



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GENÉTICA ESPACIAL DE RAÇAS ZEBUÍNAS NO
BRASIL**

PAULO RICARDO MARTINS LIMA

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

**BRASÍLIA / DF
MARÇO DE 2018**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GENÉTICA ESPACIAL DE RAÇAS ZEBUÍNAS NO
BRASIL**

PAULO RICARDO MARTINS LIMA

ORIENTADORA: CONCEPTA MARGARET MCMANUS PIMENTEL

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 203D/2018

**BRASÍLIA / DF
MARÇO DE 2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

ML732a Martins Lima, Paulo Ricardo
Análise da distribuição genética espacial das raças
zebuínas no Brasil / Paulo Ricardo Martins Lima; orientador
Concepta McManus. -- Brasília, 2018.
106 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências Animais) -- Universidade
de Brasília, 2018.

1. Genética de Paisagem. 2. georreferenciamento. 3.
índices zootécnicos. 4. bovinocultura. I. McManus, Concepta
, orient. II. Título.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

Análise da distribuição genética espacial de raças zebuínas no Brasil

PAULO RICARDO MARTINS LIMA

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ANIMAIS, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR
EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

APROVADA POR:

CONCEPTA MARGARET MCMANUS PIMENTEL, Prof.^a PhD (Universidade de Brasília) (ORIENTADORA)

MÁRCIO BOTELHO DE CASTRO, Prof. Dr. (Universidade de Brasília) (EXAMINADOR INTERNO)

DANIELLE ASSIS DE FARIA, Dra. (Biologia Animal - UnB) (EXAMINADOR EXTERNO)

POTIRA MEIRELLES HERMUCHE, Dra. (Geografia - UnB) (EXAMINADOR EXTERNO)

RENATO FONTES GUIMARÃES, Prof. Dr. (Geografia - UnB) (EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA, 01 DE MARÇO DE 2018

Dedico a meu amor Liliane, minha mãe Elaine e família, que em todos os momentos deram força e amparo.

Amo vocês incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me possibilitou chegar a mais este momento especial em minha vida, sempre envolto de suas bênçãos;

À minha mãe, mulher mais forte que já conheci na vida, Elaine Francisca Martins Lima, por todo carinho, amor e educação;

À minha linda esposa Liliane Borges dos Reis, pelo companheirismo e amor, estando sempre ao meu lado em todos os momentos, essa vitória é nossa.

Aos meus irmãos, Luís André Martins Lima, Carlos Henrique Martins Lima e Aline Martins Lima, pelo eterno apoio e incentivo;

À minha avó Doracy Alves Pereira e meu pai Armindo de Souza Lima (*in memoriam*), que de onde estiverem sei que sempre estarão olhando por mim e tenho certeza que ficariam orgulhosos pela minha vitória;

À Universidade de Brasília pela oportunidade, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais;

A CAPES pelo suporte e apoio indispensáveis a execução deste manuscrito;

A minha orientadora Concepta McManus (Connie) de toda uma vida acadêmica pela oportunidade, confiança, incentivo, conselhos, compromisso, inspiração, e ensinamentos que superam, e muito o domínio profissional, tangendo o campo emocional e moral;

A todos os professores, funcionários da instituição e palestrantes convidados que participaram e acrescentaram algo ao curso;

Ao pesquisador Luiz Otávio Campos da Silva por dar condições na realização deste trabalho, meu eterno agradecimento;

Aos amigos de estudo Candice, Guilherme, João, Luiza e Vanessa por toda ajuda e contribuições, além dos momentos de descontração, deixo aqui o meu agradecimento.

A todos os amigos e conhecidos, que de alguma forma colaboraram ou fizeram parte dessa história e por ventura tenha esquecido, fica aqui meu sincero muito obrigado.

ÍNDICE

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xiv
CAPÍTULO 1	15
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Problemática e Relevância.....	17
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 Geral.....	19
1.2.2 Específicos	19
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Influência do clima na produção animal.....	20
2.2 Histórico raça Nelore	22
2.3 Programa de Melhoramento genético da Embrapa Gado de Corte – Geneplus	24
2.4 Melhoramento genético contextualizado junto a eficiência produtiva e ambiental...25	
2.5 Interação genótipo ambiente (IGA)	27
2.6 A interdisciplinaridade de diferentes campos na pecuária moderna.....	29
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CAPITULO 2 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE RAÇAS ZEBUÍNAS NO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM FATORES AMBIENTAIS E INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO HUMANO.....	41
RESUMO	42
ABSTRACT	44
1 INTRODUÇÃO	46
2 MATERIAS E MÉTODOS	48
3 RESULTADOS.....	50
4 DISCUSSÃO	60
5 CONCLUSÕES	63
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXO 1	68

