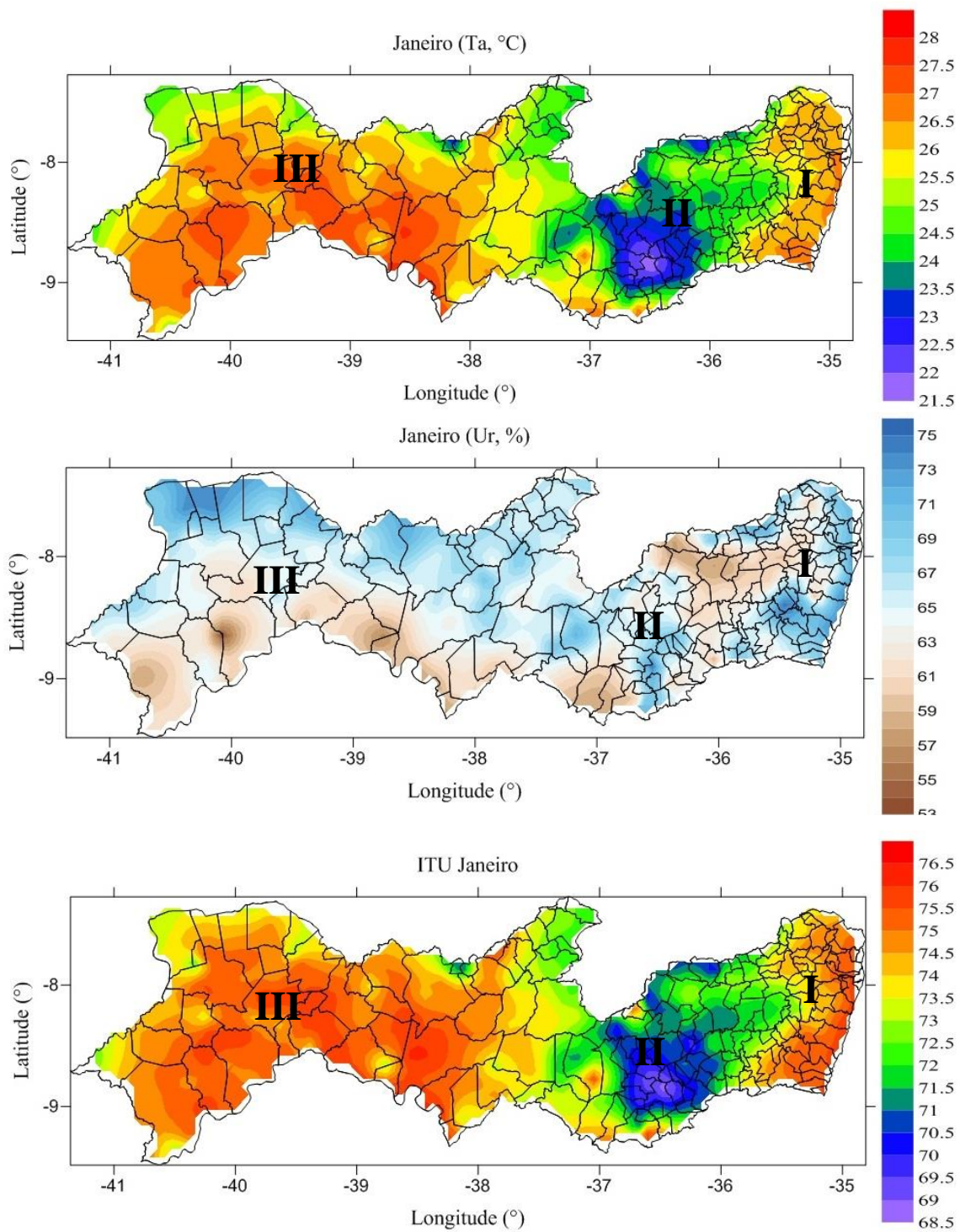


Figura 1. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Janeiro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

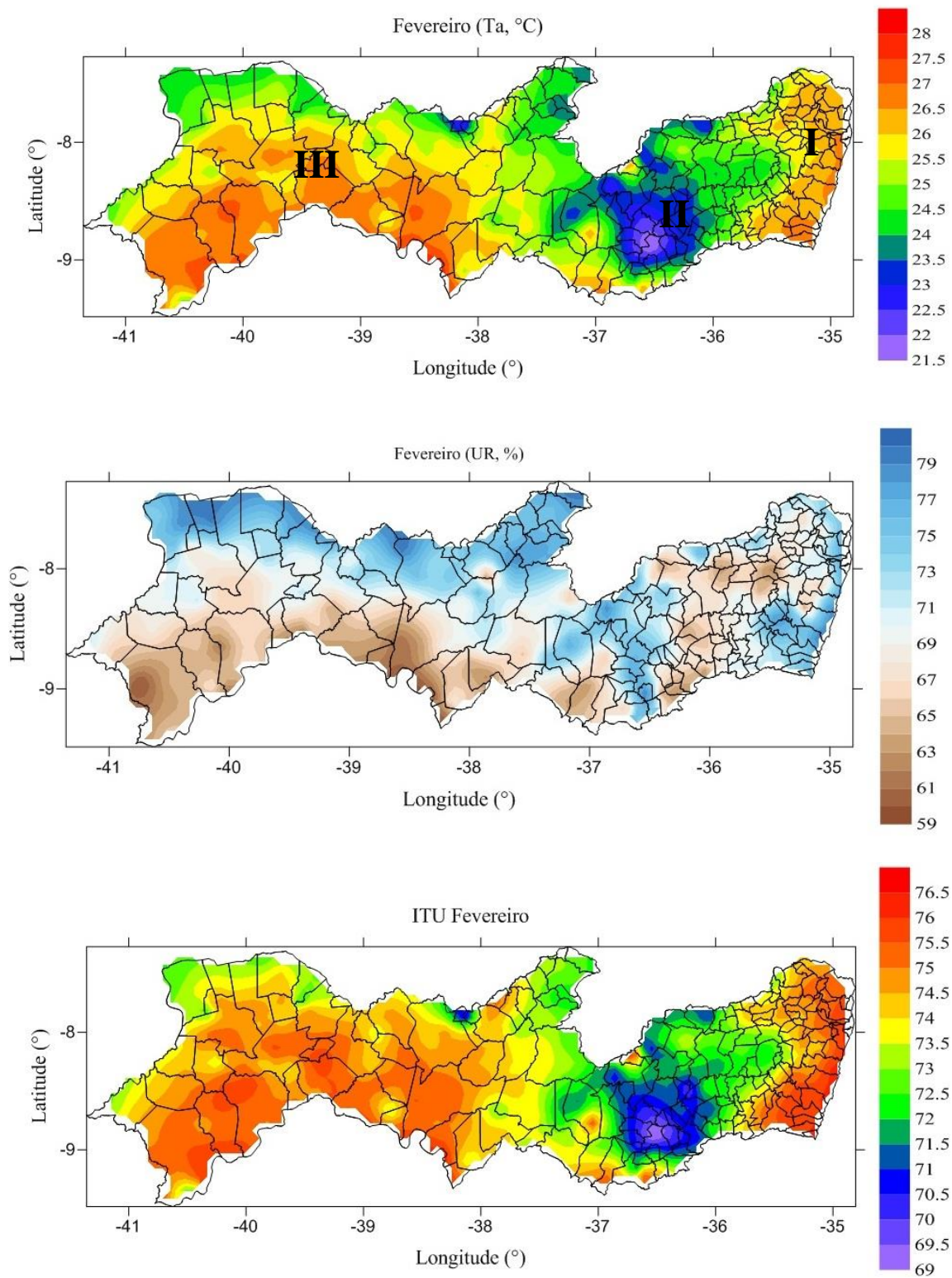


Figura 2. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Fevereiro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

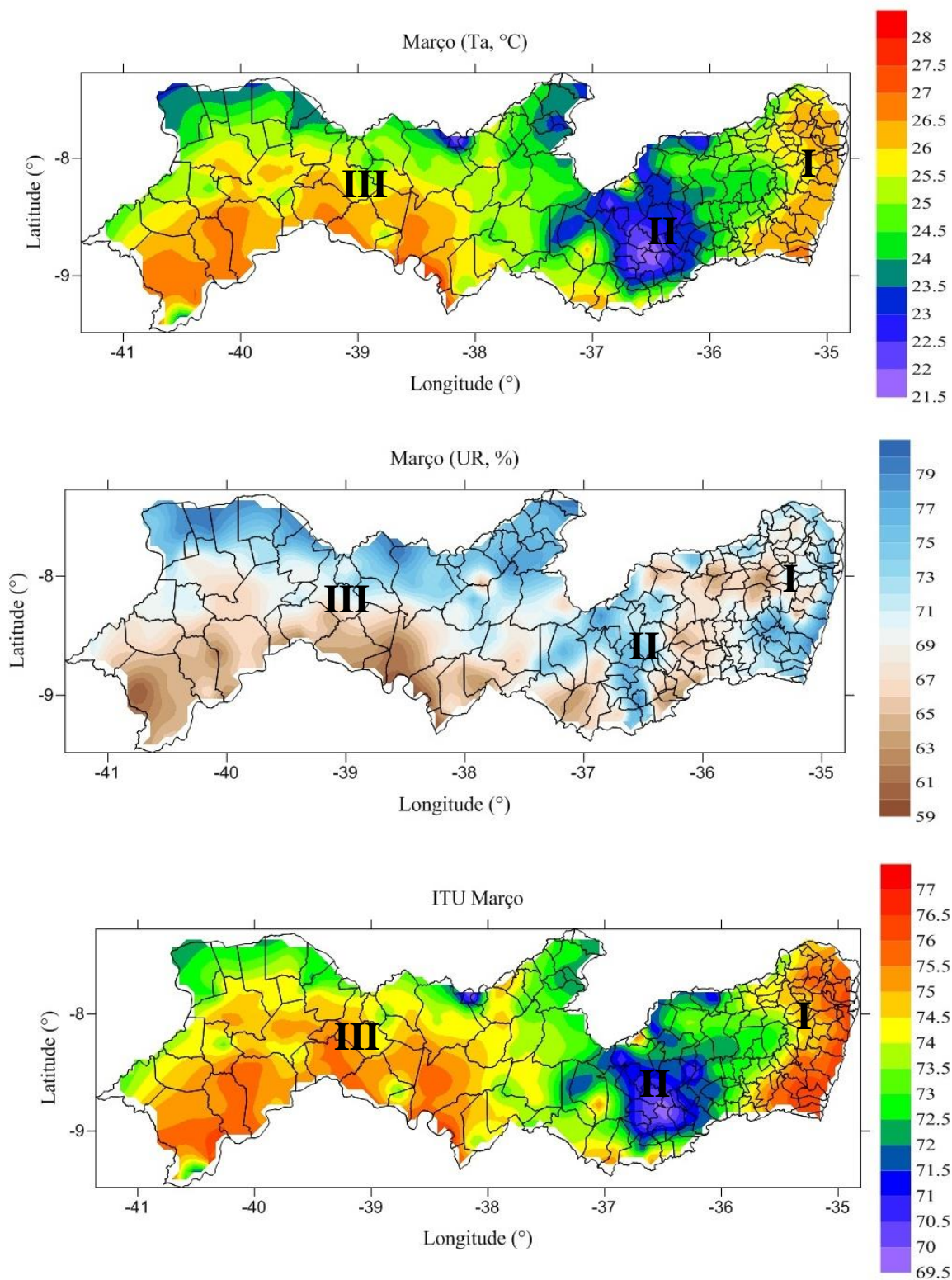


Figura 3. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Março, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

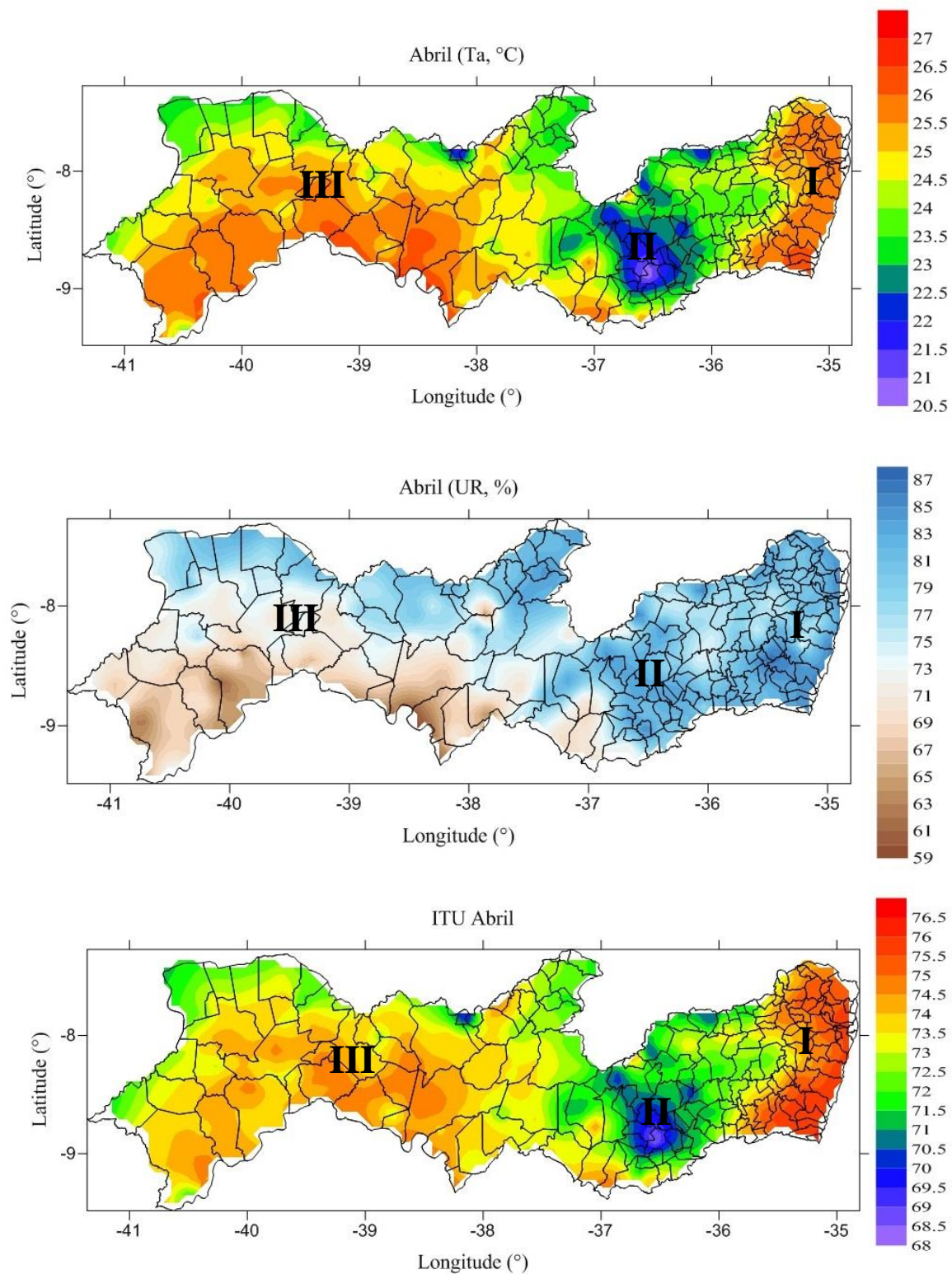


Figura 4. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Abril, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

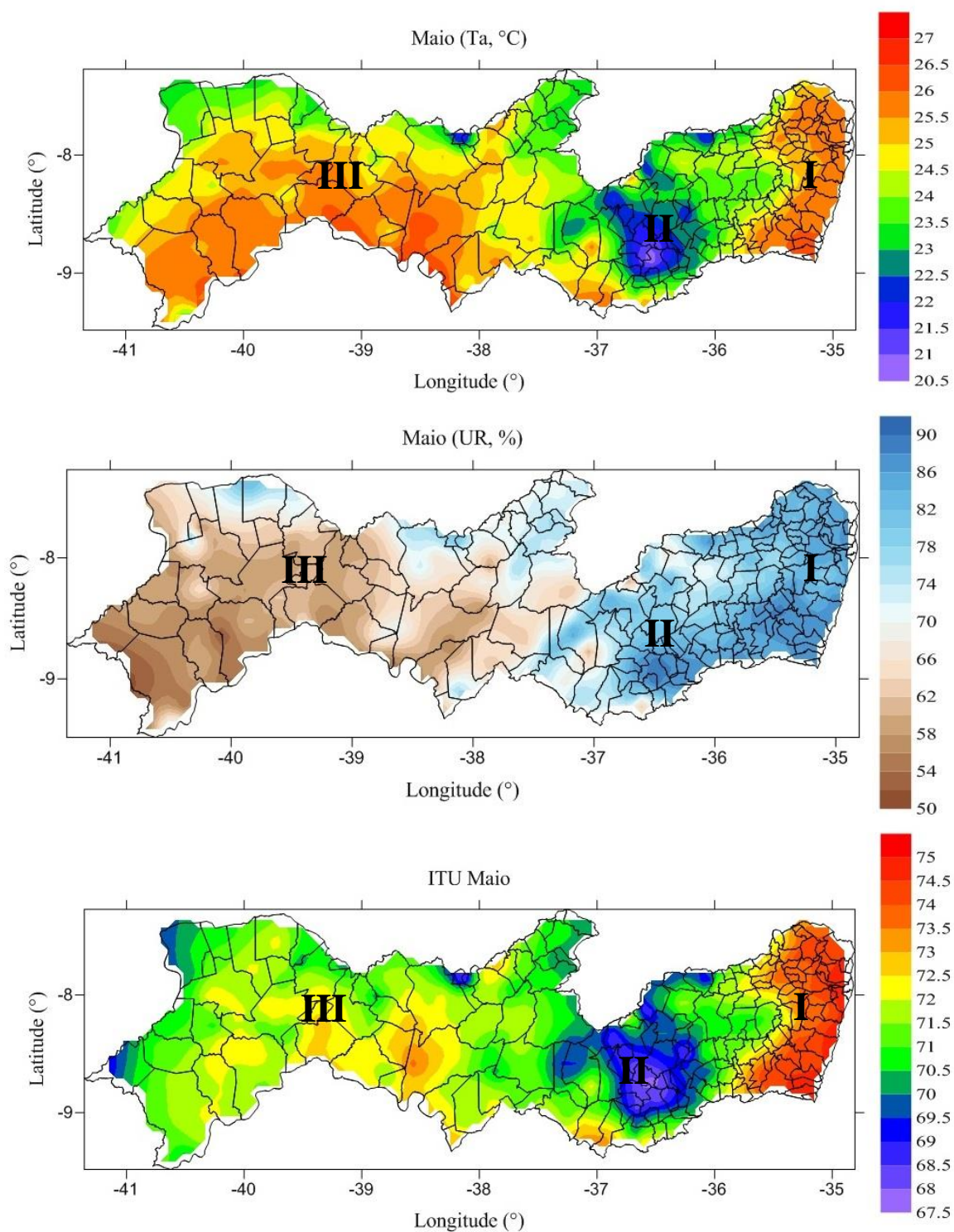


Figura 5. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Maio, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

