

Avaliação geoclimática do nordeste do Brasil e sua adequação para criação de bovinos de corte

Geoclimatic evaluation of the Northeast Region of Brazil and its suitability for breeding beef cattle

Caio Victor Damasceno Carvalho ▪ Eva Clícia Almeida ▪ Luis Fernando Batista Pinto ▪
Thereza Cristina Calmon Bittencourt ▪ Raphael Bernal Costa

CVD Carvalho¹ (Autor Correspondente)¹ ▪ **EC Almeida**² ▪ email: caiovictor3@gmail.com
LFB Pinto² ▪ **TCC Bittencourt**² ▪ **RB Costa**²

¹Faculdade Anísio Teixeira, ²Universidade Federal da Bahia, BA, Brasil.

Received: July 09, 2017 ▪ Revised: October 10, 2017 ▪ Accepted: November 11, 2017

Resumo Com o objetivo de caracterizar a diversidade geoclimática da região Nordeste do Brasil e sua adequação à criação de bovinos de corte, foram avaliadas informações de altitude, precipitação, temperatura média anual, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade de 94 municípios. Para a verificação da importância das variáveis supracitadas e melhor avaliação da divergência entre os estados, foi realizada uma análise multivariada dos dados. Utilizando dados padronizados foi realizada a análise de variáveis canônicas e a análise de agrupamento pelo método Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA), utilizando os programas SAS e GENES. Os resultados mostraram que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram mais 88% das variações entre os estados, sendo os municípios da Bahia e do Maranhão os que apresentaram maior divergência em relação aos demais. Como resultado da análise de agrupamento, observou-se a formação de dois grupos, sendo o menor grupo, com seis municípios, o que apresentou maior dissimilaridade com relação aos outros da região, mostrando que as variáveis estudadas foram eficazes em discriminar as cidades da região.

Palavras-chave: diversidade climática, ambiência, bem-estar animal, análise multivariada

Introdução

O meio ambiente é um dos principais fatores que influenciam o desempenho produtivo dos animais. No contexto de meio ambiente, destacam-se as variáveis climáticas e geográficas e a influência direta destas na resposta dos genótipos para a expressão das características de interesse econômico (Mattar et al 2008; Ferreira et al 2014). Esse é um problema ainda maior em países com grande extensão

Abstract Aiming to evaluate the climatic diversity among the states located in the Northeast Region of Brazil and their adequacy for beef cattle production, the altitude, rainfall, average annual temperature, relative humidity, and temperature humidity index data for 94 cities distributed among the states was evaluated. A multivariate data analysis was performed to verify the importance of the variables and better assess the divergence between the states. Utilizing the standardized data, a canonical analysis and a cluster analysis using the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA) algorithm were performed with the SAS and GENES programs. The results showed that the first two canonical variables explained over 88% of the variation among the states, with the cities of Maranhão and Bahia showing the greatest divergence from the other states. The clustering analysis also indicated dissimilarities between a small group of six cities and the other groups in the region. Thus, the variables chosen effectively discriminated between the states located in the Northeast Region of Brazil.

Keywords: climatic diversity, ambience, animal welfare, multivariate analyses

territorial, como o Brasil, pois uma vasta diversidade ambiental pode influenciar as condições de criação dos animais, em especial aqueles criados a pasto, como os bovinos.

A região Nordeste engloba uma grande variabilidade de tipos climáticos, a qual deve ser motivo de estudo quanto à adequabilidade dos animais a algumas situações adversas. Essa demanda ganha importância se for considerado o número de animais na região Nordeste. Segundo dados da pesquisa

pecuária do IBGE (2016a), no ano de 2014 um total de mais de 29 milhões de bovinos de corte estavam localizados na região Nordeste.