ANEXO 2	71
ANEXO 3	72
CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES GENÉTICOS DA RAÇA NELORE NO BRASIL	
RESUMO	75
ABSTRACT	76
1 INTRODUÇÃO	78
2 MATERIAL E MÉTODOS	80
3 RESULTADOS.....	82
4 DISCUSSÃO	84
5 CONCLUSÕES	96
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	
1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
	106

RESUMO

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GENÉTICA ESPACIAL DE RAÇAS ZEBUÍNAS NO BRASIL

Paulo Ricardo Martins Lima¹, Concepta Margaret McManus Pimentel¹

Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais – Faculdade de Agronomia e Veterinária (FAV/UnB), DF¹

A importância do meio ambiente como um todo sempre será vital no setor agropecuário, pois o impacto dos mesmos podem levar não só a prejuízos pontuais dentro de uma propriedade, como também de forma mais ampla, gerando adversidades por toda uma cadeia produtiva, e quando não acompanhadas podem se tornar irreversíveis. Sendo assim, este estudo foi desenvolvido afim de explorar e compreender a relação das variáveis climáticas, ambientais e socioeconômicas com a distribuição pelo território nacional de diversas raças zebuínas através da localização dos animais por município, investigando suas diferenças e semelhanças genéticas com possível interação ambiental, além da provável influência sobre os valores genéticos médios de animais da raça Nelore. As análises estatísticas incluíram análise de variância, regressão logística, análises discriminantes, canônicas e de *clusters*, para comparar e melhor compreender possíveis relações entre as variáveis estudadas. A maior concentração de animais zebuínos está na região Centro-Oeste do Brasil, seguido pelo Sudeste e Norte, onde Pará se destaca. Na região Sul houve uma menor frequência de raças zebuínas, devido tradicionalmente usarem raças europeias. Nos estados do Nordeste, a menor distribuição de zebuínos em comparação com outros locais é, provavelmente, devido ao seu clima extremo, altamente suscetível a longos períodos de altas temperaturas e ausência de precipitação, o que afeta diretamente o rebanho local. Quando

analisado por tipo, as raças de carne mostraram-se distribuídas mais uniformemente pelo país. As diferentes aptidões de cada raça mostraram diferenças estatísticas quando comparadas as diferentes variáveis. Ao se analisar os valores genéticos especificamente da raça Nelore, pode-se verificar ampla distribuição pelo país dos melhores *clusters* de cada grupo de características, mostrando diferença estatística quando os grupos de valores genéticos foram analisados entre si, onde o melhor cluster de cada grupo também apresentava os maiores valores das outras características. Forte discriminação foi verificada para ambientes tendenciosos a exploração bovina de corte a pasto, com formatação climática desafiadora, por apresentarem altos índices. Os resultados obtidos poderão favorecer o melhor entendimento da real situação das raças zebuínas, pelos diferentes climas e ambientes brasileiros, corrigindo possíveis erros de programas de seleção genética, bem como manejos inadequados.

Palavras-chave: Genética de paisagem, georreferenciamento, índices zootécnicos, bovinocultura.

ABSTRACT

ANALYSIS OF GENETIC SPACE DISTRIBUTION OF ZEBU BREEDS IN BRAZIL

Paulo Ricardo Martins Lima¹, Concepta Margaret McManus Pimentel¹

Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais – Faculdade de Agronomia e Veterinária
(FAV/UnB), DF¹

The importance of the environment as a whole will always be vital in the agricultural sector, since their impact can lead not only to punctual damage within a property, but also more broadly, generating adversities throughout an entire productive chain, and when unaccompanied may become irreversible. Thus, this study was developed in order to explore and understand the relationship of climatic, environmental and socioeconomic variables with the distribution of zebu breeds across the national territory through the location of the animals by municipality, as well as via sampling by individuals of microsatellite markers, investigating their genetic differences and similarities with possible environmental interaction, in addition to the probable influence on the average genetic values of Nelore animals. Statistical analyzes included analysis of variance, logistic regression, discriminant, canonical and clusters analyzes, to compare and better understand possible relationships between the studied variables. The highest concentration of zebu animals is in the Center-West region of Brazil, followed by the Southeast and North, where Pará stands out. In the southern region had a lower frequency of zebu breeds, traditionally using European breeds. In the Northeastern states, the lower distribution of zebu compared to other locations is probably due to its extreme climate, highly susceptible to long periods of high temperatures and absence of precipitation, which directly affects the local herd. When analyzed by type, the breeds of meat were distributed evenly throughout the country. The different abilities of each breed showed