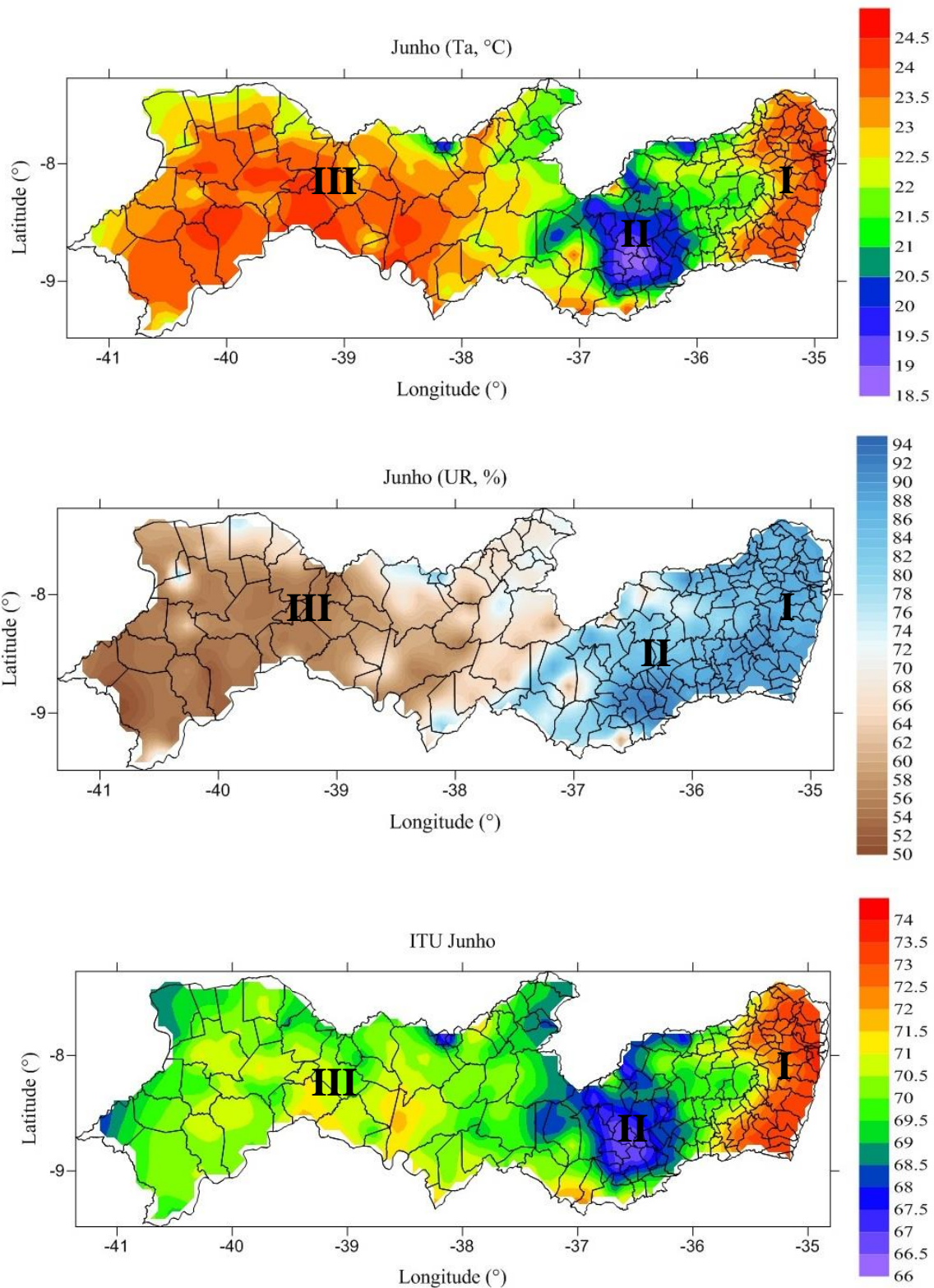


Figura 6. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Junho, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

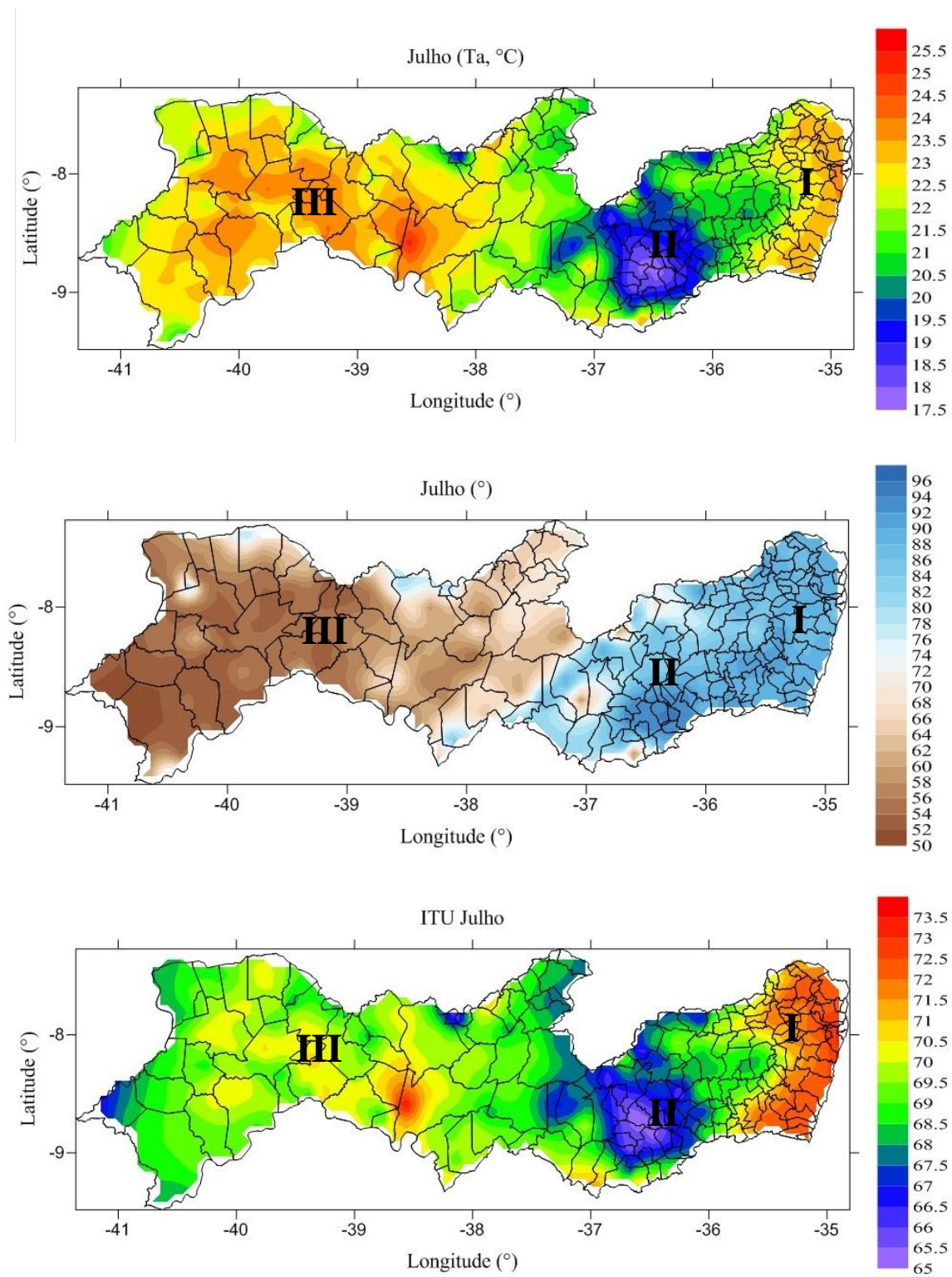


Figura 7. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Julho, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

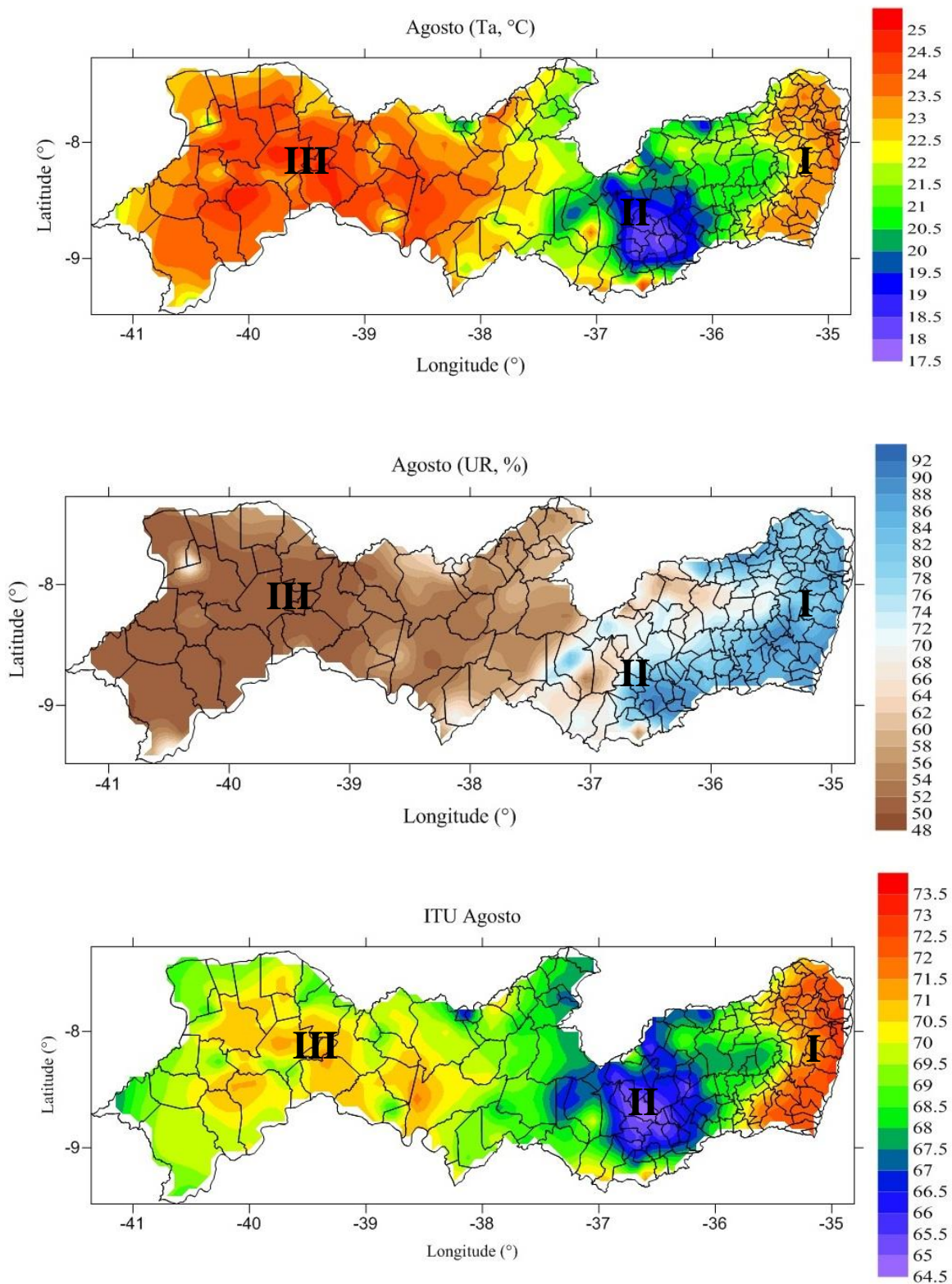


Figura 8. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Agosto, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

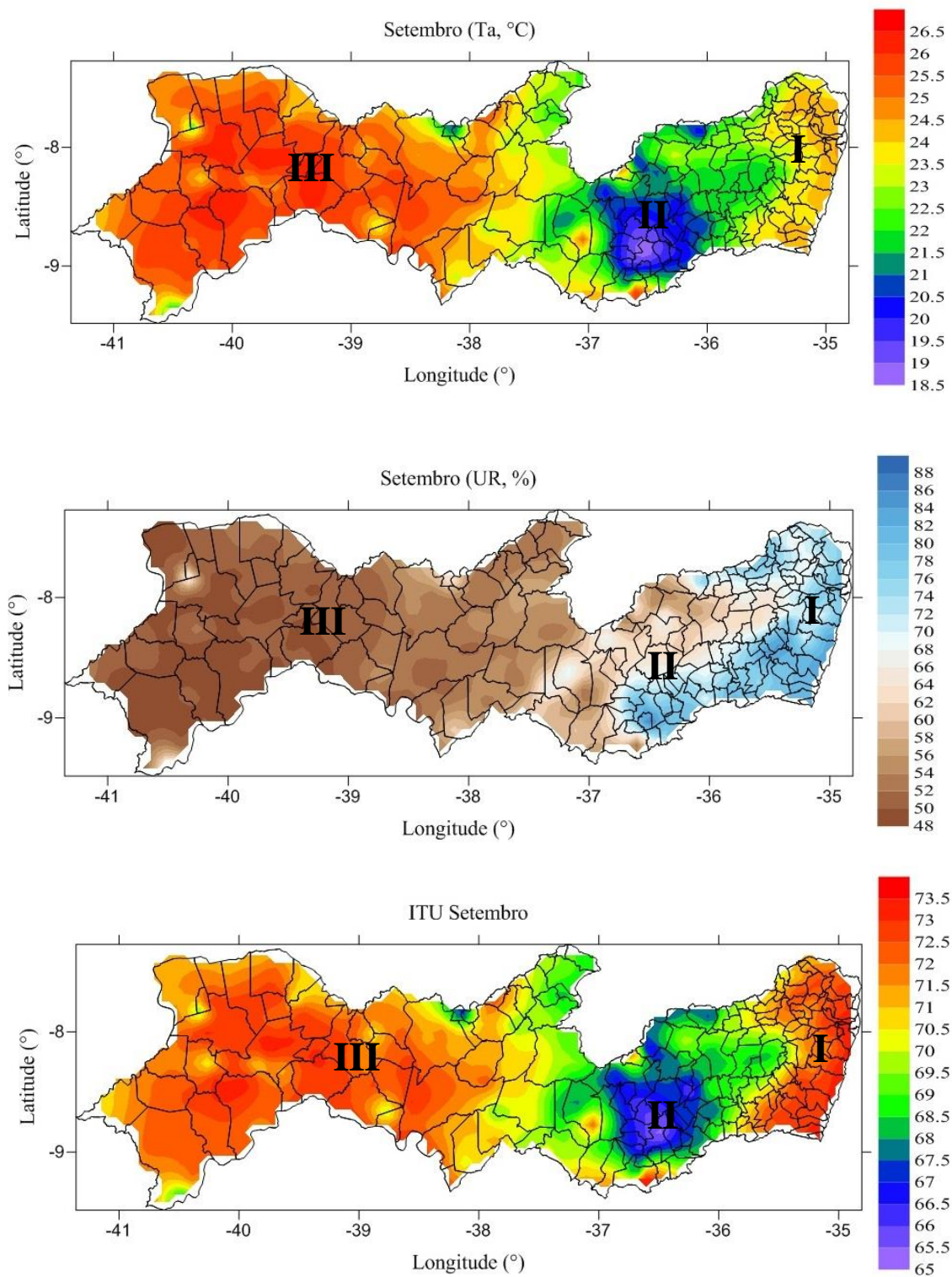


Figura 9. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Setembro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