Apesar de apresentar 13,8% do rebanho efetivo nacional de bovinos, a região Nordeste se destaca pela sua extensão territorial de 1.554.291,744 km², e uma população de 56.560.081 habitantes, de acordo com o IBGE (2016b). Com a elevação do poder aquisitivo da população nos últimos anos, a demanda por proteína de origem animal vem aumentando, exigindo dos produtores da região uma melhor eficiência de produção. Contudo, na contramão desta melhoria da eficiência produtiva, encontram-se os fatores climáticos que são limitantes para a produção extensiva de bovinos em algumas microrregiões nordestinas. Segundo Marengo (2008), 62% da região Nordeste está situada no chamado polígono das secas, correspondendo a uma extensão de mais de 1 milhão de km², com predomínio do clima semiárido e vegetação do tipo caatinga. No entanto, não é apenas a escassez das chuvas que se torna um entrave à produção animal na região. Temperaturas médias anuais elevadas, altos índices de radiação solar e a altitude, são fatores que também exercem influência no desempenho animal, uma vez que alteram características ligadas à adaptabilidade e produção (Herrero et al 2010; Ferreira et al 2014).

Os problemas relacionados à criação de bovinos na região Nordeste do Brasil não são atuais. Marengo (2008) apresenta que a primeira atividade econômica desenvolvida no semiárido nordestino foi a criação de gado, a qual ocupou

os sertões até a grande seca de 1877, quando mais de 80% do rebanho que existia no semiárido foi dizimado pela seca. Assim, nota-se que há muito tempo o clima exerce fator preponderante à criação animal nesta região e diante das constantes mudanças climáticas mundiais, espera-se que tais influências continuem a aumentar e afetar a criação animal na região. Desta maneira, este trabalho teve por objetivo caracterizar a diversidade geoclimática da região Nordeste por meio de informações de altitude, precipitação, temperatura média anual, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade de 94 municípios, utilizando técnicas de análise multivariada, e verificar sua adequação a criação de bovinos de corte.

Material e Métodos

Foram utilizadas informações de 94 municípios distribuídos entre as 9 unidades da federação localizadas na região Nordeste, Tabela 1. Os dados climáticos foram disponibilizados a partir da série histórica disponível pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As variáveis climáticas estudadas são coletadas constantemente nas estações climatológicas oficiais do INMET e as informações utilizadas no presente estudo foram compiladas entre os anos de 1993 e 2015. Foram utilizadas as informações sobre altitude (ALT), precipitação média anual (PREP), temperatura média anual (TA) e umidade relativa do ar (UR).

Tabela 1 Número e municípios observados em cada Estado da região Nordeste.

Estados	N	Municípios
BA	28	(1)Alagoinhas; (2)Barra; (3)Barreiras; (4)Bom Jesus da Lapa; (5)Caetitê; (6)Canavieiras; (7)Caravelas; (8)Carinhanha; (9)Cipó; (10)Correntina; (11)Cruz das Almas; (12)Feira de Santana; (13)Guaratinga; (14)Irecê; (15)Itaberaba; (16)Itiruçu; (17)Ituaçu; (18)Jacobina; (19)Lençóis; (20)Monte Santo; (21)Morro do Chapéu; (22)Paulo Afonso; (23)Remanso; (24)Salvador; (25)Santa Rita de Cássia; (26)Senhor do Bonfim; (27)Serrinha; (28)Vitória da Conquista
SE	3	(29)Aracajú; (30)Itabaianinha; (31)Propriá
PE	7	(32)Arcoverde; (33)Cabrobó; (34)Garanhuns; (35)Ouricuri; (36)Petrolina; (37)Recife; (38)Surubim; (39)Triunfo
AL	5	(40)Água Branca; (41)Maceió; (42)Palmeira dos Índios; (43)Pão de açúcar; (44)Porto de Pedras
PB	6	(45)Areia; (46)Campina Grande; (47)João Pessoa; (48)Monteiro; (49)Patos; (50)São Gonçalo
RN	7	(51)Apodi; (52)Ceará Mirim; (53)Cruzeta; (54)Florânia; (55)Macau; (56)Natal; (57)Seridó
CE	12	(58)Acarauá; (59)Barbalha; (60)Campos Sales; (61)Crateús; (62)Fortaleza; (63)Guaramiranga; (64)Iguatu; (65)Jaguaruana; (66)Morada Nova; (67)Quixeramobim; (68)Sobral; (69)Tauá
PI	13	(70)Bom Jesus do Piauí; (71)Caldeirão; (72)Caracol; (73)Esperantina; (74)Floriano; (75)Luzilândia; (76)Parnaíba; (77)Paulistana; (78)Picos; (79)Piripiri; (80)São João do Piauí; (81)Teresina; (82)Vale do Gurgueia
MA	12	(83) Alto Parnaíba; (84) Bacabal; (85)Balsas; (86)Barra do Corda; (87)Carolina; (88)Caxias; (89)Chapadinha; (90)Colinas; (91)Imperatriz; (92)São Luís; (93)Turiáçu; (94)Zé Doca