statistical differences when compared to the different variables. When analyzing the genetic values specifically of the Nelore breed, one can verify the country's distribution of the best clusters of each group of characteristics, showing statistical difference when the groups of genetic values were analyzed among themselves, where the best cluster of each group also presented the highest values of the other characteristics. Strong discrimination was observed for tendentious environments for beef cattle grazing, with challenging climatic formatting, due to the high indexes. The results obtained may favor a better understanding of the real situation of zebu breeds, by the different Brazilian climates and environments, correcting possible errors of genetic selection programs, as well as inadequate management.

Keywords: Landscape genetics, georeferencing, zootechnical indexes, cattle production.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1 – Raças zebuínas puras no Brasil, sua classificação, número de animais, número de rebanhos e o número médio de animais/rebanho.	48
Tabela 2 – Comparação entre as raças e tipos bovinos em relação a condições climáticas no Brasil.	54
Tabela 3 - Comparação entre as raças e tipos bovinos em relação a condições ambientais.e indicadores do desenvolvimento humano no Brasil.....	56

Capítulo 3

Tabela 1 – Características ambientais e socioeconômicas que discriminaram os clusters de peso, qualidade, reprodução e acurácias.....	86
Tabela 2 – Média das características analisadas dentro de cada cluster de peso.	91
Tabela 3 – Média das características analisadas dentro de cada cluster de qualidade.	92
Tabela 4 - Média das características analisadas dentro de cada cluster de reprodução.	93
Tabela 5 – Características significativas de separação dos clusters de peso a partir do valor genético em bovinos da raça Nelore	93
Tabela 6 – Características significativas de separação dos clusters de qualidade a partir do valor genético em bovinos da raça Nelore	94
Tabela 7 – Características significativas de separação dos clusters de reprodução a partir do valor genético em bovinos da raça Nelore	94

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

- Figura 1 – Ponto médio geográfico dos rebanhos de raças zebuínas no Brasil. 51
- Figura 2 – Representação da conjuntura das raças Indubrasil e Sindi mocho no Brasil..... 52
- Figura 3 – Quantidade de rebanhos (%) do ponto médio a ocorrência da raça no raio de distancia (Km), demonstrados por tipo exploratório. A – raças de corte, B – raça leiteira, C – raças dupla aptidão. 53
- Figura 4 – Distribuição geográfica das raças Brahman, Nelore e Tabapuã e suas similaridades de pelagens. 58

Capítulo 3

- Figura 1 – Mapas de agrupamentos com base nos valores genéticos e acurácia da raça Nelore no Brasil discriminados pelas variáveis climáticas e ambientais..... 85
- Figura 2 – Análise canônica dos valores genéticos de peso..... 87
- Figura 3 – Análise canônica dos valores genéticos de qualidade. 88
- Figura 4 – Análise canônica dos valores genéticos de reprodução. 89
- Figura 5 – Análise canônica das acurácias dos valores genéticos..... 90

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são um dos principais desafios que a humanidade enfrentará nesse século (Bernabucci *et al.*, 2010), em particular o Brasil por apresentar vários fatores ambientais distribuídos por um extenso território, como diferentes combinações do clima, de temperaturas e umidades difusas, variados tipos de solos, dentre outros, todos interferindo direta ou indiretamente nos animais utilizados na exploração comercial. Segundo Delfino *et al.* (2012), as altas temperaturas encontradas no Brasil com a baixa umidade afetam diretamente a produção animal, por causar diminuição na ingestão de alimentos e variados distúrbios metabólicos, todos afetando negativamente a produção, gerando perdas econômicas no setor.

Thornton *et al.* (2007) indicam que há pouco estudo sobre a adaptação dos animais de produção às rápidas mudanças nas condições climáticas, especialmente nos países tropicais e em desenvolvimento, onde os estressores são diferentes e a intensidade da mudança esperada é maior. Além disso, as informações são insipientes a respeito dos impactos dos estresses climáticos sobre a grande variedade de raças utilizadas para produção de alimentos na América do Sul (McManus *et al.*, 2011).

Pouca atenção é dada à distribuição dos diferentes perfis genéticos bovinos pelo território brasileiro em relação às características produtivas combinadas ao ambiente. Segundo Carneiro *et al.* (2006), as diferenças entre rebanhos quanto à variabilidade de produção geralmente têm sido atribuídas às diferenças nos fatores climáticos locais ou regionais e nos tipos de manejo de cada rebanho. Por isso, torna-se necessário o conhecimento sobre as particularidades da espécie bovina, em especial os zebuínos, principalmente no que concerne as interações com o meio ambiente e sua influência na produção e produtividade animal.

