



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



**ESTUDO BIOCLIMÁTICO DO ESTADO DE SERGIPE
PARA A AVICULTURA**

GLEICIANNY DE BRITO SANTOS

2012



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



GLEICIANNY DE BRITO SANTOS

**ESTUDO BIOCLIMÁTICO DO ESTADO DE SERGIPE
PARA A AVICULTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador:

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa

Co-orientadora:

Prof.^a. Dr.^a. Juciléia Aparecida da Silva Morais

**SÃO CRISTÓVÃO-SE
2012**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237e Santos, Gleicianny de Brito
Estudo bioclimático do Estado de Sergipe para a avicultura / Gleicianny de Brito Santos ; orientador Inajá Francisco de Souza. – São Cristóvão, 2012.
71 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, 2012.

1. Avicultura 2. Conforto térmico. 3. Edificações e estruturas para aves. I. Souza, Inajá Francisco de, orient.
II. Título

CDU 636.5.083.18

GLEICIANNY DE BRITO SANTOS

**ESTUDO BIOCLIMÁTICO DO ESTADO DE SERGIPE
PARA A AVICULTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 30 de Julho de 2012.

Prof. Dr. Hunaldo Oliveira Silva (IFS)

Prof. Dr. Claudson Oliveira Brito (UFS)

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa (Orientador – UFS)

**SÃO CRISTÓVÃO-SE
2012**

Dedico aos meus pais, a minha irmã e aos meus amigos, os quais foram fundamentais para a realização deste trabalho. Meu caminho talvez fosse diferente se não houvesse a presença de vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela proteção e iluminação dos meus caminhos.

Aos meus pais, José Ariocy e Autair, por me apoiarem e pelos esforços que desde jovens tiveram para educar a mim e aos meus irmãos.

A minha irmã Gleyce Kelly e ao meu cunhado Henrique Augusto por ser o meu exemplo de dedicação aos estudos.

As minhas amigas zootecnistas Arlene, Claudineide, Ivanise, Jailma, Rosylaine e Vanicleide, pela ajuda, incentivo, companheirismo e amizade que me proporcionaram durante a execução deste trabalho.

Ao professor Dr. Inajá Francisco de Sousa pela orientação, amizade e confiança que me foi concedida durante o mestrado.

À professora Dr^a. Juciléia Aparecida da Silva Moraes, pela co-orientação e pelo apoio operacional durante a execução deste trabalho.

Ao professor Dr. Claudson Oliveira Brito por ter sido um dos poucos que acreditavam na importância deste trabalho para a sociedade científica.

Ao professor Dr. Enilson Palmeira Cavalcanti, da Universidade Federal de Campina Grande, pelo auxílio na elaboração do banco de dados meteorológicos.

Ao professor Dr. Lincoln Eloi de Araújo, da Universidade Federal da Paraíba, pelo auxílio na elaboração dos mapas.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Hunaldo Oliveira Silva e Prof. Claudson Oliveira Brito pelas sugestões para este trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia.

A todos meus colegas do curso de Pós Graduação pela troca de conhecimentos e pelos momentos de descontração e alegria.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante a realização do curso de mestrado.

E a todos que, de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito Obrigada.

SUMÁRIO

Introdução	7
Revisão de Literatura	8
Os Efeitos dos Elementos Climáticos na Produção Animal	8
Os Desafios Bioclimáticos enfrentados pela Avicultura	13
Índices de Conforto Térmico Ambiental	20
Referências Bibliográficas.....	25
CAPÍTULO 1 – Estudo Bioclimático do Estado de Sergipe para a Avicultura..	31
Resumo.....	34
Abstract.....	34
Introdução	34
Material e Métodos	35
Resultados e Discussão	40
Conclusões	68
Referências Bibliográficas.....	69

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de clima diversificado em consequência de fatores variados, como a posição geográfica, a extensão territorial, o relevo e a dinâmica das massas de ar, sendo este último fator, o principal responsável pelas diferenciações climáticas regionais, provocando mudanças na temperatura e na pluviosidade.

O clima tropical predomina no território brasileiro, com médias de temperatura oscilando entre 20°C e 25°C, um ambiente com altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar durante a maior parte do ano. Entretanto, a região Nordeste do Brasil possui enorme variabilidade espacial e temporal o que faz com que a região apresente uma particularidade climática, o clima tropical semiárido, um clima característico de temperaturas elevadas, chuvas escassas e irregulares.

Devido às variações de temperatura e pluviosidade da região Nordeste do país, o estado de Sergipe apresenta três zonas climáticas distintas: litoral, agreste e semiárido, no estado a temperatura média anual varia entre 23°C a 26°C e a umidade relativa média anual varia de 65 a 80%, em consequência de o regime pluviométrico ser decrescente do litoral para o sertão semiárido.

A partir do conhecimento das características climáticas é possível traçar o perfil bioclimático de uma determinada região como forma de identificar as áreas mais adequadas para a implantação e planejamento de atividades agropecuárias. Dentre as atividades do agronegócio brasileiro, a avicultura é um dos setores mais sensíveis às variações climáticas, fato comprovado pela pouca habilidade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente.

No Nordeste brasileiro a avicultura se encontra em expansão, portanto tornam-se necessários estudos bioclimáticos nesta região de modo a permitir a distribuição adequada da atividade em regiões de clima especificado. Entretanto, até o momento, não existe nenhuma informação sobre as microrregiões do estado de Sergipe que possuem condições climáticas adequadas para a implantação da atividade avícola.

Com base no exposto, objetivou-se com esse trabalho realizar o perfil bioclimático do estado de Sergipe, em função das variáveis climáticas, temperatura e umidade relativa do ar, e do índice de temperatura e umidade (ITU), a fim de diagnosticar as microrregiões do estado que possuem as melhores condições de conforto térmico para a avicultura.

REVISÃO DE LITERATURA

Os Efeitos dos Elementos Climáticos na Produção Animal

O clima corresponde ao conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera. Os elementos climáticos como a temperatura e a umidade relativa do ar, são grandezas meteorológicas utilizadas para definir o tipo climático de uma região. Possíveis modificações nas características climáticas de uma localidade são consequência da interação dos fatores climáticos como, latitude, longitude, altitude entre outros.

O entendimento e a caracterização do clima de uma região dependem do estudo do comportamento das variações de temperatura e umidade relativa do ar, do tipo de precipitação e da sucessão das estações úmidas e secas, de uma série climatológica de no mínimo 30 anos. A temperatura e a umidade relativa do ar associadas são consideradas como o elemento meteorológico indispensável para estudos de zoneamento climático, assim qualquer alteração que ocorra nos seus valores acarretará em mudanças nas características climáticas regionais.

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar são normalmente obtidos a partir de estações meteorológicas, no entanto, essas estações nem sempre são em números suficientes e com distribuição geográfica satisfatória (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008). Vários trabalhos têm buscado métodos de estimativa de parâmetros meteorológicos, principalmente de temperatura e umidade relativa do ar, em locais ou regiões carentes de estações meteorológicas.

A partir das coordenadas geográficas locais (altitude, latitude e longitude) diversos autores estabeleceram estimativas de temperatura em diferentes regiões do Brasil, para o estado do Rio Grande do Sul (FERREIRA *et al.*, 1971; BURIOL *et al.*, 1973; BURIOL e ESTEFANEL, 1976; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2006; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008), para o estado do Espírito Santo (FEITOZA *et al.*, 1980), para o estado de São Paulo (PEDRO JÚNIOR *et al.*, 1977; BARDIN *et al.*, 2010), para o estado de Minas Gerais (SILVA *et al.*, 2008), para o estado de Goiás (ANTONINI *et al.*, 2009), entretanto poucos estudos foram observados na região Nordeste do país, como o de Medeiros *et al.* (2005a) e o de Andrade Júnior *et al.* (2005) ambos realizado no estado do Piauí.

Visando suprir a insuficiência de informação da umidade relativa do ar para a região Nordeste do Brasil, estudos foram realizados com o objetivo de modelar e analisar o

comportamento da umidade relativa do ar e suas influências em escala macroclimática. Como os trabalhos de Teixeira *et al.* (2001), os quais realizaram a estimativa e mapeamento das normais anuais de umidade relativa do ar para o estado da Paraíba, Silva *et al.* (2004) com a estimativa e espacialização da umidade relativa do ar para estado do Piauí, Silva *et al.* (2006) com a espacialização e estimativa da normal da umidade relativa do ar para os estados de Alagoas, Bahia e Sergipe e o trabalho de Silva *et al.* (2007) com a estimativa e espacialização da umidade relativa do ar para estado de Pernambuco.

O conhecimento das variáveis climáticas, temperatura e umidade relativa do ar, tem importância fundamental em muitas áreas de aplicação, principalmente aquelas direcionadas a bioclimatologia. Através da análise do comportamento médio dos elementos climáticos é possível estabelecer, em um determinado local, as áreas com as melhores condições de conforto térmico para exploração racional da atividade agropecuária.

O zoneamento bioclimático consiste no estudo detalhado e preciso do meio físico e biótico de uma região, delimitando as diferentes zonas geográficas conforme o comportamento espacial de variáveis climáticas. A partir do zoneamento podem-se estabelecer dentro de uma região, as áreas com características climáticas mais adequadas para a implantação de atividades agropecuárias.

A partir dos valores de temperatura e umidade relativa do ar é possível quantificar e qualificar, através de índices de conforto térmico, as regiões que apresentam as condições climáticas mais favoráveis para a criação de animais. A utilização desses índices bioclimáticos na produção animal permite uma avaliação mais precisa do ambiente de criação.

Devido às diferenças anatômicas e fisiológicas das aves, quando comparada a outros animais, são consideradas na produção animal como a espécie mais sensível as variações climáticas. Portanto, o conhecimento das características climáticas e o estudo do microclima do local onde predomina a exploração avícola são de fundamental importância para o sucesso da atividade.

Segundo dados do Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), 51,27% da avicultura de corte no Brasil esta concentrada na região Sul do país, 27,16% na região Sudeste, 10,20% na região Centro-Oeste, 9,59% na região Nordeste e 1,78% na região Norte do país. No território brasileiro 36,06% da avicultura de postura está situada na região Sudeste, 28,69% na região Sul, 19,40% na região Nordeste, 11,33% na região Centro-Oeste e 4,51% na região Norte do Brasil, conforme mostra a Figura 1 e 2.

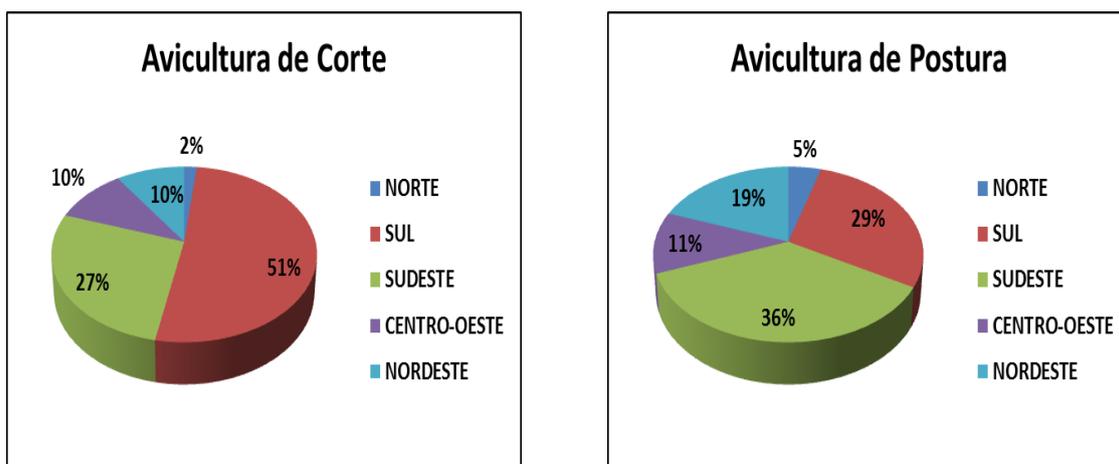


Figura 1 e 2 – Avicultura de Corte e de Postura no Brasil (IBGE, 2010)

Observa-se que a avicultura brasileira está concentrada nas regiões Sul e Sudeste do país, principalmente devido à proximidade dos principais insumos (grãos de milho e soja), e pelas condições climáticas regionais serem mais adequadas para a criação de aves. Entretanto, a extensão territorial dessas regiões limita a expansão da atividade, sendo necessária a busca por outras regiões com condições climáticas favoráveis para a exploração avícola.

A região Nordeste possui potencial de expansão da atividade avícola em função da sua extensão territorial, do aumento na produtividade do milho e do mercado consumidor, porém as condições climáticas em algumas microrregiões não são totalmente favoráveis, necessitando de meios artificiais de condicionamento térmico para que o desempenho dos animais e consequente o desenvolvimento econômico da atividade não seja afetado.

O estado de Sergipe, devido à irregularidade espacial da precipitação pluviométrica, está dividido em três zonas climáticas distintas: litoral, agreste e semiárida, conforme mostra a Figura 3.



Figura 3 – Zonas Climáticas do estado de Sergipe (SEMARH, 2012)

Na região litorânea e agreste do estado predomina o clima tropical úmido e tropical subúmido, respectivamente, ambos com temperatura média anual em torno de 25°C, média mínima anual em torno de 20°C e uma média máxima anual de 29°C. A região semiárida do estado é caracterizada pelo clima semiárido com temperatura média anual de 26°C, sendo a temperatura mínima média em torno de 20°C e máxima média de 32°C (SEMARH, 2012).

O principal problema climático do estado de Sergipe é à irregularidade espacial da precipitação pluviométrica decrescente do litoral em direção ao sertão semiárido. De acordo com a climatologia observada na Figura 4, a região litorânea do estado apresenta isoietas (linhas de precipitação) superiores a 1402 mm/ano, enquanto que na região agreste e semiárida do estado a precipitação pluviométrica anual é inferior a 958,4 e 740,3 mm/ano, respectivamente. O período chuvoso do estado corresponde aos meses de abril a agosto com máximo de chuvas concentradas nos meses de maio, junho e julho.

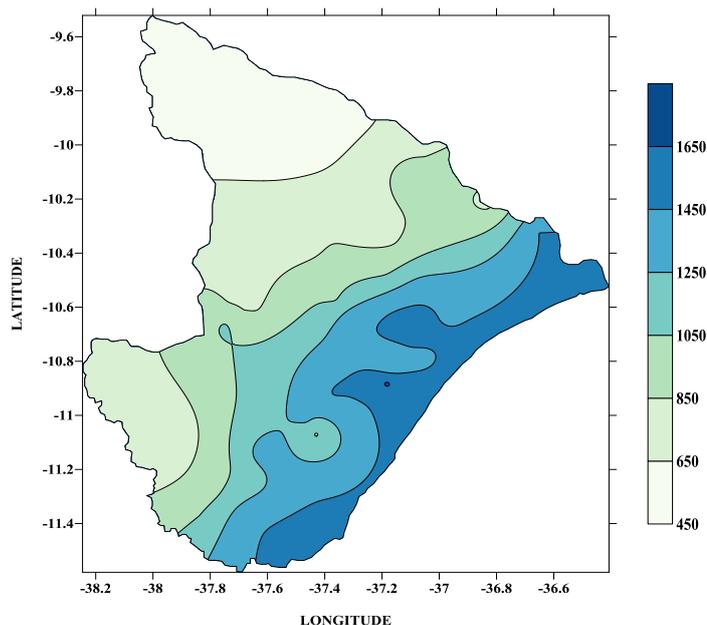


Figura 4 – Precipitação média climatológica do estado de Sergipe.

Dentro do estado de Sergipe, observa-se que a avicultura de postura (50,24%) e de corte (40,08%) concentra-se na região litorânea, no agreste contribui com 44,38% e 37,34% da produção de ovos e carne de frango, respectivamente, entretanto na região semiárida do estado estes valores se reduzem com 22,58% para a avicultura de corte e 5,38% para a avicultura de postura, conforme mostra a Figura 5 e 6.

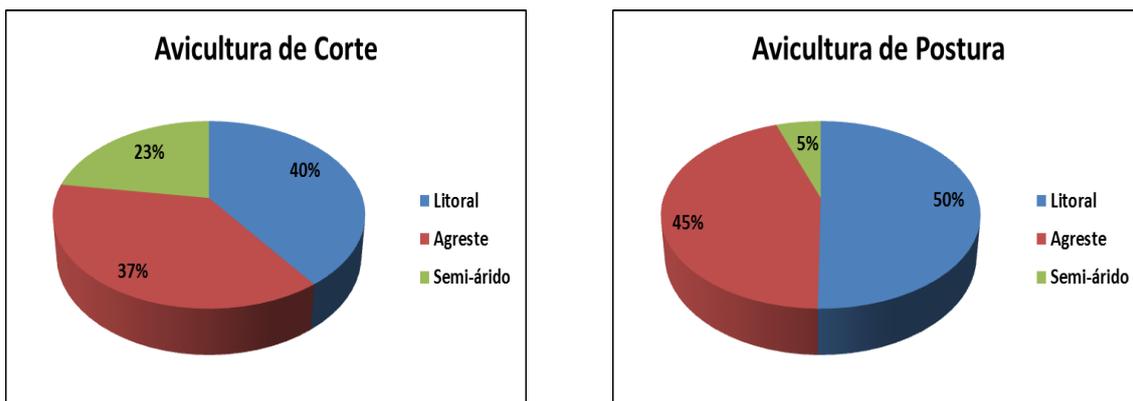


Figura 5 e 6 – Avicultura de Corte e de Postura no estado de Sergipe (IBGE, 2010)

A baixa produtividade da avicultura observada na região semiárida do estado de Sergipe é consequência das condições climáticas locais, como as altas temperaturas e baixos índices de pluviosidade e da precariedade regional de alimentos (milho e soja) para a criação desses animais, os quais representam um obstáculo para a atividade. Portanto, para que a produção avícola seja economicamente viável, em regiões tropicais, é necessário aperfeiçoar as instalações e o manejo das aves para superar os efeitos prejudiciais provenientes dos fatores ambientais (FURTADO *et al.*, 2003).

Os Desafios Bioclimáticos Enfrentados pela Avicultura

O grande desenvolvimento da avicultura brasileira, nas últimas décadas, ocorreu em função da importação de linhagens específicas, de alto potencial genético, para a produção de carne e ovos. Juntamente com as linhagens importadas foi introduzido um conjunto de técnicas relativas ao manejo, alimentação e nutrição, vacinas e equipamentos, que contribuíram para fazer da avicultura uma atividade econômica com índices de produtividade equivalentes ao observados nos países mais desenvolvidos (MENDES *et al.*, 2004).

Entretanto, todo esse desenvolvimento biotecnológico, apesar de ter contribuído para a melhoria dos índices de produtividade da atividade, contribuiu também para que esses animais tornassem, cada vez mais, sensíveis à inadequação do ambiente de criação, visto que as linhagens importadas eram adaptadas a um ambiente de clima temperado, o que contraria com a realidade climática brasileira.

O ambiente de criação corresponde ao conjunto de fatores e condições externas que afetam o desempenho produtivo dos animais. Dentre todos os fatores, os térmicos, são os que possuem maior influência sobre a eficiência produtiva das aves, uma vez que afetam diretamente a sua função basal mais importante, a manutenção da homeotermia.