Estados: Bahia, BA; Sergipe, SE; Pernambuco, PE; Alagoas, AL; Paraíba, PB; Rio Grande do Norte, RN; Ceará, CE; Piauí, PI; Maranhão, MA. N: Número de municípios.

Como se pode observar, houve uma diferença entre os números de municípios observados em cada estado, isso se

deve principalmente a extensão territorial dos mesmos, uma vez que aqueles de maior extensão foram os que apresentaram

maior número de estações climatológicas realizando o levantamento dos dados coletados.

Foi realizado o cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU) para os municípios avaliados. O ITU tem sido utilizado como indicativo do conforto térmico dos animais submetidos às diversas condições ambientais. Para a obtenção do ITU foram utilizados os dados da TA e da UR para os municípios, utilizando a equação a seguir proposta por Buffington et al (1982).

$$ITU=0,8TA+UR(TA-14,3)\div 100+46,3$$

onde: TA= temperatura média anual (°C); UR= umidade relativa do ar (%).

Segundo Rosenberg et al (1983), Souza et al (2004) e Azevedo et al (2005) o ITU pode ser classificado da seguinte forma: ideal abaixo de 70, entre 71 e 74 aceitável, entre 75 e 78 significa alerta para os produtores e providências são necessárias para evitar perdas devido ao estresse térmico; de 79 a 83 significa perigo, principalmente para os rebanhos confinados e medidas de segurança devem ser empreendidas para evitar perdas significativas; maior ou igual a 84 significa urgência e providências emergenciais devem ser adotadas. Os dados médios das variáveis estudadas em cada um dos estados da região Nordeste, estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 Dados médios em cada um dos estados da região Nordeste do Brasil, para as variáveis altitude (ALT, m), precipitação média anual (PREP, mm), temperatura média anual (TA, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) e índice de temperatura e umidade (ITU).

Estados	ALT	PREP	TA	UR	ITU
BA	418,57	848,86	24,47	70,18	72,95
SE	77,55	1068,43	25,68	78,02	75,71
PE	525,99	871,32	24,55	69,36	72,89
AL	202,77	1149,25	25,40	77,26	75,15
PB	369,24	1049,17	25,31	71,18	74,26
RN	144,67	881,49	27,24	69,74	77,08
CE	255,32	914,86	26,48	69,65	75,89
PI	205,48	1022,20	27,39	65,74	76,81
MA	130,47	1566,96	27,13	74,27	77,53

Estados: Bahia, BA; Sergipe, SE; Pernambuco, PE; Alagoas, AL; Paraíba, PB; Rio Grande do Norte, RN; Ceará, CE; Piauí, PI; Maranhão, MA.

Uma análise preliminar dos dados foi realizada para verificar a sua normalidade, utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk pelo procedimento UNIVARIATE, e depois de verificada a normalidade dos dados, foi realizado a sua padronização pelo procedimento STANDARD, assumindo-se média zero (0) e variância um (1). As análises foram realizadas, utilizando-se o programa computacional Statistical

Analysis System (SAS) versão 9.1 (SAS, 2008), no qual se encontram os procedimentos supracitados.

Após a padronização dos dados foi realizada a análise multivariada prévia, pelo método da avaliação de contribuição relativa das variáveis para a variação entre as unidades da federação localizadas na região Nordeste, adotando a metodologia de Singh (1981). Esta metodologia é utilizada para verificar a dissimilaridade entre as variáveis de estudo e, se possível, excluir aquelas que apresentam baixa contribuição para explicar a dissimilaridade entre os municípios (Cruz e Carneiro, 2006). Para este procedimento foi utilizado o programa GENES versão 6.0 (Cruz 2008).