1.1 Problemática e Relevância

As mudanças climáticas são percebidas como uma grande ameaça para sobrevivência de muitas espécies e ecossistemas e para a sustentabilidade econômica das explorações agropecuárias em várias partes do mundo (Gaughan *et al.*, 2009). Os potenciais problemas serão ainda maiores nos países em desenvolvimento devido à falta de preparo e estruturação para tais eventos. Estudos econômicos têm sugerido perdas severas se os atuais sistemas de manejo não forem modificados em função das mudanças climáticas (Nardone *et al.*, 2010). No caso específico dos rebanhos de bovinos, o aumento da temperatura pode trazer diversos problemas para os animais nos aspectos produtivos, sanitários e de qualidade dos produtos finais (Santos *et al.* 2013), posto que a produção de carne bovina depende de fatores genéticos, ambientais e no Brasil também fatores socioeconômicos, tornando ou não a atividade viável ao pecuarista (Bertazzo *et al.*, 2004).

Com as mudanças climáticas, o desenvolvimento da pecuária torna-se uma necessidade, forçando o aprimoramento dos rebanhos pela busca dos animais superiores no quesito adaptabilidade produtiva, onde o pecuarista tende ao uso de novos métodos para melhorar as características de interesse econômico desses animais. Os programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil consideram como critérios de seleção para busca de indivíduos superiores, principalmente, características produtivas como pesos obtidos em diferentes idades (Barros Júnior *et al.*, 2016).

Medidas de crescimento são de fácil obtenção, pois apresentam altas correlações (tanto positivas, como negativas) com outras características de interesse econômico, além de responderem à seleção individual, uma vez que apresentam coeficientes de herdabilidade de média a alta magnitude (Lôbo & Martins Filho, 2002; Sala *et al.*, 2009). Todavia, critérios seletivos baseados somente em produção podem levar a outros entraves, como o aumento nas taxas endogâmicas. Segundo Queiroz *et al.* (2000), a endogamia resulta do acasalamento, intencional ou não, de animais aparentados, sendo um sistema de acasalamento capaz de alterar a constituição genética da população.

Ventura *et al.* (2013), relataram que uma elevada intensidade de seleção e utilização de reprodutores aparentados leva a um aumento nos níveis de endogamia e diminuição do tamanho efetivo da população. Algumas raças possuem grande população em números absolutos, mas pequena em tamanho efetivo, devido ao número reduzido de touros que são responsáveis pela manutenção de quase todo esse efetivo (Silva, 2013). Entretanto, quando nos referimos a seleção genética animal no Brasil temos que considerar outro importante ponto que diz respeito às dimensões continentais do país, que se apresenta em regiões com marcadas diferenças climáticas, promovendo por fim importantes mudanças nos fatores ligados à produção animal, como clima, solo, alimentação e manejo (Teixeira *et al.*, 2006).

Segundo Lopes *et al.* (2008), a escolha do ambiente onde se deve praticar a seleção dos animais de reprodução possui importante relevância, porque progênies de um mesmo reprodutor podem não repetir o desempenho dos progenitores, caso sejam criadas em regiões diferentes, evidenciando a necessidade de cuidados na compra de reprodutores e/ou sêmen, em razão da existência de interação genótipo-ambiente (IGA). Trabalhos publicados avaliando a influência da IGA em bovinos de corte no Brasil concluíram que animais identificados como melhoradores em determinado rebanho podem não apresentar os melhores fenótipos se transferidos para condições ambientais diferentes (Fridrich *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2008, Corrêa *et al.*, 2009; Raidan *et al.*, 2015; Santana Jr. *et al.*, 2015).

Diante deste contexto, a avaliação genética no Brasil, realizada em âmbito nacional, pode conduzir equívocos no processo de seleção quando não se considera a influência da IGA nas estimativas de parâmetros genéticos das características de interesse econômico, com conseqüente erro na ordem de mérito dos animais (Nepomuceno *et al.*, 2013; Ambrosini *et al.*, 2016). A ocorrência da IGA pode provocar alterações nas variâncias genéticas, fenotípicas e ambientais, resultando em mudanças nas estimativas dos parâmetros. Baseado que a IGA pode prejudicar o progresso genético das populações de bovinos de corte, é de fundamental importância considerar essa interação nas avaliações genéticas (Matos *et al.*, 2013), pois essa interação pode vir a implicar em mudanças nos critérios de seleção de ambientes distintos (Alencar *et al.*, 2005).