De acordo com Vitorasso e Pereira (2009), o ambiente de criação é um dos principais causadores de perdas na produção animal em escala industrial, portanto, o conhecimento da termodinâmica existente entre a ave e o ambiente que a circunda são de fundamental importância para a melhoria dos índices de produtividade da atividade.

Como todos os homeotermos, as aves apresentam a capacidade de manter a temperatura interna do corpo em níveis relativamente constante, isto significa dizer que estes animais estão em troca térmica constante com o ambiente. Entretanto as aves só irão

conseguir manter a homeotermia quando a temperatura do ambiente encontrar-se dentro da zona de termoneutralidade da espécie (WELKER *et al.*, 2008).

A zona de termoneutralidade corresponde a uma faixa de temperatura ambiente ideal, limitada em ambos os extremos pela temperatura crítica inferior (TCI) e pela temperatura crítica superior (TCS), em que o animal não precisa produzir ou perder calor para manter a sua homeotermia. Os valores de temperatura efetiva críticas inferior (TCI) e superior (TCS) e a zona de conforto térmico (ZCT) para frangos de corte e poedeiras são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de temperatura efetiva críticas inferior (TCI) e superior (TCS) e a zona de conforto térmico (ZCT) para frangos de corte e poedeiras.

Aves (Idade)	TCI (°C)	ZCT (°C)	TCS (°C)
1 a 2 dias	30	33 a 34	37
3 a 4 dias	28	30 a 31	35
5 a 8 dias	26	29 a 30	34
9 a 11 dias	25	27 a 28	32
12 a 16 dias	23	26 a 27	31
17 a 21 dias	21	24 a 26	30
22 a 41 dias	19	22 a 24	28
42 a 49 dias	18	21 a 23	28
Poedeiras	15	18 a 28	30

Fonte: Ferreira, 2005.

A fixação das temperaturas limites da zona de conforto é tarefa difícil de ser realizada por serem dependentes de fatores relacionados ao animal, como idade, sexo, genética, estado fisiológico e outros ligados às condições de ambiente como a temperatura, umidade, densidade de alojamento e instalações.

Fora da zona de conforto térmico, as aves precisam se valer de duras compensações fisiológicas e comportamentais para manter constante a temperatura corporal (MACARI E MENDES, 2005). Portanto, quanto mais desconfortável for o ambiente térmico de criação, mais energia será desperdiçada na manutenção da homeotermia, em detrimento da que seria utilizada para a produção.

Quando a temperatura do ambiente de criação ultrapassar os limites da zona de conforto térmico, as aves irão ativar os seus mecanismos termorreguladores para a perda ou produção de calor. Dessa maneira, o requerimento de energia para manutenção das aves será alterado e o máximo desempenho produtivo só será alcançado quando o custo energético dos mecanismos termorreguladores forem os mínimos possíveis.

A ausência de glândulas sudoríparas e a camada isolante da cobertura de penas dificulta a troca de calor com o meio, o aumento da taxa respiratória é, portanto, o mecanismo termorregulatório mais eficiente para dissipar o calor corporal em condições de estresse de calor (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2000).

O sistema termorregulador das aves é controlado pelo hipotálamo, localizado no sistema nervoso central, o qual é responsável pela produção e dissipação de calor através de mecanismos fisiológicos e/ou comportamentais. O hipotálamo recebe informações sobre a temperatura corporal através de receptores distribuídos na pele e no interior do corpo. Assim, o animal consegue perceber as alterações de temperatura, e iniciar a resposta comportamental apropriada, caso esta resposta seja ineficiente para manter a homeotermia, os mecanismos fisiológicos serão ativados.

À medida que a ave cresce, o sistema termorregulador se desenvolve e a temperatura de conforto se reduz. A capacidade de termorregulação da ave ao frio é maior que a capacidade para reagir ao calor, tanto que o valor da temperatura crítica inferior da zona de conforto está em torno de 17°C, ou seja, 24°C abaixo da sua temperatura corporal, que é de 41°C e a temperatura crítica superior da zona de conforto em torno de 29°C, apenas 12°C abaixo da sua temperatura corporal.

O aparelho termorregulador das aves por ser pouco desenvolvido torna as mesmas mais sensíveis ao frio quando jovens e ao calor quando adultas. Portanto, as aves necessitam do ambiente de criação condições ideais de temperatura, principalmente na primeira semana de vida, pois é nesta fase que ocorre o desenvolvimento dos órgãos vitais e conseqüentemente o do sistema termorregulador (FUNCK e FONSECA, 2008).

O conforto térmico no ambiente de criação é de grande importância para as aves preservarem a temperatura corporal durante o crescimento e as mudanças térmicas ambientais (ABREU *et al.*, 2012). Dessa forma, o manejo do ambiente tem sido amplamente difundido, no sentido de melhorar as condições de conforto do animal, em função da influência dos atributos climáticos em favorecer ou prejudicar o seu desempenho (NÓBREGA *et al.*, 2011).

Portanto, é inadmissível negligenciar a interação dos elementos climáticos no ambiente de criação das aves, principalmente no Nordeste do Brasil, uma vez que nesta região predominam dias quentes com temperaturas que geralmente ultrapassam a zona de conforto térmico dos animais.

Entre os fatores ambientais, os térmicos, representados, principalmente, pela temperatura e pela umidade relativa do ar, são os que afetam mais diretamente as aves,

pois comprometem a manutenção da sua homeotermia (OLIVEIRA, *et al.*, 2006a). Dessa maneira, informações sobre o comportamento destas variáveis no ambiente de criação permitirão avaliar melhor o efeito destas sobre a produção animal.

A temperatura do ambiente é considerada o elemento climático mais importante do ponto de vista bioclimático, assim qualquer alteração que ocorra nos seus valores acarretará em mudanças no comportamento, na fisiologia e conseqüentemente, no desempenho das aves.

Um dos maiores problemas da avicultura tem sido a criação de aves em altas temperaturas, pois as mesmas quando submetidas a condições de estresse calórico diminuem a ingestão de alimentos afetando o desempenho e conseqüentemente a produção de carne e ovos, causando prejuízos econômicos na atividade (FUKAYAMA *et al.*, 2005).

Em análise ao efeito do ambiente bioclimático de aves poedeiras criadas na região Sudeste do país, mais precisamente, no município de Piracicaba, estado de São Paulo, Alves *et al.*(2007) verificaram que os valores de temperatura média observados durante o experimento estavam dentro dos limites críticos estabelecidos pela literatura, entre 21 e 28°C, entretanto os valores de temperatura máxima ultrapassaram os limites críticos superiores em praticamente todos os dias dos períodos analisados.

Em experimento para avaliar o desempenho térmico de diferentes sistemas de acomodação para aves de postura criadas no município de Bastos, estado de São Paulo, Biaggioni *et al.*(2008) encontraram durante a estação de primavera e verão, valores médios de temperatura acima da zona de conforto térmico das aves, principalmente no horário das 15 horas, com valores médio de temperatura entre 30,5 e 32,5°C, o que ocasionou situação de desconforto térmico para as aves.

Entretanto, Vitorasso e Pereira (2009) com a finalidade de avaliar o ambiente interno de aviários de postura situados também no município de Bastos, estado de São Paulo, constataram que durante as quatro semanas experimentais, apenas a última apresentou valores de temperatura ambiente dentro da faixa de conforto térmico recomendada para galinhas poedeiras, entre 25,9 e 28,3°C. As diferenças de temperatura média observada dentro do estado de São Paulo devem-se as características climáticas das regiões estudadas e ao período do ano em que foi realizado o experimento.

Estudos bioclimáticos também foram realizados na região Centro Oeste do país, mais precisamente, no município de Itaberaí, estado de Goiás, no qual Damasceno *et al.* (2010) avaliando o ambiente de produção de frangos de corte constataram que as temperaturas internas dos galpões, durante as horas mais quentes do dia (das 10 às 18 horas) foram superiores a 26° C. Apesar da região possuir clima quente, os sistemas de resfriamento dos galpões não foram capazes de garantir as condições de conforto ideais para o máximo desempenho dos frangos de corte, sendo assim um obstáculo para a atividade.

Atualmente, existem poucos trabalhos sobre os efeitos das variáveis climáticas no desempenho produtivo de aves criadas na região Nordeste do Brasil, entre eles encontra-se o de Furtado *et al* (2003) que ao analisarem às condições de conforto térmico ambiental em aviários de frangos de corte localizados na mesorregião do agreste do estado da Paraíba, observaram que nos horários mais quente do dia, entre 12 e 14 horas, os valores médios de temperatura do ar, esteve entre 28,7 e 31,9°C, considerados superiores a zona de conforto térmico para as aves nesta fase.

Em um posterior estudo para avaliar os índices bioclimáticos e produtivos de matrizes pesadas criadas na época seca, na região semiárida paraibana, Furtado *et al.*(2010) constataram novamente que os valores de temperatura, das 8 às 17 horas, encontravam-se acima da zona de conforto térmico para galinha de postura, entre 18 e 28°C. Situações de desconforto térmico para as aves foram encontradas também por Rocha *et al.*(2010) ao analisarem aos índices bioclimáticos e produtivos de frangos de corte adultos criados na região semi-árida paraibana, os quais observaram que nos horários das 12 às 15 horas a temperatura média do ambiente encontrava-se entre 30,9 e 32°C.

Entretanto, menores valores de temperatura média do ambiente foram encontrados por Nazareno *et al.*(2009) em análise as condições de conforto térmico sobre o desempenho de frangos de corte criados no município de Carpina, no estado de Pernambuco, os quais notaram que durante a 4^a, 5^a e 6^a semana do ciclo de produção, os valores médios de temperatura encontravam-se entre 24,7 e 26,8°C, acima da zona de conforto térmico recomendado para frangos de corte com idade de 22 a 49 dias, que segundo Ferreira (2005) situa-se entre 21 e 24°C.

Os altos valores de temperatura observados são características comuns de algumas regiões do Brasil, principalmente da região Nordeste, essas particularidades regionais ocasionam mudanças no desempenho e na produtividade das aves. Portanto, para que a atividade avícola seja economicamente viável, em regiões de clima quente, é necessário

aperfeiçoar as instalações e o manejo das aves a fim de reduzir os efeitos prejudiciais provenientes das altas temperaturas.

Para que as aves possam ter um desempenho produtivo favorável, o ambiente de criação deve ser mantido em temperaturas ambientais próximas às da zona de conforto térmico das mesmas. De acordo com Lavor *et al.* (2008), manter os níveis de temperatura adequados segundo a idade das aves é uma tarefa difícil e de alto custo.

Os elementos climáticos, temperatura e umidade relativa do ar, são altamente correlacionados ao conforto térmico animal. Segundo Oliveira *et al.* (2006a), as altas temperaturas prejudicam o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte, sendo esses efeitos mais acentuados com o aumento umidade relativa do ar.

Assim, as recomendações da zona de conforto térmico ideal para as aves deverão ser feitas, sempre, levando em consideração a umidade relativa do ar, visto que a associação desse elemento climático com a temperatura ambiente afeta negativamente o desempenho dos animais.

A umidade relativa do ar representa à quantidade de vapor de água presente em um volume de ar em relação à quantidade de água presente na atmosfera saturada (FERREIRA, 2005). O conteúdo de umidade relativa do ar reduz notavelmente a taxa de perda de calor do animal e, por conseguinte, altera o equilíbrio térmico do animal (LANA, 2000).

Segundo Oliveira *et al.* (2006a) a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar, ou seja, quanto maior for a umidade relativa do ar, maior será a dificuldade da ave para dissipar o calor, pelas vias aéreas, para o ambiente.

A perda de calor das aves pelo resfriamento evaporativo respiratório torna-se progressivamente mais importante à medida que a temperatura aumenta. Se o ambiente é quente e seco, muito calor é dissipado por evaporação, mas se é quente e úmido a quantidade de calor dissipado dessa forma é reduzida (SILVA, 2006). De uma maneira geral, um ambiente é tido como confortável para aves quando apresenta umidade relativa do ar de 50 a 70%. Esses valores, especialmente no que tange à temperatura, dificilmente são obtidos nas condições do clima brasileiro, sobretudo no verão (TINÔCO, 2001).

Em experimento para avaliar o desempenho térmico de diferentes sistemas de acomodação para aves de postura criadas no município de Bastos, estado de São Paulo, Biaggioni *et al.* (2008) observaram que durante a primavera os maiores valores médios diários da umidade relativa do ar, encontrava-se no horário das 5 horas (entre 76 e 80%), e

no verão no horário das 5 e das 11 horas (entre 73 e 95%), em ambas as estações os valores de umidade relativa do ar encontravam-se acima da zona de conforto térmico dos animais.

Entretanto, Vitorasso e Pereira (2009) avaliando as condições de conforto térmico no ambiente interno de aviários de postura situados também no município de Bastos, estado de São Paulo, encontraram durante o experimento valores médios de umidade relativa do ar inferior a 70%, valor este recomendado pela literatura como limite máximo da zona de termoneutralidade.

Na região Nordeste do Brasil, foi encontrado valores de umidade relativa do ar acima da zona de conforto térmico recomendada para as aves, como mostra o trabalho de Furtado *et al* (2003), que ao analisar às condições de conforto térmico ambiental em aviários de frangos de corte localizados na mesorregião do agreste do estado da Paraíba, observaram que apenas no horário das 8 horas, os valores médios de umidade relativa do ar, esteve entre 71%.

Em um posterior estudo para avaliar os índices bioclimáticos e produtivos de matrizes pesadas criadas na época seca, na região semiárida paraibana, Furtado *et al.*(2010) constataram novamente que os valores de umidade relativa do ar, das 9 às 15 horas, encontravam-se fora da zona de conforto térmico das aves. Porém, Jácome *et al.* (2007) analisando os índices de conforto térmico de instalações para poedeiras criadas no município de Lagoa Seca, no estado da Paraíba, observaram que os valores médios de umidade relativa do ar, em todos os horários, estiveram dentro dos padrões indicados como confortáveis e adequados para a criação de poedeiras, não ultrapassando os valores de 40 e 80%.

Altos valores de umidade relativa do ar foram encontrados por Nazareno *et al.* (2009) em análise as condições de conforto térmico sobre o desempenho de frangos de corte criados no município de Carpina, no estado de Pernambuco, os quais observaram que os valores de umidade relativa do ar foram superior a 81%, acima da zona de conforto térmico recomendada para as aves.

Estudos bioclimáticos também foram realizados na região Sul do país, mais precisamente, no município de Videira, estado de Santa Catarina, no qual Menegali *et al.* (2009) avaliando o ambiente térmico em instalações para frangos de corte constataram que os valores médios de umidade relativa do ar estiveram entre 60 e 70%, apresentando níveis confortáveis para o bom desenvolvimento das aves.

Com base no exposto podemos concluir que mudanças nos valores da umidade relativa do ar, para uma mesma temperatura, alteram consideravelmente a quantidade de

calor do ambiente, dificultando assim o processo de troca térmica entre o animal e o meio. Os elevados valores de temperatura e umidade relativa do ar indicam as piores condições de conforto térmico para as aves, com possíveis reflexos na produtividade (ALVES *et al.*, 2007).

Índices de Conforto Térmico Ambiental

Desde o início do século XX, o homem vem tentando caracterizar o ambiente térmico animal, através de índices de conforto térmico, que a partir dos valores das variáveis climáticas obtidas dentro do ambiente de criação, identifica possíveis situações de conforto ou desconforto térmico.

Os índices de conforto térmico são utilizados para quantificar e qualificar o desconforto térmico animal, que por sua vez podem estar relacionados às respostas fisiológicas e ao desempenho produtivo dos animais, sendo assim um método para avaliar a eficiência do sistema de criação e condições de bem-estar animal (DAMASCENO *et al.*, 2010).

Os índices utilizados para animais surgiram na década de 50, quando Thom (1959), desenvolveu o índice de temperatura e umidade (ITU), que foi bastante empregado pelos órgãos oficiais de bioclimatologia animal dos Estados Unidos, um método de fácil aplicação, calculado a partir de valores de temperatura e umidade relativa do ar, mediante a seguinte fórmula:

$$ITU = Ta + 0,36Tpo + 41,4$$

Em que:

Ta – temperatura do ar (°C);

Tpo – temperatura do ponto de orvalho (°C).

Em experimento para avaliar o desempenho térmico de diferentes sistemas de acomodação para aves de postura criadas no município de Bastos, estado de São Paulo, Biaggioni *et al.* (2008) observaram que durante a primavera o valor médio do ITU foi de 72 e no verão o valor médio do ITU esteve fora dos padrões indicados como confortáveis e adequados para a criação de poedeiras, maior que 75.

Vitorasso e Pereira (2009) avaliando o ambiente interno de aviários de postura situados também no município de Bastos, estado de São Paulo, constataram que durante as quatro semanas experimentais, apenas a última apresentou valor médio de ITU dentro do recomendado para galinhas poedeiras.

Situações de desconforto térmico foram encontradas por Nascimento *et al.* (2011) em análise ao ambiente de criação de frangos de corte criados no município de Campinas, no estado de São Paulo, os quais encontraram valor médio de ITU de 77, valores considerados elevados para frangos de corte.

Silva (2007), determinando o índice de temperatura e umidade para a produção de aves nos municípios de Paranavaí, Umuarama e Bandeirantes, localizados no estado do Paraná, observou que os valores de ITU encontrados no ambiente de criação não apresentavam condições ambientais para um ótimo desenvolvimento das aves, necessitando de investimentos em equipamentos que promovam a correção do microclima para estabelecer níveis ideais de conforto térmico para as aves.

Na região Nordeste do Brasil, foi encontrado valores de ITU acima da zona de conforto térmico recomendada para as aves, como mostra o trabalho de Lavor *et al.* (2008), que ao avaliar o efeito do ambiente de criação sobre o desempenho de frangos de corte criados no município de Itaperi, no estado do Ceará, constataram que as médias de ITU estavam acima dos valores recomendados pela literatura, valores entre 77 e 83, acima do ideal para frangos de corte.

No entanto, o índice de temperatura e umidade (ITU) não reflete a carga térmica radiante, não podendo ser efetivamente empregado para prever o desconforto e a subsequente perda de produção nessas condições, visto que a radiação contribui significativamente para as trocas de calor sensível. Sendo assim, diversos índices térmicos foram desenvolvidos na tentativa de melhor expressar a sensação térmica dos animais em relação ao ambiente, entre eles a carga térmica radiante (CTR) e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU).

O calor gerado pelas aves e aquele proveniente da radiação solar, são as duas fontes principais de calor no interior das instalações (VITORASSO e PEREIRA, 2009). A radiação térmica corresponde à quantidade de calor que é recebida pelo animal. Segundo Biscaro (2007) a radiação solar irá atingir a superfície de uma localidade qualquer com diferentes intensidades, dependendo do horário, sendo a máxima radiação recebida por volta do meio dia.

Do ponto de vista bioclimático, quantificar o efeito da radiação no ambiente de criação é de fundamental importância para avaliar a influência das variáveis climáticas sobre o desempenho animal, o qual é calculado a partir da carga térmica de radiação (CTR), que corresponde à quantidade de calor, a ser fornecido ou extraído do ar, para manter o ambiente sobre condições de conforto térmico desejado, calculada mediante a seguinte fórmula:

$$CTR = \delta (TRM)^4$$

$$TRM = 100 \times [2,51 \times (Vv)^{0,5} \times (Tg - Ta) + (Tg/100)^4]^{1/4}$$

Em que:

CTR = carga térmica radiante ($W.m^{-2}$);

$\delta = 5,67 \cdot 10^{-8} W.m^{-2} \cdot K^{-4}$ (constante de Stefan-Boltzmann);

TRM = temperatura radiante média do ambiente (K).

