

Influência do aquecimento global sobre as variáveis climatológicas e índice de conforto térmico no estado da Paraíba, Brasil

Global warming influence on climatic variables and thermal comfort index in Paraíba state, Brazil

Gustavo de Assis Silva ▪ Bonifácio Benício de Souza ▪ Elisângela Maria Nunes da Silva

GA Silva Autor para correspondência) ▪ BB Souza ▪ EMN Silva email: gustavo.assis@ipa.br

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos, Caixa Postal 64, 58708-110, Patos, PB, Brasil.

Recebido: 27 de Agosto, 2015 ▪ Revisado: 29 de Setembro, 2015 ▪ Aceito: 01 de Outubro, 2015

Resumo O aumento na concentração de gases poluentes, originados da queima de combustíveis fósseis, juntamente com a criação de animais, tem sido apontado como as principais causas das mudanças climáticas globais decorrentes do efeito estufa na atmosfera da terra. Essas mudanças podem causar sérios impactos sobre a vida e a produção animal, principalmente nas regiões tropicais. Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito do aquecimento global sobre as variáveis climatológicas, índice de conforto térmico e produção animal no estado da Paraíba. Para isso foram utilizados os dados meteorológicos de quatro estações meteorológicas distribuídas pelo estado e calculado o índice de temperatura e umidade. As médias obtidas foram analisadas a partir da diferença entre o período das normais 30 anos (1961-1990) e o período dos últimos quatro anos (2011-2015). Os resultados demonstraram que todas as regiões do estado estão sofrendo mudanças climáticas devido ao efeito estufa e que houve uma elevação média do ITU nos últimos anos, indicando que mudanças de atitude devem ser intensificadas para permitir que a sobrevivência e a produtividade dos animais não se torne cada vez mais dispendiosa dentro do estado.

Palavras-chave: clima, temperatura ambiente, produtividade

Introdução

Nas últimas décadas o planeta tem passado por muitas catástrofes decorrentes de rápidas mudanças climáticas com efeitos devastadores. O aumento na concentração de gases poluentes, originados da queima de combustíveis fósseis, juntamente com a criação de animais, tem sido apontado como as principais causas das mudanças climáticas globais decorrentes do efeito estufa na atmosfera da terra.

Abstract The increase in the concentration of greenhouse gases originated from burning fossil fuels, along with breeding, been appointed as the main causes of global climate change resulting from global warming in earth's atmosphere. These changes can cause serious impacts on the lives and livestock production mainly in tropical regions. Therefore, the aim with this work was to evaluate the effect of global warming on the climatological variables, thermal comfort index and animal production in the state of Paraíba. For this meteorological data from four meteorological stations by state and calculated the temperature humidity index used. The means analyzed from the difference between the normal period of 30 years (1961 to 1990) and the period of the last four years (2011-2015). The results showed that all regions of the state are suffering from climate change due to global warming and that there was an average elevation of ITU in recent years, indicating that changes in attitude should be intensified to allow the survival and productivity of animals does not become increasingly costly in the state.

Keywords: climate, environmental temperature, productivity

O aquecimento global é um fenômeno climático que desencadeia elevação da temperatura do planeta, provocado por fatores internos que estão associados a sistemas climáticos caóticos não lineares, isto é, inconstantes, devido a variáveis como a atividade solar, composição físico-química da atmosfera, tectonismo e vulcanismo e a fatores externos antropogênicos relacionados com as emissões de gases de efeito estufa (Silva e Paula, 2009).

Segundo projeções relacionadas às mudanças climáticas do Painel Intergovernamental de Mudanças do

Clima (IPCC) até 2100 a temperatura no Brasil poderá subir de 2° C até 4° C em relação à temperatura média aferida entre 1961 e 1990 (Marengo et al 2009). Nesse caso, a frequência e a intensidade das ondas de calor tenderão a aumentar e o impacto do calor extremo no verão que tenderá a ser mais exacerbado por causa da umidade relativa do ar, associada à frequência de chuvas mais intensas.

As mudanças climáticas globais podem gerar impactos sobre sistemas naturais e humanos, fazendo com que seja necessário investigar possíveis vulnerabilidades e alternativas de adaptação (Lucena 2010). A produção animal, de acordo com Hoffmann (2010) pode tanto provocar com sofrer influência dessas mudanças climáticas. E essas mudanças serão percebidas como grande ameaça para a sobrevivência de muitas espécies, dos ecossistemas e da sustentabilidade dos sistemas agropastoris em várias partes do planeta (Gaughan et al 2009).