Para ajudar a compreender esta interação dos valores genéticos com o ambiente, novas ferramentas estão sendo utilizadas, como a genética de paisagem, ou do termo em inglês *landscape genetics*. Segundo Storfer *et al.*, (2007) a genética de paisagem pode ser definida como a pesquisa que quantifica explicitamente os efeitos da composição, configuração e qualidade da paisagem sobre o fluxo gênico e variação genética espacial. A abordagem pela genética de

paisagem pode facilitar o entendimento de como as características ambientais influenciam a estrutura da variação genética dos animais.

Em distintos trabalhos buscando verificar a distribuição de ovinos e caprinos pelo país e suas relações com o ambiente McManus *et al.* (2014ab), verificaram que este conhecimento pode ajudar a resolver possíveis problemas com manejo, manutenção de raças com risco de extinção, doenças, dentre outros. Assim como Costa *et al.* (2013), que trabalhando com a raça holandesa puderam verificar a influência dos fatores ambientais na distribuição dos diferentes grupos genéticos produtivos da raça.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral:

Relacionar as variáveis ambientais e socioeconômicas com a distribuição das diversas raças zebuínas, via localização municipal, bem como a influência sobre os valores genéticos de animais da raça Nelore no Brasil.

1.2.2 Específicos:

- Avaliar a distribuição das raças zebuínas no Brasil frente às variáveis ambientais e socioeconômicas.
- Analisar a interação das variáveis climáticas, ambientais e socioeconômicas com os valores genéticos existentes dos diferentes grupamentos de animais da raça Nelore no Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Influência do clima na produção animal

Considerando as mudanças climáticas um fato relevante para o planeta, o planejamento, pesquisa e desenvolvimento de planos de ação devem ser direcionados para criarmos soluções capazes de resistir e/ou nos adaptarmos as combinações extremas do clima (Scholtz *et al.*, 2013). É esperado até 2100 um aumento significativo na temperatura da superfície global na faixa de 1,8°C e 4,0°C (IPCC, 2011), acompanhado por uma diminuição na produção agropecuária de 10% - 20% para 2050, devido ao aumento da temperatura e da seca (Jones & Thornton, 2003).

As condições climáticas exercem forte influência sobre o desempenho animal, por afetar os mecanismos de transferência de calor e, assim, a regulação do balanço térmico entre o animal e o meio (Dias e Silva & Junior, 2013). Cada grupo genético reage diferentemente às exposições frequentes à radiação solar, às mudanças drásticas de temperatura, dentre outros fatores ambientais (Roberto *et al.*, 2010). Essas condições climáticas modificam o equilíbrio térmico do animal, o que provoca mudanças nas respostas fisiológicas e comportamentais de adaptação ao ambiente, resultando em diferentes desempenhos produtivos (Domingos *et al.*, 2013).

Alguns dos efeitos do clima sobre a produtividade dos animais são diretos (estresse térmico) e outros indiretos (a mudança na composição do pasto) (McManus *et al.*, 2011a). Fatores como a temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento têm efeitos diretos nos animais. Outros fatores como a digestibilidade do alimento, a qualidade e quantidade de pasto disponível, as infestações por parasitas e doenças, que são influenciados diretamente pelas mudanças climáticas, têm efeitos indiretos sobre os animais (Pereira, 2005).

A adaptação mais importante nos mamíferos diante as intempéries seria a homeostasia, que segundo Façanha *et al.* (2013) é a propriedade autorreguladora de um sistema, ou organismo, que permite manter uma condição interna estável, mediante múltiplos ajustes de equilíbrio dinâmico, controlados por mecanismos de regulação inter-relacionados. Dentro do contexto de produção, ao se considerar que a maioria dos animais criados em ambiente tropical são homeotermos, estes devem ser capazes de manter a temperatura corporal dentro de limites fisiológicos, mesmo em face de variações ambientais (Silva, 2008; Souza & Batista, 2012).

Entretanto, os animais, frente a estes efeitos, entram em estresse térmico devido as variáveis ambientais ultrapassarem o limite da zona de termoneutralidade (Bernabucci *et al.*, 2010). Dessa forma, a temperatura corporal excede os limites de normalidade resultando em carga de calor (produção interna e do ambiente) que excede a capacidade de dissipação. Como tentativa de normalizar a temperatura, mecanismos comportamentais e fisiológicos são ativados para aumentar a perda e reduzir a produção de calor (Bernabucci *et al.*, 2010). Isto envolve uma série de adaptações dos sistemas respiratório, circulatório, excretor, endócrino e nervoso dos animais (McManus *et al.*, 2009), tais como a diminuição da frequência cardíaca, frequência respiratória, ingestão de alimentos, aumento da taxa de sudorese e ingestão de água, diminuindo assim a produção de calor corporal (Gaughan *et al.*, 2009; Bernabucci, 2011; McManus *et al.*, 2011b).