Vv = velocidade do vento (m/s);

Tg = temperatura de globo negro (K);

Ta = temperatura ambiente (K).

Valores superiores da CTR foram encontrados das 8 às 14 horas por Jácome *et al.* (2007) avaliando os índices de conforto térmico de instalações para poedeiras criadas no município de Lagoa Seca, no estado da Paraíba. Furtado *et al.* (2005), analisando a influência ambiental em instalações de frangos de corte criados no município de Campina Grande, no estado da Paraíba, concluíram que os menores valores de CTR ocorreram às 6 e 16 horas e os maiores às 12 e 14 horas.

O mesmo foi constatado por Sarmiento *et al.* (2005), em análise ao efeito de ambiente de criação sobre o desempenho produtivo de frangos de corte criados também no município de Campina Grande, no estado da Paraíba, os quais observaram que os valores médios da CTR foram crescentes até o horário das 13 horas, decrescendo a partir daí, até as 17 horas.

Segundo Silva (2006), em baixa temperatura, o calor ganho a partir da radiação reduz a quantidade de calor que a ave deve produzir para manter sua temperatura corporal. Entretanto, em ambientes de altas temperaturas, a radiação intensifica o estresse térmico e

afeta a eficiência dos mecanismos de troca de calor e conseqüentemente o desempenho dos animais.

A partir da década de 90, o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) proposto por Buffington *et al.* (1981) foi considerado o mais adequado para avaliar o conforto térmico do ambiente, nas condições em que os animais são expostos à radiação solar, uma vez que combina os efeitos de radiação, temperatura e umidade, calculado mediante a seguinte fórmula:

$$\text{ITGU} = T_g + 0,36T_o + 41,5$$

Em que:

T_g – temperatura do termômetro de globo negro (°C);

T_o – temperatura do ponto de orvalho (°C).

Medeiros *et al.* (2005b), estudando os efeitos do ambiente térmico sobre a produtividade para frangos de corte, desenvolveu uma metodologia para classificar os ambientes a partir dos valores de temperatura e do ITGU. Ambientes frios foram aqueles que apresentaram temperaturas variando de 16 a 20°C e ITGU de 59 a 67, ambientes considerados confortáveis foram aqueles que a temperatura foi de 26°C e o ITGU variou de 69 a 77 e os ambientes considerados quentes foram aqueles que a temperatura variou de 32 a 36°C e o ITGU de 78 a 88.

Na região Nordeste do Brasil, mais especificamente na mesorregião do agreste do estado da Paraíba, Furtado *et al.* (2003) analisando as condições de conforto térmico ambiental em aviários de frangos de corte observaram que em todos os aviários os valores médios de ITGU aumentaram a partir das 10 h, atingindo um máximo entre 12 e 14 h, decrescendo em seguida, até as 16 h.

Porém, Jácome *et al.* (2007) analisando os índices de conforto térmico de instalações para poedeiras criadas no município de Lagoa Seca, no estado da Paraíba, notaram que os maiores valores de ITGU ocorreu das 8 às 14 horas, decrescendo a partir das 16 horas. Com base no exposto podemos concluir que com o aumento da temperatura, mais calor será irradiado para dentro dos aviários e conseqüentemente haverá a elevação da temperatura e dos valores de ITGU.

O conhecimento das variáveis climáticas e dos índices de conforto térmico possibilita identificar situações de conforto e desconforto térmico animal, definir os limites de

aceitabilidade da espécie às condições ambientais prevalentes e através do zoneamento bioclimático caracterizar regiões com as melhores condições ambientais para a implantação da avicultura.

A partir do zoneamento bioclimático da região Sudeste do Brasil, por meio do índice de temperatura e umidade (ITU), Oliveira *et al.* (2006b) constataram que o período entre maio e setembro se caracterizou pelos menores riscos de desconforto térmico animal. Foram observados também níveis diferenciados de desconforto térmico em todas as microrregiões, devido aos altos valores de temperaturas e umidades relativas do ar em certas horas do dia.

Através do zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo para a criação de frangos de corte na região Sudeste do país, Carvalho *et al.* (2009) observaram que os meses de setembro e outubro foram aqueles com maiores potenciais de redução de ITU, refletindo beneficentemente sobre o desempenho das aves.

Em um estudo bioclimático da região do Vale do Jequitinhonha (MG), Castro *et al.* (2009), constataram que a cidade de Diamantina foi a que apresentou a maior vocação ambiental para a criação de aves de corte e de postura. As demais localidades apresentaram valores médios de ITU considerados de perigo e até mesmo de emergência para a criação das aves.

O mesmo foi observado por Ramirez *et al.* (2005) analisando os dados climatológicos da mesorregião Metropolitana de Curitiba do Estado do Paraná com intuito de relacioná-los com as exigências bioclimáticas para a produção de aves de corte e de postura, verificaram que a maioria das microrregiões não apresentavam condições para um ótimo desenvolvimento das mesmas.

A partir do conhecimento das necessidades ambientais das aves e das condições climáticas de uma região é possível identificar, através do zoneamento bioclimático, as regiões com as melhores condições de conforto térmico para a avicultura, e aquelas que necessitam de técnicas e ou dispositivos de construções para superar os efeitos prejudiciais provenientes dos fatores ambientais.

O conforto térmico no interior das instalações interfere consideravelmente na produção das aves (SALGADO *et al.*, 2007), desta forma, o controle do ambiente interno dos galpões avícolas torna-se fundamental para o sucesso da atividade, principalmente na região Nordeste do Brasil, onde predominam altas temperaturas durante a maior parte do ano (LAVOR *et al.*, 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; HASSEMER, M. J.; TOMAZELLI, I. L. Medidas morfológicas em função do peso e da idade da ave, por meio de imagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.795-801, 2012.
- ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Avaliação de bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e o do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1388-1394, 2007.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semi-árido do estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.2, p.143-151, 2005.
- ANTONINI, J. C. A.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, L. F. C.; SANO, E. E. Modelo matemático para a estimativa da temperatura média diária do ar no estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.4, p.331-338, 2009.
- BARDIN, L.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; MORAES, J. F. L. Estimativa das temperaturas máximas e mínimas do ar para a região do Circuito das Frutas, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.618-624, 2010.
- BIAGGIONI, M. A. M.; MATTOS, J. M.; JASPER, S. P.; TARGA, L. A. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.4, p.961-972, 2008.
- BISCARO, G. A. **Meteorologia Agrícola Básica**. Cassilândia: UNIGRAF, 2007. 86 p.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; FERREIRA, M.; PINTO, H.S. Estimativa das médias das temperaturas máximas mensais e anuais do estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.3, p.131-150, 1973.

BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V. Estimativa das temperaturas efetivas do estado do Rio Grande do Sul em função de fatores geográficos. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.6, p.265-273, 1976.

CARVALHO, V. F.; YANAGI JÚNIOR, T.; FERREIRA, L.; DAMASCENO, F. A.; SILVA, M. P. Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.358-366, 2009.

CASTRO, J. O.; FERREIRA, R. A.; SANTOS, G. C.; SOUSA, F. A.; AGUIAR, E. F.; ALMEIDA, A. K.; SOUZA, C. V. Índice de temperatura e umidade para a avicultura no vale do Jequitinhonha-MG. In: ZOOTEC, 2009. **Anais... Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Zootecnistas**, 2009.

CAGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; STOLZ, A. P. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decenal do ar no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.893-901, 2006.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R. Coordenadas geográficas na estimativa das temperaturas máxima e média decenais do ar no estado do Rio Grande do sul. **Ciência Rural**, v.38, n.9, p.2448-2456, 2008.

DAMASCENO, F. A.; YANAGI, T.; LIMA, R. R.; GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1031-1038, 2010.

FEITOZA, L.R.; SCÁRDUA, J.A.; SEDIYAMA, G.C.; VALLE, S.S. Estimativas das temperaturas médias das máximas mensais e anual do estado do Espírito Santo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.10, p.25-32, 1980.

FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, E. R. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1272-1280, 2005.

FERREIRA, M.; BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; PINTO, H.S. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais do estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.1, p.21-52, 1971.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371 p.

FUNCK, S. R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.91-97, 2008.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

FURTADO, D. A.; DANTAS, R. T.; NASCIMENTO, J. W. B.; SANTOS, J. T.; COSTA, F. G. P. Efeitos de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.2, p.484-489, 2005.

FURTADO, D. A.; ROCHA, H. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Índice de conforto térmico e concentração de gases em galpões avícolas no semiárido paraibano. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.993-1002, 2010.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010.

Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em 30/06/2012.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.527-531, 2007.

LANA, G. R. Q. **Avicultura**. Recife: Rural, 2000. 268 p.

LAVOR, C. T. B.; FERNANDES, A. A. O.; FRANCISCO, M. S. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência Agrônômica**, v.39, n.02, p.308-316, 2008.

MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, 2005. 421 p.

MEDEIROS, S. S.; CECÍLIO, R. A.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; SILVA JÚNIOR, J. L. C. 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, 2005a.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.660-665, 2005b.

MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. 356 p.

MENEGALI, I.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; GUIMARÃES, M. C. C.; CORDEIRO, M. B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, suplemento, p.984-990, 2009.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.219-229, 2011.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.802-808, 2009.

NÓBREGA, G. H.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; MANGUEIRA, J. M. A produção animal sobre a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p. 67-73, 2011.

OLIVEIRA, L. M. F.; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, E.; CARVALHO, L. G.; SILVA, M. P. Zoneamento Bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.3, p.823-831, 2006a.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006b.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H. S.; FERREIRA, R. A.; MAXIMIANO, H. C.; GASPARINO, E. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte do período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.183-190, 2000.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R. R.; ANGELOCCI, L. R. Estimativa de graus-dia em função de altitude e latitude para o estado de São Paulo. **Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo**, v.36, n.5, p.89-92, 1977.

RAMIREZ, C. H.; NAIME, S. N. M.; SANTOS, S. A.; ZANATTA, R. A.; MOURA, V. V.; LEITE, D. G.; SILVA, E. T. ITU – Conforto térmico para a produção avícola na mesorregião metropolitana de Curitiba – Paraná. In: ZOOTECA, 2005. **Anais...** Campo Grande: Associação Brasileira de Zootecistas, 2005.

ROCHA, H. P.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1330-1336, 2010.

SALGADO, D. D.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; MOURA, D. J. Modelos estatísticos indicadores de comportamentos associados a bem-estar térmico para matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.619-629, 2007.

SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.26, n.2, p.117-122, 2005.

SEMARH – **Secretaria do Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/meteorologia>> Acesso em 30/06/2012.

SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; TURCO, S. H. N.; PADILHA, C. V. S.; TEIXEIRA, A. H. C. Estimativa e espacialização da umidade relativa do ar no estado do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2004. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004.

SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; MOURA, M. S. B. Estimativa e espacialização da normal da umidade relativa do ar para os estados de Alagoas-Bahia-Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2006. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2006.

SILVA, M. P. **Zoneamento bioclimático para produção avícola no território brasileiro**. 2006. 161 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S; MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G. C., SOUZA, L. S. B. Umidade relativa do ar: Estimativa e espacialização para o estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2007. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007.

SILVA, E. T. Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves para mesorregião do noroeste e norte pioneiro paranaense. **Revista Acadêmica**, v.5, n.4, p.385–390, 2007.

SILVA, M. I. S.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. Previsão da temperatura média mensal de Uberlândia, MG, com modelos de séries temporais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.5, p.480-485, 2008.

TEIXEIRA, A. H.C.; SOUZA, R.A.; RIBEIRO, P. H. B.; REIS, V.C.S. Estimativa e mapeamento das normais de umidade relativa do ar no estado da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2001. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 2001.

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

TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de condicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.788–794, 2009.

WELKER, J. S.; ROSA, A. P.; MOURA, D. J.; MACHADO, L. P.; CATELAN, F.; UTTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

CAPÍTULO 1

ESTUDO BIOCLIMÁTICO DO ESTADO DE SERGIPE PARA A AVICULTURA

SANTOS, Gleicianny de Brito. **Estudo Bioclimático do Estado de Sergipe para a Avicultura**. Sergipe: UFS, 2012. 68p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia)

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho realizar o perfil bioclimático do estado de Sergipe para a avicultura, como forma de definir os limites de aceitabilidade da espécie às condições ambientais prevalentes nas microrregiões do estado. Para isso foi realizado um levantamento histórico, dos últimos 61 anos, dos valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar. A partir dos dados climáticos, foi feito o cálculo mensal do índice de temperatura e umidade (ITU) para todas as microrregiões do estado de Sergipe a fim de diagnosticar, os meses com situações de conforto e desconforto térmico para a criação de aves. As microrregiões do estado de Sergipe apresentaram valores médios mensais de temperatura entre 24 e 25°C, encontrando-se assim dentro da zona de conforto térmico para a criação de galinhas poedeiras e abaixo da zona de conforto térmico para a criação de frangos de corte com idade de 17 a 45 dias. Os valores médios de umidade relativa do ar, para todas as microrregiões do estado de Sergipe, mantiveram-se fora dos padrões de conforto térmico para a avicultura, com valores superiores a 82%. Todas as microrregiões do estado de Sergipe, durante os meses de julho e agosto apresentaram as melhores condições de conforto térmico para a avicultura de corte e de postura, com valores médios de ITU abaixo de 74. Durante o período seco, as três regiões do estado não apresentaram condições de conforto térmico para a atividade avícola, com valores médios de ITU entre 75 e 76. Durante o período chuvoso apenas a região agreste apresenta condições favoráveis para a avicultura de corte, com valor médio de ITU de 73, para a avicultura de postura apenas a região litorânea não apresentou condições de conforto térmico, com valor médio de ITU de 75.

Palavras-chaves: conforto térmico, temperatura, umidade

SANTOS, Gleicianny de Brito. **Bioclimatic Study of the State of Sergipe to the Poultry.** Sergipe: UFS, 2012. 68p. (Dissertation - Master in Zootecnia)

ABSTRACT: The objective of the present work do the bioclimatic profile of the state of Sergipe to poultry farming, as a way to define the limits of acceptability of the species to environmental conditions prevailing in the microregions of the state. For this reason a survey history of the last 61 years, the monthly average values of temperature and relative humidity of the air. From climatic data was done the calculation of monthly index of temperature and humidity (ITU) for all microregions of Sergipe state in order to diagnose, the months with situations of comfort and thermal discomfort for the creation of birds. The microregions of Sergipe state presented monthly average values of temperature between 24 and 25 °C, and is therefore within the zone of thermal comfort for the creation of laying hens and below the zone of thermal comfort for the creation of broilers with age from 17 to 45 days. The average values of relative humidity of the air, for all the microregions of Sergipe, remained outside of the patterns of thermal comfort for poultry, with values higher than 82 %. All microregions of Sergipe state, during the months of July and August presented the best thermal comfort conditions for the poultry and egg laying, with average values of ITU below 74. During the dry period, the three regions of the state did not provide thermal comfort conditions for the poultry business, with average values of ITU between 75 and 76. During the rainy period only the foothills region shows favorable conditions for the poultry, with a mean value of ITU 73, for the poultry of posture only the coastal region was not thermal comfort conditions, with an average value of ITU 75.

Key-words: humidity, temperature, thermal confort

INTRODUÇÃO

O progresso genético observado em frangos de corte e poedeiras comerciais tem permitido ao produtor obter o máximo desempenho produtivo dos animais num curto período de criação. Entretanto, quanto maior for esse potencial produtivo, maior será também a exigência desses animais em nutrição, manejo, sanidade e ambiência. Desse ponto de vista, o controle ambiental está se tornando um assunto bastante popular, principalmente a partir da constatação de que os efeitos dos elementos climáticos influenciam fortemente o desempenho produtivo dos animais.

O clima de uma determinada região, associado aos elementos climáticos influenciam diretamente a produtividade dos animais, podendo comprometer o desempenho dos mesmos, não alcançando os resultados esperados pelo criador. Dentre os representantes da agropecuária brasileira, a avicultura é um dos setores mais sensíveis às variações climáticas, fato comprovado pela pouca habilidade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente.

No Brasil, país tropical por excelência, os problemas zootécnicos têm sido enfrentados com certo descaso no que diz respeito às influências do ambiente tropical sobre os animais. Em algumas regiões do Brasil, a exemplo do Nordeste, as granjas estão localizadas em regiões que apresentam altas temperaturas, principalmente durante os meses de verão, representando um obstáculo à atividade e, ainda que o problema seja sazonal e de duração variável, seus efeitos são economicamente significativos.

Essas condições climáticas geram situações de desconforto térmico no ambiente de produção, durante a maior parte do ano, indicando a necessidade de meios naturais e artificiais de condicionamento térmico para minimizar o efeito estressante do ambiente. Portanto, tornam-se necessários estudos bioclimáticos sobre a eficiência produtiva da avicultura em ambientes de climas tropicais, principalmente no Nordeste Brasileiro.

Entretanto, até o momento, não existe nenhuma informação sobre o perfil bioclimático do estado de Sergipe. O objetivo do presente trabalho foi a proposição de um zoneamento bioclimático da avicultura no estado de Sergipe, a partir do levantamento dos dados históricos climáticos e do cálculo dos valores do ITU, como forma de identificar as microrregiões que apresentam as melhores condições de conforto térmico para a avicultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Para execução do trabalho foi realizado um levantamento histórico dos dados geográficos (latitude, longitude e altitude) e climatológicos (temperatura, umidade e precipitação) do estado de Sergipe junto aos seguintes órgãos estaduais: a SEMARH - Secretária de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Sergipe; a COHIDRO – Companhia de Recursos Hídricos e Desenvolvimento e a EMDAGRO – Empresa de Desenvolvimento Agropecuária do Estado de Sergipe. Além desses órgãos foi consultada também a base de dados da CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia e do CPTEC – Centro de Pesquisa do Tempo e Estudos Climáticos.

Para facilitar a análise e a discussão dos resultados, os 75 municípios do estado foram distribuídos, de acordo com a metodologia desenvolvida pela SEMARH, em 8 microrregiões: Centro Sul (com 5 municípios), Médio Sertão (com 6 municípios), Alto Sertão (com 7 municípios), Leste (com 8 municípios), Sul (com 11 municípios), Baixo São Francisco (com 14 municípios), Agreste Central (com 14 municípios) e Grande Aracaju (com 10 municípios), conforme mostra a Figura 1.