Para determinar a diversidade geoclimática entre os municípios de cada estado, foi utilizada a análise de variáveis canônica, sendo utilizada como medidas de dissimilaridade a distância generalizada D² de Mahalanobis (Mahalanobis, 1936). Para esta análise foi usado o procedimento CANDISC (SAS, 2008). Também foi realizada a análise de agrupamento pelo método hierárquico Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean (UPGMA), adotando-se a distância euclidiana média (Cruz e Carneiro, 2006) como medida de dissimilaridade, mediante o uso do programa Genes (versão 6.0). Para a geração dos gráficos foi utilizado o utilitário PAST 2.16 (Hammer et al 2001).

Resultados e Discussão

Com os resultados encontrados na análise de contribuição relativa entre as variáveis para diferenciação dos municípios, verificou-se que as variáveis que mais explicaram as diferenças entre os municípios foram precipitação (64,5%) e altitude (35,4%). No entanto, decidiu-se manter as demais variáveis de estudo, uma vez que estas são de interesse para a caracterização geoclimática dos municípios avaliados.

Os resultados anteriores são corroborados com a verificação dos coeficientes de variação (CV) das variáveis analisadas, os quais oscilaram entre 3,65% e 86,72%. As variáveis precipitação e altitude foram as que apresentaram os valores de CV mais elevados, 86,72% e 43,18% respectivamente e, conseqüentemente, foram também as variáveis que apresentaram maior contribuição relativa para a diferenciação dos municípios. Os maiores CV para essas duas variáveis, se dá devido a grande variabilidade entre as altitudes dos municípios estudados, em que o mais alto está a 1105m e o mais baixo a 2,88m em relação ao nível do mar. Já a precipitação segue o mesmo raciocínio, uma vez que os municípios localizados nas áreas litorâneas apresentam precipitações elevadas, acima de 2000 mm/ano, enquanto os municípios localizados na área do polígono das secas apresentam precipitação entre 450 – 500mm/ano (Marengo et al 2006).

As variáveis que apresentaram os menores CV foram a temperatura média anual e o índice de temperatura e umidade

(ITU), com 7,46% e 3,65% respectivamente. Sendo o clima Tropical predominante na região, que se caracteriza com elevadas temperaturas anuais, o que pode ser verificado na análise dos dados, sendo a temperatura média da região no período estudado de 25,8 °C. A variação das temperaturas observadas nos municípios apresentou uma baixa dispersão em torno desta média, com a mais alta sendo 28,3 °C e a mais baixa de 20,4 °C. O ITU, variável que apresentou menor CV, sofre forte influência da temperatura média anual e isso explica sua baixa variabilidade.

A verificação da divergência entre os estados com a obtenção dos diagramas de dispersão é possível quando as variáveis canônicas explicam pelo menos 80% da variância total entre eles (Veloso et al 2015). As variáveis canônicas CAN1 e CAN2 totalizaram um percentual de variância acumulada explicada de mais de 88% para as variáveis estudadas (Tabela 3).

Tabela 3 Variáveis canônicas (CANi), seus autovalores (λ_i), percentagens de variância (% σ^2) e variância acumulada (% σ^2).

CAN _i	λ_i	% σ^2	% σ^2 acumulada
CAN ₁	2,1071	0,7782	0,7782
CAN ₂	0,2848	0,1052	0,8833
CAN ₃	0,2299	0,0849	0,9682
CAN ₄	0,0616	0,0227	0,9910
CAN ₅	0,0245	0,0090	1,000

Na Figura 1 observa-se a plotagem de CAN1 x CAN2, estas variáveis canônicas discriminam os municípios de cada estado, onde a maior parte das cidades dos estados da Bahia e os municípios sergipanos se apresentam no quadrante negativo para a variável CAN1, e as cidades do Maranhão, Piauí e Rio Grande do Norte localizam-se no quadrante positivo para esta variável canônica. Para a variável CAN2, nota-se que a maior parte dos municípios do Maranhão localizaram-se no quadrante positivo para esta variável, enquanto grande parte dos municípios do Rio Grande do Norte estão concentrados no quadrante negativo. Segundo Ferreira et al (2014) estas análises, além de confirmatórias, revelam a importância das variáveis ambientais em discriminar cada estado.