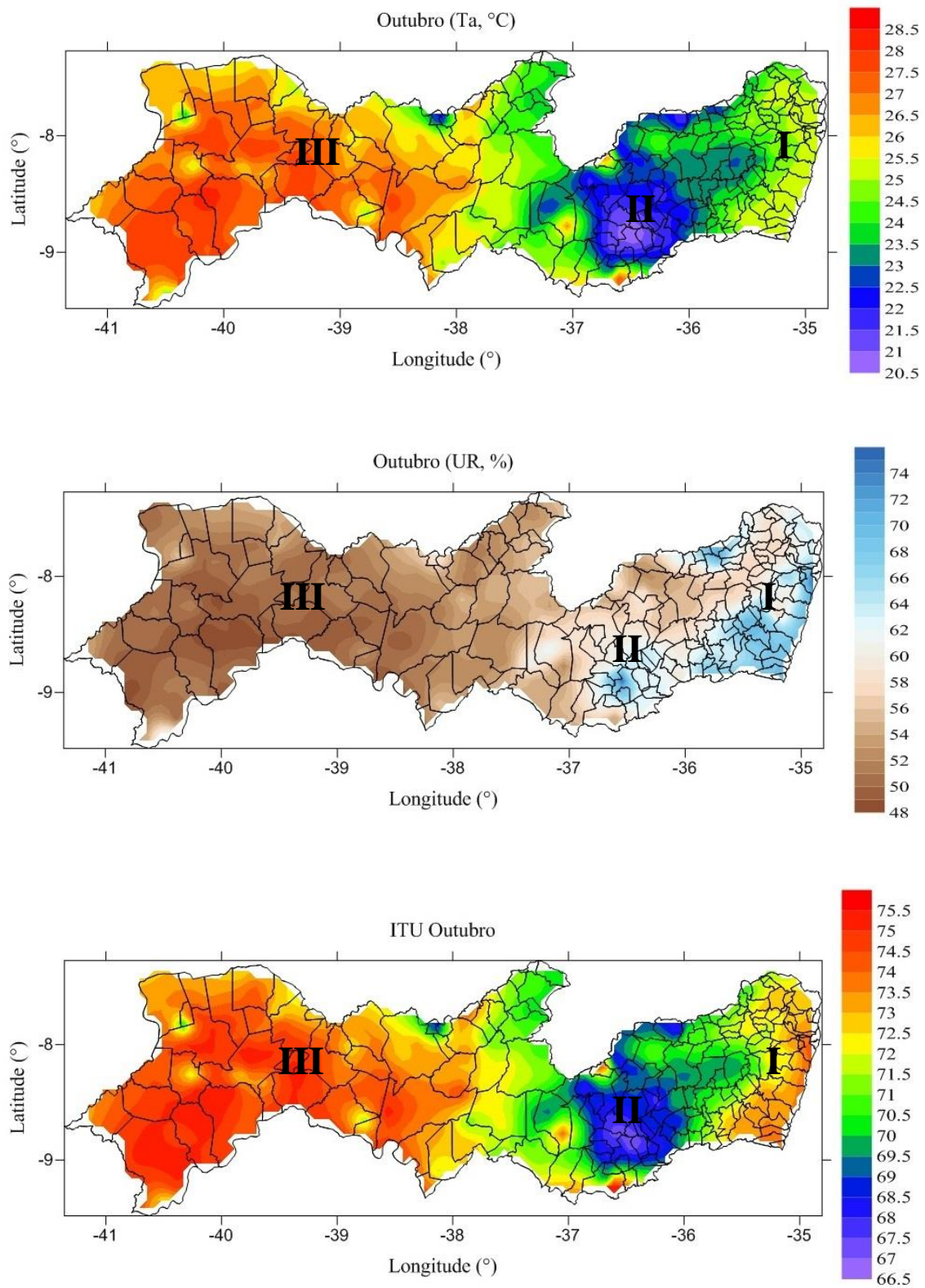


Figura 10. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Outubro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

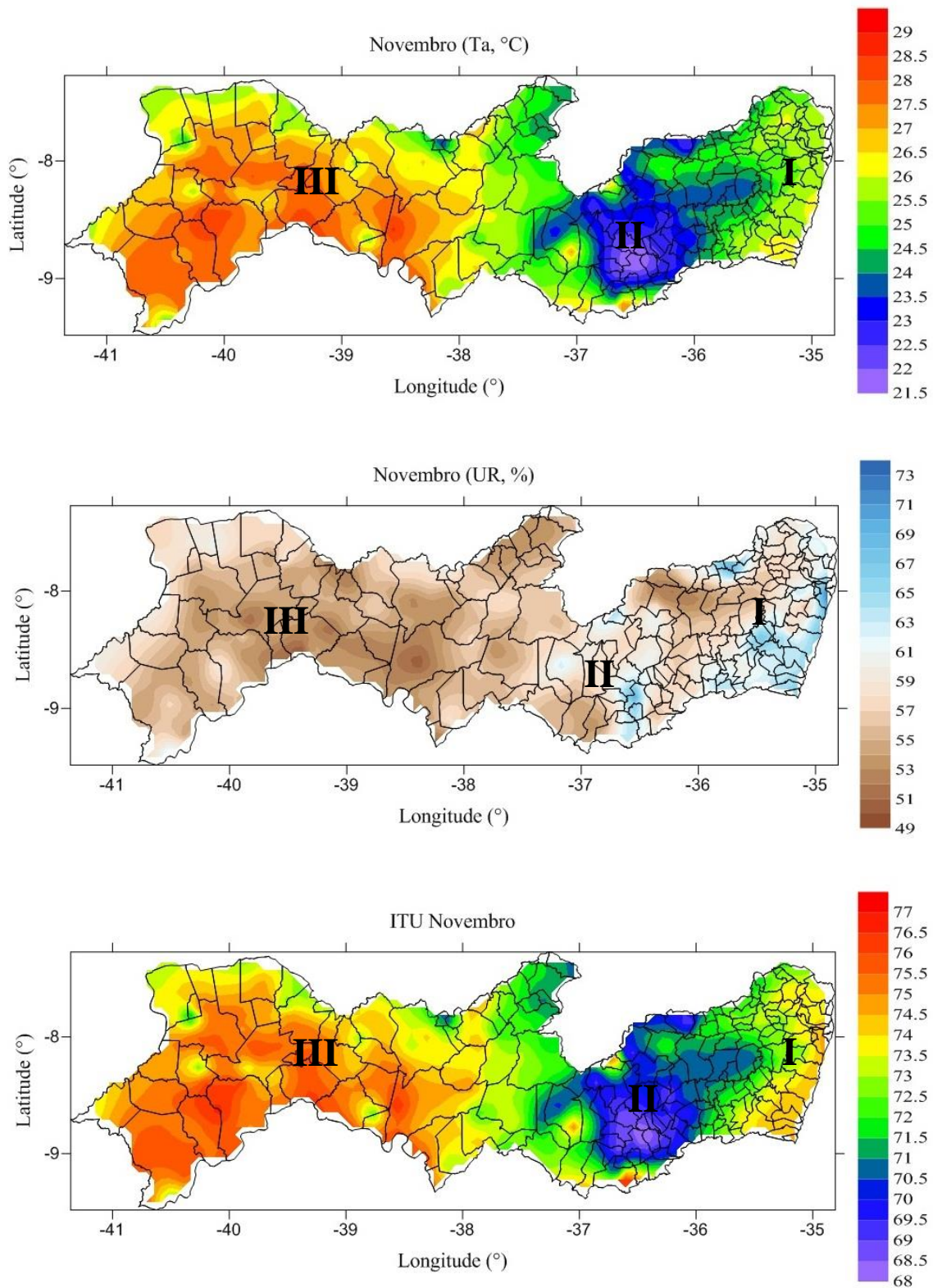


Figura 11. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Novembro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

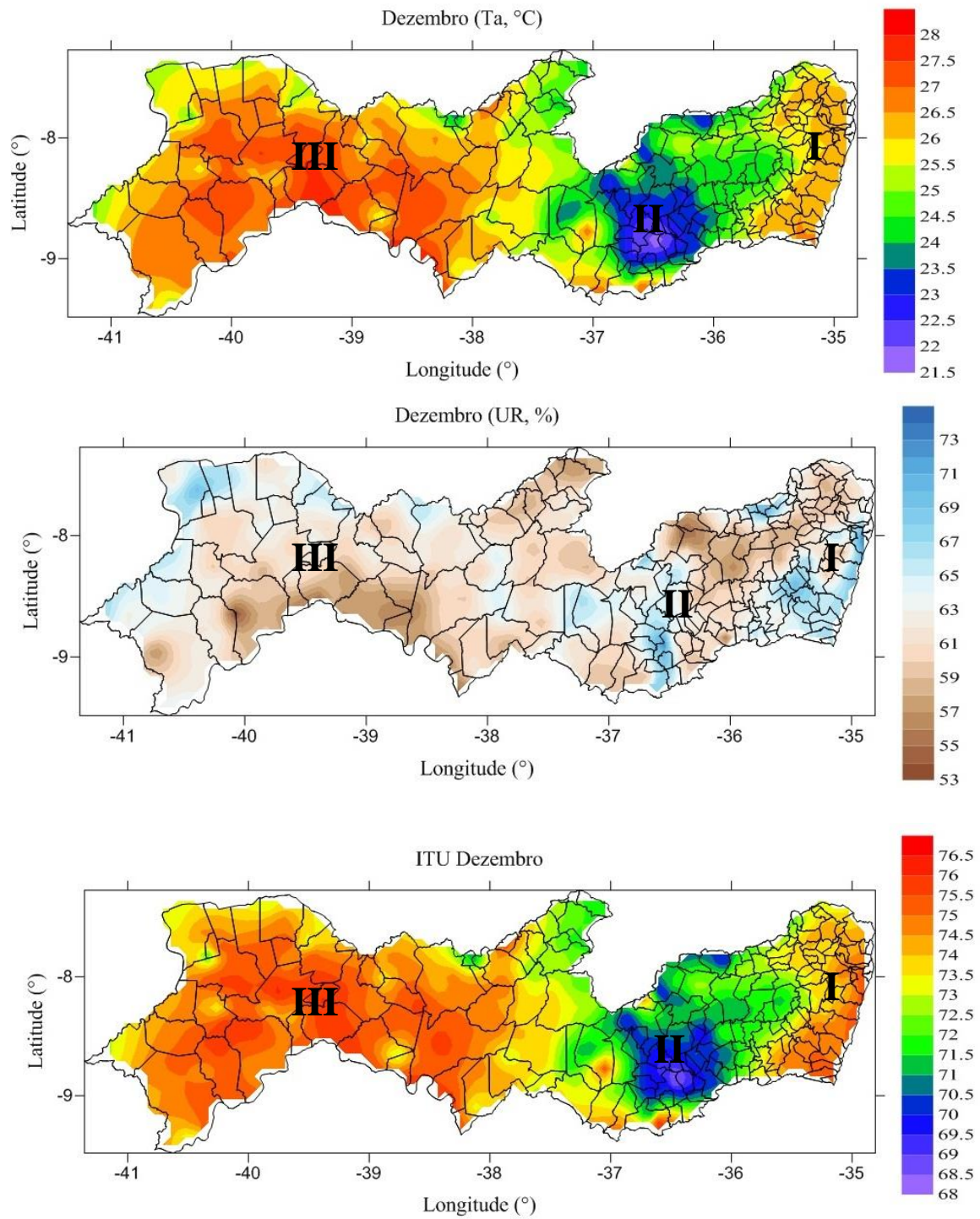


Figura 12. Temperatura média do ar (°C), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o mês de Dezembro, no Estado de Pernambuco, no período de 1961 a 1990.

CONCLUSÃO

O zoneamento bioclimático para a raça ovina Dorper no Estado de Pernambuco permite conhecer as regiões de desconforto térmico para a raça ovina e suas possíveis perdas devido às condições climáticas desfavoráveis, sendo essa ferramenta importante para a tomada de decisão de técnicos e produtores que exploram animais exóticos de maior nível de produção criados sob as condições climáticas do semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; FRANCISCON, L. et al. Estimativa da temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 19 n.6, p. 557-563, 2011.
- AHARONI, Y.; BROSH, A.; HARARE, Y. Night feeding for high-yielding dairy cows in hot weather: effects on intake, milk yield and energy expenditure. **Livestock Production Science**, v.92, p.207-219, 2005.
- ANDRADE, I. S.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. e SILVA, A. M. A. Parâmetros fisiológicas e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 540-547, mar./abr., 2007.
- BARBOSA, O.R., SILVA, R.G., SCOLAR, J. et al. Utilização de um índice de conforto térmico no zoneamento bioclimático da ovinocultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.661-671, 1995.
- BARBOSA, O. R.; MACEDO, F. A. F.; GROES, R. V. et al. Zoneamento Bioclimático da ovinocultura no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30(2), p.454-460, 2001.
- BRASIL, L. H. A.; WECHESLER, F. S.; BACCARI JÚNIOR, F. et al. Efeito do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1632-1641, 2000.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 7, e Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia, 1994, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994, p.154-157.
- COELHO, L.A.; SASA, A.; BICUDO, S.D. et al. Concentrações plasmáticas de testosterona, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em bodes submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1338-1345, 2008
- COUTO, S. K. A.; SOUSA, B. B.; SILVA, A. M. A; BENICÍO, T. M. A.; SANTOS, J. R. S. Degradabilidade *in situ* do rolão e farelo de milho em caprinos e ovinos deslanados mantidos em sombra na tural e artificial no semi-árido paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1415-1423, set./out., 2009.
- ENCARNAÇÃO, C.R.F. da. **Observações meteorológicas e tipos climáticos das unidades e campos experimentais da Empresa IPA**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 117p., 1980.

- Granzin, B. C.; Gaughan, J. B. The effect of sodium chloride supplementation on the milk production of grazing Holstein Friesian cows during summer and autumn in a humid subtropical environment. **Animal Feed Science and Technology**, v.96, p.147-160, 2002.
- HAFEZ, E.S.E., BADRELDIN, A.L., SHARAFELDIN, M.A. 1956. Heat-tolerant studies of fat-tailed sheep in the tropics. **Journal Agriculture Science**, v. 47, n. 2 p.280-286, 1956.
- HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: **Stress physiology in livestock** (M.K.Yousef, ed), v.2, Boca Raton: CRC Press, 1985.
- MADER, T. L.; DAVIS, M. S.; GAUGHAN, J. B. Effect of sprinkling on feedlot microclimate and cattle behavior. **International Journal Biometeorology**, v.51, p.541-551, 2007.
- MEDEIROS, S.S.; CECÍLIO, R. A.; Melo Júnior, J.C. F. et al. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.247-255, 2005.
- MEDEIROS, L.F.D. VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A. et al. Reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, n.1, p.7-14, 2008.
- MONTY JR., D.E., KELLY, L.M., RICE, W.R. Acclimatization of St Croix, Karakul and Rambouillet sheep to intense and dry summer heat. **Small Ruminant Research**, v.4, n. 4, p. 379-392, 1991.
- NAVARINI, F.C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS A. T. et al. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno Sol, **Revista de Engenharia Agrícola**, v.29, n.4, p.508-517, 2009.
- NEVES, M.L. M. W. **Índices de conforto térmico para ovinos Santa Inês de diferentes cores de pelame em condições de pastejo**. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Recife – PE: UFRPE, 2008.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1979.
- PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T.; COSTA, L.C. et al. Zoneamento da Região Sudeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade. **Embrapa Gado de Leite**, Boletim de Pesquisa, 2003, 21p.
- ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. L. N. et al. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.127- 132, 2010.
- ROCHA, D.R. **Avaliação de estresse térmico em vacas leiteiras mestiças (Bos taurus x Bos indicus) criadas em clima tropical quente e úmido no estado do Ceará**. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Fortaleza – CE: UFC, 2008.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos Para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.
- SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J.C.F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.6, n.1, p. 57-61, 1998.
- SEDIYAMA, G.C.; et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, RS, v.9, n.3, p.501-509, 2001. (Nº. Especial: Zoneamento Agrícola).
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [S.l.], v. 67, p. 1- 18, 2000.
- SILVA, E.M.N. SOUZA, B. B.; SILVA, G. A. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.516-521, 2006.

- SIQUEIRA, E. R. Estudo da produção, correlações fenotípicas e repetibilidade das características da lã em cinco raças de ovinos no sistema intensivo de pastejo. 121f. Tese (Doutorado) – Jaboticabal – SP: FCAV, 1990.
- SOUZA, B. B.; ANDRADE, I. S.; SILVA, A. M. A.; FREITAS, M. M. S.; SANTOS, E. M.; MELO, D. A.; BENICIO, T. M. A. Efeito o sombreamento natural e artificial sobre as respostas fisiológicas de cordeiros Santa Inês no semiárido paraibano. In: *42º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia* – Goiânia-GO. 2005.
- SUDENE, **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife, 1990 (Série Pluviometria 1 a 10).
- TEIXEIRA, A.H.T.; AZEVEDO, P.V. Zoneamento agroclimático para a videira europeia no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.6, n.1, p.107-111, 2002.
- THOM, E.C. Cooling degree: Day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the Amer. Soc. Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engrs**. V.55, p.65-72, 1958.
- TURCO, S.H.N. et al. Zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no estado da Bahia. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.20-27, 2006.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991, 449p.