De acordo com Mcmanus et al (2012) o aumento do estresse térmico, das secas e cheias provocarão efeitos adversos na produção pecuária, que irão determinar estratégias a serem seguidas, bem como a adequação de genótipos com o ambiente, garantido a produção com sustentabilidade.

Dentre as variáveis climáticas que mais interferem na vida dos animais homeotérmicos a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar são as que mais se destacam, já que juntas, essas variáveis afetam diretamente as perdas evaporativas de calor, interferindo na termorregulação e com isso, no desempenho e na produção animal.

No contexto animal além do aquecimento global, variações climáticas decorrentes do efeito estufa devem ser estudadas, uma vez que podem resultar na redistribuição de animais dentro de uma região, na mudança de espécies e raças utilizadas e na modificação do ambiente das instalações (Gaughan et al 2008). No Brasil e principalmente no semiárido, muito pouco se fala a respeito do efeito estufa e das mudanças climáticas decorrentes dele sobre o conforto térmico e a produção animal. Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito do aquecimento global sobre as

variáveis climatológicas e o índice de conforto térmico no estado da Paraíba, Brasil.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no estado da Paraíba, a partir da obtenção de dados do banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP, INMET) de quatro estações meteorológicas distribuídas pelo estado, localizadas nos seguintes municípios e regiões: Campina Grande (Agreste), João Pessoa (Litoral), Monteiro (Cariri) e São Gonçalo (Alto Sertão). As variáveis ambientais temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativa do ar (UR), precipitação pluviométrica (PP) foram estudadas nos períodos de (1961–1990) e (2011-2015) e o índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado através da equação proposta por Thom (1959), conforme descrito abaixo. $ITU = Tbs + 0,36tpo + 0,42$. Sendo; Tbs = temperatura do bulbo seco °C; Tpo = temperatura do ponto de orvalho. As médias obtidas foram analisadas a partir da diferença entre o período das normais 30 anos (1961-1990) e o período dos últimos quatro anos(2011-2015). Os valores obtidos permitiram determinar as mudanças climáticas que ocorreram na Paraíba em decorrência do aquecimento do planeta pela ação dos gases de efeito estufa.

Resultados e Discussão

Com base nos dados encontrados houve um aumento significativo da temperatura ambiente em todas as regiões do estado da Paraíba, o que foi demonstrado pela diferença entre as médias do período das normais 30 anos (1961-1990) e as médias dos últimos quatro anos (2011-2015), tabela 1. Esses resultados sugerem que as mudanças climáticas estão ocorrendo em todas as regiões do estado ao mesmo tempo, em algumas localidades com maior intensidade do que em outras como no Cariri (Monteiro) e Alto Sertão (São Gonçalo) que apresentaram os maiores aumentos na temperatura ambiente.

Tabela 1 Médias e diferenças (Δ) entre as variáveis climáticas, temperatura ambiente e umidade relativa do ar, do estado da Paraíba no período das normais (1961-1990) e dos últimos quatro anos (2011-2015).

Municípios da Paraíba	Temp. do ar (°C)		$\Delta T(^{\circ}C)$	UR (%)		$\Delta UR (%)$
	1961-1990	2011-2015		1961-1990	2011-2015	
Campina Grande	22,40	24,34	1,94	74,70	76,57	1,84
João Pessoa	26,10	27,66	1,56	80,80	74,5	- 6,3
Monteiro	23,69	26,00	2,31	62,70	60,74	- 1,96
São Gonçalo	26,50	28,65	2,15	59,80	63,28	3,48

O maior aumento de temperatura foi observado na estação meteorológica do município de Monteiro, Cariri da Paraíba e o menor aumento foi observado na região litorânea

município de João Pessoa. Resultados que estão em concordância com os da avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC), quando

afirmaram que a temperatura média do ar deve aumentar continuamente ao longo do Século XXI (Marengo et al 2009).

Ainda segundo o IPCC o clima brasileiro poderá sofrer os efeitos do aquecimento global até o final deste século. E as regiões sul e sudeste poderão ter um aumento de até 0,5% na temperatura média e as regiões centro-oeste, nordeste e norte poderão ter as temperaturas médias aumentadas em 1,5% até o final do século. Sendo para IPCC essas projeções otimistas, ou seja, com controle da emissão de gases do efeito estufa. Num cenário contrário, a temperatura poderá se elevar mais do que o dobro em relação a estas projeções.

Como consequências desse aquecimento, ocorrerá o derretimento das geleiras, a elevação dos oceanos, à expansão térmica da água, o aumento da quantidade de nuvens, de vapor de água e conseqüentemente, da quantidade de chuvas, que provocarão alterações nas características do ambiente de diferentes regiões do planeta (Xavier e Kerr 2004).