Como as variáveis canônicas CAN1 e CAN2 mais explicaram a variância das características originais, verifica-se na Tabela 4 que para a variável CAN1 as características de maior importância para a sua discriminação foram: ITU, altitude (efeito negativo) e temperatura média anual. Assim, os municípios localizados na área positiva para esta variável na Figura 1, apresentam elevadas temperaturas médias anuais e ITU, porém com baixas altitudes em relação ao nível do mar. Já para CAN2, as características de maior importância foram: precipitação, temperatura média anual (efeito negativo) e umidade relativa do ar, sendo os municípios com maiores

concentrações pluviométricas e UR mais elevadas distribuídas no quadrante positivo da Figura 1 para a variável CAN2.

Logo, justifica-se a concentração dos municípios Maranhenses no quadrante superior da Figura 1, uma vez que todos apresentam médias elevadas de precipitação anual. Este resultado pode ser justificado pela constituição climática deste estado, uma vez que está localizado na região de transição do ecótono Amazônia – Cerrado e apresenta maior parte de sua extensão territorial localizada em área de clima Trópico Úmido, com influência do sistema climático amazônico, principalmente nos municípios localizados próximos a divisa com o estado do Pará (Ferreira et al 2014).

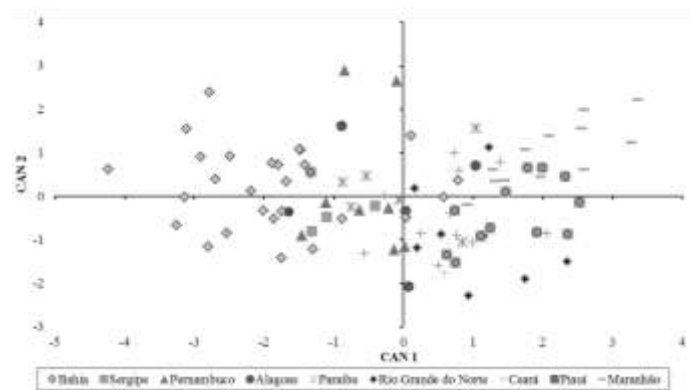


Figura 1 Representação gráfica da análise discriminante canônica das unidades federativas que compõem a região Nordeste do Brasil.

Já os municípios dos estados de Sergipe e Pernambuco tiveram os seus municípios localizados na região onde os valores para as duas variáveis canônicas plotadas foram negativos. Ou seja, nestes municípios as variáveis geoclimáticas mais importantes para discriminá-los foram altitude intermediárias, temperatura média anual e ITU elevados.

Tabela 4 Contribuição das variáveis geoclimáticas nas variáveis discriminantes canônicas CAN1 e CAN2.

Variáveis	CAN ₁	CAN ₂
Altitude	-0,493	0,187
Precipitação	0,444	0,695
Temperatura média anual	0,726	-0,312
Umidade relativa do ar	-0,013	0,309
Índice de Temperatura e Umidade	0,772	-0,200

Verificaram-se na análise de agrupamento que foram formados dois grupos distintos com relação à similaridade geoclimática dos municípios, considerando o bootstrap de 100% (Figura 2). Segundo Almeida et al (2013), valores de bootstrap acima de 50% indicam maior confiança na formação dos nódulos do dendrograma, ou seja, há uma maior similaridade das variáveis dentro dos grupos formados.

Desta forma, dois grupos distintos foram formados, um com apenas seis cidades e o outro com as demais. De acordo com a Tabela 1, verifica-se na Figura 2 que os municípios que apresentaram maior dissimilaridade dos outros avaliados foram: Itiruçu, Morro do Chapéu, Vitória da Conquista, Garanhuns, Triunfo e Guaramiranga. Estas cidades estão

distribuídas entre os estados da Bahia, Pernambuco e Ceará e apresentam-se semelhantes por possuírem as maiores altitudes, superior a 750 metros, as temperaturas médias anuais mais amenas, entre 20,4°C e 21,5°C e melhores índices de temperatura e umidade (ITU), abaixo de 70.