APÊNDICE I

APÊNDICE II

Quadro 1A. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco

Posto	Estação	Latitude	Longitude	Altitude
3861115	ABOBORAS	-8,07	-39,43	427,00
3854571	AFOGADOS DA INGAZEIRA	-7,75	-37,65	525,00
3885278	AGUAS BELAS	-9,12	-37,12	376,00
3873063	AIRI	-8,53	-38,20	361,00
3866939	ALAGOINHA	-8,48	-36,82	762,00
3779973	ALEXANDRIA	-8,98	-40,15	400,00
3858925	ALGODAO DO MANSO	-7,97	-35,88	380,00
3870124	ALGODOEIRO	-8,55	-39,88	400,00
3865632	ALGODOES	-8,32	-37,35	507,00
3859163	ALIANCA	-7,58	-35,20	60,00
3867986	ALTINHO	-8,48	-36,08	470,00
3869713	AMARAGI	-8,38	-35,45	295,00
3872348	ANGICOS	-8,67	-38,77	365,00
3875592	AMARO	-8,77	-37,05	475,00
3867113	APOLINARIO	-8,08	-36,45	530,00
3869125	APOTI	-8,07	-35,38	240,00
3758187	ARARIPINA	-7,55	-40,57	620,00
3865889	ARCOVERDE	-8,43	-37,07	663,00
3778308	ARIZONA	-8,67	-40,97	500,00
3779662	BARRA BONITA	-8,82	-40,20	400,00
3759636	BARRA DE S. PEDRO	-7,83	-40,33	444,00
3886477	BARRA DO BREJO	-9,20	-36,62	500,00
3868868	BARRA DE GUABIRABA	-8,42	-35,67	440,00
3879663	BARREIROS	-8,83	-35,20	23,00
3868227	BARRIGUDA	-8,10	-35,87	400,00
3869078	BELA ROSA	-8,02	-35,12	80,00
3872508	BELEM DE S. FRANCISCO	-8,77	-38,97	305,00
3867613	BELO JARDIM	-8,33	-36,45	616,00
3869005	BENGALAS	-8,02	-35,48	290,00
3863596	BETANIA	-8,28	-38,03	431,00
3769759	BEZERRO	-8,38	-40,22	380,00
3868453	BEZERROS	-8,23	-35,75	471,00
3862105	BOA VISTA	-8,07	-38,98	490,00
3850614	BODOCO	-7,80	-39,93	440,00
3886365	BOM CONSELHO	-9,17	-36,68	654,00
3858684	BOM JARDIM	-7,80	-35,58	325,00
3852976	BOM NOME	-7,98	-38,63	450,00
3788858	BOM SOSSEGO	-9,42	-40,72	380,00
3887101	BREJAO	-9,05	-36,50	620,00
3867324	BREJO DA MADRE DE DEU	-8,15	-36,38	646,00
3875062	BREJO DE S. JOSE	-8,52	-37,20	655,00
3874295	BREJO DO PIORE	-8,62	-37,53	470,00

Quadro 1B. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco

Posto	Estação	Latitude	Longitude	Altitude
3859529	BUENOS AIRES	-7,78	-35,37	150,00
3875268	BUIQUE	-8,62	-37,17	798,00
3869694	CABO	-8,30	-35,03	30,00
3871037	CABROBO	-8,50	-39,32	350,00
3871038	CABROBO	-8,52	-39,32	350,00
3871039	CABROBO	-8,52	-39,33	342,50
3864319	CACHOEIRA DO LEITE	-8,18	-37,92	480,00
3777273	CACHOEIRA DO ROBERTO	-8,63	-41,15	630,00
3867956	CACHOEIRINHA	-8,48	-36,23	780,00
3876576	CAETES	-8,78	-36,63	854,00
3852787	CAICARA	-7,85	-38,57	550,00
3864751	CAICARA	-8,35	-37,75	500,00
3768688	CAMPO SANTO	-8,32	-40,57	490,00
3860678	CANTO DAS PEDRAS	-8,32	-39,62	550,00
3867289	CARAPOTOS	-8,13	-36,07	501,00
3854637	CARNAIBA	-7,80	-37,82	450,00
3862025	CARNAUBEIRA	-8,02	-38,88	620,00
3862829	CARNAUBEIRAS	-8,43	-38,87	350,00
3859751	CARPINA	-7,85	-35,25	184,00
3863619	CARQUEJA	-8,33	-38,42	395,00
3778477	CARRETAO	-8,70	-40,62	410,00
3864684	CARUALINA	-8,30	-37,58	470,00
3868509	CARUARU	-8,28	-35,97	545,00
3851435	CEDRO	-7,72	-39,33	610,00
3866731	CIMBRES	-8,35	-36,85	850,00
3850865	COLINAS	-7,92	-39,68	520,00
3862614	CONCEICAO DAS CREOULA	-8,30	-38,93	480,00
3859183	CONDADO	-7,58	-35,10	95,00
3887235	CORRENTES	-9,12	-36,33	391,00
3868992	CORTES	-8,47	-35,55	340,00
3885151	CRAIBAS	-9,05	-37,25	450,00
3779631	CRISTALIA	-8,80	-40,35	450,00
3859136	CRUANGI	-7,58	-35,33	210,00
3879246	CUCAU	-8,63	-35,28	62,00
3868062	CUMARU	-8,02	-35,70	395,00
3864271	CUSTODIA	-8,10	-37,65	542,00
3768845	DORMENTES	-8,42	-40,78	500,00
3759772	ENGENHEIRO CAMACHO	-7,87	-40,15	440,00
3869755	ESCADA	-8,37	-35,23	93,00
3869757	ESCADA	-8,35	-35,22	93,00
3850917	ESTACA	-7,95	-39,92	472,00
3850058	EXU	-7,52	-39,72	510,00

Quadro 1C. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco

Posto	Estação	Latitude	Longitude	Altitude
3854957	FATIMA	-7,95	-37,72	620,00
3759083	FEITORIA	-7,53	-40,10	605,00
3854704	FLORES	-7,85	-37,98	460,00
3872284	FLORESTA	-8,60	-38,58	317,00
3879126	GAMELEIRA	-8,58	-35,38	101,00
3877705	GARANHUNS	-8,87	-36,48	866,00
3877706	GARANHUNS	-8,88	-36,48	866,00
3877707	GARANHUNS	-8,88	-36,52	823,00
3875998	GARCIA	-8,97	-37,02	500,00
3869041	GLORIA DE GOITA	-8,00	-35,30	200,00
3850478	GRANITO	-7,72	-39,62	445,00
3868488	GRAVATA	-8,22	-35,57	447,00
3865566	HENRIQUE DIAS	-8,28	-37,18	510,00
3865567	HENRIQUE DIAS	-8,25	-37,17	510,00
3877166	IBIRAJUBA	-8,58	-36,18	640,00
3860146	ICAICARA	-8,08	-39,78	372,00
3873708	ICO	-8,87	-38,47	290,00
3950623	IGARASSU	-7,83	-34,90	22,00
3874834	INAJA	-8,90	-37,83	355,00
3759374	IPUBI	-7,65	-40,13	560,00
3851605	IPUEIRA	-7,82	-39,48	440,00
3854898	IRAJAI	-7,92	-37,52	585,00
3872658	ITACURUBA	-8,82	-38,72	315,00
3875914	ITAIBA	-8,95	-37,43	470,00
3845765	ITAPETIM	-7,37	-37,18	630,00
3859382	ITAQUITINGA	-7,67	-35,10	80,00
3855626	JABITACA	-7,83	-37,38	595,00
3864815	JACARE	-8,42	-37,93	470,00
3769163	JACARE1	-8,08	-40,20	480,00
3860533	JACARE2	-8,28	-39,85	390,00
3876708	JAPECANGA	-8,87	-36,97	475,00
3855432	JARDIM	-7,72	-37,35	689,00
3857905	JATAUBA	-7,97	-36,48	600,00
3769041	JATоба	-8,00	-40,30	402,00
3864776	JERITACO	-8,38	-37,63	445,00
3873569	JUAZEIRO	-8,78	-38,17	390,00
3874506	JUAZEIRO DOS CANDIDOS	-8,78	-37,98	420,00
3877411	JUCATI	-8,70	-36,45	821,00
3877475	JUREMA	-8,72	-36,13	640,00
3779256	JUTAI	-8,63	-40,23	361,00
3779017	LAGOA	-8,50	-40,42	400,00
3866388	LAGOA DO FELIX	-8,17	-36,57	770,00

Quadro 1D. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco

Posto	Estação	Latitude	Longitude	Altitude
3779946	LAGOA GRANDE	-8,98	-40,28	365,00
3877338	LAJEDO	-8,67	-36,32	663,00
3859708	LIMOEIRO	-7,87	-35,47	138,00
3861811	MACAMBIRA	-8,40	-39,45	380,00
3859111	MACAPARANA	-7,55	-35,45	350,00
3858399	MACHADOS	-7,68	-35,52	320,00
3863506	MALHADA DA AREIA	-8,28	-38,48	365,00
3789099	MALHADA REAL	-9,03	-40,02	345,00
3874976	MANARI	-8,98	-37,63	559,00
3867244	MANDACAIA	-8,10	-36,28	380,00
3878634	MARAIAL	-8,80	-35,83	360,00
3859375	MATARI	-7,67	-35,13	80,00
3769393	MATIAS	-8,18	-40,05	400,00
3862255	MIRANDIBA	-8,12	-38,73	425,00
3865819	MODERNA	-8,43	-37,42	525,00
3759321	MORAIS	-7,65	-40,40	570,00
3869285	MORENO	-8,12	-35,08	96,00
3874495	MOXOTO	-8,72	-37,53	431,00
3857726	MULUNGU	-7,88	-36,38	600,00
3866281	MUQUEM	-8,10	-36,60	830,00
3861672	MURICI	-8,32	-39,15	380,00
3859874	MUSSUREPE	-7,90	-35,13	70,00
3759613	NASCENTE	-7,83	-40,45	600,00
3859456	NAZARE DA MATA	-7,73	-35,23	75,00
3869181	N. SENHORA DA LUZ	-8,05	-35,10	130,00
3873362	OLHO D AGUA	-8,67	-38,20	390,00
3870282	OROCO	-8,62	-39,60	370,00
3759789	OURICURI	-7,88	-40,07	432,00
3878383	PALMARES	-8,68	-35,60	109,00
3877395	PANELAS	-8,67	-36,03	620,00
3877878	PAQUEVIRA	-8,92	-36,12	623,00
3866297	PASSAGEM DO TO	-8,10	-36,52	580,00
3876868	PARANATAMA	-8,92	-36,67	830,00
3886323	PAU BRANCO	-9,18	-36,90	300,00
3860189	PARNAMIRIM	-8,08	-39,57	379,00
3789423	PAU D ARCO	-9,23	-40,40	380,00
3778954	PAU FERRO	-8,95	-40,73	385,00
3876007	PEDRA	-8,50	-36,97	660,00
3866762	PESQUEIRA	-8,37	-36,70	650,00
3883142	PETROLANDIA	-9,07	-38,30	282,00
3866363	POCAO	-8,18	-36,70	1035,00
3789703	PETROLINA	-9,38	-40,49	376,00

Quadro 1E. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco

Posto	Estação	Latitude	Longitude	Altitude
3874328	POCO ALEXANDRE	-8,67	-37,87	610,00
3887019	POCO COMPRIDO	-9,03	-36,42	624,00
3874054	POCO DA CRUZ	-8,50	-37,73	450,00
3778073	POCO DA PEDRA	-8,53	-40,65	470,00
3860352	POCO DO FUMO	-8,17	-39,75	350,00
3869324	POMBOS	-8,15	-35,38	290,00
3875139	PONTA DA VARGEM	-8,58	-37,32	680,00
3869731	PRIMAVERA	-8,35	-35,35	156,00
3886248	QUATI	-9,12	-36,77	487,00
3877692	QUIPAPA	-8,82	-36,05	480,00
3877693	QUIPAPA	-8,83	-36,05	480,00
3854879	QUITIMBU	-7,93	-37,62	596,00
3863116	QUIXABA	-8,08	-38,43	370,00
3854428	QUIXABA	-7,72	-37,87	500,00
3778536	RAJADA	-8,78	-40,83	437,00
3960026	RECIFE	-8,03	-34,92	4,00
3865304	RIO DA BARRA	-8,15	-37,48	480,00
3879372	RIO FORMOSO	-8,67	-35,15	39,00
3860726	RODRIGUES	-8,38	-39,88	380,00
3852745	S. JOSE DO BELMONTE	-7,87	-38,78	460,00
3869308	RUSSINHA	-8,17	-35,47	390,00
3869093	S. LOURENCO DA MATA	-8,03	-35,05	70,00
3845945	S. JOSE DO EGITO	-7,47	-37,28	575,00
3875844	SACAO	-8,90	-37,28	510,00
3858869	SALGADINHO	-7,93	-35,67	270,00
3857918	SALGADO	-7,97	-36,42	500,00
3861178	SALGUEIRO	-8,07	-39,12	415,00
3876967	SALOA	-8,95	-36,67	850,00
3876262	SALOBRO	-8,62	-36,70	793,00
3866788	SANHARO	-8,37	-36,57	653,00
3779384	S. BENTO	-8,65	-40,08	350,00
3877028	S. BENTO DO UNA	-8,52	-36,37	645,00
3867429	SERRA DO VENTO	-8,23	-36,37	684,00
3869431	SERRA GRANDE	-8,20	-35,35	350,00
3853943	SERRA TALHADA	-7,98	-38,30	435,00
3840832	SERRA DAS TABOCAS	-7,42	-39,85	650,00
3851839	SERRITA	-7,93	-39,32	425,00
3862496	SERRINHA	-8,23	-38,53	375,00
3865149	SERTANIA	-8,08	-37,27	605,00
3866293	SEVERO	-8,13	-36,55	770,00
3879179	SIRINHAEM	-8,58	-35,12	49,00
3850493	SITIO DOS MOREIRAS	-7,73	-39,55	750,00

Quadro 1F. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco

Posto	Estação	Latitude	Longitude	Altitude
3769552	STA. CRUZ	-8,27	-40,25	489,00
3864132	SITIO DOS NUNES	-8,07	-37,85	561,00
3873621	SITIO NOVO	-8,80	-38,40	400,00
3768286	STA. FILOMENA	-8,13	-40,58	534,00
3857961	STA. CRUZ DO CAPIBARI	-7,95	-36,20	472,00
3870634	STA. MARIA DA BOA VIS	-8,80	-39,83	452,00
3863736	STA. PAULA	-8,38	-38,33	380,00
3851568	STA. ROSA	-7,77	-39,17	588,00
3858653	SURUBIM	-7,83	-35,72	318,80
3867642	TACAIMBO	-8,32	-36,30	570,00
3883271	TACARATU	-9,10	-38,15	550,00
3849878	TAMBE	-7,42	-35,12	190,00
3869079	TAPACURA	-8,03	-35,12	90,00
3857891	TAQUARITINGA DO NORTE	-7,90	-36,05	785,00
3876429	TARA	-8,73	-36,87	586,00
3863358	TAUAPIRANGA	-8,17	-38,22	465,00
3861425	TERRA NOVA	-8,22	-39,38	355,00
3859038	TIMBAUBA	-7,52	-35,32	190,00
3859039	TIMBAUBA	-7,53	-35,32	190,00
3850346	TIMORANTE	-7,68	-39,78	492,00
3867088	TORITAMA	-8,02	-36,07	376,00
3759551	TRINDADE	-7,75	-40,25	450,00
3853679	TRIUNFO	-7,85	-38,13	1021,90
3875531	TUPANATINGA	-8,75	-37,35	709,00
3860813	URIMAMA	-8,43	-39,95	350,00
3779901	URUAS	-8,95	-40,50	390,00
3769118	VARGINHA	-8,07	-40,42	450,00
3873225	VARZEA COMPRIDA	-8,62	-38,38	325,00
3863076	VARZINHA	-8,03	-38,13	480,00
3852805	VERDEJANTE	-7,92	-38,98	455,00
3858805	VERTENTES	-7,92	-35,98	401,00
3859338	VICENCIA	-7,67	-35,32	90,00
3883568	VILA DE VOLTA	-9,27	-38,17	280,00
3869242	VITORIA DE STO. ANTÃO	-8,12	-35,30	137,00
3878678	XEXEU	-8,82	-35,62	200,00
3865857	XILILI	-8,40	-37,22	630,00

APÊNDICE III

Quadro 2A. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3861115	ABOBORAS	26,80	26,20	25,70	25,30	24,60	23,80	23,50	24,20	25,80	27,20	27,40	27,00
3854571	AFOGADOS DA INGAZEIRA	25,50	24,90	24,50	24,30	23,50	22,50	22,20	22,60	23,90	25,00	25,50	25,70
3885278	AGUAS BELAS	26,00	25,90	25,80	25,30	24,10	22,90	22,00	22,30	23,50	25,00	25,80	25,90
3873063	AIRI	26,90	26,50	26,20	25,80	24,80	23,80	23,30	23,80	25,20	26,60	27,10	27,00
3866939	ALAGOINHA	23,10	23,00	22,70	22,30	21,10	19,90	19,10	19,30	20,60	22,10	22,90	23,20
3779973	ALEXANDRIA	26,90	26,80	26,60	25,80	24,70	23,70	22,90	23,60	25,40	27,40	27,50	26,80
3858925	ALGODAO DO MANSO	25,10	25,00	24,80	24,40	23,50	22,40	21,70	21,90	22,80	24,00	24,70	25,10
3870124	ALGODOEIRO	27,00	26,60	26,30	25,70	24,70	23,90	23,30	24,10	25,80	27,50	27,60	27,10
3865632	ALGODOES	25,40	25,00	24,70	24,40	23,40	22,30	21,80	22,10	23,40	24,70	25,30	25,50
3859163	ALIANCA	26,60	26,50	26,30	25,90	25,10	24,10	23,50	23,70	24,50	25,50	26,10	26,50
3867986	ALTINHO	24,60	24,60	24,40	24,00	22,90	21,70	20,90	21,00	22,00	23,40	24,20	24,60
3869713	AMARAGI	25,20	25,20	25,10	24,70	23,60	22,50	21,60	21,70	22,60	23,80	24,60	25,10
3872348	ANGICOS	25,40	25,20	24,90	24,60	23,40	22,20	21,50	21,70	23,00	24,40	25,10	25,30
3875592	AMARO	27,10	26,70	26,40	25,90	24,90	23,90	23,40	24,00	25,50	27,00	27,40	27,20
3867113	APOLINARIO	24,60	24,40	24,10	23,80	22,80	21,60	21,00	21,20	22,30	23,60	24,30	24,60
3869125	APOTI	25,50	25,50	25,40	25,00	24,00	22,90	22,20	22,30	23,10	24,20	25,00	25,40
3758187	ARARIPINA	25,00	24,30	23,70	23,50	23,00	22,40	22,20	23,00	24,90	26,20	25,90	25,50
3865889	ARCOVERDE	24,00	23,80	23,50	23,10	22,00	20,90	20,20	20,50	21,70	23,20	23,90	24,10
3778308	ARIZONA	25,90	25,80	25,60	24,70	23,80	23,00	22,20	23,00	25,00	27,10	26,90	25,90
3779662	BARRA BONITA	26,90	26,70	26,50	25,70	24,70	23,80	23,10	23,80	25,60	27,60	27,60	26,90
3759636	BARRA DE S. PEDRO	24,40	24,50	24,30	23,90	22,80	21,60	20,70	20,70	21,70	23,00	23,90	24,30
3886477	BARRA DO BREJO	26,60	26,00	25,50	25,00	24,40	23,80	23,50	24,40	26,10	27,60	27,50	26,90
3868868	BARRA DE GUABIRABA	24,70	24,70	24,60	24,20	22,80	21,60	20,50	20,60	21,80	23,40	24,30	24,50
3879663	BARREIROS	26,60	26,60	26,60	26,10	25,00	23,90	23,10	23,30	24,10	25,20	26,10	26,50
3868227	BARRIGUDA	25,00	24,90	24,70	24,30	23,30	22,20	21,40	21,60	22,50	23,70	24,50	24,90
3869078	BELA ROSA	26,30	26,30	26,10	25,70	24,80	23,80	23,10	23,20	24,00	25,10	25,80	26,20
3872508	BELEM DE S. FRANCISCO	27,60	27,30	27,00	26,40	25,30	24,40	23,80	24,50	26,00	27,60	28,00	27,60