A coordenação de todo esse aparato fisiológico, visando manter o potencial produtivo em estresse térmico, varia entre espécies, raças e indivíduos e dentro de uma mesma raça (Marai & Haeb, 2010). No caso dos bovinos de acordo com Furtado *et al.* (2012), a zona de conforto térmico para zebuínos está na faixa de 10 a 27°C com limite crítico a partir de 35°C, enquanto que para o gado europeu a zona de conforto varia de 0 a 16°C e se torna crítica a partir de 27°C.

Wheelock *et al.* (2010), visando aferir o efeito do estresse calórico na produção de leite de vacas Holandesas devido à queda na ingestão da matéria seca, observaram uma diminuição progressiva na ingestão ao longo dos dias no grupo sob estresse, essa redução na ingestão da matéria seca contribuiu com 50% da redução na produção de leite. Assim como visto por Nascimento *et al.* (2014), onde, analisando o efeito de ondas de calor na produção leiteira, comprovou queda produtiva por efeito do aumento de temperatura.

No que se refere a produção de corte, Ferreira *et al.* (2014a) ao trabalhar com dados fenotípicos de peso da raça Nelore, observaram que a média fenotípica dos pesos foi influenciada pelas condições ambientais. Kadim *et al.* (2004) encontraram fortes efeitos negativos da temporada de calor sobre as características de qualidade na carne bovina, relatando maior pH final, maior

força de cisalhamento e cor mais escura em animais sob estresse pelo calor quando comparados com amostras de músculos recolhidos durante a temporada fria. Tais evidências indicam que em ruminantes o aquecimento global poderia ser um fator de risco na redução do peso médio das carcaças (Nardone *et al.*, 2010).

De posse de tais inferências, os técnicos devem ser cautelosos na escolha de fenótipos mais adaptados às condições climáticas de uma determinada região, devendo-se considerar além da capacidade de ganho de peso, rendimento de carcaça e produção de leite, também aspectos adaptativos como prolificidade e sobrevivência (Façanha *et al.*, 2013).

2.2 Histórico raça Nelore

O rebanho bovino brasileiro foi formado por uma grande variedade de raças, originárias principalmente da Europa, sendo classificados como *Bos taurus taurus* e os *Bos taurus indicus*, originários da Índia, mais popularmente conhecidos como europeus e zebuínos, respectivamente.

O primeiro núcleo de Zebus puros oriundos da Índia no Brasil foi estabelecido por D. Pedro I, em 1826, na Fazenda Real de Santa Cruz, perto do Rio de Janeiro, dando assim, origem ao mestiço zebuíno "China" que foi difundido pelo Brasil Central (Lopes & Rezende, 2001). Em 1873, o Barão do Paraná em visita ao Jardim Zoológico de Londres, encontrou o primeiro casal de Zebus (raça Ongole) que saíra da Índia, como presente de um rajá a rainha Vitória, reconheceu neste casal a origem dos touros chamados "Chinas" no Brasil. Em 1874, em retorno ao mesmo zoológico, conseguiu comprar um casal de zebuínos da raça Ongole por 40 libras esterlinas, tendo o mesmo chegado ao Brasil em 1875, sediando-o na fazenda do Cel. Francisco Marcondes Machado, seu cunhado (Santos, 2004).

Em 1877, Acácio Américo de Azevedo (ou Acácio de S. Brandão) também compraria no mesmo zoológico outro casal para o Barão do Paraná. Um ano depois, em 1878, Manoel Ubelhart Lemgruber comprou, no Jardim Zoológico de Hamburgo, um lote chefiado pelo touro "Hanomet", um animal sagrado que tinha um vaqueiro indiano exclusivamente à sua disposição (Santos, 1998). As encomendas seguintes de animais foram feitas diretamente da Índia por empresas especializadas no fornecimento de animais para circos e zoológicos. Dessa maneira, o Ongole foi descoberto pelos brasileiros. Mais tarde, entre 1900 e 1920, os próprios brasileiros

começaram a buscar Ongole na Índia, escolhendo os “melhores” e reservando-os na província de Nelore, antes do embarque. Dai surgiu o nome "Nelore" para esse gado, ou seja, o gado "Nelore" era o "Ongole destinado aos brasileiros" que ficava na província de Nelore enquanto aguardava o navio (Santos, 1999).