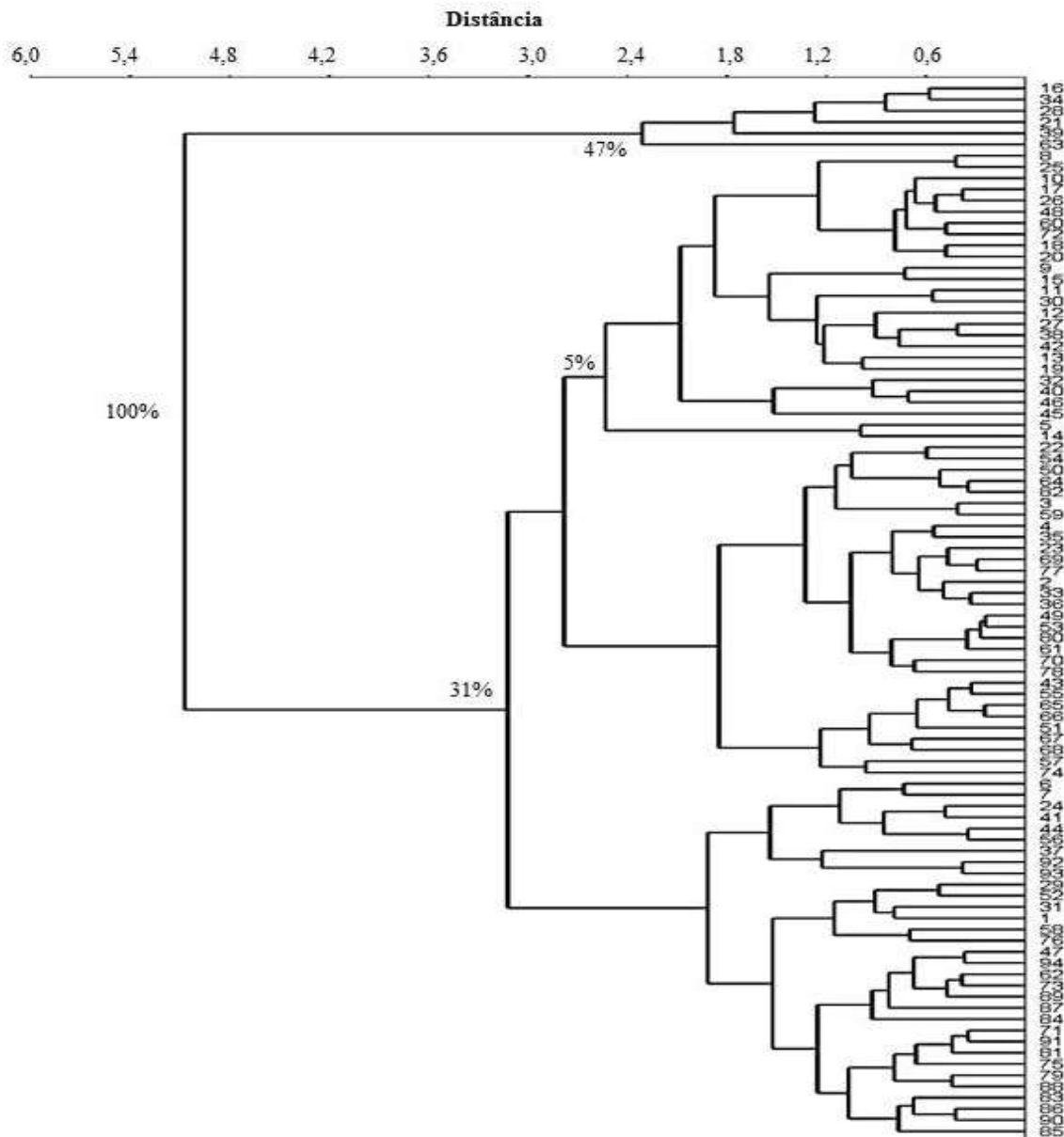


Figura 2 Dendrograma dos municípios, obtido pelo método UPGMA.