Quadro 2B. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3867613	BELO JARDIM	23,90	23,80	23,50	23,20	22,10	20,90	20,10	20,30	21,40	22,80	23,60	23,90
3869005	BENGALAS	25,30	25,30	25,10	24,70	23,80	22,60	21,90	22,00	22,90	24,00	24,80	25,20
3863596	BETANIA	26,40	25,90	25,50	25,20	24,30	23,30	22,80	23,40	24,70	26,00	26,50	26,50
3769759	BEZERRO	27,10	26,70	26,40	25,70	24,90	24,10	23,60	24,50	26,20	27,90	28,00	27,30
3868453	BEZERROS	24,30	24,30	24,10	23,70	22,60	21,50	20,60	20,70	21,70	23,00	23,80	24,20
3862105	BOA VISTA	26,20	25,60	25,20	24,80	24,10	23,20	22,90	23,50	25,10	26,40	26,60	26,50
3850614	BODOCO	26,70	26,00	25,50	25,10	24,50	23,80	23,60	24,40	26,10	27,40	27,40	27,00
3886365	BOM CONSELHO	23,60	23,70	23,50	23,10	21,70	20,40	19,30	19,40	20,60	22,30	23,20	23,50
3858684	BOM JARDIM	25,20	25,20	25,00	24,60	23,60	22,50	21,80	22,00	22,90	24,00	24,70	25,10
3852976	BOM NOME	26,50	25,80	25,40	25,10	24,30	23,50	23,10	23,80	25,30	26,50	26,80	26,70
3788858	BOM SOSSEGO	26,80	27,20	27,20	26,00	24,70	23,70	22,40	23,10	25,10	27,50	27,60	26,40
3887101	BREJAO	23,80	23,80	23,70	23,20	21,90	20,60	19,60	19,60	20,80	22,40	23,40	23,70
3867324	BREJO DA MADRE DE DEU	23,70	23,50	23,30	22,90	21,80	20,60	19,90	20,10	21,20	22,60	23,40	23,70
3875062	BREJO DE S. JOSE	24,20	23,90	23,60	23,30	22,20	21,00	20,30	20,60	21,90	23,30	24,00	24,20
3874295	BREJO DO PIORE	25,80	25,40	25,10	24,80	23,70	22,60	22,00	22,30	23,70	25,10	25,70	25,80
3859529	BUENOS AIRES	26,20	26,10	25,90	25,50	24,60	23,60	23,00	23,20	24,00	25,00	25,70	26,10
3875268	BUIQUE	23,10	22,90	22,60	22,20	21,00	19,80	18,90	19,20	20,60	22,20	22,90	23,20
3869694	CABO	26,50	26,50	26,40	25,90	25,00	23,90	23,20	23,40	24,10	25,20	26,00	26,40
3871037	CABROBO	27,10	26,80	26,70	26,10	25,20	24,40	23,80	24,50	26,00	27,60	28,20	27,80
3871038	CABROBO	27,10	26,80	26,70	26,10	25,20	24,40	23,80	24,50	26,00	27,60	28,20	27,80
3871039	CABROBO	25,70	26,40	26,50	25,90	25,10	24,50	21,40	23,70	26,00	28,00	28,50	27,80
3864319	CACHOEIRA DO LEITE	25,90	25,40	25,00	24,80	23,90	22,90	22,40	22,90	24,30	25,60	26,00	26,10
3777273	CACHOEIRA DO ROBERTO	24,70	24,60	24,40	23,60	22,80	22,00	21,10	21,80	24,00	26,00	25,70	24,80
3867956	CACHOEIRINHA	22,50	22,50	22,30	21,80	20,60	19,30	18,40	18,50	19,60	21,30	22,20	22,50
3876576	CAETES	22,20	22,20	22,00	21,50	20,20	18,90	17,90	18,10	19,30	21,10	22,00	22,30
3852787	CAICARA	25,70	25,00	24,50	24,30	23,60	22,70	22,40	23,00	24,50	25,60	26,00	25,90

Quadro 2C. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3864751	CAICARA	25,70	25,30	24,90	24,60	23,60	22,60	22,10	22,50	23,90	25,20	25,70	25,80
3768688	CAMPO SANTO	26,20	25,80	25,40	24,80	24,00	23,30	22,70	23,50	25,40	27,20	27,00	26,30
3860678	CANTO DAS PEDRAS	25,80	25,30	24,90	24,50	23,60	22,80	22,30	23,00	24,70	26,20	26,30	26,00
3867289	CARAPOTOS	24,40	24,30	24,10	23,70	22,70	21,50	20,80	21,00	22,00	23,20	24,10	24,40
3854637	CARNAIBA	26,10	25,50	25,10	24,90	24,10	23,20	22,90	23,40	24,70	25,80	26,20	26,40
3862025	CARNAUBEIRA	25,20	24,60	24,10	23,80	23,10	22,20	21,80	22,40	24,00	25,30	25,50	25,50
3862829	CARNAUBEIRAS	27,30	26,80	26,40	26,00	25,00	24,10	23,70	24,40	25,90	27,30	27,70	27,40
3859751	CARPINA	25,80	25,80	25,60	25,20	24,30	23,20	22,50	22,70	23,50	24,50	25,30	25,70
3863619	CARQUEJA	26,80	26,30	25,90	25,50	24,60	23,70	23,30	23,90	25,30	26,60	27,10	27,00
3778477	CARRETAO	26,80	26,60	26,40	25,50	24,60	23,80	23,00	23,80	25,70	27,70	27,60	26,80
3864684	CARUALINA	25,80	25,40	25,00	24,70	23,80	22,80	22,20	22,70	24,00	25,30	25,80	26,00
3868509	CARUARU	23,70	23,90	23,90	23,60	22,70	21,40	20,50	20,70	21,60	23,00	23,80	24,10
3851435	CEDRO	25,30	24,60	24,00	23,80	23,20	22,40	22,20	22,90	24,50	25,70	25,80	25,70
3866731	CIMBRES	22,50	22,30	22,00	21,60	20,40	19,20	18,40	18,70	20,00	21,60	22,40	22,60
3850865	COLINAS	26,00	25,40	24,90	24,60	23,90	23,20	22,80	23,60	25,30	26,60	26,70	26,40
3862614	CONCEICAO DAS CREOULA	26,30	25,70	25,30	25,00	24,10	23,20	22,80	23,40	25,00	26,40	26,70	26,50
3859183	CONDADO	26,20	26,20	26,00	25,60	24,80	23,80	23,10	23,30	24,10	25,00	25,70	26,10
3887235	CORRENTES	24,60	24,70	24,80	23,80	22,60	21,30	20,50	20,40	21,60	23,20	24,70	25,10
3868992	CORTES	25,00	25,00	24,90	24,50	23,40	22,20	21,30	21,40	22,30	23,60	24,40	24,90
3885151	CRAIBAS	25,60	25,50	25,30	24,90	23,60	22,40	21,60	21,80	23,10	24,60	25,40	25,50
3779631	CRISTALIA	26,50	26,30	26,10	25,30	24,30	23,40	22,70	23,40	25,30	27,20	27,20	26,40
3859136	CRUANGI	25,70	25,70	25,50	25,10	24,20	23,20	22,50	22,70	23,50	24,50	25,20	25,60
3879246	CUCAU	26,50	26,50	26,40	26,00	24,90	23,80	23,10	23,20	24,00	25,20	26,00	26,50
3868062	CUMARU	24,80	24,80	24,60	24,20	23,20	22,10	21,30	21,40	22,40	23,60	24,40	24,80
3864271	CUSTODIA	25,30	24,90	24,50	24,20	23,30	22,30	21,80	22,30	23,60	24,80	25,40	25,50

Quadro 2D. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3768845	DORMENTES	26,00	25,70	25,40	24,70	23,90	23,20	22,50	23,30	25,30	27,10	26,90	26,10
3759772	ENGENHEIRO CAMACHO	26,70	26,00	25,50	25,10	24,40	23,80	23,60	24,40	26,10	27,50	27,50	27,00
3869755	ESCADA	26,30	26,30	26,20	25,70	24,70	23,70	22,90	23,10	23,90	25,00	25,80	26,20
3869757	ESCADA	26,30	26,30	26,10	25,70	24,70	23,70	22,90	23,10	23,90	25,00	25,80	26,20
3850917	ESTACA	26,40	25,80	25,30	24,90	24,20	23,50	23,20	24,00	25,70	27,10	27,10	26,70
3850058	EXU	26,10	25,30	24,70	24,50	24,00	23,30	23,20	24,00	25,60	26,80	26,80	26,50
3854957	FATIMA	24,80	24,30	23,90	23,60	22,80	21,70	21,30	21,80	23,10	24,30	24,80	25,00
3759083	FEITORIA	25,30	24,50	23,90	23,70	23,20	22,60	22,40	23,20	24,90	26,10	26,00	25,70
3854704	FLORES	26,10	25,50	25,10	24,90	24,10	23,20	22,80	23,40	24,70	25,90	26,30	26,40
3872284	FLORESTA	27,70	27,20	26,90	26,20	25,30	24,10	25,50	24,60	25,90	28,00	28,80	27,30
3879126	GAMELEIRA	26,40	26,40	26,30	25,80	24,80	23,70	22,90	23,10	23,90	25,10	25,90	26,30
3877705	GARANHUNS	21,60	21,80	21,60	21,20	20,00	18,70	17,70	17,80	18,80	20,50	21,40	21,60
3877706	GARANHUNS	21,60	21,80	21,60	21,20	20,00	18,70	17,70	17,80	18,80	20,50	21,40	21,60
3877707	GARANHUNS	21,90	21,20	22,00	20,30	20,40	19,10	18,50	18,80	18,50	20,90	21,70	22,20
3875998	GARCIA	25,10	25,00	24,80	24,40	23,20	21,90	21,10	21,30	22,50	24,00	24,80	25,00
3869041	GLORIA DE GOITA	25,70	25,70	25,60	25,10	24,20	23,10	22,40	22,50	23,40	24,40	25,20	25,60
3850478	GRANITO	26,60	25,90	25,40	25,10	24,40	23,80	23,60	24,40	26,00	27,20	27,30	27,00
3868488	GRAVATA	24,30	24,30	24,20	23,80	22,70	21,50	20,60	20,70	21,60	22,90	23,80	24,20
3865566	HENRIQUE DIAS	25,30	24,90	24,60	24,30	23,30	22,20	21,60	22,00	23,20	24,50	25,20	25,40
3865567	HENRIQUE DIAS	25,30	24,90	24,60	24,30	23,30	22,20	21,70	22,00	23,20	24,50	25,20	25,40
3877166	IBIRAJUBA	23,50	23,50	23,30	22,80	21,60	20,40	19,50	19,60	20,60	22,20	23,10	23,40
3860146	ICAICARA	27,20	26,70	26,20	25,70	25,00	24,30	24,00	24,80	26,40	27,90	28,00	27,50
3873708	ICO	27,50	27,20	27,00	26,40	25,30	24,30	23,70	24,30	25,70	27,30	27,80	27,50
3950623	IGARASSU	26,40	26,40	26,30	25,80	25,00	24,00	23,30	23,50	24,20	25,20	25,90	26,30
3874834	INAJA	26,70	26,40	26,20	25,80	24,60	23,50	22,80	23,30	24,60	26,10	26,70	26,70

Quadro 2F. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3759374	IPUBI	25,70	24,90	24,40	24,10	23,50	22,90	22,70	23,50	25,20	26,50	26,40	26,10
3851605	IPUEIRA	26,70	26,00	25,50	25,20	24,50	23,80	23,60	24,30	25,90	27,20	27,30	27,00
3854898	IRAJAI	25,00	24,50	24,10	23,80	22,90	21,90	21,50	21,90	23,20	24,40	25,00	25,10
3872658	ITACURUBA	27,40	27,10	26,80	26,30	25,20	24,20	23,60	24,20	25,70	27,30	27,70	27,40
3875914	ITAIBA	25,60	25,40	25,20	24,80	23,60	22,40	21,60	21,90	23,20	24,80	25,40	25,60
3845765	ITAPETIM	24,40	23,90	23,50	23,30	22,50	21,50	21,10	21,50	22,70	23,80	24,30	24,60
3859382	ITAQUITINGA	26,30	26,30	26,10	25,70	24,90	23,90	23,20	23,40	24,20	25,10	25,80	26,20
3855626	JABITACA	24,80	24,30	23,90	23,70	22,80	21,80	21,30	21,80	23,00	24,20	24,80	25,00
3864815	JACARE	26,30	25,80	25,30	24,90	24,10	23,40	23,10	23,90	25,60	27,20	27,10	26,60
3769163	JACARE1	27,10	26,60	26,20	25,60	24,80	24,10	23,70	24,50	26,10	27,70	27,80	27,30
3860533	JACARE2	26,00	25,60	25,20	24,90	23,90	22,90	22,40	22,80	24,20	25,60	26,10	26,10
3876708	JAPECANGA	25,30	25,10	24,90	24,50	23,30	22,20	21,30	21,50	22,80	24,20	25,00	25,20
3855432	JARDIM	24,10	23,60	23,20	23,00	22,10	21,00	20,60	21,00	22,20	23,50	24,10	24,30
3857905	JATAUBA	24,10	23,90	23,60	23,30	22,30	21,10	20,50	20,70	21,80	23,10	23,90	24,20
3769041	JATOBA	26,90	26,40	25,90	25,40	24,70	24,10	23,80	24,60	26,40	27,90	27,80	27,20
3864776	JERITACO	26,00	25,60	25,30	25,00	24,00	23,00	22,40	22,90	24,20	25,50	26,00	26,10
3873569	JUAZEIRO	26,70	26,30	26,00	25,60	24,50	23,50	22,80	23,30	24,70	26,20	26,80	26,70
3874506	JUAZEIRO DOS CANDIDOS	26,30	26,00	25,70	25,30	24,20	23,20	22,50	22,90	24,30	25,80	26,40	26,40
3877411	JUCATI	22,40	22,40	22,10	21,70	20,40	19,10	18,10	18,20	19,40	21,20	22,10	22,40
3877475	JUREMA	23,40	23,40	23,30	22,80	21,60	20,30	19,30	19,40	20,50	22,00	23,00	23,30
3779256	JUTAI	27,20	27,00	26,70	25,90	25,00	24,20	23,60	24,40	26,10	28,00	28,10	27,30
3779017	LAGOA	26,90	26,60	26,30	25,60	24,70	23,90	23,40	24,20	26,00	27,80	27,80	27,00
3866388	LAGOA DO FELIX	22,90	22,80	22,50	22,10	21,00	19,70	19,00	19,30	20,40	21,90	22,70	23,00
3779946	LAGOA GRANDE	27,10	27,10	26,90	26,00	24,90	24,00	23,20	23,90	25,70	27,80	27,90	27,00
3877338	LAJEDO	23,40	23,40	23,20	22,80	21,50	20,30	19,30	19,50	20,60	22,10	23,00	23,40