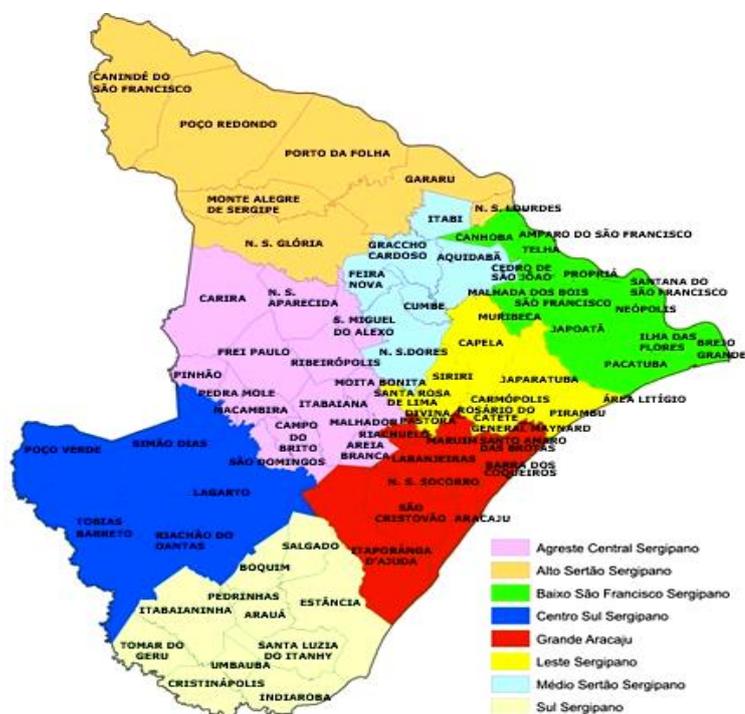


Figura 1 – Microrregiões do estado de Sergipe (SEMARH, 2012)

Foi necessário estimar os valores de temperatura e umidade relativa do ar de alguns municípios. A partir das coordenadas locais, longitude, latitude e altitude foi estimada uma série climatológica (de 1950 à 2011) dos valores de temperatura média, máxima e mínima mensal para todos os municípios do estado de Sergipe, através do software Estima T, metodologia desenvolvida por Cavalcanti *et al.* (2006).

Para o cálculo dos valores médios da umidade relativa do ar, foi necessário fazer um levantamento histórico dos dados de precipitação, entretanto não foi possível encontrar os registros de precipitação de todos os municípios. Desta forma, só foi possível estimar os valores de umidade relativa do ar de apenas 35 municípios distribuídos nas 8 microrregiões: Centro Sul (Lagarto, Poço Verde, Riachão do Dantas, Simão Dias e Tobias Barreto), Médio Sertão (Aquidabã, Itabi e Nossa Senhora dos Dolores), Alto Sertão (Canindé, Monte Alegre, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo e Porto da Folha), Leste (Capela e Japaratuba), Sul (Araújo, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Itabaianinha, Pedrinhas, Tomar do Geru e Umbaúba), Baixo São Francisco (Propriá), Agreste Central (Campo do Brito, Carira, Frei Paulo, Itabaiana, Malhador, Ribeirópolis) e Grande Aracaju (Aracaju, Itaporanga, Laranjeiras, Santo Amaro e São Cristóvão).

Os valores da umidade relativa do ar foram estimados por duas equações, uma para os municípios situados em regiões úmidas (índice de umidade anual, $I_{um} > 0$) e a outra para os municípios situados em regiões secas (índice de umidade anual, $I_{um} < 0$), de acordo com a metodologia desenvolvida por Silva *et al.* (2004).

Região Úmida:

$$UR = -128,551 - 0,000158704 I_{um}^2 - 5,42914 \lambda + 12,3962\psi - 0,00154283 I_{um} \lambda + 0,323216$$

Região Seca:

$$UR = 616,652 + 26,0781 \lambda + 0,327442 \lambda^2 + 0,080448 \psi^2 - 0,106204 \alpha + 0,128571 \lambda\psi + 1,50129 \cdot 10^{-5} I_{um} \lambda\alpha$$

Em que:

UR – refere-se à umidade relativa normal mensal para um mês i (1, 2,..., 12);

I_{um} - índice de umidade mensal;

λ – longitude da estação meteorológica, com os valores em graus e décimos negativos;

ψ – déficit de pressão máxima;

α – amplitude térmica (°C);

φ – altitude da estação meteorológica.

Para a estimativa do índice de umidade mensal (I_{umi}) foi utilizada a seguinte expressão:

$$I_{umi} = \left(\frac{P_i}{ET_{pi}} - 1 \right) \times 100$$

Em que:

P_i – corresponde a precipitação mensal no mês i , (1,2,...,12), esse dados foram obtidos a partir dos dados históricos da SEMARH.

ET_{pi} – corresponde a evapotranspiração potencial mensal no mês i (1,2,...,12).

Para a região úmida a evapotranspiração potencial (ET_{pi}) foi calculada com base na metodologia proposta por, Thornthwaite (1948):

$$ET_{pi} = 16 \left(\frac{10T_n}{I} \right)^a \quad 0 \leq T_n \leq 26,5 \text{ °C}$$

Quando o valor da temperatura média do mês (T_n) foi maior que 26,5°C a ET_{pi} foi calculada pela seguinte equação:

$$ET_{pi} = -415,85 + 32,24 T_n - 0,43 T_n^2$$

Em que:

T_n – corresponde a temperatura média do mês (n), em °C;

I – corresponde ao índice que expressa o nível de calor disponível na região;

a – expoente da função I .

O valor de I depende do ritmo anual da temperatura, integrando o efeito térmico de cada mês, o qual foi calculado pela seguinte fórmula:

$$I = \sum_{n=1}^{12} (0,2Tn)^{1,514}$$

O expoente “a” indica um índice térmico regional, calculado pela seguinte função polinomial:

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,7912 \times 10^{-2} I + 0,49239$$

Para obter a evapotranspiração mensal (ETp), Thornthwaite (1948) sugere que a ETp deve ser calculada em função do número de dias de cada mês (ND) e a variação do fotoperíodo do mês (N), da seguinte forma:

$$ETp = ETpixCor = ETpi \left(\frac{ND}{30} \right) x \left(\frac{N}{12} \right)$$

Para a região semiárida o cálculo da (ETpi) foi obtido através da metodologia descrita por Hargreaves e Samani (1985):

$$ETpi = 0,0023Qo(T_{\max} - T_{\min})^{0,5} x (T + 17,8)$$

Em que:

Qo – corresponde a radiação extraterrestre, em mm d⁻¹ (valor tabelado);

T – corresponde a temperatura média.

Para o cálculo dos valores do déficit de pressão máximo (ψ), foi necessário estimar os valores de pressão de saturação (es). Para isso foi utilizada a fórmula proposta por Tetens como citada por Berry *et al.* (1945):

$$e_s = 6,1078.10^{\left(\frac{7,5.t}{237,3+t}\right)}$$

Em que:

e_s – representa a pressão de saturação do vapor d'água (kPa);

t – corresponde tanto a temperatura do ar (°C).

O valor do déficit de pressão máximo (ψ) foi obtido através da seguinte equação:

$$\psi = e_s(t_{\max}) - e_s(t_{\min})$$

A amplitude térmica (α) foi calcula pela seguinte fórmula:

$$\alpha = (t_{\max}) - (t_{\min})$$

Após todos os cálculos, foi realizada a tabulação dos dados da média mensal e anual da temperatura e umidade relativa do ar da série climatológica estudada.

A partir dos valores obtidos de temperatura e umidade relativa do ar, foi realizado o cálculo do índice de Temperatura e Umidade (ITU) de acordo com a equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITU = 0,8 T_{bs} + UR (T_{bs} - 14,3) / 100 + 46,3$$

Em que:

ITU – Índice de Temperatura e Umidade (adimensional);

T_{bs} – temperatura de bulbo seco (°C);

UR – umidade relativa do ar (%).

Para a análise dos valores de ITU encontrados será utilizada a metodologia apresentada por Gates (1995) para frangos de corte, que considera valores do ITU menores que 74 como o ambiente confortável, entre 74 e 79 representa situação de alerta e perigo para a produção, e entre 79 e 84 indicam situação de emergência sendo necessário providencias urgentes para se evitar a perda do plantel.

Para as poedeiras comerciais será utilizado o sistema de classificação desenvolvido por Barbosa Filho (2004), que considera os valores de ITU entre 71 à 75 uma situação de conforto, 75 à 84 perigo e 84 à 87 caracteriza uma situação de emergência.

A partir dos valores das médias mensais e das médias do período seco e chuvoso de temperatura, umidade relativa do ar e do ITU foram elaborados, através do programa SURFER[®], mapas temáticos de espacialização, para visualizar de maneira simples o zoneamento bioclimático do estado de Sergipe, identificando as microrregiões com as condições climáticas mais adequadas para a atividade avícola.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Normal de Precipitação pluviométrica para o estado de Sergipe

Os valores médios mensais de precipitação pluviométrica para as microrregiões Centro-Sul, Médio Sertão, Alto Sertão, Leste, Sul, Baixo São Francisco, Agreste Central e Grande Aracaju variam entre 35 e 157 mm; 24 e 146; 22 e 105 mm; 41 e 200 mm; 46 e 209 mm; 33 e 149 mm; 36 e 162 mm; 44 e 277 mm; respectivamente, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios mensais de precipitação pluviométrica das microrregiões do estado de Sergipe

Mês	Médias Mensais de Precipitação Pluvial (mm)							
	Microrregiões							
	Centro Sul	Médio Sertão	Alto Sertão	Leste	Sul	Baixo São Francisco	Agreste Central	Grande Aracaju
Janeiro	39	36	33	43	46	37	42	45
Fevereiro	49	42	33	62	77	47	53	62
Março	82	66	53	111	104	73	76	112
Abril	111	107	78	182	156	129	110	206
Mai	157	146	105	267	209	149	162	277
Junho	124	131	99	199	162	131	138	213
Julho	126	128	96	200	161	117	138	207
Agosto	81	80	54	155	114	77	91	125
Setembro	45	59	40	92	73	50	58	90
Outubro	35	31	22	51	59	43	36	56
Novembro	45	24	24	41	66	33	38	59
Dezembro	48	29	31	41	47	35	40	44
Média Anual	942	878	668	1443	1276	920	983	1497

Pode-se observar que a microrregião do Alto Sertão (668 mm) foi a que apresentou o menor valor médio anual de precipitação pluviométrica, devido esta situar-se na região semiárida do estado, com média anual inferior a 740,3 mm/ano. Porém os maiores valores foram encontrados para a microrregião da Grande Aracaju (1497 mm) e do Leste Sergipano (1443 mm), as quais situarem-se na região litorânea do estado, apresentando média anual superior a 1402 mm/ano.

Precipitação pluviométrica do estado de Sergipe durante o período seco e chuvoso

A precipitação pluvial média do estado de Sergipe, durante a estação seca e chuvosa está representada pelas Figuras 2 (A, B). Durante o período chuvoso (março a agosto) é observado na região litorânea e agreste do estado um acúmulo no volume de chuva bastante significativo totalizando em média 170 e 120 mm, respectivamente. Na região do semiárido sergipano observa-se um volume de chuva inferior, totalizando em média 88 mm.

Durante o período seco (setembro a fevereiro), poucos sistemas meteorológicos atuam no estado, causando uma redução no volume de chuva, principalmente na região do semiárido, apresentando baixíssimos valores na ordem de 35 mm. Enquanto que a região litorânea e agreste continua apresentando valores superiores na ordem de 60 e 42 mm, respectivamente.

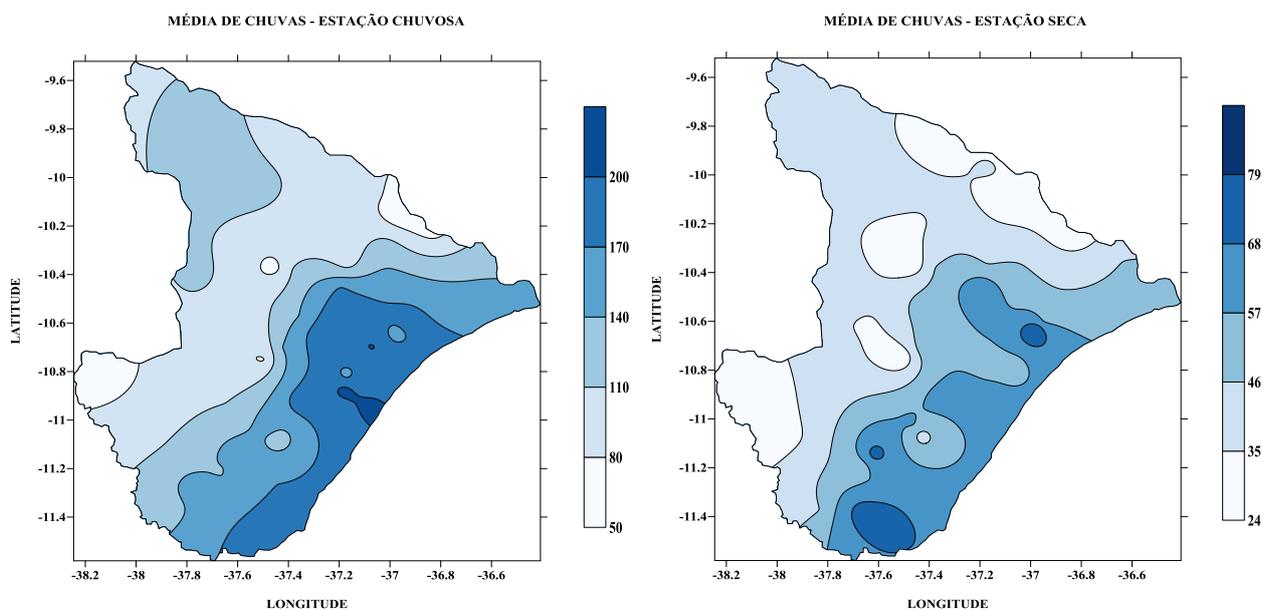


Figura 2 (A, B) – Precipitação pluvial média para a estação chuvosa e seca do estado de Sergipe.

Comportamento da temperatura média mensal do ar para o estado de Sergipe

Os valores médios mensais de temperatura para as microrregiões Centro-Sul, Médio Sertão, Alto Sertão, Leste, Sul, Baixo São Francisco, Agreste Central e Grande Aracaju variam entre 21 e 26°C; 22 e 26°C; 22 e 27°C; 23 e 26°C; 22 e 26°C; 23 e 26 °C; 21 e 26°C; 23 e 27°C; respectivamente, conforme mostra a Tabela 2. Pode-se observar que para todas as microrregiões os menores valores médios mensais de temperatura foram registrados nos meses de junho, julho e agosto (inverno) e os maiores valores nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (verão).

Tabela 2 – Estimativa dos valores médios mensais de temperatura das microrregiões do estado de Sergipe

Mês	Médias Mensais de Temperatura (°C)							
	Microrregiões							
	Centro Sul	Médio Sertão	Alto Sertão	Leste	Sul	Baixo São Francisco	Agreste Central	Grande Aracaju
Janeiro	26	26	27	26	26	26	26	26
Fevereiro	26	26	27	26	26	26	26	27
Março	26	26	27	26	26	26	26	27
Abril	25	25	26	26	25	26	25	26
Mai	24	24	24	25	24	25	24	25
Junho	22	22	23	24	23	24	22	24
Julho	22	22	22	23	22	23	21	23
Agosto	21	22	22	23	22	23	21	23
Setembro	23	22	23	23	23	24	22	24
Outubro	24	24	25	25	24	25	24	25
Novembro	25	25	26	26	25	26	25	26
Dezembro	25	26	26	26	25	26	25	26
Média Anual	24	24	25	25	24	25	24	25

Os valores médios mensais de temperatura de todas as microrregiões do estado de Sergipe encontram-se abaixo da zona de conforto térmico para a criação de aves com idade de 1 a 7 dias, que segundo Lima *et al.*(2009), compreende entre 31°C e 33°C. Portanto, faz-se necessário o uso de aquecedores no ambiente de criação desses animais, em todas as microrregiões do estado, a fim de fornecer as condições ambientais necessárias para o desenvolvimento normal do sistema termorregulador das aves (ZANATTA *et al.*, 2008).

Todas as microrregiões apresentaram valor médio anual de temperatura entre 24 e 25°C, excedendo assim a zona de conforto térmico para a criação de frangos de corte com idade, de 35 a 42 dias, que segundo Lima *et al.*(2009), compreende entre 21°C e 23°C. O mesmo foi observado por Nazareno *et al.* (2011), em análise as condições de bem-estar na

produção de frangos de corte criados no estado do Pernambuco, os quais encontraram valores médios de temperatura ambiente de 26°C. Contudo, para que a atividade avícola seja eficaz em qualquer uma das microrregiões estudadas é necessário o emprego de mecanismos de climatização no ambiente de criação dos frangos a fim de reduzir o efeito da temperatura do ambiente sobre o desempenho dos animais.

Valores médios de temperatura de 31°C foram encontrados por Lavor *et al.* (2008) e Furtado *et al.* (2010), para frangos de corte criados no estado do Ceará e da Paraíba, respectivamente, valores acima da zona de termoneutralidade recomendada para frangos de corte com idade de 7 a 45 dias. Nascimento *et al.* (2011) avaliando o ambiente de criação de frangos de corte criados no estado de São Paulo, encontraram valores médios de temperatura ambiente de 28°C, não atendendo também a condição de conforto térmico destas aves.

A partir dos valores médios mensais de temperatura das microrregiões do estado de Sergipe, verifica-se que todas as microrregiões estão aptas para a criação de galinhas poedeiras, pois os valores médios mensais de temperatura estão compreendidos entre 21 e 27°C, dentro da zona de conforto térmico recomendada por Ferreira (2005), que compreende 18 e 28°C. Porém, é importante ressaltar que a umidade relativa do ar, associada à temperatura ambiente, podem alterar as condições de conforto térmico observada nessas microrregiões.

Entretanto, Biaggioni *et al.* (2008) e Vitorasso e Pereira (2009) avaliando o ambiente interno de aviários de postura situados no estado de São Paulo, encontraram valores médios de temperatura ambiente de 29°C e 30°C, respectivamente, acima da faixa de temperatura de conforto recomendada para galinhas poedeiras, o que ocasionou uma situação de desconforto térmico para as aves.

As Figuras 3 (A, B, C, D, E, F) e 4 (A, B, C, D, E, F) representam o comportamento da temperatura média mensal do estado de Sergipe. Com base nas figuras observamos que os maiores valores da temperatura média do ar foram encontrados durante a estação do verão (dezembro a fevereiro), para a região semiárida do estado foram encontrados valores entre 25 e 28°C, para a região litorânea e agreste, valores entre 25 e 27°C e 24 e 27°C, respectivamente. Os menores valores da temperatura média do ar, entre 21 e 24°C, foram registrados durante a estação de inverno em todas as regiões (litoral, agreste e semiárido) do estado de Sergipe.