Segundo Marengo et al (2009) um pequeno aumento da temperaturas poderá expor a região semiárida do Nordeste do Brasil a riscos tangíveis, com claras repercussões sociais. O menor tempo de retenção da umidade no solo, o aumento da frequência e da intensidade das secas e períodos de precipitação com eventos de chuva mais concentrados e intensos ocasionará uma redução na disponibilidade de água no solo, levando a um cenário de desertificação (ou aceleração da desertificação), tornando ainda mais precária a agricultura nas terras áridas, dessa região.

A umidade relativa do ar apresentou maior redução média no litoral (João Pessoa) e maior aumento no alto sertão (São Gonçalo). Os efeitos da umidade sobre o clima são sentidos tanto nas temperaturas quanto no regime de chuvas. A água, em razão de seu calor específico, tende a conservar por mais tempo as temperaturas, fazendo com que haja uma menor variação delas, ou seja, a amplitude seja menor quanto maior for a umidade do ar. Além disso, em regiões mais úmidas ou que estejam mais afetadas pela umidade, o regime de chuvas tende a ser maior, pois a saturação do ar que provoca a condensação é mais frequente.

Altas temperaturas ambientais associados à alta umidade relativa são os principais fatores que interferem negativamente na produtividade. Com essas variáveis climáticas atuando em conjunto a dificuldade de perder calor pelas formas evaporativas, respiração e transpiração, aumenta e dependendo da espécie, isso pode se tornar um fator limitante para a produção animal em certas regiões (Souza et al 2010). Em condições ambientais adversas os animais acionam o seu sistema termorregulador para manutenção da sua temperatura corporal, buscando dissipar ou adquirir calor, com isso grande quantidade de energia que seria utilizada para produção acaba sendo consumida para manutenção da temperatura corporal em um processo fisiológico de defesa do organismo (Tosetto et al 2014).

Segundo Baêta e Sousa (2010) a umidade relativa (UR) ideal para a criação de animais domésticos varia de 50 a 70%. Valores menores de UR nos horários mais quentes estão associados ao aumento da temperatura do ar. Quando a quantidade de calor produzida pelo metabolismo animal for maior que a quantidade de calor dissipada para o ambiente o animal entra em estresse térmico, e nessa condição vários mecanismos fisiológicos serão acionados para manter a homeotermia (Viana et al 2013), e como consequências negativas, a redução na produtividade será exacerbada ocasionando prejuízos econômicos (Costa et al 2015).

Em relação precipitação pluviométrica, tabela 2, observou-se uma redução na quantidade de chuvas para três regiões nos últimos anos, quando comparado com o período das normais (1961-1990), representada pelos municípios de João Pessoa, Monteiro e São Gonçalo, regiões litoral, cariri e do alto sertão, respectivamente.

Na região Nordeste do Brasil a variabilidade na distribuição e quantidade das chuvas se constitui como uma característica marcante, principalmente na área do semiárido, onde as chuvas é o principal fator regulador das atividades agrícolas e pecuárias. Com o aquecimento global o aumento da quantidade de vapor d'água dissolvido na atmosfera poderá trazer como consequências, chuvas fortes esporádicas seguidas de veranicos mais prolongados.

Tabela 2 Médias da precipitação pluviométrica e do índice de temperatura e umidade e a diferença entre essas variáveis com relação ao período das normais (1961-1990) e os últimos quatro anos (2011-2015) no estado da Paraíba.

Municípios do estado	Precipitação (mm)		ΔP	ITU		ΔITU
	1961-1990	2011-2015		1961-1990	2011-2015	
Campina Grande	875,4	893,47	18,7	70,58	73,00	2,42
João Pessoa	2145,4	1941,35	-204,05	75,18	77,94	2,76
Monteiro	712,5	555,6	-157	71,95	74,21	2,26
São Gonçalo	995,5	860,97	-134	77,84	77,84	3,52

Nos sistemas de produção pecuários, a produtividade dos animais pode ser afetada direta e indiretamente pelo ambiente onde os animais estão expostos. Em virtude disso, vários modelos e índices foram desenvolvidos na tentativa de caracterizar o efeito de fatores ambientais sobre o conforto térmico dos animais e o desempenho (Mader et al 2010).

O bem-estar animal pode ser avaliado por meio de vários índices de conforto ou desconforto térmico, destacando-se o índice de temperatura e umidade do ar (ITU) (Roseler et al 1997), proposto por Thom (1959). Em avaliações realizadas no interior de instalações agrícolas, este é o índice mais utilizado, haja vista que os efeitos simultâneos da temperatura e umidade relativa do ar no desempenho dos animais são incorporados em um único valor.