Quadro 2G. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3859708	LIMOEIRO	26,40	26,20	26,00	25,70	24,80	23,80	23,10	23,40	24,20	25,20	25,90	26,30
3861811	MACAMBIRA	27,10	26,70	26,30	25,80	24,90	24,10	23,60	24,40	26,00	27,50	27,70	27,30
3859111	MACAPARANA	24,90	24,90	24,70	24,30	23,40	22,30	21,60	21,70	22,50	23,60	24,40	24,80
3858399	MACHADOS	25,10	25,10	25,00	24,50	23,60	22,50	21,80	22,00	22,80	23,90	24,70	25,10
3863506	MALHADA DA AREIA	27,10	26,50	26,10	25,70	24,90	24,00	23,60	24,20	25,60	27,00	27,40	27,20
3789099	MALHADA REAL	27,30	27,30	27,10	26,20	25,10	24,10	23,30	24,00	25,80	27,80	28,00	27,20
3874976	MANARI	25,00	24,90	24,60	24,20	23,00	21,80	21,00	21,30	22,70	24,20	24,90	25,00
3867244	MANDACAIA	25,50	25,30	25,00	24,70	23,70	22,70	22,00	22,30	23,30	24,50	25,20	25,50
3878634	MARAIAL	25,10	25,10	25,00	24,60	23,40	22,20	21,30	21,30	22,30	23,60	24,50	24,90
3859375	MATARI	26,30	26,30	26,10	25,70	24,90	23,90	23,20	23,40	24,20	25,20	25,90	26,30
3769393	MATIAS	27,00	26,50	26,10	25,50	24,80	24,00	23,70	24,50	26,20	27,80	27,80	27,20
3862255	MIRANDIBA	26,70	26,10	25,60	25,30	24,50	23,60	23,30	24,00	25,40	26,70	27,00	26,90
3865819	MODERNA	25,30	24,90	24,60	24,30	23,30	22,20	21,60	21,90	23,30	24,60	25,20	25,40
3759321	MORAIS	25,50	24,80	24,30	24,00	23,40	22,80	22,60	23,40	25,20	26,50	26,40	25,90
3869285	MORENO	26,10	26,10	26,00	25,60	24,60	23,60	22,90	23,00	23,80	24,90	25,60	26,10
3874495	MOXOTO	26,00	25,70	25,40	25,10	24,00	22,90	22,20	22,60	23,90	25,30	26,00	26,00
3857726	MULUNGU	24,00	23,90	23,60	23,20	22,20	21,10	20,40	20,70	21,70	23,00	23,80	24,10
3866281	MUQUEM	22,50	22,40	22,10	21,60	20,50	19,30	18,50	18,80	20,00	21,50	22,40	22,60
3861672	MURICI	27,10	26,60	26,20	25,70	24,90	24,00	23,60	24,30	25,90	27,40	27,60	27,30
3859874	MUSSUREPE	26,40	26,30	26,20	25,80	24,90	23,90	23,20	23,40	24,20	25,20	25,90	26,40
3759613	NASCENTE	25,30	24,60	24,10	23,80	23,20	22,60	22,20	23,00	24,90	26,30	26,10	25,60
3859456	NAZARE DA MATA	26,10	26,10	26,60	26,10	24,50	23,50	22,90	23,00	23,90	25,00	26,00	25,70
3869181	N. SENHORA DA LUZ	25,90	25,90	25,80	25,40	24,50	23,40	22,70	22,80	23,60	24,60	25,40	25,80
3873362	OLHO D AGUA	26,70	26,30	26,00	25,60	24,60	23,50	22,90	23,50	24,90	26,30	26,80	26,80
3870282	OROCO	27,20	26,80	26,50	25,90	25,00	24,10	23,50	24,20	25,90	27,60	27,80	27,30
3759789	OURICURI	26,70	26,10	25,60	25,20	24,50	23,90	23,60	24,50	26,10	27,60	27,50	27,10

Quadro 2H. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3878383	PALMARES	26,60	26,50	26,40	26,00	24,90	23,80	23,10	23,30	24,10	25,30	26,10	26,50
3877395	PANELAS	23,40	23,50	23,30	22,90	21,70	20,40	19,40	19,50	20,50	22,10	23,00	23,40
3877878	PAQUEVIRA	23,40	23,50	23,40	22,90	21,60	20,30	19,30	19,30	20,40	22,00	23,00	23,30
3866297	PASSAGEM DO TO	24,30	24,10	23,80	23,40	22,40	21,30	20,60	20,90	22,00	23,30	24,00	24,30
3876868	PARANATAMA	22,40	22,40	22,20	21,70	20,40	19,10	18,00	18,20	19,40	21,20	22,10	22,40
3886323	PAU BRANCO	26,40	26,30	26,20	25,70	24,50	23,30	22,40	22,60	23,80	25,30	26,10	26,30
3860189	PARNAMIRIM	27,20	26,60	26,10	25,70	24,90	24,20	23,90	24,70	26,30	27,70	27,80	27,40
3789423	PAU D ARCO	26,90	27,10	27,00	26,00	24,80	23,80	22,70	23,40	25,30	27,50	27,60	26,70
3778954	PAU FERRO	26,90	26,90	26,80	25,80	24,70	23,80	23,00	23,70	25,60	27,80	27,80	26,70
3876007	PEDRA	24,00	23,80	23,50	23,10	22,00	20,80	20,10	20,30	21,60	23,00	23,80	24,00
3866762	PESQUEIRA	24,50	24,20	23,60	23,20	21,90	20,80	20,20	20,50	21,70	23,00	24,10	24,40
3883142	PETROLANDIA	27,90	28,00	27,90	26,70	25,00	23,70	22,90	23,30	25,30	27,00	28,00	27,90
3866363	POCAO	27,10	27,30	27,10	26,10	25,20	24,40	23,30	24,00	25,50	27,70	27,40	26,30
3789703	PETROLINA	24,60	24,10	22,60	23,10	22,30	21,40	20,50	21,30	21,00	24,00	24,60	24,80
3874328	POCO ALEXANDRE	24,90	24,50	24,20	23,90	22,80	21,70	21,00	21,30	22,80	24,30	24,90	24,90
3887019	POCO COMPRIDO	23,70	23,70	23,60	23,10	21,80	20,50	19,50	19,50	20,70	22,30	23,30	23,60
3874054	POCO DA CRUZ	26,00	25,60	25,30	25,00	24,00	22,90	22,40	22,80	24,10	25,50	26,10	26,10
3778073	POCO DA PEDRA	26,30	26,00	25,70	25,00	24,10	23,40	22,70	23,50	25,40	27,30	27,20	26,40
3860352	POCO DO FUMO	27,40	26,90	26,40	25,90	25,10	24,40	24,10	24,90	26,50	28,00	28,10	27,60
3869324	POMBOS	25,20	25,20	25,10	24,60	23,60	22,50	21,70	21,80	22,70	23,80	24,60	25,10
3875139	PONTA DA VARGEM	24,00	23,80	23,50	23,10	22,00	20,90	20,10	20,40	21,70	23,20	23,90	24,10
3869731	PRIMAVERA	26,00	26,00	25,90	25,50	24,40	23,40	22,60	22,80	23,60	24,70	25,50	26,00
3886248	QUATI	24,90	24,90	24,80	24,40	23,10	21,80	20,80	21,00	22,20	23,70	24,60	24,80
3877692	QUIPAPA	24,40	24,50	24,30	23,90	22,70	21,40	20,50	20,60	21,60	23,00	24,00	24,30
3877693	QUIPAPA	24,40	24,50	24,30	23,90	22,70	21,40	20,50	20,50	21,60	23,00	23,90	24,30
3854879	QUITIMBU	24,90	24,40	24,00	23,80	22,90	21,90	21,40	21,90	23,20	24,40	25,00	25,10

Quadro 2H. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3863116	QUIXABA	25,80	25,20	24,70	24,50	23,70	22,80	22,50	23,10	24,40	25,50	25,90	26,00
3854428	QUIXABA	27,00	26,40	26,00	25,70	24,80	24,00	23,70	24,30	25,70	27,00	27,30	27,20
3778536	RAJADA	26,50	26,40	26,20	25,30	24,30	23,50	22,70	23,40	25,40	27,50	27,40	26,40
3960026	RECIFE	26,60	26,60	26,50	25,90	25,20	24,50	24,00	23,90	24,60	25,50	25,90	26,30
3865304	RIO DA BARRA	25,70	25,30	24,90	24,60	23,70	22,70	22,20	22,60	23,90	25,10	25,70	25,90
3879372	RIO FORMOSO	26,50	26,50	26,40	26,00	24,90	23,80	23,00	23,20	24,00	25,10	26,00	26,40
3860726	RODRIGUES	27,20	26,70	26,30	25,70	24,90	24,10	23,70	24,40	26,10	27,80	27,90	27,30
3852745	S. JOSE DO BELMONTE	26,40	25,80	25,30	25,00	24,30	23,50	23,20	23,90	25,30	26,50	26,80	26,70
3869308	RUSSINHA	24,60	24,60	24,50	24,10	23,00	21,80	21,00	21,10	21,90	23,20	24,00	24,50
3869093	S. LOURENCO DA MATA	26,30	26,30	26,10	25,70	24,80	23,80	23,10	23,20	24,00	25,10	25,80	26,20
3845945	S. JOSE DO EGITO	24,90	24,40	24,00	23,70	23,00	22,00	21,60	22,00	23,20	24,30	24,80	25,10
3875844	SACAO	25,20	25,00	24,80	24,40	23,20	22,10	21,20	21,50	22,80	24,30	25,00	25,20
3858869	SALGADINHO	25,70	25,60	25,40	25,00	24,10	23,00	22,30	22,50	23,40	24,50	25,20	25,60
3857918	SALGADO	24,80	24,60	24,30	23,90	23,00	21,90	21,30	21,50	22,60	23,80	24,50	24,80
3861178	SALGUEIRO	26,80	26,20	25,80	25,40	24,60	23,80	23,50	24,20	25,80	27,10	27,30	27,10
3876967	SALOA	22,20	22,30	22,10	21,60	20,20	18,90	17,80	18,00	19,20	21,10	22,00	22,30
3876262	SALOBRO	22,80	22,70	22,40	22,00	20,80	19,50	18,60	18,80	20,00	21,70	22,60	22,80
3866788	SANHARO	23,70	23,60	23,30	23,00	21,80	20,70	19,90	20,10	21,20	22,70	23,50	23,80
3779384	S. BENTO	27,30	27,10	26,80	26,00	25,10	24,20	23,70	24,40	26,20	28,00	28,10	27,40
3877028	S. BENTO DO UNA	23,60	23,60	23,30	22,90	21,70	20,50	19,70	19,80	20,90	22,40	23,30	23,60
3867429	SERRA DO VENTO	23,40	23,30	23,00	22,60	21,50	20,30	19,50	19,70	20,80	22,30	23,10	23,40
3869431	SERRA GRANDE	24,70	24,80	24,70	24,20	23,20	22,00	21,20	21,20	22,10	23,30	24,10	24,60
3853943	SERRA TALHADA	26,50	25,90	25,40	25,10	24,30	23,50	23,10	23,70	25,10	26,30	26,70	26,70
3840832	SERRA DAS TABOCAS	24,90	24,10	23,50	23,40	22,80	22,20	22,00	22,80	24,50	25,60	25,60	25,40
3851839	SERRITA	26,80	26,10	25,60	25,30	24,60	23,80	23,60	24,30	25,90	27,20	27,40	27,10
3862496	SERRINHA	27,00	26,40	26,00	25,70	24,80	23,90	23,60	24,20	25,60	26,90	27,30	27,20
3865149	SERTANIA	24,60	24,30	23,90	23,60	22,70	21,60	21,00	21,40	22,70	24,00	24,60	24,80

Quadro 2I. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3866293	SEVERO	22,90	22,80	22,50	22,10	21,00	19,70	19,00	19,30	20,40	21,90	22,70	23,00
3879179	SIRINHAEM	26,40	26,40	26,30	25,90	24,80	23,80	23,00	23,10	23,90	25,10	25,90	26,30
3850493	SITIO DOS MOREIRAS	24,20	23,40	22,90	22,70	22,10	21,30	21,00	21,70	23,40	24,70	24,70	24,60
3769552	STA. CRUZ	25,30	24,80	24,40	24,10	23,20	22,30	21,80	22,30	23,60	24,90	25,40	25,50
3864132	SITIO DOS NUNES	26,70	26,30	26,10	25,60	24,50	23,50	22,80	23,30	24,80	26,40	26,80	26,70
3873621	SITIO NOVO	26,80	26,50	26,20	25,70	24,60	23,60	22,90	23,40	24,80	26,30	26,90	26,80
3768286	STA. FILOMENA	25,80	25,30	24,90	24,40	23,70	23,00	22,50	23,30	25,20	26,80	26,70	26,00
3857961	STA. CRUZ DO CAPIBARI	24,80	24,60	24,40	24,00	23,00	21,90	21,30	21,50	22,50	23,70	24,50	24,80
3870634	STA. MARIA DA BOA VIS	26,50	26,30	26,00	25,40	24,30	23,40	22,70	23,30	25,10	26,90	27,10	26,50
3863736	STA. PAULA	26,90	26,40	26,00	25,60	24,70	23,80	23,30	23,90	25,30	26,70	27,10	27,00
3851568	STA. ROSA	25,50	24,80	24,20	24,00	23,30	22,60	22,30	23,00	24,60	25,80	25,90	25,80
3858653	SURUBIM	24,00	25,90	25,70	23,20	23,40	21,60	21,80	21,00	22,70	23,00	24,50	24,70
3867642	TACAIMBO	24,10	24,00	23,80	23,40	22,30	21,10	20,40	20,50	21,60	23,00	23,80	24,10
3883271	TACARATU	25,30	25,20	24,90	24,50	23,30	22,10	21,20	21,50	23,10	24,70	25,30	25,30
3849878	TAMBE	25,60	25,60	25,50	25,00	24,20	23,20	22,40	22,50	23,30	24,30	25,00	25,40
3869079	TAPACURA	25,50	25,50	25,40	24,90	24,30	23,20	22,50	22,50	23,00	23,90	24,60	25,20
3857891	TAQUARITINGA DO NORTE	22,40	22,40	22,20	21,60	20,50	19,30	18,50	18,70	19,70	21,20	22,10	22,40
3876429	TARA	24,40	24,30	24,00	23,70	22,50	21,30	20,40	20,60	21,90	23,40	24,10	24,40
3863358	TAUAPIRANGA	26,20	25,60	25,20	24,90	24,10	23,10	22,70	23,30	24,70	26,00	26,40	26,40
3861425	TERRA NOVA	27,40	26,80	26,40	25,90	25,10	24,30	24,00	24,70	26,30	27,80	27,90	27,60
3859038	TIMBAUBA	25,80	25,80	25,60	25,20	24,40	23,30	22,70	22,80	23,70	24,70	25,30	25,70
3859039	TIMBAUBA	25,80	25,80	25,60	25,20	24,40	23,30	22,70	22,80	23,60	24,70	25,30	25,70
3850346	TIMORANTE	26,30	25,50	25,00	24,70	24,10	23,40	23,20	24,00	25,70	26,90	26,90	26,60
3867088	TORITAMA	25,30	25,20	24,90	24,60	23,60	22,50	21,90	22,10	23,10	24,20	25,00	25,30
3759551	TRINDADE	26,60	25,90	25,40	25,00	24,40	23,80	23,50	24,40	26,10	27,50	27,40	26,90
3853679	TRIUNFO	22,70	21,90	21,40	21,10	20,10	19,00	18,40	19,20	20,00	21,50	23,10	23,30

Quadro 2J. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e temperaturas mensais (°C)

POSTO	ESTACAO	Tm_Jan.	Tm_Feb	Tm_Mar	Tm_Apr	Tm_May	Tm_Jun	Tm_Jul	Tm_Aug	Tm_Sep	Tm_Oct	Tm_Nov	Tm_Dec
3875531	TUPANATINGA	23,80	23,60	23,30	23,00	21,80	20,60	19,70	20,00	21,40	23,00	23,70	23,90
3860813	URIMAMA	27,40	27,00	26,60	26,00	25,10	24,30	23,90	24,70	26,40	28,00	28,10	27,50
3779901	URUAS	26,90	26,90	26,70	25,80	24,70	23,80	23,00	23,70	25,60	27,70	27,70	26,80
3769118	VARGINHA	26,50	26,00	25,60	25,00	24,30	23,70	23,30	24,20	25,90	27,50	27,40	26,80
3873225	VARZEA COMPRIDA	27,30	26,90	26,50	26,10	25,10	24,10	23,60	24,20	25,60	27,10	27,50	27,40
3863076	VARZINHA	26,10	25,50	25,00	24,80	24,00	23,00	22,60	23,20	24,60	25,80	26,20	26,30
3852805	VERDEJANTE	26,50	25,80	25,40	25,10	24,30	23,50	23,30	24,00	25,50	26,70	27,00	26,80
3858805	VERTENTES	25,10	25,00	24,70	24,40	23,40	22,30	21,60	21,80	22,80	24,00	24,70	25,10
3859338	VICENCIA	26,50	26,40	26,20	25,80	25,00	24,00	23,40	23,60	24,50	25,40	26,10	26,50
3883568	VILA DE VOLTA	27,40	27,20	27,10	26,50	25,20	24,10	23,20	23,70	25,10	26,80	27,40	27,20
3869242	VITORIA DE STO. ANTAO	26,10	26,10	25,90	25,50	24,60	23,50	22,80	23,00	23,80	24,90	25,60	26,10
3878678	XEXEU	25,90	25,90	25,80	25,40	24,30	23,10	22,30	22,40	23,30	24,50	25,40	25,80
3865857	XILILI	24,40	24,10	23,80	23,50	22,40	21,30	20,60	20,90	22,20	23,60	24,30	24,50