Para a avaliação do conforto térmico de bovinos de corte a pasto, Navarani et al (2009) consideraram como características de maior importância para a sua avaliação a UR e o ITU, sendo o ITU médio para os animais mantidos sob o sol igual a 80 e a UR de 61%. Baeta e Souza (1997) consideram que, para bovinos, as melhores condições climáticas seriam de temperatura entre 10 e 27 °C, enquanto a

UR deve ser entre 60 e 70% e ITU abaixo de 74. Já a maioria dos municípios, localizados no maior grupo formado, o ambiente de produção oferecido pode ser favorável ao estresse térmico fazendo com que os animais demandem energia para dissipar o calor, reduzindo o aporte de energia para ganhar peso, o que compromete a atividade pecuária. Neste contexto, o grupo formado pelos seis municípios mais similares, quanto

às condições para o conforto térmico dos animais submetidos a pasto, apresentam condições satisfatórias para a bovinocultura de corte na região Nordeste. Porém outra variável climática que exerce significativa influência para a produção extensiva é a precipitação anual, sendo este fator limitante para a produção das gramíneas utilizadas na alimentação animal, entre estas cidades a precipitação anual apresenta variação entre 610 – 1638 mm/ano. Logo, se utilizando as gramíneas mais adequadas a cada situação em particular, conclui-se que as microrregiões em torno destes municípios, apresentam às condições propícias a criação de bovinos de corte a pasto. energia para dissipar o calor, reduzindo o aporte de energia para ganhar peso, o que compromete a atividade pecuária.

De acordo com Teixeira Neto et al (2015) o coeficiente de correlação cofenética equivale à correlação de Pearson entre a matriz de dissimilaridade original e a matriz obtida após a construção do dendrograma, onde quanto mais próximo de um, menor a distorção provocada pelo agrupamento das variáveis. Sendo assim, a correlação cofenética encontrada foi igual a 78,19 %, indicando uma precisão no agrupamento dos municípios avaliados mediante as variáveis estudadas.

Diante desses resultados pode-se concluir que devido à presença de microclimas dentro da região Nordeste, outras localidades que não possuem avaliações climáticas oficiais, também devem se adequar à produção de bovinos de corte a pasto. A Figura 3 apresenta a distribuição climática do Nordeste brasileiro, de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger, com a demarcação da ocorrência de microclimas dentro desta região (Alvares et al 2014). Nota-se que o estado da Bahia apresenta uma maior diversidade de climas quando comparados com os demais estados da região, sendo também o que apresentou o maior número de municípios no grupo dessemelhante, estando estes localizados nas áreas de microclimas dentro da região do semiárido.

Além de contribuir para o bem-estar dos animais, esta avaliação de diversidade geoclimática dentro da região Nordeste é um indicativo para estudos de avaliação da interação genótipo x ambiente dentro desta região geográfica, entre os estados ou mesmo dentro de um estado. Uma vez que de acordo com Pégolo et al (2009) o fenótipo é dependente do potencial genético do indivíduo e do ambiente no qual o mesmo está sendo submetido. Significando então, que quando a interação genótipo x ambiente estiver ausente, a genética e o ambiente influenciam de forma aditiva e independente no fenótipo dos animais. Estudos tem demonstrado que há interação genótipo x ambiente entre as regiões do país, entre os estados e mesmo dentro de um mesmo estado (Torral et al 2004; Fridrich et al 2008; Carvalho et al 2013). Logo, os resultados encontrados neste trabalho justificam que sejam realizadas avaliações da interação genótipo x ambiente entre os estados pertencentes à região Nordeste, uma vez que a diversidade geoclimática foi evidenciada dentro da região, e

para alguns estados poucos municípios foram estudados, o que pode levar a equívocos na hora de conduzir a seleção dos animais. Visto que, por exemplo, progênies de reprodutores selecionados em um estado, podem não repetir o mesmo desempenho quando criados em outro diferente.



Figura 3 Classificação climática do Nordeste brasileiro. Fonte: Adaptado de ALVARES et al (2014).

Conclusões

Existe diversidade geoclimática entre municípios localizados na região Nordeste, sendo as variáveis altitude, temperatura média anual e ITU as que exerceram maior importância para tal diferenciação. Devido à presença de microclimas na região, foi encontrado um grupo de municípios apresentando condições ideais para a produção de bovinos de corte a pasto nesta região.