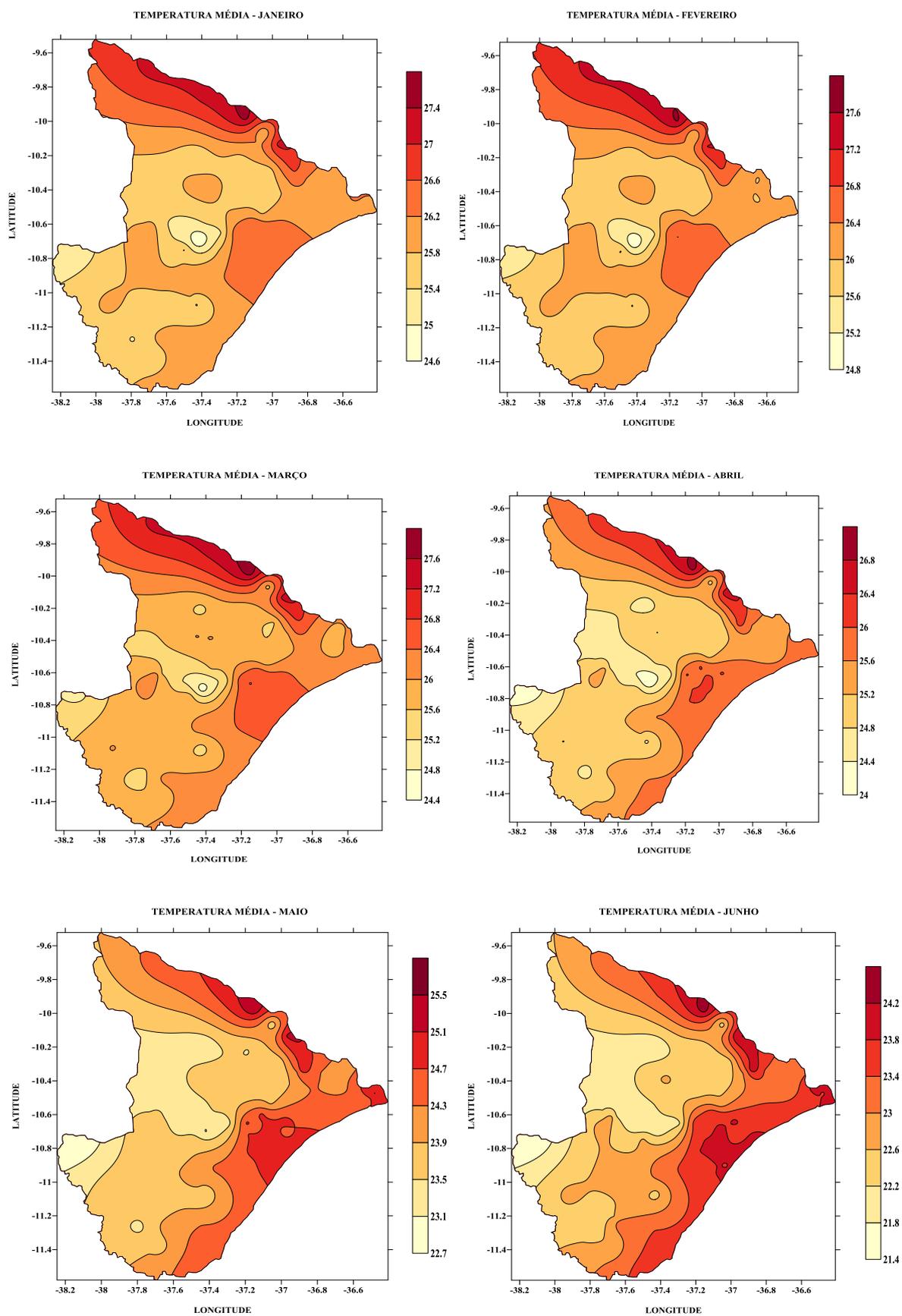


Figura 3 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da temperatura média do ar para o estado de Sergipe, durante os meses de janeiro a junho.

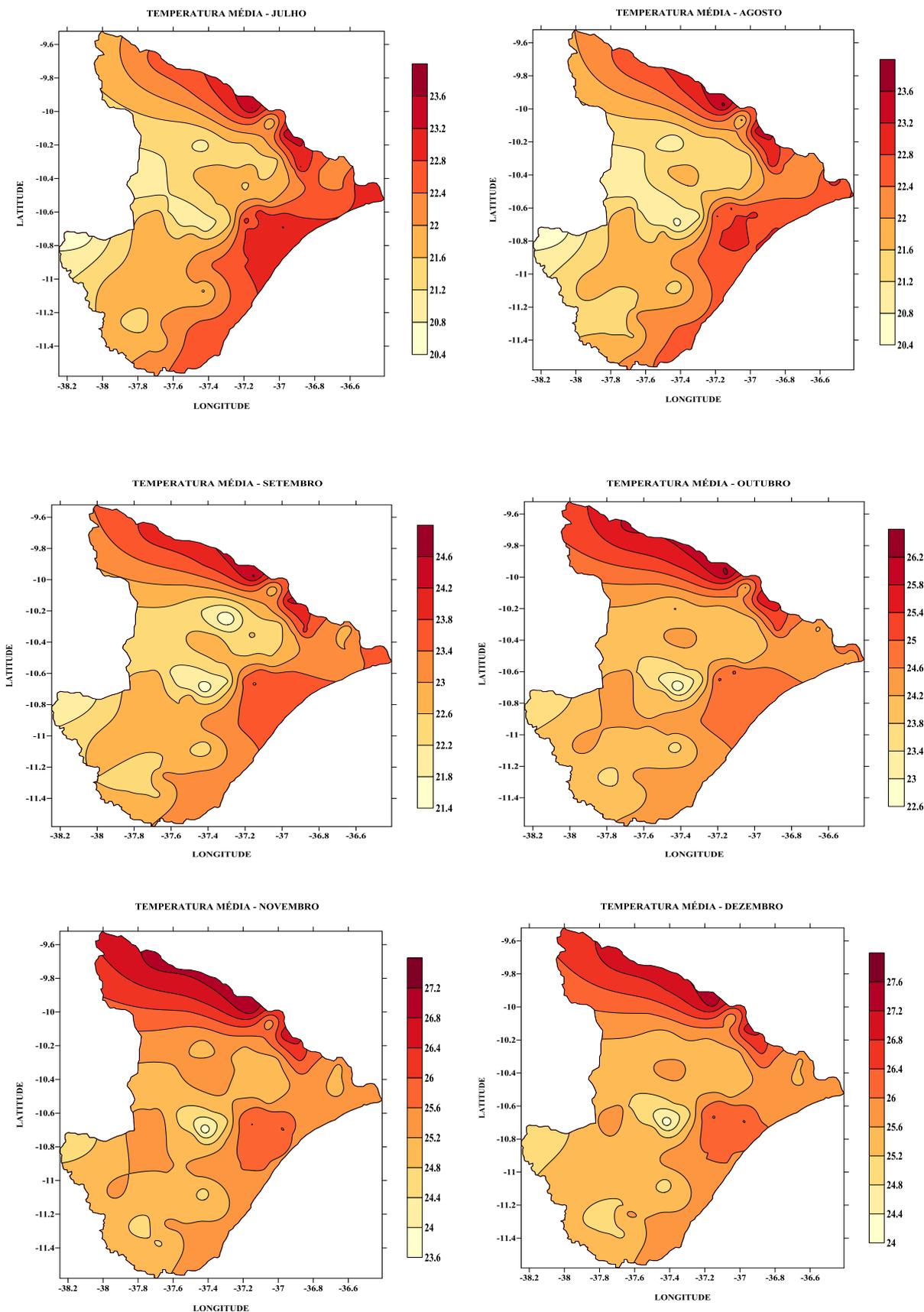


Figura 4 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da temperatura média do ar para o estado de Sergipe, durante os meses de julho a dezembro.

Observa-se que as regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe durante a estação de verão apresentam valores médios de temperatura dentro da zona de conforto térmico ideal para a criação de frangos de corte com idade de 9 a 21 dias (entre 24 e 28°C) e galinhas poedeiras (entre 18 e 28°C), de acordo com o recomendado por Ferreira (2005).

As regiões litorânea e agreste por contribuírem juntas com 77% da avicultura de corte e 95% da avicultura de postura do estado de Sergipe, necessitam de correções ambientais, na estação do verão, para proporcionar condições ideais de temperatura na fase inicial dessas aves (1 a 7 dias de idade) e na fase final (22 a 45 dias de idade) de criação de frangos de corte.

Valores médios de temperatura que ultrapassaram a zona de conforto térmico das aves durante a estação do verão foram encontrados por Rocha *et al.*(2010) analisando os índices bioclimáticos e produtivos de frangos de corte adultos criados na região semiárida paraibana os quais verificaram que a temperatura média do ambiente esteve entre 31°C.

As altas temperaturas ambientais observadas na estação do verão na região nordeste do Brasil, representam um obstáculo à atividade e, ainda que o problema seja sazonal e de duração variável, seus efeitos são economicamente significativos na produção animal (SARMENTO *et al.*, 2005).

Durante o inverno, observa-se que as três regiões do estado apresentaram valores médios de temperatura mais confortáveis, entre 21 e 24°C, dentro da zona de conforto térmico ideal para frangos de corte com idade de 22 a 45 dias (entre 21 e 24°C) e para galinhas poedeiras (entre 18 e 28°C), conforme recomendado por Ferreira (2005).

Entretanto, valores médios de temperatura que ultrapassaram a zona de conforto térmico das aves durante a estação do inverno foram encontrados por Nazareno *et al.*(2011) avaliando o conforto térmico e o desempenho de frangos de corte criados no estado de Pernambuco, os quais encontraram valor médio da temperatura ambiente de 26°C.

Os valores máximos mensais de temperatura para as microrregiões Centro-Sul, Médio Sertão, Alto Sertão, Leste, Sul, Baixo São Francisco, Agreste Central e Grande Aracaju variam entre 26 e 32°C; 26 e 32°C; 27 e 33°C; 27 e 32°C; 26 e 31°C; 27 e 32 °C; 26 e 32°C; 27 e 32°C; respectivamente, conforme mostra a Tabela 3. Pode-se observar que a microrregião do Alto Sertão, foi a que apresentou o maior valor de temperatura máxima anual, devido esta situar-se na região semiárida do estado, com média anual superior a 30°C.

Tabela 3 – Estimativa dos valores máximos mensais de temperatura das microrregiões do estado de Sergipe

Mês	Máximas Mensais de Temperatura (°C)							
	Microrregiões							
	Centro Sul	Médio Sertão	Alto Sertão	Leste	Sul	Baixo São Francisco	Agreste Central	Grande Aracaju
Janeiro	32	31	33	32	31	32	32	32
Fevereiro	32	32	33	32	31	32	32	32
Março	31	32	33	32	31	32	31	31
Abril	30	30	31	30	30	31	30	30
Maio	28	28	29	29	28	29	28	28
Junho	27	27	27	27	27	27	27	27
Julho	26	26	27	27	26	27	26	27
Agosto	26	26	27	27	26	27	26	27
Setembro	28	28	29	28	27	28	28	28
Outubro	30	30	31	30	29	30	30	29
Novembro	31	32	33	31	30	31	31	31
Dezembro	32	32	33	32	31	32	32	31
Média Anual	29	30	31	30	29	30	29	29

As Figuras 5 (A, B, C, D, E, F) e 6 (A, B, C, D, E, F) representam o comportamento da temperatura máxima mensal do estado de Sergipe. Com base nas figuras observa-se que os maiores valores de temperatura foram registrados durante a estação do verão, para a região semiárida do estado foram encontrados valores entre 32 e 34°C e para a região litorânea e agreste, valores entre 31 e 32°C e 30 e 33°C, respectivamente. Os menores valores da temperatura máxima mensal foram registrados durante o inverno, para a região litorânea e semiárida do estado, valores entre 26 e 28°C e para a região agreste, valores entre 25 e 28°C.

Valores semelhantes de temperatura máxima do ambiente durante a estação de verão foram encontrados por Nascimento *et al.* (2011) avaliando o ambiente de criação de frangos de corte criados no estado de São Paulo, os quais encontraram valores máximos de temperatura ambiente de 34°C.

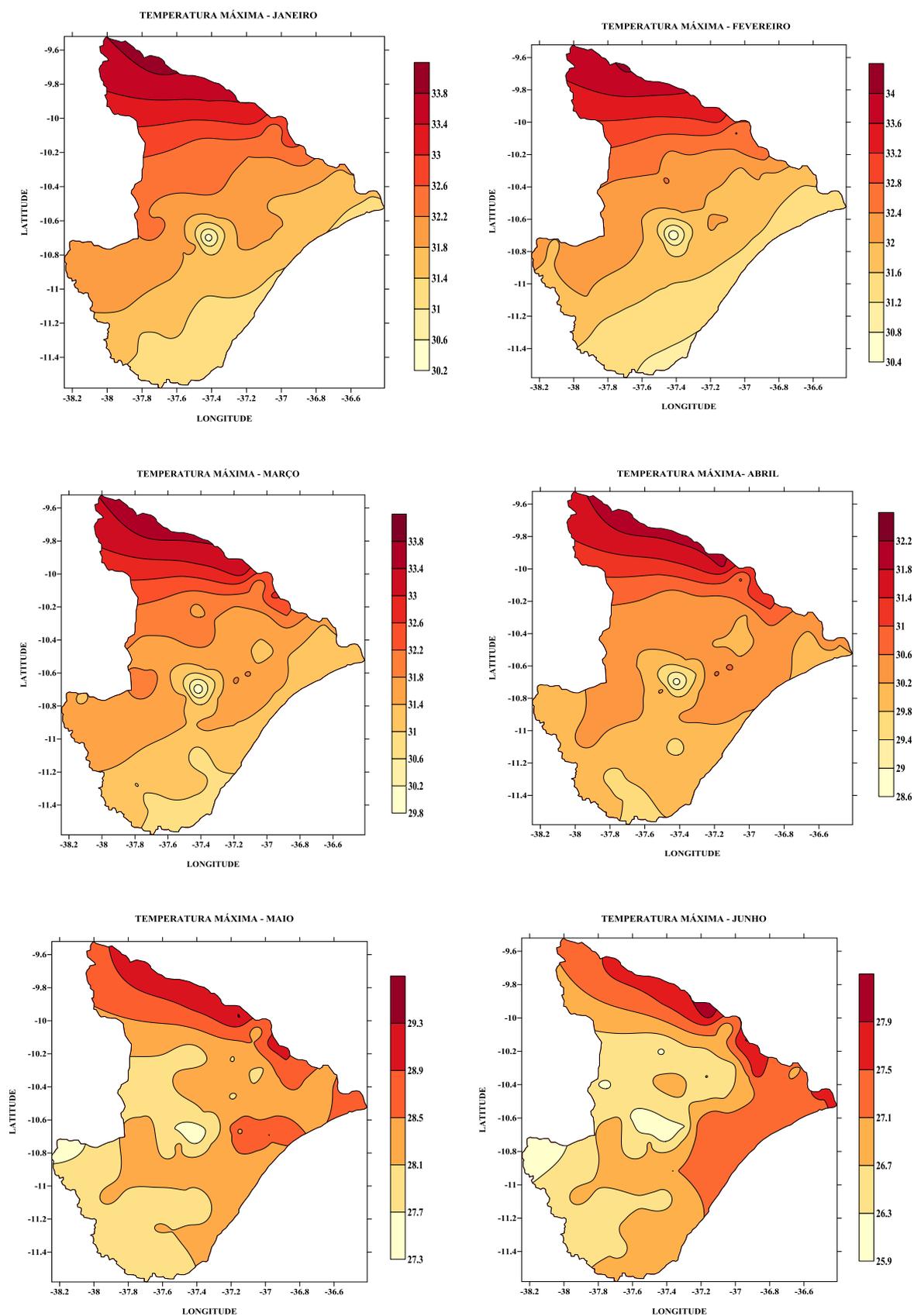


Figura 5 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da temperatura máxima do ar para o estado de Sergipe, durante os meses de janeiro a junho.

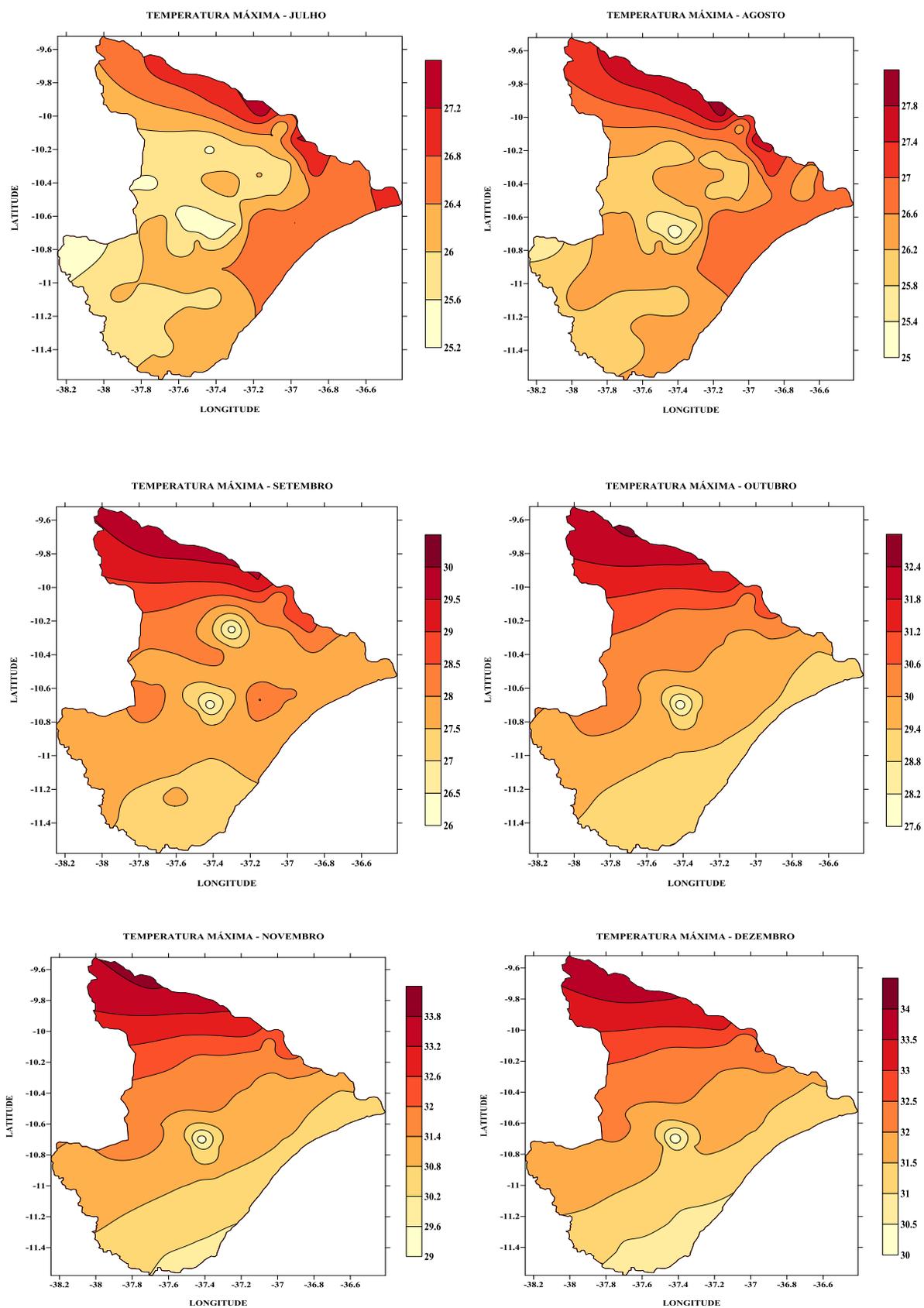


Figura 6 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da temperatura máxima do ar para o estado de Sergipe, durante os meses de julho a dezembro.

A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que as três regiões do estado durante a estação de verão (dezembro a fevereiro) apresentaram valores médios de temperatura máxima entre 30 e 34°C, ultrapassando a zona de conforto térmico para frangos de corte com idade de 9 a 45 dias (entre 21 e 28°C) e de galinhas poedeiras (entre 18 e 28°C).