No início do século, o Nelore era cruzado com o Guzerá, tanto quanto com outras raças que chegavam da Índia, pois “tudo era Zebu”. A fama, no entanto, ficava para o Guzerá, porque a característica diferenciadora entre o gado europeu e o gado indiano era o comprimento das orelhas, devido o Nelore possuir orelhas curtas como o gado europeu, recebeu menos prestígio. O mestiço “Guzonel”, acasalado com o Gir, já no início da década de 1920, produziu um *tricross* que era o que desejava todo fazendeiro. É preciso salientar que naquele momento, não havia experiências sobre cruzamentos, foi um gesto pioneiro dos brasileiros, este *tricross* viria a ser o atual Indubrasil. Com a importação de 1930, por Ravísio Lemos, o Nelore ganhou um reforço, chegando à fisionomia que, endossada pelo Registro Genealógico, a partir de 1938, chegou até os dias de hoje (Santos, 1998).

Na década de 1950, surgiram as primeiras Provas de Ganho de Peso destacando a raça Nelore, mostrando ser um animal realmente precoce e de alta velocidade de ganho de peso. Foi um período marcado pela expansão na Amazônia (via Sudam), no Nordeste (via Sudene), no Espírito Santo (via Sudes), no Centro-Oeste e a massificação da exploração dos Cerrados, todos disseminando a raça Nelore a partir de incentivos fiscais do governo brasileiro. A vaca Nelore garantiu o predomínio da raça no país inteiro. Pela primeira vez, o pecuarista podia ter um gado que exigia pouco trabalho, permitindo que a atenção ficasse voltada para o melhoramento zootécnico (Santos, 2000).

As importações da década de 1960 trouxeram animais exponenciais da Índia, provocando um aumento favorável na variabilidade genética. Nas décadas de 1970-1980 o governo federal incentivou a implantação de mais de 4.000 propriedades de pecuária de corte, com o desbravamento na Amazônia e Nordeste, todas utilizando exclusivamente reprodutores Nelore registrados pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu - ABCZ (Santos, 1999). Estima-se que 7.000 animais da raça Nelore foram introduzidos da Índia, a maioria eram descendentes de 6 principais touros nomeados Karvadi, Taj Mahal, Kurupathy, Golias, Godhavari e Rastã (Magnabosco *et al.*, 1997). Em 1967, o Nelore ultrapassou o Gir em números no Registro Genealógico, estando atualmente a mais de 80% de todos os registros zebuínos (ABCZ, 2011).

2.3 Programa de Melhoramento genético da Embrapa Gado de Corte – Geneplus

Desde a fundação da Embrapa Gado de Corte em julho de 1977, os pesquisadores da área de melhoramento animal tinham a convicção de que para se realizar, de fato, o melhoramento genético, é preciso uma atuação direta nos rebanhos de seleção. Esta percepção foi decisiva para a busca de parcerias privadas, cujo primeiro exemplo foi o convênio com a Associação Brasileira de Criadores de Zebu, assinado em 1979. Com a expansão desta cooperação técnica para nível nacional, em 1982, e a nomeação da Embrapa pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como Gerente do Arquivo Zootécnico Nacional, em 1987, os sumários nacionais de touros das raças zebuínas passaram a ser editados, periodicamente (Geneplus, 2018).

A partir da difusão desta nova tecnologia os criadores, aos poucos, passaram a demandar por informações mais detalhadas sobre os seus próprios rebanhos. Desta forma, calcada na experiência adquirida ao longo de quase vinte anos de trabalhos, a Embrapa Gado de Corte, em parceria com a Geneplus Consultoria Agropecuária Ltda., desenvolveu e colocou à disposição da cadeia produtiva, em 1996, o Programa Geneplus-Embrapa (Geneplus, 2018).

O programa está definido em coletar dados de animais identificados por grupos de manejos, ou seja, sendo estes os conjuntos de animais que se encontram em um determinado retiro/pasto/piquete, sendo manejados de forma uniforme, em dado período. Os dados coletados ao nível de fazenda são transferidos, independentemente da opção da entrada, para o banco de dados do Geneplus, fase esta de grande importância para o programa, uma vez que as análises genéticas e a decisão de eleição ou rejeição de um determinado animal está estreitamente relacionada com a qualidade desses dados (Embrapa, 2018).