Referências

Almeida ECJ, Carneiro PLS, Wenceslau AA, Farias Filho RV, Malhado CHM (2013) Características de carcaça de galinha naturalizada Peloco comparada a linhagens de frango caipira. *Pesq. agropec. bras.*, 48:1517-1523.

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, De Moraes G, Leonardo J, Sparovek G (2014) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22:711-728.

Azevedo M, Pires MFA, Saturnino HM, Lana AMQ, Sampaio IBM, Monteiro JBN, Morato LE (2005) Estimativa de Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. *R. Bras. Zootec.* 34:2000-2008.

Baêta FC, souza CF (1997) Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa.

Carvalho CVD, Bittencourt TCC, Lôbo RB, Pinto LFB, Nascimento MC (2013) Interação genótipo-ambiente sobre os pesos aos 205 e 365 dias de idade em bovinos da raça Nelore em diferentes regiões do Brasil. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 14:10-20.

- Cruz CD (2008) Programa Genes: aplicativo computacional em genética. Versão 6.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.
- Cruz CD, Carneiro PCS (2006) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2.ed. Viçosa: Editora da UFV.
- Ferreira JL, Lopes FB, Assis AS, Lôbo RB (2014) Espacialização climática e análise de dados longitudinais de bovinos Nelore criados nos Estados do Maranhão, Pará e Tocantins por meio de técnicas univariadas e multivariadas. *Semina: Ciências Agrárias*, 35:2197-2210.
- Fridrich AB, Silva MA, Valente BD, Souza JER, Corrêa GSS, Ferreira IC, Silva LOC (2008) Interação genótipo x ambiente e estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205 e 365 dias de idade de bovinos Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60:917-925.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1).
- Herrero M, Thornton PK, Notenbaert AM, Wood S, Msangi S, Freeman HA, Bossio D, Dixon J, Peters M, Van de steeg J, Lynam J, Rao PP, Macmillan S, Gerard B, Mcdermott J, Seré C, Rosegrant M (2010) Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. *Science*, 327:822-827.
- IBGE (2016a) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ids/default.asp?o=8&i=P>. Acessado em 24 de março de 2016
- IBGE (2016b) Área territorial oficial. http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm. Acessado em 22 de março de 2016
- Mahalanobis PC (1936) On the generalized distance in statistics. *Proceedings of Natural Institute of Sciences*, 2:49-55.
- Marengo JA (2006) Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2006, 202p. (Biodiversidade, 26).
- Marengo JA (2008) Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias estratégicas*. Brasília. vol.13, n.27.
- Mattar M, Alencar MM, Cardoso FF, Ferraud AS, Silva LOC, Espasandin AC (2008) Utilização de técnicas estatísticas multivariadas para definição de ambiente de produção do peso ao sobreano para o estudo da interação genótipo-ambiente em bovinos Canchim. *Anais. 45ª Reunião da Sociedade brasileira de Zootecnia*, Lavras, MG, UFLA, 1-3.
- Navarini FC, Klosowski ES, Campos AT, Teixeira RA, Almeida CP (2009) Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. *Eng. Agríc.*, 29:508-517.
- Rosenberg LJ, Biad BL, Verns SB (1983) Human and animal biometeorology. In: *Microclimate, the biological environment*. New York: Wiley - interscience Publication.
- SAS Institute (2008) SAS/STAT: user's guide: version 9.1.3. Cary: SAS Institute.
- Singh D (1981) The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, 41:237-245.
- Souza SRL, Nääs IA, Marcheto FG, Salgado DD (2004) Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento 'freestall' para bovinos de leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 8:299-303.
- Teixeira Neto MR, Cruz JF, Carneiro PLS, Malhado CHM, Barbosa JA, Souza LEB (2015) Diversidade fenotípica de linhagens de ovinos Santa Inês por meio de análise multivariada. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 16:784-795.
- Toral FLB, Silva LOC, Martins EM, Gondo A, Simonelli SM (2004) Interação genótipo x ambiente em características de crescimento de bovinos da raça Nelore no Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33:1445-1455.
- Veloso RC, Ferreira TA, Drumond ESC, Pires AV, Miranda JA (2015) Genetic divergence between meat type quails for performance traits. *Cienc. Rural*, 45:1509-1514.