Apêndice IV

Quadro 3A. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3861115	ABOBORAS	66,05	69,59	75,76	74,09	59,98	56,88	55,28	51,27	51,20	50,90	54,61	64,67
3854571	AFOGADOS DA INGAZEIRA	64,76	75,31	80,86	79,65	69,85	65,95	61,73	55,89	52,62	52,54	53,51	57,95
3885278	AGUAS BELAS	58,98	63,78	68,37	69,99	77,12	80,58	81,06	72,30	60,70	54,94	56,07	59,04
3873063	AIRI	62,87	68,14	73,28	67,53	60,20	59,19	57,81	52,50	51,94	51,47	53,81	59,39
3866939	ALAGOINHA	65,89	74,24	80,32	84,30	76,25	81,00	81,73	64,02	60,53	58,67	58,12	62,75
3779973	ALEXANDRIA	64,74	67,52	70,60	64,91	56,61	55,58	54,18	50,96	50,05	51,74	53,54	60,27
3858925	ALGODAO DO MANSO	60,47	63,36	73,61	76,82	76,81	82,61	84,42	71,84	62,71	57,94	55,13	59,78
3870124	ALGODOEIRO	60,20	66,80	70,36	66,50	60,99	56,43	57,52	50,66	50,50	48,16	53,04	59,31
3865632	ALGODOES	66,15	69,72	77,61	74,11	64,96	65,34	62,68	55,99	53,26	55,08	56,92	60,44
3859163	ALIANCA	61,02	65,79	75,33	80,41	81,54	85,33	87,07	78,64	70,41	59,13	58,16	57,91
3867986	ALTINHO	61,55	66,08	73,34	74,25	77,46	82,19	85,59	74,95	65,10	58,02	56,74	60,91
3869713	AMARAGI	75,16	77,93	83,12	86,29	88,25	90,07	91,26	90,20	84,51	70,59	67,64	70,13
3872348	ANGICOS	56,03	63,08	66,35	69,20	69,92	66,42	65,76	57,34	55,61	53,30	53,61	56,31
3875592	AMARO	65,58	70,56	75,53	71,47	59,60	58,64	57,93	52,73	52,29	51,54	56,21	62,78
3867113	APOLINARIO	58,28	65,32	78,57	76,04	69,40	67,95	71,06	58,22	54,24	53,47	53,70	55,64
3869125	APOTI	61,31	65,65	75,03	75,79	80,33	85,59	88,68	77,65	68,08	58,48	57,72	61,20
3758187	ARARIPINA	69,14	74,47	80,47	74,32	62,21	59,27	55,64	51,96	49,79	50,40	57,11	62,32
3865889	ARCOVERDE	64,08	70,93	77,13	77,12	79,38	79,78	80,81	69,88	59,72	56,87	57,01	60,29
3778308	ARIZONA	62,36	66,01	70,80	67,22	54,40	52,58	51,71	50,61	49,42	50,07	57,87	62,34
3779662	BARRA BONITA	64,05	64,80	72,19	70,49	59,54	54,05	53,01	50,79	49,88	50,63	55,52	62,57
3759636	BARRA DE S. PEDRO	63,54	66,73	72,89	80,31	81,23	85,74	87,78	78,51	69,66	57,47	55,29	59,56
3886477	BARRA DO BREJO	71,09	76,39	80,53	73,87	61,98	57,72	56,87	52,63	51,29	53,57	63,74	68,25
3868868	BARRA DE GUABIRABA	65,30	69,60	75,24	82,06	86,85	89,01	91,52	83,98	75,61	63,79	58,81	64,70
3879663	BARREIROS	68,75	75,53	81,28	84,66	86,53	88,39	89,57	87,57	81,79	69,23	65,45	66,77
3868227	BARRIGUDA	58,76	64,12	73,81	76,37	73,77	78,85	82,35	66,19	61,27	55,89	53,71	57,69
3869078	BELA ROSA	68,00	71,63	80,62	82,53	85,71	88,27	89,24	85,14	78,34	68,54	65,49	69,24
3872508	BELEM DE S. FRANCISCO	60,00	62,82	67,89	63,25	56,48	55,36	54,52	51,39	49,91	50,14	55,30	57,46

Quadro 3B. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3867613	BELO JARDIM	64,37	72,70	81,08	82,52	78,98	83,01	84,95	72,83	63,76	57,68	59,76	67,11
3869005	BENGALAS	59,32	61,68	72,16	75,53	74,78	81,82	84,63	70,76	63,50	57,55	55,90	58,37
3863596	BETANIA	63,95	68,37	76,09	71,06	63,97	61,64	60,25	53,75	52,84	51,92	54,63	59,39
3769759	BEZERRO	65,18	66,20	71,72	68,55	57,65	53,96	53,63	50,43	49,41	49,08	54,41	63,32
3868453	BEZERROS	60,91	71,39	76,42	80,37	75,66	77,58	83,75	70,15	62,84	58,62	56,75	61,58
3862105	BOA VISTA	66,92	73,04	78,15	76,35	60,62	56,42	56,44	51,29	51,26	52,32	54,63	64,34
3850614	BODOCO	65,89	70,80	76,61	72,67	63,68	56,87	56,30	51,34	49,36	50,46	55,47	61,25
3886365	BOM CONSELHO	58,87	64,58	66,72	72,00	80,17	84,00	88,64	82,06	67,45	59,30	60,70	58,21
3858684	BOM JARDIM	71,71	74,98	80,10	84,32	87,21	89,53	90,27	85,74	76,83	62,73	62,09	65,95
3852976	BOM NOME	69,66	74,29	79,16	77,20	65,21	61,03	59,14	52,34	52,38	52,09	54,11	61,88
3788858	BOM SOSSEGO	62,05	62,97	68,05	64,74	53,12	54,55	53,01	50,89	49,54	49,29	56,67	63,62
3887101	BREJAO	71,03	80,86	81,97	86,80	89,81	91,66	92,99	92,26	88,87	67,42	65,01	69,39
3867324	BREJO DA MADRE DE DEU	68,75	76,06	82,93	84,01	82,39	85,44	85,71	78,28	70,50	60,90	60,82	64,09
3875062	BREJO DE S. JOSE	67,71	72,18	78,45	79,30	71,90	77,77	77,45	65,79	62,48	56,00	57,86	66,82
3874295	BREJO DO PIORE	65,43	67,31	73,80	71,08	64,06	64,62	61,60	54,40	54,58	53,34	54,80	61,99
3859529	BUENOS AIRES	62,25	68,78	76,79	80,98	81,31	85,24	88,30	79,57	72,58	58,13	57,59	60,22
3875268	BUIQUE	72,47	78,14	83,65	85,02	88,60	90,25	92,23	87,57	71,79	63,89	63,88	65,75
3869694	CABO	72,40	77,23	82,27	85,00	86,63	88,56	89,59	87,77	82,54	67,51	64,74	67,77
3871037	CABROBO	61,17	66,41	69,27	64,93	56,34	55,43	54,26	50,97	49,65	49,73	54,39	58,49
3871038	CABROBO	63,47	65,61	70,83	71,50	57,55	56,90	55,58	51,28	49,62	49,19	54,14	57,99
3871039	CABROBO	57,00	61,00	67,00	67,00	67,00	66,00	65,00	59,00	53,00	48,00	49,00	54,00
3864319	CACHOEIRA DO LEITE	70,62	76,67	78,88	80,97	70,29	67,89	68,58	54,45	56,57	55,95	55,71	65,44
3777273	CACHOEIRA DO ROBERTO	65,68	71,19	76,92	72,82	54,69	55,64	52,16	51,63	53,12	54,43	60,16	67,13
3867956	CACHOEIRINHA	59,70	64,23	71,84	78,90	75,35	81,16	84,73	69,05	60,61	55,26	55,83	58,06
3876576	CAETES	66,28	77,36	81,60	83,40	84,40	89,78	92,47	80,86	75,86	59,93	62,13	66,93
3852787	CAICARA	71,86	80,00	83,18	80,53	74,18	72,33	79,93	60,09	54,90	53,30	58,30	66,14

Quadro 3C. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3864751	CAICARA	64,67	71,39	76,40	76,11	68,83	64,21	62,83	54,42	53,82	53,05	54,49	60,56
3768688	CAMPO SANTO	65,49	70,15	74,86	72,58	58,35	55,66	55,35	51,96	49,93	51,29	57,63	63,98
3860678	CANTO DAS PEDRAS	67,02	70,07	76,31	74,90	62,67	56,63	56,23	51,22	51,33	50,39	55,43	63,00
3867289	CARAPOTOS	57,94	67,98	75,99	78,18	70,37	72,19	76,42	62,85	57,27	55,55	53,05	58,71
3854637	CARNAIBA	66,60	75,83	81,52	80,54	72,81	71,08	65,78	58,17	52,80	50,78	54,42	58,22
3862025	CARNAUBEIRA	68,20	74,32	80,90	79,00	59,99	59,06	55,71	52,98	51,06	51,86	54,44	60,06
3862829	CARNAUBEIRAS	61,58	66,19	73,83	74,44	59,41	57,07	56,50	51,25	50,96	48,77	51,71	58,00
3859751	CARPINA	60,81	67,23	75,17	79,78	84,13	87,51	87,07	80,00	66,13	58,76	57,37	59,75
3863619	CARQUEJA	65,11	68,27	76,07	72,79	64,18	60,02	58,81	52,62	52,78	50,95	52,80	60,14
3778477	CARRETAO	62,05	64,72	68,15	66,89	56,81	54,03	51,63	49,90	49,11	49,71	54,50	63,18
3864684	CARUALINA	63,32	69,78	74,96	77,04	67,99	65,99	62,91	53,96	55,02	53,08	54,16	60,99
3868509	CARUARU	61,57	67,65	69,99	74,10	78,02	84,57	83,96	73,99	65,25	55,10	56,65	56,14
3851435	CEDRO	71,33	77,46	82,11	80,95	67,55	65,27	62,50	53,86	52,30	52,09	55,97	64,99
3866731	CIMBRES	67,62	79,57	84,50	84,76	86,36	90,49	91,56	78,87	70,31	57,58	60,78	62,72
3850865	COLINAS	67,48	73,25	77,45	74,92	61,78	54,95	53,70	52,43	50,34	51,92	56,23	63,01
3862614	CONCEICAO DAS CREOULA	63,77	68,21	74,89	70,15	61,56	58,87	59,13	53,39	51,22	51,35	55,46	61,96
3859183	CONDADO	69,41	73,62	80,33	83,09	85,20	87,53	89,14	83,53	75,12	63,43	62,98	60,80
3887235	CORRENTES	63,71	64,16	73,79	79,07	85,43	90,04	91,16	87,63	77,15	63,03	57,19	59,24
3868992	CORTES	72,45	76,29	82,38	86,10	88,40	90,32	91,55	90,05	84,64	68,70	65,42	68,54
3885151	CRAIBAS	60,39	64,42	69,13	69,93	68,30	72,24	80,50	64,44	58,48	55,04	54,90	62,09
3779631	CRISTALIA	62,38	64,36	71,14	69,24	58,05	55,52	54,87	50,96	50,67	50,93	53,45	61,74
3859136	CRUANGI	65,75	70,78	77,96	80,32	82,80	85,54	88,40	81,21	71,98	60,54	60,88	62,48
3879246	CUCAU	68,26	72,74	80,46	83,74	85,81	87,90	89,48	85,99	80,61	68,01	63,56	65,85
3868062	CUMARU	62,15	67,37	76,43	79,61	83,50	88,67	89,12	76,40	68,63	56,40	55,29	59,71
3864271	CUSTODIA	68,71	74,76	81,35	80,86	77,43	76,45	70,21	60,59	56,29	55,41	58,62	59,28
3768845	DORMENTES	67,99	67,27	73,33	70,71	59,82	52,90	51,97	50,74	50,48	50,02	58,42	64,01

Quadro 3D. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3759772	ENGENHEIRO CAMACHO	66,48	69,04	76,21	73,50	59,11	55,18	54,67	50,77	49,39	49,49	55,44	60,94
3869755	ESCADA	67,16	71,62	78,91	83,00	86,40	88,15	88,85	85,98	75,33	65,29	64,08	63,86
3869757	ESCADA	57,84	62,26	69,11	72,34	81,89	85,63	85,27	80,02	68,86	55,87	56,39	58,51
3850917	ESTACA	64,31	68,54	76,53	74,32	60,85	56,79	54,91	51,21	50,61	50,72	55,65	63,74
3850058	EXU	68,86	76,01	80,20	77,33	71,73	64,98	61,31	55,24	51,38	53,59	58,04	62,81
3854957	FATIMA	67,60	77,01	81,29	80,71	68,03	66,53	64,68	55,53	54,40	54,01	56,34	61,41
3759083	FEITORIA	73,33	78,98	81,93	80,97	69,98	59,04	57,74	52,27	50,72	53,23	59,72	66,62
3854704	FLORES	67,29	76,92	80,17	77,87	71,30	65,79	62,33	55,24	52,89	53,53	57,04	59,34
3872284	FLORESTA	60,00	61,00	68,00	69,00	70,00	69,00	69,00	60,00	54,00	50,00	52,00	56,00
3879126	GAMELEIRA	69,81	75,28	81,84	84,49	86,60	88,58	89,65	85,37	78,26	68,10	61,88	66,68
3877705	GARANHUNS	66,03	67,35	77,60	80,51	90,31	92,32	91,91	89,70	73,88	63,16	61,91	62,14
3877706	GARANHUNS	68,43	71,64	79,93	81,23	88,45	91,82	93,44	89,23	75,63	65,47	62,85	62,29
3877707	GARANHUNS	76,80	74,40	81,00	79,20	88,00	90,10	91,60	88,80	81,30	77,80	71,90	74,70
3875998	GARCIA	59,88	62,95	68,58	69,52	70,53	75,20	77,23	65,13	56,50	54,71	53,97	61,34
3869041	GLORIA DE GOITA	64,25	72,55	77,11	80,00	83,38	87,25	89,02	81,60	72,65	60,39	59,12	62,50
3850478	GRANITO	63,35	71,30	78,08	74,69	62,65	59,01	54,02	50,23	50,14	50,51	52,76	60,75
3868488	GRAVATA	60,47	64,23	72,58	73,95	77,94	80,72	79,28	68,66	63,13	57,90	57,68	57,70
3865566	HENRIQUE DIAS	63,52	69,02	75,19	74,17	61,61	60,24	58,98	53,68	54,06	54,35	54,59	57,68
3865567	HENRIQUE DIAS	62,45	64,21	73,55	69,19	62,80	58,31	57,80	53,48	53,90	53,36	56,21	59,48
3877166	IBIRAJUBA	62,88	64,07	76,17	81,46	82,46	86,62	88,97	76,64	69,43	60,88	56,67	60,16
3860146	ICAICARA	63,68	67,12	73,62	73,47	59,16	55,96	54,75	50,32	49,93	51,32	54,25	62,65
3873708	ICO	58,79	60,71	68,45	59,94	57,52	55,19	56,86	52,01	51,05	49,84	53,77	57,64
3950623	IGARASSU	71,49	77,87	83,41	85,78	87,12	88,56	89,47	87,48	79,81	63,83	62,38	64,23
3874834	INAJA	59,42	62,35	66,51	62,83	62,04	61,96	62,91	56,06	53,16	51,78	55,72	57,64
3759374	IPUBI	73,09	78,94	82,55	79,68	68,82	64,33	59,88	52,00	52,58	51,46	60,86	64,88
3851605	IPUEIRA	65,85	71,26	78,92	73,57	59,06	55,73	53,67	50,47	50,42	51,04	53,39	62,04

Quadro 3F. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3854898	IRAIAI	66,42	77,63	83,92	83,36	74,89	72,38	70,27	59,02	57,08	53,52	56,77	62,32
3872658	ITACURUBA	60,00	61,61	65,24	64,93	55,05	56,43	56,91	52,10	50,82	49,19	53,22	57,74
3875914	ITAIBA	64,02	68,87	72,94	76,49	76,31	81,05	81,92	67,03	61,14	55,07	57,08	64,13
3845765	ITAPETIM	68,20	79,92	82,87	83,88	73,34	71,90	69,37	59,04	55,13	54,82	55,60	58,00
3859382	ITAQUITINGA	64,83	65,38	75,23	80,23	82,84	86,44	88,15	78,25	69,00	59,61	58,47	58,04
3855626	JABITACA	65,67	77,81	81,36	83,26	73,63	66,90	67,56	58,15	56,07	54,93	56,25	61,84
3864815	JACARE	69,01	71,95	76,99	75,42	56,17	53,32	52,93	52,91	51,20	53,99	58,05	65,65
3769163	JACARE1	62,17	67,71	73,12	72,42	58,03	53,58	52,92	49,93	49,57	49,43	53,26	60,40
3860533	JACARE2	61,27	66,33	73,46	70,64	57,96	56,72	56,65	51,71	50,93	49,78	50,81	58,04
3876708	JAPECANGA	60,91	66,72	71,30	68,97	68,36	69,62	70,75	57,76	54,03	56,76	56,60	59,40
3855432	JARDIM	67,25	75,81	81,61	85,00	77,27	74,87	72,34	61,43	54,14	56,04	55,11	63,02
3857905	JATAUBA	60,92	69,04	76,60	77,99	74,82	74,89	76,77	63,28	56,01	54,98	56,11	59,98
3769041	JATOBA	65,59	69,80	75,63	71,38	63,49	59,44	54,74	49,49	48,92	48,95	53,60	60,93
3864776	JERITACO	62,63	67,74	77,14	76,22	70,43	68,99	66,33	57,02	53,49	52,67	55,71	59,20
3873569	JUAZEIRO	63,25	66,58	74,74	68,55	56,98	56,66	57,52	52,29	51,05	51,59	54,57	60,80
3874506	JUAZEIRO DOS CANDIDOS	63,75	63,90	73,05	70,29	64,17	64,92	67,78	56,01	54,05	52,23	55,41	60,63
3877411	JUCATI	69,10	74,55	79,68	84,52	81,26	87,52	91,78	79,59	69,58	62,91	61,28	64,24
3877475	JUREMA	61,79	67,97	76,11	82,83	82,89	89,17	92,00	83,52	74,28	61,01	55,92	62,09
3779256	JUTAI	62,37	65,48	70,15	68,50	58,21	56,75	53,90	51,03	48,90	49,20	55,23	61,67
3779017	LAGOA	63,57	65,35	72,13	67,21	55,91	53,72	51,68	50,18	48,59	49,17	54,66	62,39
3866388	LAGOA DO FELIX	60,54	72,21	82,01	78,18	75,08	80,28	81,77	64,91	56,88	53,64	57,33	58,89
3779946	LAGOA GRANDE	64,32	64,49	72,27	66,80	59,14	54,16	53,94	50,32	49,74	51,25	54,85	63,03
3877338	LAJEDO	70,78	71,63	82,76	83,39	81,51	88,59	90,19	77,77	71,16	64,38	59,11	63,44
3859708	LIMOEIRO	62,40	66,35	71,33	76,13	79,48	85,03	86,06	75,19	67,44	57,19	56,02	58,42
3861811	MACAMBIRA	61,56	66,32	74,61	71,13	60,99	54,20	53,62	50,68	49,23	50,33	52,28	59,08
3859111	MACAPARANA	68,78	70,35	78,32	83,27	83,26	87,17	89,72	82,52	74,97	61,30	60,48	62,00
3858399	MACHADOS	64,94	69,89	77,87	83,11	84,55	88,47	90,46	84,99	78,10	63,08	59,94	63,93