Entretanto, durante o inverno (junho a agosto), observa-se que as três regiões do estado apresentaram valores médios de temperatura mais confortáveis, entre 25 e 28°C, dentro da zona de conforto térmico ideal para frangos de corte com idade de 9 a 21 dias (entre 24 e 28°C) e para galinhas poedeiras (entre 18 e 28°C), conforme recomendado por Ferreira (2005).

A partir dos valores das máximas mensais de temperatura observa-se que as regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe necessitam de artifícios técnicos para reduzir os efeitos da temperatura sobre o ambiente de criação, uma vez que estes valores ultrapassam a zona de conforto térmico das aves, principalmente durante o verão, o que poderá afetar o desempenho e a produtividade dos animais.

Os valores mínimos mensais de temperatura para as microrregiões Centro-Sul, Médio Sertão, Alto Sertão, Leste, Sul, Baixo São Francisco, Agreste Central e Grande Aracaju variam entre 17 e 21°C; 17 e 21°C; 18 e 21°C; 18 e 22°C; 18 e 21°C; 18 e 22 °C; 17 e 21°C; 19 e 22°C; respectivamente, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Estimativa dos valores mínimos mensais de temperatura das microrregiões do estado de Sergipe

Mês	Mínimas Mensais de Temperatura (°C)							
	Microrregiões							
	Centro Sul	Médio Sertão	Alto Sertão	Leste	Sul	Baixo São Francisco	Agreste Central	Grande Aracaju
Janeiro	20	20	21	21	21	21	20	22
Fevereiro	21	21	21	22	21	21	21	22
Março	21	21	21	22	21	22	21	22
Abril	21	20	21	21	21	21	20	21
Mai	20	20	20	21	20	21	20	21
Junho	19	19	19	20	19	20	19	20
Julho	18	18	18	19	18	19	18	19
Agosto	17	17	18	18	18	18	17	19
Setembro	18	18	19	19	19	19	18	19
Outubro	19	19	20	20	20	20	19	20
Novembro	20	20	20	21	20	21	20	21
Dezembro	20	20	21	21	21	21	20	21
Média Anual	19	19	20	20	20	20	19	21

Todas as microrregiões do estado de Sergipe apresentaram valor médio anual de temperatura mínima entre 19 e 21°C, dentro da zona de conforto térmico ideal apenas para galinhas poedeiras, que segundo Ferreira (2005) compreende entre 18 e 28°C. Desta forma, verifica-se que todas as microrregiões do estado poderão necessitar de sistema de aquecimento para a criação de aves jovens (1 a 7 dias de idade) e frangos de corte com idade de 8 a 45 dias, devido aos baixos valores de temperatura registrados.

Pode-se observar que as microrregiões do Alto Sertão, Leste, Sul, Baixo São Francisco e da Grande Aracaju foram as que apresentaram os maiores valores de temperatura mínima do ar, devido estas microrregiões estarem situadas mais próximas da faixa litorânea do estado. As demais microrregiões apresentaram os menores valores de temperatura mínima do ar, devido a interiorização das microrregiões o que torna as mesmas mais distante do litoral (maritimidade).

O comportamento da temperatura mínima mensal do estado de Sergipe está representado pelas Figuras 7 (A, B, C, D, E, F) e 8 (A, B, C, D, E, F). Os maiores valores da temperatura mínima mensal foram registrados durante o verão, valores variando entre 19 e 22°C na região agreste do estado, enquanto que no litoral e no semiárido foram observados valores entre 20 e 22°C. Os menores valores da temperatura mínima mensal foram registrados durante o inverno, valores entre 17 e 20°C para a região litorânea, agreste e semiárida do estado.

A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que as três regiões do estado durante a estação de verão apresentaram valores médios de temperatura mínima entre 19 e 22°C, dentro da zona de conforto térmico ideal para frangos de corte com idade de 22 a 45 dias (entre 21 e 24°C) e para galinhas poedeiras (entre 18 e 28°C), conforme recomendado por Ferreira (2005).

Valores distintos de temperatura mínima do ambiente durante a estação de verão foram encontrados por Nascimento *et al.* (2011) avaliando o ambiente de criação de frangos de corte criados no estado de São Paulo, os quais encontraram valores mínimos de temperatura ambiente de 18°C.

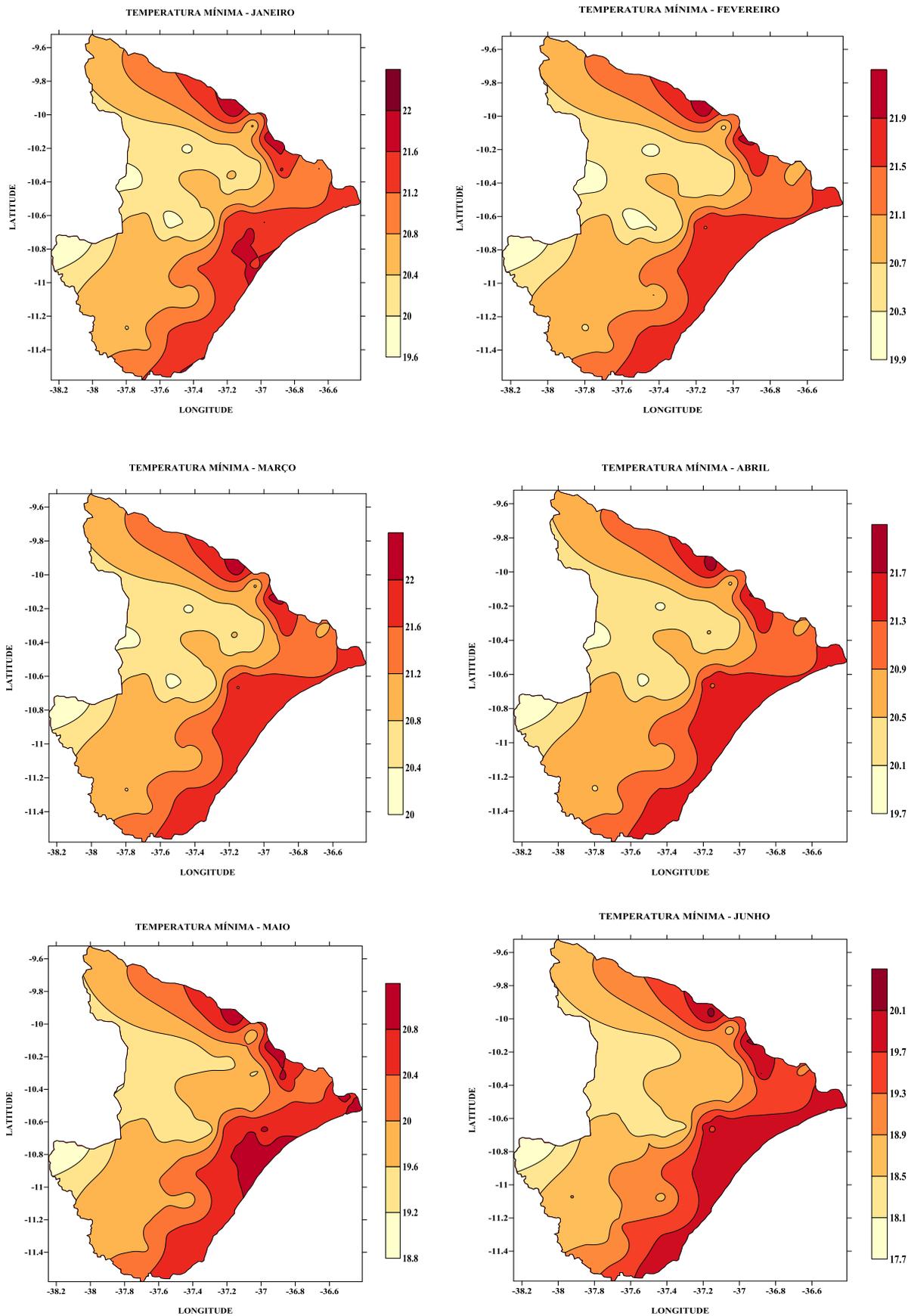


Figura 7 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da temperatura mínima do ar para o estado de Sergipe, durante os meses de janeiro a junho.

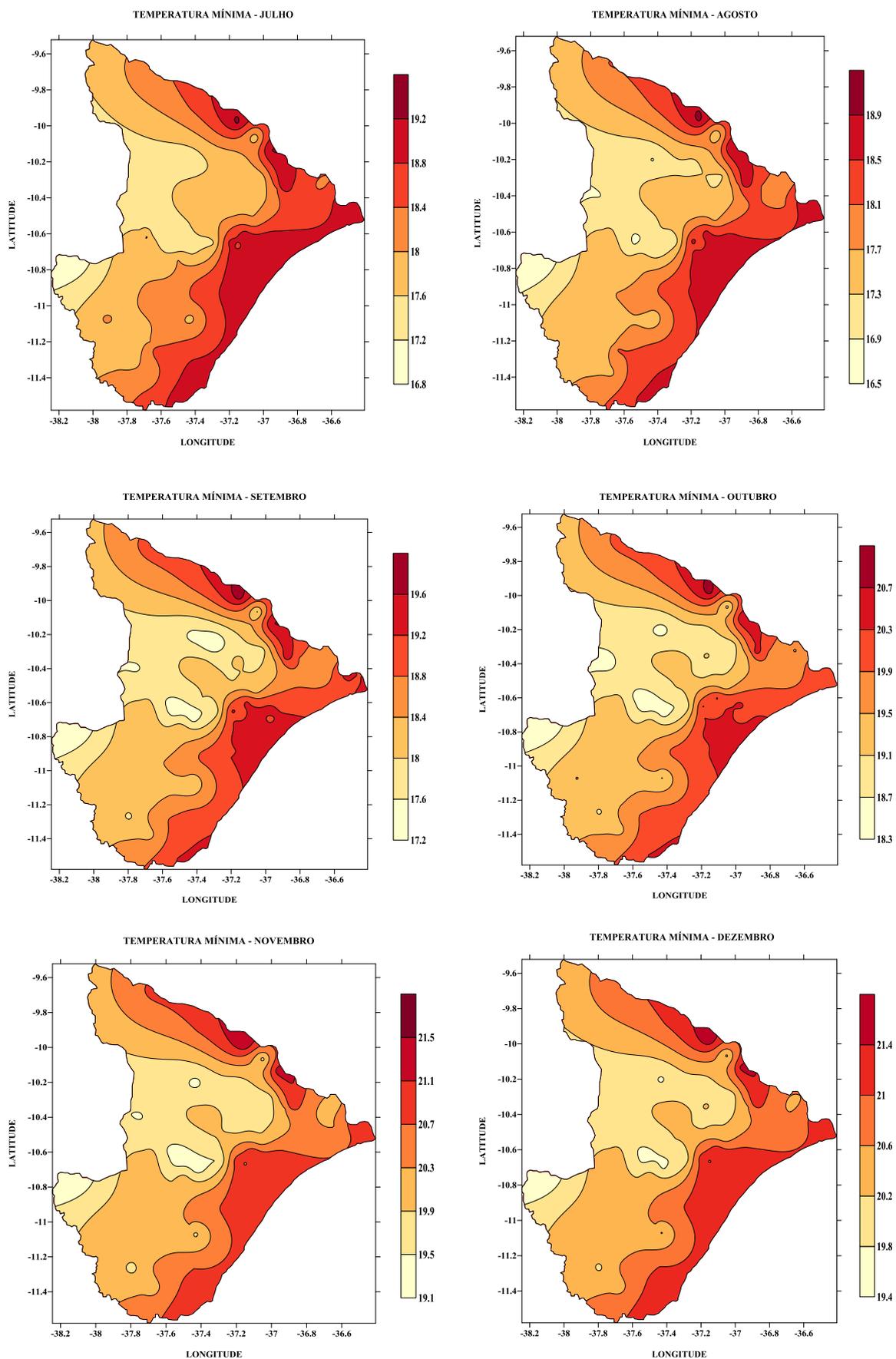


Figura 8 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da temperatura mínima do ar para o estado de Sergipe, durante os meses de julho a dezembro.

Comportamento da temperatura do ar durante o período seco e chuvoso

O comportamento da temperatura média, máxima e mínima do ar para o período seco e chuvoso do estado de Sergipe, está representado pela Figura 9 (A, B, C, D, E, F). Observa-se que durante o período seco, os valores encontrados da temperatura média do ar para a região litorânea e agreste variaram entre 24 e 26°C, para a região semiárida do estado, os valores oscilaram entre 25 e 27°C. No período chuvoso, os valores da temperatura média do ar variaram entre 23 e 25°C para a região litorânea e semiárida do estado e entre 22 e 25°C para a região agreste.

Os valores médios da temperatura máxima do ar, durante o período seco, para a região litorânea, agreste e semiárida do estado estavam compreendidos entre 30 e 31°C, 29 e 32°C, 31 e 33°C, respectivamente. Durante o período chuvoso, os valores médios da temperatura máxima do ar, para a região litorânea variaram entre 28 e 29°C, para a região agreste entre 27 e 29°C, e para a região semiárida do estado entre 28 e 30°C.

Durante o período seco, os valores médios da temperatura mínima do ar para a região litorânea e semiárida do estado variaram entre 19 e 21°C, para a região agreste, os valores oscilaram entre 20 e 21°C. No período chuvoso, os valores médios da temperatura mínima do ar para a região litorânea variaram entre 19 e 20°C, para a região agreste entre 18 e 21°C, e para a região semi-árida do estado entre 19 e 21°C.

Os valores da temperatura média, máxima e mínima do ar para o período seco e chuvoso do estado de Sergipe, estão apresentados através da Tabela 5. Observa-se que as maiores oscilações de temperatura foram registradas durante o período seco, sendo que a região agreste e semiárida do estado apresentaram as maiores amplitude térmica com valores de 11 e 12°C, respectivamente. Durante o período chuvoso não foram observadas grandes variações de temperatura, observou-se uma amplitude térmica de 8°C para a região litorânea e de 9°C para a região agreste e semi-árida do estado.

Tabela 5 – Valores estimados da temperatura média, máxima e mínima do ar das regiões climáticas do estado de Sergipe durante o período seco e chuvoso

Região	Período Seco			Período Chuvoso		
	Temperatura (°C)			Temperatura (°C)		
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
Litoral	25	30	21	24	28	20
Agreste	25	31	20	24	28	19
Semi-árido	25	32	20	24	29	19

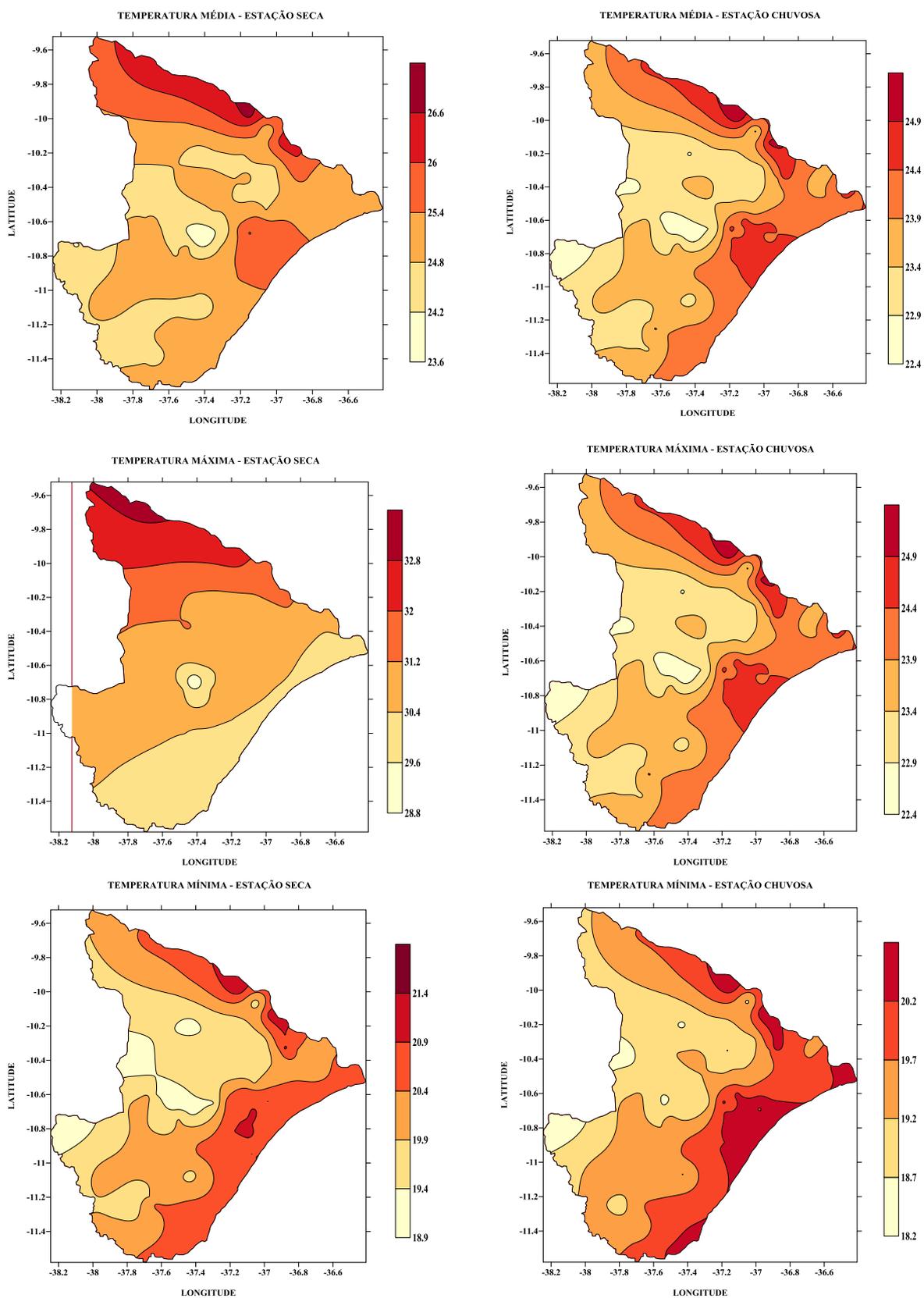


Figura 9 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da temperatura média, máxima e mínima do ar para o estado de Sergipe, durante o período seco e chuvoso.

Comportamento da umidade relativa do ar no estado de Sergipe

Os valores médios mensais de umidade relativa do ar (UR) para as microrregiões Centro-Sul, Médio Sertão, Alto Sertão, Leste, Sul, Baixo São Francisco, Agreste Central e Grande Aracaju variam entre 84 e 96 %; 85 e 95 %; 82 e 92 %; 88 e 95 %; 87 e 98 %; 88 e 93 %; 84 e 96 %; 89 e 96 %; respectivamente, conforme mostra a Tabela 8. Pode-se observar que para todas as microrregiões os menores valores médios mensais de UR foram registrados nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (verão) e os maiores valores nos meses de junho, julho e agosto (inverno).