O índice de temperatura e umidade é um avaliador do conforto humano, que se baseia nas condições de temperatura e umidade, posteriormente, esse índice foi adaptado para avaliar o conforto animal em vacas leiteiras. Em relação ao ITU observou-se que houve um aumento acima de 2 pontos para todas as regiões, sendo a média mais elevada sido observada em São Gonçalo 3,52, região do alto sertão. Esses resultados demonstram que a condição de conforto térmico para a produção animal em todas as regiões do estado da Paraíba está ficando cada vez mais difícil de ser alcançada, o que irá aumentar os custos de produção, já que alternativas de manejo e instalações confortáveis deverão ser adotadas para manter ou maximizar a produtividade dos animais.

De acordo com Rosenberg et al (1983) um ITU entre 75 e 78 é uma condição de alerta aos produtores, indicando que ações devem ser tomadas para se evitar perdas, o que foi observado nesse estudo para os municípios de João Pessoa, 77,94 e São Gonçalo, 77,84, regiões do litoral e alto sertão, respectivamente. Ainda segundo os autores medidas de um ITU de 79-83 significa perigo, especialmente para o gado confinado e um ITU igual ou maior que 84 representa uma situação de emergência, devendo ser tomadas medidas de urgência para evitar perdas de animais.

Conclusões

Todas as regiões do estado da Paraíba estão sofrendo mudanças climáticas devido ao efeito estufa. A elevação média do ITU nos últimos anos indica que mudanças de atitude devem ser intensificadas para permitir que a sobrevivência e a produtividade dos animais não se torne cada vez mais dispendiosa dentro do estado da Paraíba.

Agradecimentos

Ao INMET por disponibilizar os dados do banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa das estações meteorológicas distribuídas pelo estado da Paraíba.

Referências

- Baêta FC, Souza CF (1997) *Ambiência em edificações rurais - conforto animal*. Editora da UFV, Viçosa.
- Costa DF, Souto DVO, Rocha EF, Guimarães LJ, Silva MR, Souza BB, Silva GA (2015) Influência do estresse calórico na fisiologia hormonal de bovinos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 2:33-38.
- Gaughan J, Lacetera N, Valtorta SE, Khalifa HH, Hahn I, Mader T (2009) Response of domestic animals to climate challenges. *Biometeorology for adaptation to climate variability and change. Biometeorology for Adaptation to climate variability and change* 131-170.
- Gaughan JB, Mader TL, Holt SM, Lisle AA (2008) New heat load index for feedlot cattle. *Journal Animal Science* 86:226-234.
- Hoffmann I (2010) Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. *Animal Genetic* 41:32-36.
- Lucena AFP (2010) Proposta metodológica para avaliação da vulnerabilidade às mudanças climáticas globais no setor hidroelétrico. (Tese) Programa de pós graduação em planejamento energético, Universidade Federal rural do Rio de Janeiro.
- Mader TL, Johnson LJ, Gaughan JBA (2010) *Comprehensive index* Marengo JAR, Jones L, Alves MV (2009) Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system.
- Morengo JA (2010) *International Journal of Climatology* (In press). *International Journal Climatology* 29:2241 – 2255.
- McManus C, Canozzi ME, Bracellos J, Paiva SR (2012) Pecuária e Mudanças Climáticas. *Revista UFG* 13:73-82.
- Roseler DK, Fox DG, Chase LE, Pell AN, Stone WC (1997) Development and Evaluation of Equations for Prediction of Feed Intake for Lactating Holstein Dairy Cows. *Journal Dairy Science* 80:878-893.
- Rosenberg NJ, Blad BL, Verma SB (1983) *Microclimate: the biological environment*. New York: Wiley-Interscience Publication.
- Silva RWC, Paula BL (2009) Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. *Terra e Didática* 5:42-49.
- Souza BB, Lopes JJ, Roberto JVB, Silva AMA, Silva EMN, Silva GA (2010) Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços ½ Saanen + ½ Boer no semiárido paraibano. *Agropecuária Científica no Semiárido* 2:47-51.
- Thom EC The discomfort index (1959) *Weatherwise* 12:57-60.
- Tosetto MR, Maia APA, Saribu J, Zancanaro, BMD, Lima CZ, Sipper MR (2014) Influência do macroclima e do microclima sobre o conforto térmico de vacas leiteiras. *Journal Animal Behaviour Biometeorology* 1: 6-10.
- Viana MP, Medeiros AR, Souza BB (2013) Efeito do estresse térmico sobre a fisiologia, produção e reprodução de caprinos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 4:1-8.
- Xavier MER, Kerr AS (2004) A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. *Cad. Bras. Ens. Fís.* 3:325-349.