Quadro 3G. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3863506	MALHADA DA AREIA	63,84	66,23	75,26	70,55	62,90	59,63	57,78	52,59	50,67	51,33	55,82	58,63
3789099	MALHADA REAL	59,24	61,18	65,96	63,77	53,49	51,37	52,77	50,54	48,67	48,89	56,13	59,01
3874976	MANARI	62,05	68,96	71,98	76,02	72,88	80,54	84,92	66,22	58,76	55,39	55,18	62,11
3867244	MANDACAIA	59,47	67,24	74,90	77,31	72,21	74,81	75,86	62,66	57,01	53,17	53,06	56,97
3878634	MARAIAL	70,94	70,49	78,52	84,04	86,42	89,19	90,88	87,57	81,10	67,72	64,35	65,90
3859375	MATARI	64,05	71,13	77,36	82,05	85,40	87,49	85,22	79,28	68,70	58,30	60,21	59,21
3769393	MATIAS	62,13	65,99	71,26	69,77	58,98	56,30	52,50	49,78	49,20	48,41	54,49	61,54
3862255	MIRANDIBA	65,78	71,79	77,78	77,65	62,72	57,41	58,04	51,97	51,36	50,94	57,45	61,15
3865819	MODERNA	66,31	70,15	78,99	73,96	65,31	60,87	61,84	55,36	55,13	53,05	57,17	63,56
3759321	MORAIS	73,30	78,94	81,61	79,55	65,07	57,10	58,04	51,80	50,02	52,61	59,13	70,33
3869285	MORENO	61,64	64,47	70,97	75,49	77,21	83,32	85,95	76,74	67,15	58,19	54,48	56,47
3874495	MOXOTO	63,76	65,43	75,33	70,54	63,80	61,36	60,49	54,93	52,82	52,20	56,89	58,77
3857726	MULUNGU	57,08	67,13	77,54	76,00	69,80	70,57	73,81	64,64	56,16	53,54	53,24	56,09
3866281	MUQUEM	64,20	77,69	85,70	87,89	84,18	86,95	90,56	75,88	66,65	60,10	58,34	62,40
3861672	MURICI	60,49	63,73	72,05	72,15	59,48	55,97	53,51	50,44	50,46	49,15	50,83	56,77
3859874	MUSSUREPE	66,58	70,64	77,89	80,75	84,35	87,17	89,02	83,53	75,66	60,59	58,95	61,17
3759613	NASCENTE	68,38	75,05	79,74	76,74	59,95	55,69	55,17	52,37	50,91	53,66	57,82	66,35
3859456	NAZARE DA MATA	66,22	70,55	74,37	79,42	83,76	86,44	88,40	81,24	69,64	57,59	58,28	59,45
3869181	N. SENHORA DA LUZ	70,04	74,83	81,79	84,66	86,45	88,99	90,04	86,25	80,82	68,71	63,16	67,91
3873362	OLHO D AGUA	64,61	69,50	72,93	66,30	57,03	55,54	56,16	52,31	52,08	52,41	53,30	61,01
3870282	OROCO	63,19	62,74	70,43	66,72	56,27	52,62	53,07	50,84	49,12	48,68	51,32	55,93
3759789	OURICURI	64,66	70,45	74,89	71,03	60,68	54,88	53,85	50,94	49,59	51,42	55,22	60,04
3878383	PALMARES	62,90	69,03	75,57	81,13	85,22	87,60	88,41	83,95	74,77	62,14	59,47	62,07
3877395	PANELAS	62,86	65,57	74,05	78,68	81,01	86,24	87,25	77,80	69,49	58,95	59,64	60,13
3877878	PAQUEVIRA	64,27	64,07	75,79	82,07	87,43	91,03	93,28	89,37	80,17	61,71	60,32	61,71
3866297	PASSAGEM DO TO	63,18	69,13	81,35	83,69	78,13	75,94	80,30	63,49	57,61	56,29	55,40	59,95
3876868	PARANATAMA	67,38	77,33	79,51	84,28	87,08	91,24	93,87	87,66	78,50	67,90	62,51	67,14

Quadro 3H. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3886323	PAU BRANCO	58,44	67,41	68,83	72,40	72,52	79,01	80,76	68,07	58,30	56,19	53,55	59,37
3860189	PARNAMIRIM	63,63	69,32	73,43	68,52	58,77	54,32	53,59	50,60	49,52	50,60	53,97	58,90
3789423	PAU D ARCO	61,46	64,28	69,38	69,18	54,54	53,70	53,52	51,40	50,46	50,47	54,51	62,61
3778954	PAU FERRO	57,91	59,51	65,87	61,85	52,44	50,79	50,64	50,11	48,53	48,62	53,51	56,47
3876007	PEDRA	67,47	75,38	80,51	80,78	79,72	81,34	82,54	70,66	62,76	58,86	60,04	65,47
3866762	PESQUEIRA	61,60	72,26	77,23	80,64	81,98	83,06	82,63	71,37	62,73	58,96	58,77	60,87
3883142	PETROLANDIA	58,10	59,51	63,94	60,85	61,14	63,58	63,41	55,93	53,37	50,13	53,47	56,08
3866363	POCAO	69,81	74,19	76,67	69,74	55,19	54,47	54,32	52,77	52,43	53,83	65,55	70,19
3789703	PETROLINA	62,00	66,00	71,00	74,00	74,00	76,00	77,00	74,00	68,00	65,00	64,00	64,00
3874328	POCO ALEXANDRE	66,50	70,76	78,18	76,34	66,93	67,27	69,93	59,16	55,61	53,68	56,52	64,99
3887019	POCO COMPRIDO	60,46	65,01	73,63	80,42	86,63	89,92	91,92	88,55	82,42	62,29	55,34	61,15
3874054	POCO DA CRUZ	66,08	71,46	78,40	73,14	63,07	66,73	63,07	55,63	54,33	52,01	52,59	61,21
3778073	POCO DA PEDRA	64,23	68,34	75,20	71,78	58,22	55,00	53,65	51,10	50,74	50,72	56,16	64,22
3860352	POCO DO FUMO	62,24	67,47	73,64	72,10	58,12	54,11	52,70	50,06	49,25	49,43	52,15	61,44
3869324	POMBOS	62,86	67,77	77,04	80,33	81,32	86,70	89,58	76,49	67,50	60,10	58,58	64,13
3875139	PONTA DA VARGEM	63,98	68,97	75,55	75,84	70,97	71,88	70,02	61,01	58,98	57,26	58,06	64,81
3869731	PRIMAVERA	71,64	76,67	82,59	84,25	86,88	88,91	90,01	88,31	83,25	68,32	62,96	66,08
3886248	QUATI	60,82	69,13	70,89	76,79	78,18	82,19	85,03	71,73	63,99	60,92	54,60	60,25
3877692	QUIPAPA	62,83	68,30	79,93	82,96	85,63	88,91	91,02	81,74	74,52	61,47	58,66	61,12
3877693	QUIPAPA	57,08	62,68	66,26	76,20	84,43	86,86	86,22	80,38	66,38	57,44	56,02	54,24
3854879	QUITIMBU	69,51	78,80	83,32	83,07	74,89	70,87	69,48	57,03	57,87	53,08	54,94	61,13
3863116	QUIXABA	65,28	75,27	79,38	80,40	73,37	68,80	66,50	56,79	55,15	52,79	52,38	61,48
3854428	QUIXABA	68,56	73,02	79,29	76,49	66,66	62,58	63,06	52,17	53,05	52,48	54,25	63,12
3778536	RAJADA	61,70	64,60	69,84	70,29	53,68	51,39	51,31	50,50	48,85	49,79	56,70	64,29
3960026	RECIFE	73,00	77,00	80,00	84,00	85,00	85,00	85,00	85,00	78,00	76,00	74,00	75,00
3865304	RIO DA BARRA	64,88	72,75	77,65	78,92	68,04	69,05	67,33	56,66	55,03	54,87	56,56	60,20
3879372	RIO FORMOSO	70,12	75,51	82,08	84,95	87,26	88,73	89,54	88,07	80,70	68,76	63,73	65,47

Quadro 3I. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3860726	RODRIGUES	61,88	65,90	70,87	62,56	58,28	55,08	53,28	50,85	49,12	48,55	56,71	59,36
3852745	S. JOSE DO BELMONTE	67,75	74,33	78,39	75,86	62,22	59,55	56,55	51,58	50,86	51,38	56,47	59,79
3869308	RUSSINHA	65,20	67,04	78,53	81,44	81,52	87,16	90,00	75,98	67,84	59,33	57,35	64,43
3869093	S. LOURENCO DA MATA	63,53	66,75	76,77	78,53	83,82	87,43	89,14	83,89	74,00	60,17	56,66	59,22
3845945	S. JOSE DO EGITO	64,87	76,03	80,68	80,62	70,83	67,17	63,04	55,36	53,29	52,14	52,87	56,79
3875844	SACAO	62,90	68,67	77,59	75,40	71,96	79,93	78,76	65,51	57,93	54,04	56,33	60,40
3858869	SALGADINHO	60,08	66,85	76,57	77,37	77,35	84,68	86,79	74,33	66,03	61,12	56,60	57,88
3857918	SALGADO	58,67	63,30	74,75	75,93	65,94	65,69	68,32	56,22	53,75	52,56	52,99	55,14
3861178	SALGUEIRO	65,63	71,07	76,40	69,29	58,97	55,37	54,65	51,62	50,73	51,45	55,49	60,49
3876967	SALOA	66,45	73,60	77,70	83,95	85,50	89,41	92,75	81,09	73,90	64,01	60,14	65,61
3876262	SALOBRO	65,46	75,35	80,73	83,08	77,12	79,09	77,82	65,93	63,91	59,88	58,08	65,58
3866788	SANHARO	63,99	70,48	84,09	82,07	78,77	82,18	83,31	71,49	62,59	56,72	56,27	64,72
3779384	S. BENTO	53,01	61,23	71,37	60,04	51,14	50,86	51,60	49,74	47,98	48,92	60,12	52,88
3877028	S. BENTO DO UNA	64,85	70,15	77,52	77,67	79,68	82,36	81,94	71,73	64,01	60,41	60,56	60,72
3867429	SERRA DO VENTO	66,35	74,09	84,21	84,06	82,65	84,01	86,90	72,72	66,51	59,16	61,50	63,65
3869431	SERRA GRANDE	66,89	71,62	81,42	82,36	87,10	90,20	91,63	88,35	80,74	65,25	62,86	67,31
3853943	SERRA TALHADA	65,37	72,39	77,81	74,59	65,87	62,76	58,07	54,48	51,84	52,40	56,19	60,73
3840832	SERRA DAS TABOCAS	71,97	78,13	84,14	82,77	82,03	76,35	79,16	58,16	54,13	54,13	56,80	60,43
3851839	SERRITA	64,04	69,14	75,76	72,22	61,85	55,51	54,44	50,95	49,64	50,34	55,79	60,58
3862496	SERRINHA	65,54	68,66	76,43	75,96	66,17	58,87	60,84	52,60	53,63	49,82	53,89	63,98
3865149	SERTANIA	64,74	72,76	80,65	78,71	71,85	70,00	65,29	57,68	56,06	56,04	56,08	59,45
3866293	SEVERO	68,75	71,99	83,06	83,78	77,36	77,97	79,52	63,70	59,56	57,19	57,01	61,25
3879179	SIRINHAEM	73,33	79,20	80,87	85,16	87,00	88,75	89,71	88,52	84,29	68,42	64,16	66,65
3850493	SITIO DOS MOREIRAS	70,27	77,69	82,58	79,96	71,01	64,94	62,67	54,34	52,66	56,41	61,07	66,30
3769552	STA. CRUZ	63,45	71,60	75,89	77,52	67,20	65,16	62,94	55,08	53,42	52,02	52,72	59,48
3864132	SITIO DOS NUNES	63,35	61,83	72,60	62,00	57,07	54,73	55,02	53,11	51,52	50,29	57,88	62,09
3873621	SITIO NOVO	62,45	63,35	71,35	63,89	60,11	58,03	61,69	53,10	52,80	52,59	53,89	59,94

Quadro 3I. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3768286	STA. FILOMENA	65,49	69,65	76,21	70,73	58,75	55,95	55,15	51,49	49,77	50,42	59,54	66,06
3857961	STA. CRUZ DO CAPIBARI	59,59	66,59	73,23	74,64	75,82	76,97	76,17	62,66	57,51	53,86	52,20	57,04
3870634	STA. MARIA DA BOA VIS	63,32	67,60	70,32	65,06	56,60	54,40	52,73	51,44	49,82	51,33	55,40	59,80
3863736	STA. PAULA	66,67	67,90	75,42	71,41	63,19	61,19	60,62	52,66	53,68	50,42	52,64	62,00
3851568	STA. ROSA	70,08	78,24	83,00	79,81	59,72	55,97	53,08	51,31	50,16	50,40	52,25	66,84
3858653	SURUBIM	71,00	71,00	74,00	77,00	80,00	85,00	82,00	88,00	73,00	73,00	70,00	71,00
3867642	TACAIMBO	65,29	71,66	79,23	80,26	74,89	81,61	85,08	69,21	62,68	57,32	59,59	61,81
3883271	TACARATU	62,37	68,62	73,20	71,79	77,73	81,07	84,23	71,60	61,67	55,99	59,18	62,50
3849878	TAMBE	67,58	72,81	79,56	83,64	86,09	88,67	89,37	84,29	72,75	61,05	59,91	61,41
3869079	TAPACURA	65,29	69,75	77,97	83,70	86,36	88,45	87,59	84,22	72,93	65,10	63,97	64,93
3857891	TAQUARITINGA DO NORTE	70,81	78,72	84,24	87,77	88,67	92,82	94,12	89,46	79,07	62,69	60,05	64,60
3876429	TARA	62,62	64,99	75,08	74,82	73,08	73,85	71,43	60,33	57,53	57,34	58,43	61,36
3863358	TAUAPIRANGA	66,95	73,97	78,19	77,57	65,69	61,37	62,26	52,60	52,08	52,07	53,32	62,67
3861425	TERRA NOVA	63,77	71,89	75,07	72,82	60,80	55,90	55,95	51,26	49,65	51,32	54,76	61,56
3859038	TIMBAUBA	65,46	71,36	77,43	80,51	83,44	86,43	86,08	77,93	68,46	58,95	59,23	61,80
3859039	TIMBAUBA	57,83	68,49	72,80	77,57	80,69	82,19	82,08	72,51	61,88	55,64	55,43	56,98
3850346	TIMORANTE	67,75	73,30	79,20	76,60	66,50	59,97	57,09	52,42	52,02	51,10	56,44	64,30
3867088	TORITAMA	58,55	66,72	76,71	75,92	72,78	77,49	80,12	62,94	59,51	54,23	52,26	59,55
3759551	TRINDADE	68,91	73,29	77,90	73,79	55,55	53,32	52,51	50,53	49,36	50,12	55,91	63,36
3853679	TRIUNFO	67,40	72,90	79,20	83,00	82,90	84,10	81,30	72,40	65,90	60,00	60,00	62,70
3875531	TUPANATINGA	70,61	76,20	81,11	83,79	83,50	87,00	89,44	76,97	69,08	61,79	59,50	66,00
3860813	URIMAMA	61,85	66,85	71,19	71,77	57,59	54,43	53,72	50,60	49,15	49,33	54,57	60,36
3779901	URUAS	60,17	64,30	69,52	69,26	55,82	54,68	52,18	50,61	49,17	51,21	57,85	61,60
3769118	VARGINHA	65,02	70,67	76,50	73,26	55,66	52,51	52,08	50,25	49,57	50,46	56,76	63,01
3873225	VARZEA COMPRIDA	64,21	63,69	74,59	68,63	61,19	55,38	57,13	51,29	50,37	49,53	50,08	60,50
3863076	VARZINHA	68,04	74,98	79,41	78,15	67,53	64,80	61,90	53,41	52,52	53,18	53,48	62,64
3852805	VERDEJANTE	62,90	68,65	76,33	74,12	59,33	54,56	52,81	50,61	50,76	50,18	51,50	59,27

Quadro 3J. Relação das estações meteorológicas do Estado de Pernambuco e umidades relativas do ar (%)

POSTO	ESTACAO	UR_Jan.	UR_Feb	UR_Mar	UR_Apr	UR_May	UR_Jun	UR_Jul	UR_Aug	UR_Sep	UR_Oct	UR_Nov	UR_Dec
3858805	VERTENTES	60,41	65,48	72,42	77,75	80,61	85,32	84,63	74,72	63,53	57,70	56,79	58,02
3859338	VICENCIA	62,94	67,74	77,18	80,51	81,51	86,07	87,77	80,15	72,42	58,37	57,82	61,62
3883568	VILA DE VOLTA	57,89	60,17	62,77	62,46	62,53	64,08	65,40	56,74	54,73	52,19	50,95	55,57
3869242	VITORIA DE STO. ANTAO	62,78	67,74	75,79	77,66	81,87	86,14	85,60	77,78	68,84	60,49	58,96	61,08
3878678	XEXEU	63,85	71,52	77,08	80,37	85,33	88,18	89,92	86,06	78,64	67,56	62,96	64,34
3865857	XILILI	69,80	73,42	79,74	77,59	65,86	69,31	68,21	56,72	54,91	58,26	58,29	65,15