Tabela 8 – Estimativa dos valores médios mensais de umidade relativa do ar das microrregiões do estado de Sergipe

Mês	Médias Mensais de Umidade Relativa do Ar (%)							
	Microrregiões							
	Centro Sul	Médio Sertão	Alto Sertão	Leste	Sul	Baixo São Francisco	Agreste Central	Grande Aracaju
Janeiro	84	85	82	88	87	88	84	89
Fevereiro	85	86	82	88	87	88	85	89
Março	86	87	84	89	88	89	86	89
Abril	92	95	86	95	98	90	93	95
Mai	94	92	92	95	96	91	95	96
Junho	95	93	92	94	97	91	95	95
Julho	96	94	93	94	97	93	95	95
Agosto	95	93	90	94	97	90	96	94
Setembro	89	91	87	93	93	92	92	92
Outubro	87	88	84	90	90	90	88	91
Novembro	85	86	82	89	88	89	86	89
Dezembro	85	85	82	88	87	88	84	89
Média Anual	89	90	86	91	92	90	90	92

Pode-se observar que as microrregiões do Leste Sergipano, Sul Sergipano e da Grande Aracaju foram as que apresentaram os maiores valores anuais de umidade relativa do ar, devido estas microrregiões estarem situadas mais próximas da faixa litorânea do estado, o que favorece ao maior acúmulo de água na atmosfera.

De acordo com Ferreira (2005), as aves apresentam melhor produção quando estão em ambientes com UR na faixa de 40 e 70%. Entretanto, em todas as microrregiões foram encontrados valores críticos de UR, superior a 82%. Verifica-se que essa condição

ambiental provoca desconforto térmico nas aves, comprometendo a sua homeotermia e sua produtividade (DAMASCENO *et al.*, 2010).

Valores críticos de umidade relativa do ar também foram encontrados por Nazareno *et al.* (2011) avaliando o conforto térmico e o desempenho de frangos de corte criados no estado de Pernambuco, durante a estação de inverno, os quais encontraram valor médio de UR de 82%. Oliveira *et al.* (2000) avaliando o ambiente interno de aviários de frangos de corte situados no estado de São Paulo, durante a estação de verão, também encontraram valor crítico de UR, de 73%.

As Figuras 10 (A, B, C, D, E, F) e 11 (A, B, C, D, E, F) representam o comportamento da média mensal da UR do estado de Sergipe. Com base nas figuras observa-se que os maiores valores de UR foram encontrados durante a estação do inverno, a UR variou entre 93 e 98% para a região litorânea, entre 90 e 99% para a região agreste e entre 89 e 97% para a região semiárida do estado.

Os menores valores de UR foram registrados durante a estação do verão, valores entre 85 e 90% para a região litorânea, entre 81 e 88% para a região agreste e entre 80 e 86% para a região semiárida do estado. A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que as três regiões do estado durante a estação de inverno e verão apresentaram, respectivamente, valores médios de UR entre 89 e 99% e 80 e 90%, os quais ultrapassaram a zona de conforto térmico ideal apenas para as aves, que segundo Ferreira (2005) está entre 40 e 70%.

Com base no exposto podemos concluir que os altos valores da umidade relativa do ar encontrados, irão alterar consideravelmente a quantidade de calor presente no ambiente de criação, dificultando a manutenção da temperatura corporal, ocasionado queda no desempenho e conseqüentemente na produtividade das aves. Portanto é necessário que haja modificações no ambiente de criação dessas aves, como o uso de ventiladores e exaustores, a fim de garantir melhores condições de conforto térmico ambiental.

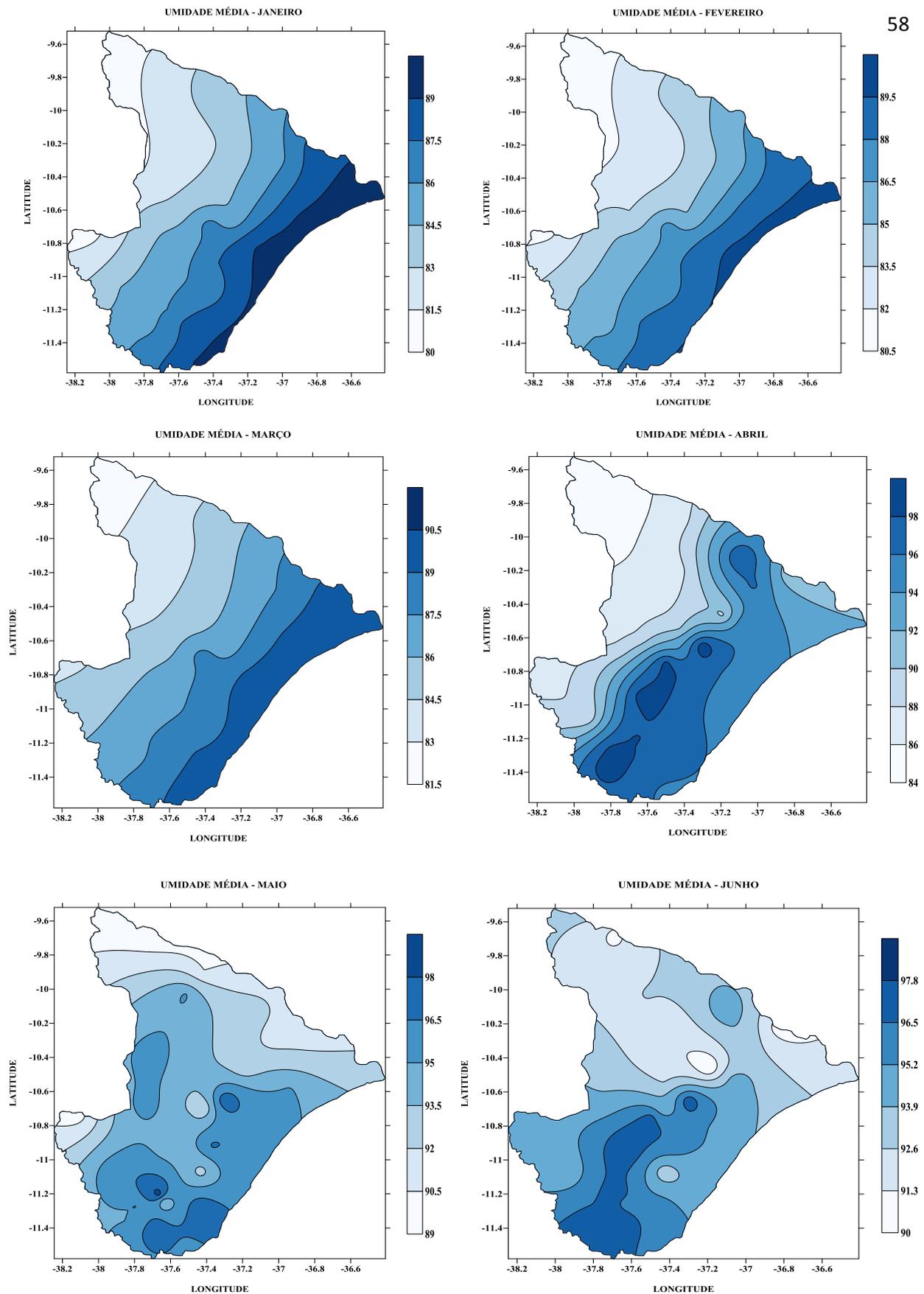


Figura 10 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da umidade relativa do ar para o estado de Sergipe, durante os meses de janeiro a junho.

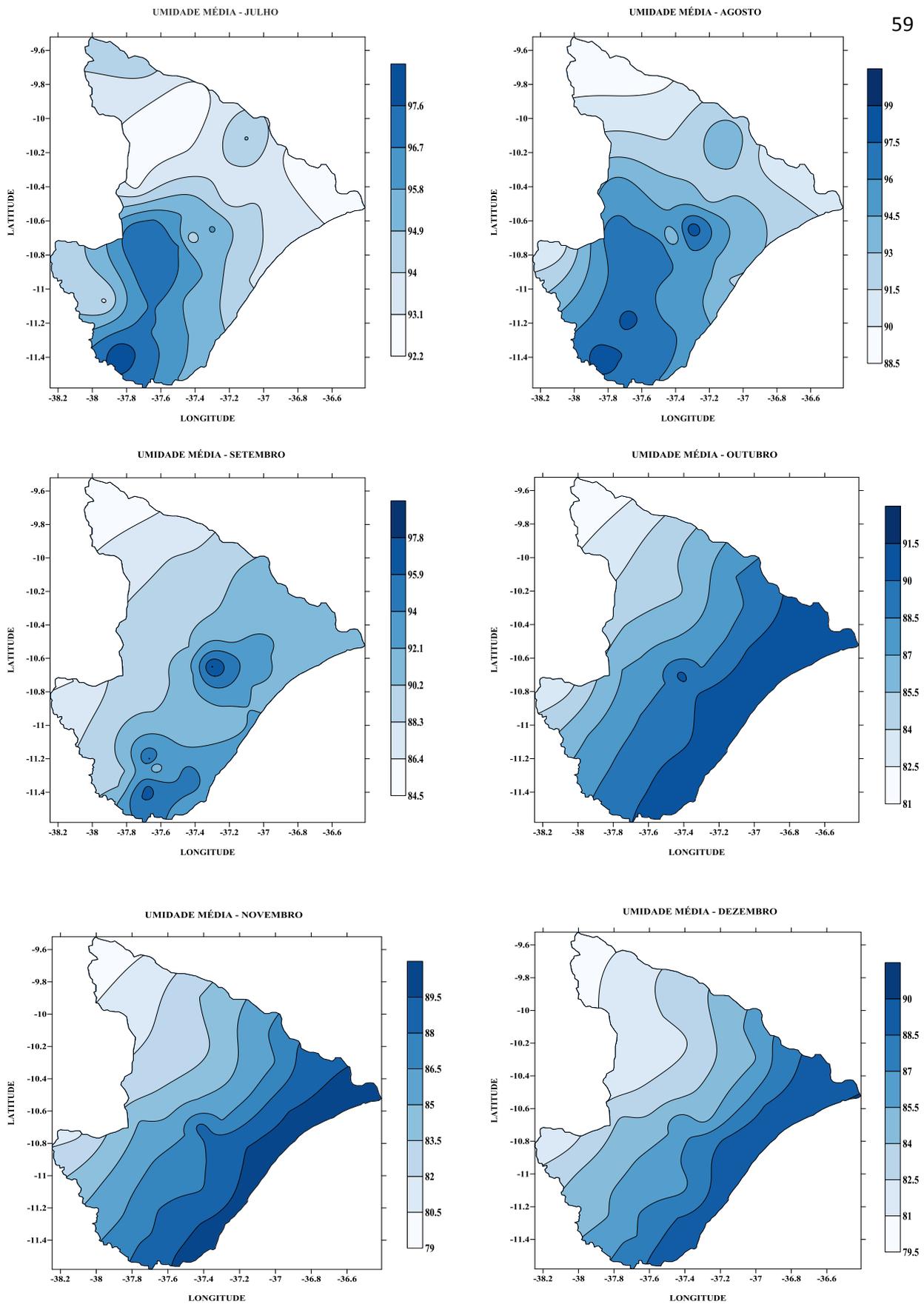


Figura 11 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento da umidade relativa do ar para o estado de Sergipe, durante os meses de julho a dezembro.

Entretanto, Biaggioni *et al.* (2008) avaliando o ambiente interno de aviários de postura situados no estado de São Paulo, constataram que os valores médios de UR do ambiente de criação na primavera foi de 53% e no verão foi de 72%, respectivamente, valores dentro da faixa de conforto térmico recomendada para as aves.

Valores ideais de umidade relativa do ar foram encontrados durante o verão por Vitorasso e Pereira (2009) avaliando o ambiente interno de aviários de postura situados no estado de São Paulo, os quais constataram que a UR do ambiente de criação foi de 52%. Nascimento *et al.* (2011) avaliando o ambiente de criação de frangos de corte criados no estado de São Paulo e Yanagi Júnior *et al.* (2000) analisando o ambiente interno de galpões de frangos de corte criados no estado de Minas Gerais, também encontraram valores ideais de UR, de 64% e 68%, respectivamente.

Valores de umidade relativa do ar UR dentro da zona de conforto térmico ideal para as aves foram encontrados durante a primavera por Furtado *et al.* (2003) em análise as condições de conforto térmico ambiental em aviários de frangos de corte localizados na mesorregião do agreste do estado da Paraíba, verificaram que a UR do ambiente foi de 62%, por Jácome *et al.* (2007) analisando os índices de conforto térmico de instalações para poedeiras criadas no estado da Paraíba, observaram valores entre 65 e 67% e por Lavor *et al.* (2008) avaliando o efeito do ambiente de criação sobre o desempenho de frangos de corte criados no estado do Ceará, observaram valor de UR de 66%.

Comportamento da umidade relativa do ar durante o período seco e chuvoso

Os valores médios da umidade relativa do ar durante o período seco e chuvoso do estado de Sergipe estão apresentados através da Tabela 9. Observa-se que durante o período seco, os valores médios encontrados da umidade relativa do ar para a região litorânea, agreste e semiárida do estado foram de 89, 87 e 84%, respectivamente. No período chuvoso, os valores médios da umidade relativa do ar foram de 95% para a região litorânea, 93% para a região agreste e de 91% para a região semiárida do estado. Verifica-se que as regiões do litoral e do agreste do estado apresentaram os maiores valores em função da proximidade da região com o oceano Atlântico.

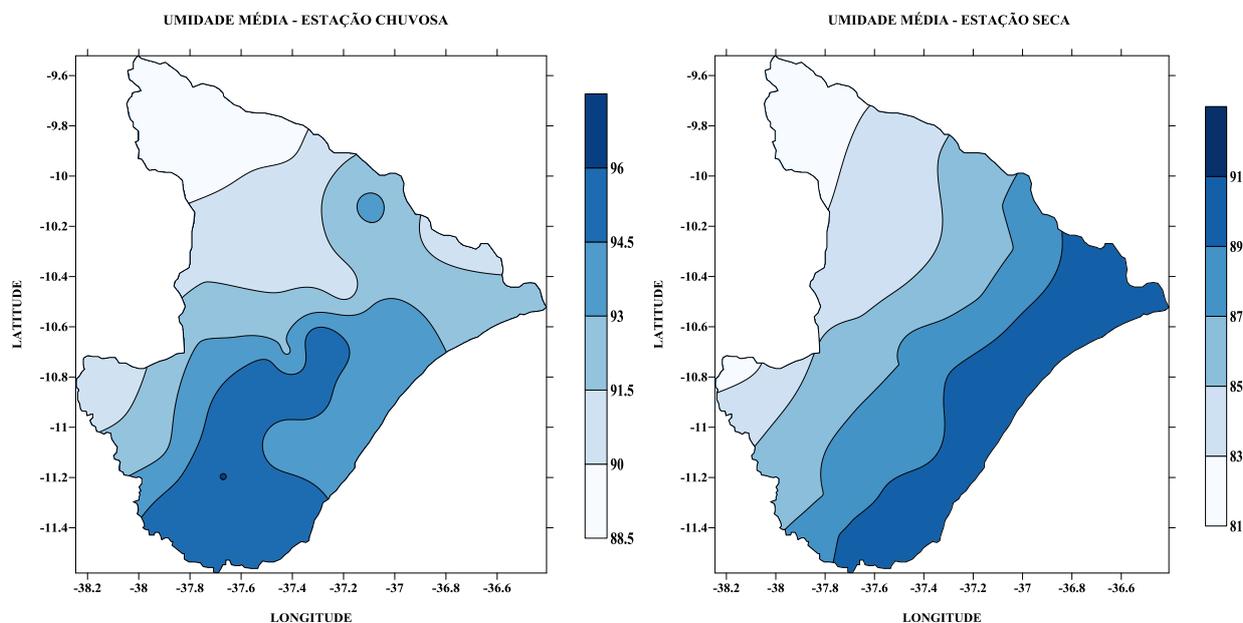
Tabela 9 – Valores médios da umidade relativa do ar das regiões climáticas do estado de Sergipe durante o período seco e chuvoso

Região	Umidade relativa do ar (%)	
	Período Seco	Período Chuvoso
Litoral	89	95
Agreste	87	93
Semiárido	84	91

O comportamento da umidade relativa do ar durante o período seco e chuvoso do estado de Sergipe está representado pela Figura 12 (A, B). Durante o período seco poucos sistemas meteorológicos atuam no estado, causando uma redução no volume de chuva e consequentemente nos valores da umidade relativa do ar, principalmente na região semiárida do estado, valores entre 81 e 83%. Durante o período chuvoso observa-se que há uma maior dispersão das chuvas nas regiões do estado, sendo que os maiores valores de umidade concentram-se na região litorânea e agreste do estado, valores entre 93 e 96%.

Em análise as condições de conforto térmico ambiental em aviários de frangos de corte localizados na mesorregião do semiárido do estado da Paraíba, Furtado *et al* (2010), constataram que durante o período seco a UR foi de 47%, valor bastante inferior ao encontrado para a região agreste do estado de Sergipe, que foi de 84%.

Figura 12 (A, B) – Comportamento da umidade relativa do ar para o estado de Sergipe, durante o período seco e chuvoso.



Comportamento do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) no estado de Sergipe

Os valores mensais do índice de temperatura e umidade (ITU) para as microrregiões Centro-Sul, Médio Sertão, Alto Sertão, Leste, Sul, Baixo São Francisco, Agreste Central e Grande Aracaju variam entre 70 e 77; 70 e 77; 71 e 78; 71 e 78; 71 e 77; 72 e 79; 70 e 77; 72 e 78; respectivamente, conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11 – Estimativa dos valores médios mensais de ITU das microrregiões do estado de Sergipe

Mês	Valores Mensais do Índice de Temperatura e Umidade - ITU							
	Microrregiões							
	Centro Sul	Médio Sertão	Alto Sertão	Leste	Sul	Baixo São Francisco	Agreste Central	Grande Aracaju
Janeiro	76	77	78	77	77	78	76	78
Fevereiro	77	77	78	78	77	79	77	78
Março	77	77	78	78	77	79	76	78
Abril	76	77	77	77	77	78	76	78
Mai	74	74	74	75	75	75	74	76
Junho	72	72	72	73	73	74	72	74
Julho	71	71	71	72	71	72	71	73
Agosto	70	70	71	71	71	72	70	72
Setembro	72	72	73	73	72	74	72	74
Outubro	74	74	75	75	74	76	74	76
Novembro	76	76	77	76	76	77	75	77
Dezembro	76	76	77	77	76	78	76	78
Média Anual	74	74	75	75	75	76	74	76

A partir dos valores mensais do ITU pode-se observar que apenas nos meses de junho a setembro as microrregiões Centro Sul, Médio Sertão, Alto Sertão, Leste, Sul e Agreste Central apresentaram valores de ITU entre 70 e 72 e nos meses de julho a agosto o Baixo São Francisco e a Grande Aracaju apresentaram valores de ITU entre 72 e 73, valores considerados como confortável ($ITU < 74$) para a criação de frangos de corte, conforme recomendado por Gates (1995).

Durante os meses de maio a outubro, os valores mensais do ITU, nas microrregiões Centro Sul, Médio Sertão e Agreste Central apresentaram valores de ITU entre 70 e 74, nos meses de maio a setembro o Alto Sertão apresentou valores de ITU entre 71 e 74, nos

meses de junho a setembro o Leste, Baixo São Francisco e a Grande Aracaju apresentou valores de ITU entre 71 e 74 e nos meses de junho a outubro o Sul apresentou valores de ITU entre 71 e 74, valores considerados como confortável ($ITU < 75$) para a criação de galinhas poedeiras, conforme recomendado por Barbosa Filho (2004).

Para a criação de frangos de corte, nos meses de outubro a maio, foram encontrados os valores mensais do ITU entre 74 e 78 para as microrregiões Centro Sul, Médio Sertão, Alto Sertão, Leste, Sul e Agreste Central, nos meses de setembro a junho o Baixo São Francisco e a Grande Aracaju apresentou valores de ITU entre 74 e 78, valores considerados como alerta e perigo ($74 \geq ITU < 79$) para a criação de frangos de corte, conforme recomendado por Gates (1995).

Durante os meses de novembro a abril, os valores mensais do ITU, nas microrregiões Centro Sul, Médio Sertão e Agreste Central apresentaram valores de ITU entre 75 e 77, nos meses de outubro a abril o Alto Sertão apresentou valores de ITU entre 75 e 78, nos meses de outubro a maio o Leste, o Baixo São Francisco e a Grande Aracaju apresentaram valores de ITU entre 75 e 78 e nos meses de novembro a maio o Sul apresentou valor médio de ITU entre 75 e 77, valores considerados como alerta e perigo ($75 \geq ITU < 84$) para a criação de galinhas poedeiras, conforme recomendado por Barbosa Filho (2004).

Valores críticos de ITU foram encontrados durante a estação de verão por Nascimento *et al.* (2011) e por Lima *et al.* (2009) avaliando o ambiente de criação de frangos de corte criados no estado de São Paulo e na mesorregião metropolitana de Belém, os quais encontraram valores médios de ITU de 77 e 81. Biaggioni *et al.* (2008) avaliando o ambiente interno de aviários de postura situados no estado de São Paulo, também na estação de verão, constataram que os valores médios de ITU do ambiente de criação foi de 79, também acima do ideal para a criação de galinhas poedeiras.

Durante o inverno foram encontrados novamente valores críticos de ITU por Lavor *et al.* (2008) avaliando o efeito do ambiente sobre o desempenho de frangos de corte criados no estado do Ceará os quais constataram que a média do ITU foi de 80 e por Biaggioni *et al.* (2008) avaliando o ambiente interno de aviários de postura situados no estado de São Paulo, os quais verificaram que os valores médios de ITU do ambiente de criação foi de 72.

Gates (1995) considera valores de ITU menores que 74 como o ambiente confortável a criação de frangos de corte, entre 74 e 79 representa situação de alerta e perigo para a produção, e entre 79 e 84 indicam situação de emergência sendo necessárias providências urgentes para se evitar a perda do plantel. Para as poedeiras comerciais Barbosa Filho

(2004) considera valores de ITU entre 71 à 75 uma situação de conforto, 75 à 84 perigo e 84 à 87 caracteriza uma situação de emergência para as aves.

As Figuras 13 (A, B, C, D, E, F) e 14 (A, B, C, D, E, F) representam o comportamento mensal do ITU do estado de Sergipe. Com base nas figuras observa-se que os melhores valores de ITU para as três regiões do estado foram encontrados durante os meses de julho a setembro, na região litorânea os valores variaram entre 70 e 74, na região agreste entre 68 e 74 e na região semiárida entre 69 e 74.

Os valores médios de ITU do estado de Sergipe durante as quatro estações do ano estão apresentados através da Tabela 12. Nota-se na região litorânea e semiárida do estado os melhores valores de ITU concentraram-se apenas na estação do outono (março a maio), valores entre 71 e 72, para a região agreste os melhores valores de ITU estão incluídos na estação do outono (março a maio) e inverno (junho a agosto), valores entre 71 e 74.

Tabela 12 – Valores médios do ITU das regiões climáticas do estado de Sergipe durante as quatro estações do ano

Estação do Ano	Médias de ITU		
	Litoral	Agreste	Semiárido
Primavera	77	77	77
Verão	77	76	76
Outono	72	71	71
Inverno	75	74	75

Oliveira *et al.*(2006) em um estudo bioclimático da região Sudeste do Brasil, encontraram valores de ITU de 73 durante a primavera, de 71 durante o verão, de 67 durante o inverno e de 71 durante o outono, considerados confortáveis para a criação de frangos de corte e galinhas poedeiras.

Entretanto, Carvalho *et al.*(2009) em um estudo bioclimático da região Sudeste do Brasil, encontraram valores de ITU de 78 durante a primavera, de 78 durante o verão, de 77 durante o inverno e de 76 durante o outono, representando situação de alerta e perigo para a criação de frangos de corte e galinhas poedeiras.

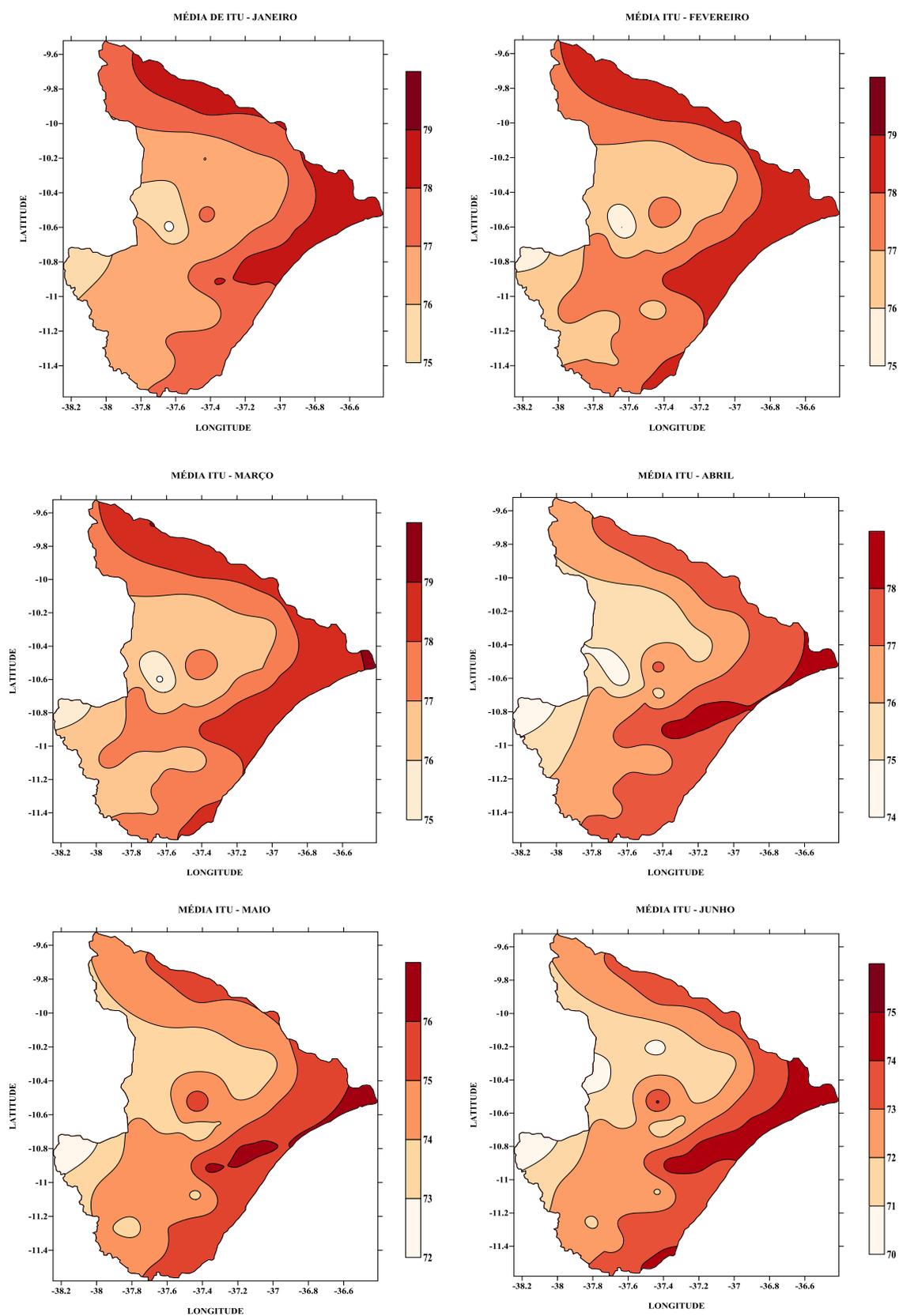


Figura 13 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento do ITU para o estado de Sergipe, durante os meses de janeiro a junho.

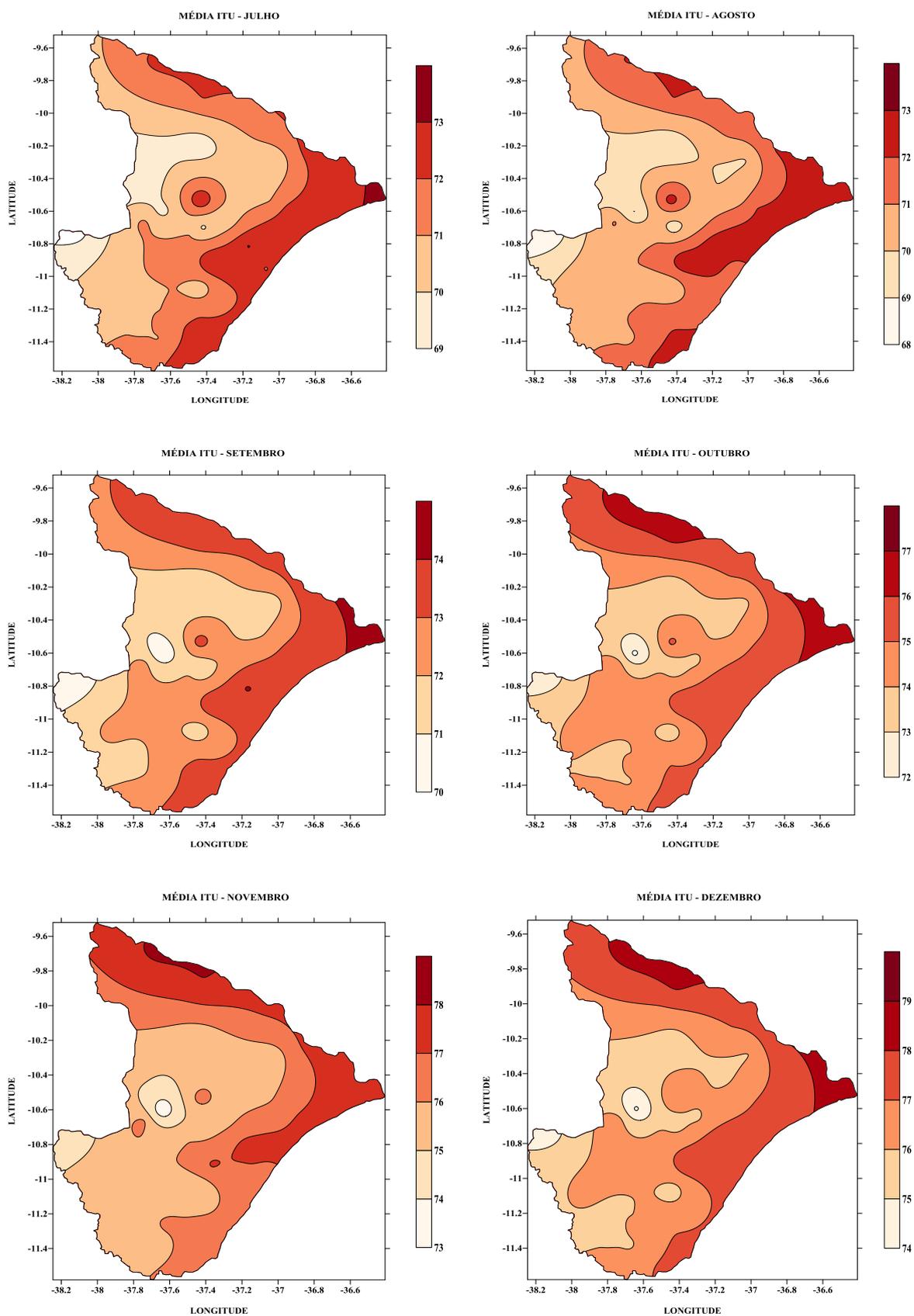


Figura 14 (A, B, C, D, E, F) – Comportamento do ITU para o estado de Sergipe, durante os meses de julho a agosto.

Comportamento do ITU durante o período seco e chuvoso

O comportamento do ITU durante o período seco e chuvoso do estado de Sergipe está representado através da Figura 15 (A, B). Durante o período seco os valores médios encontrados de ITU para a região agreste e semiárida variaram entre 72 e 75, para a região litorânea do estado, os valores oscilaram entre 73 e 76. No período chuvoso, os valores de ITU variaram entre 74 e 77 para a região litorânea e agreste do estado e entre 73 e 78 para a região semi-árida.

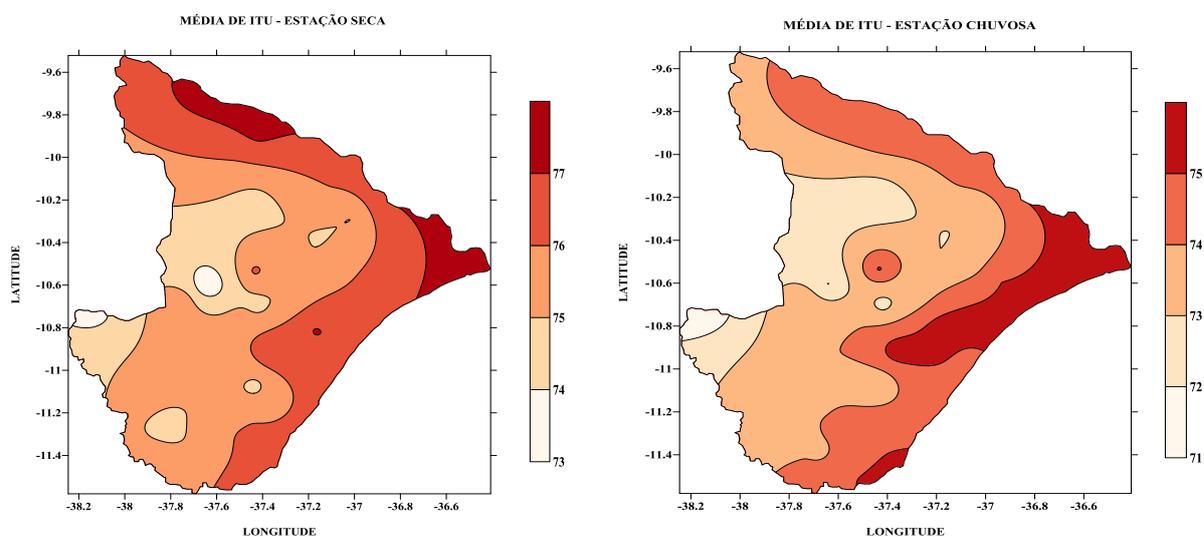


Figura 15 (A, B) – Comportamento da umidade relativa do ar para o estado de Sergipe, durante o período seco e chuvoso.

Observa-se que durante o período seco, as três regiões apresentaram valores de ITU acima do recomendado para a avicultura, valores entre 75 e 76. Entretanto, durante o período chuvoso apenas a região litorânea do estado apresentou valor de ITU superior (75), conforme mostra a Tabela 13.

Tabela 13 – Valores médios de ITU das regiões climáticas do estado de Sergipe durante o período seco e chuvoso

Região	Índice de temperatura e umidade - ITU	
	Período Seco	Período Chuvoso
Litoral	76	75
Agreste	75	73
Semi-árido	76	74

CONCLUSÕES

As microrregiões do estado de Sergipe apresentaram valores médios mensais de temperatura entre 24 e 25°C, encontrando-se assim dentro da zona de conforto térmico para a criação de galinhas poedeiras e abaixo da zona de conforto térmico para a criação de frangos de corte com idade de 22 a 45 dias.

Os valores médios de umidade relativa do ar, para todas as microrregiões do estado de Sergipe, mantiveram-se fora dos padrões de conforto térmico para a avicultura, com valores superiores a 82%.

Todas as microrregiões do estado de Sergipe, durante os meses de julho e agosto apresentaram as melhores condições de conforto térmico para a avicultura de corte e de postura, com valores médios de ITU abaixo de 74.

Durante o período seco, as três regiões do estado não apresentaram condições de conforto térmico para a atividade avícola, com valores médios de ITU entre 75 e 76.

Durante o período chuvoso apenas a região agreste apresenta condições favoráveis para a avicultura de corte, com valor médio de ITU de 73, para a avicultura de postura apenas a região litorânea não apresentou condições de conforto térmico, com valor médio de ITU de 75.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA FILHO, J. A. D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BERRY, F.A.; BOLLAY, E.; BEERS, N.R. **Handbook of meteorology**. New York, McGraw-Hill Book Company, 1945. 1068p.

BIAGGIONI, M. A. M.; MATTOS, J. M.; JASPER, S. P.; TARGA, L. A. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.4, p.961-972, 2008.

BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

CARVALHO, V. F.; YANAGI JÚNIOR, T.; FERREIRA, L.; DAMASCENO, F. A.; SILVA, M. P. Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.358-366, 2009.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.140-147, 2006.

DAMASCENO, F. A.; YANAGI, T.; LIMA, R. R.; GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1031-1038, 2010.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371 p.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

FURTADO, D. A.; ROCHA, H. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Índice de conforto térmico e concentração de gases em galpões avícolas no semiárido paraibano. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.993-1002, 2010.

GATES, R.S.; ZHANG, H.; COLLIVER, D.G.; OVERHULTS, D.G. Regional variation in temperature humidity index for poultry housing. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v.38, n.1, p.197-205, 1995.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. **Amer. Soc. Agric. Eng. Meeting**, Chicago, paper 85-25170, 1985.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.527-531, 2007.

LAVOR, C. T. B.; FERNANDES, A. A.; SOUSA, F. L. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência Agrônômica**, v.39, n.2, p.308-316, 2008.

LIMA, K. R. S.; ALVES, J. A. K.; ARAÚJO, C. V.; MANNO, M. C.; JESUS, M. L. C.; FERNANDES, D. L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Belém. **Revista Ciências Agrárias**, n.5, p.37-50, 2009.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.219-229, 2011.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; VIGODERIS, R. B.; PEDROSA, E. M. R. Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.13-22, 2011.

OLIVEIRA, J. E.; SAKOMURA, N. K.; FIGUEIREDO, A. N.; LUCAS JÚNIOR, J.; SANTOS, T. M. B. Efeito do isolamento térmico de telhado sobre o desempenho de frangos de corte alojados em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1427-1434, 2000.

OLIVEIRA, L. M. F.; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, E.; CARVALHO, L. G.; SILVA, M. P. Zoneamento Bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.3, p.823-831, 2006.

ROCHA, H. P.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1330-1336, 2010.

SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.117-122, 2005.

SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; TURCO, S. H. N.; PADILHA, C. V. S.; TEIXEIRA, A. H. C. Estimativa e espacialização da umidade relativa do ar no estado do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2004. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004.

THORNTWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographycal Review**, London, n.38, p.55-94, 1948.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de condicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.788-794, 2009.

YANAGI JÚNIOR, T.; AMARAL, A. G.; TEIXEIRA, V. H.; LIMA, R. R. Caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminância em galpão comercial para a criação de frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.1-12, 2011.

ZANATTA, F. L.; SILVA, J. N.; TINÔCO, I. de F. F.; OLIVEIRA FILHO, D.; MARTIN, S. Avaliação do conforto térmico em aviário aquecido com gaseificador de biomassa. **Engenharia na Agricultura**, v.16, p.270-270, 2008.