As análises genéticas estão pautadas em várias características, sendo elas de desempenho com importância econômica (peso ao nascer; peso aos 120 dias; total maternal aos 120 dias; peso à desmama; peso da vaca à desmama da cria; total maternal à desmama; conformação frigorífica à desmama; peso ao sobreano; ganho médio diário pós-desmama; conformação frigorífica ao sobreano; área de olho de lombo; espessura de gordura subcutânea e marmoreio) e reprodutivas de importância econômica (idade a puberdade; período de gestação; período de serviço, idade ao primeiro parto; perímetro escrotal à Desmama; perímetro escrotal ao sobreano) (Embrapa, 2018).

Os resultados das avaliações genéticas do programa de melhoramento genético Geneplus, são fornecidos sob a forma de Diferenças Esperadas na Progenie – DEP, associada à sua respectiva acurácia (Embrapa, 2018).

2.4 Melhoramento genético contextualizado junto a eficiência produtiva e ambiental

As questões ambientais têm ocupado lugar de destaque nos debates sobre o desenvolvimento mundial, com importância equivalente aos aspectos econômicos e sociais. A conservação dos recursos naturais, baseada em efetivo monitoramento e controle, já é uma exigência da sociedade para as atividades produtivas. Nos últimos anos, grande enfoque tem sido dado ao setor agropecuário, especialmente para as atividades produtoras de “*comodities*”, que muitas vezes geram efeitos ambientais negativos, tais como uso ineficiente de grandes extensões de terra e utilização de grandes quantidades de insumos industrializados. Dentre as atividades agropecuárias inseridas neste contexto, destaca-se a produção de carne bovina, especialmente nos países latino-americanos (Rosa et al. 2013).

No Brasil, a pecuária bovina de corte ocupa grandes áreas de terra que operam abaixo de seu potencial produtivo, ou seja, enfrentam dificuldades para maximizar a utilização da terra sendo apontada como responsável por grandes impactos ambientais, principalmente em relação ao aquecimento global (Gléria et al., 2017). Parcela significativa desta subutilização se deve ao componente animal, ou seja, escolha inadequada dos recursos genéticos (raças) para os fins produtivos desejados. Além disso, apesar da evolução genética dos rebanhos bovinos brasileiros, o melhoramento genético com foco no aumento da eficiência produtiva e ambiental ainda é incipiente, sendo urgente mais esforços de pesquisa alinhados a essa demanda da sociedade mundial contemporânea: produção de alimentos saudáveis com sustentabilidade (Barcellos et al., 2008; Rosa et al. 2013).

O melhoramento genético animal como ferramenta de aprimoramento das características de interesse econômico é uma das formas de se atingir tais resultados, através de processos como seleção, acasalamentos dirigidos, cruzamentos, entre outros, tendo como objetivo básico alterar as características dos animais produzidos na geração seguinte, na direção desejada pelo homem (Barros Júnior et al., 2016). Contudo, a implantação de programas de melhoramento genético nos rebanhos requer a definição de objetivos a serem alcançados e escolha de critérios de

seleção a serem empregados (Marques et al., 2013). Segundo Ponzoni; Newman (1989), critérios de seleção são as características que devem ser mensuradas para possibilitar a avaliação dos animais e predizer o valor genético dos mesmos. Assim sendo, os critérios de seleção entendem-se por ser as características utilizadas para avaliar os animais a fim de atender os objetivos de uma seleção.

Dentre os critérios de seleção utilizados para bovinos de corte, as características produtivas de crescimento e desenvolvimento, tais como peso corporal obtidos em diferentes idades e ganho médio diário, formam a base principal das informações utilizadas em avaliações genéticas na pecuária de corte, especialmente por serem medidas de fácil obtenção, apresentarem correlações positivas com outras características de interesse econômico, além de responderem à seleção individual, uma vez que apresentam coeficientes de herdabilidade de média magnitude (de Oliveira et al., 2017; Barros Júnior et al., 2016). Como por exemplo, os ganhos pré e pós-desmame que apresentam herdabilidade variando entre 0,20 a 0,46 (Lima et al., 2013; Ferreira et al., 2014), o que sugere viabilidade de seleção para estas características. Além disso, apresentam correlações positivas com pesos corporais em diferentes idades (Laureano et al., 2011) e negativas com idade ao primeiro parto (Castro-Pereira et al., 2007), podendo levar a respostas indiretas satisfatórias

Ao nos referirmos às características reprodutivas, de maneira geral, o ganho tem sido mais lento devido à baixa herdabilidade, repetibilidade e a dificuldade de mensuração, pois são decorrentes de interações entre bezerro, touro e vaca (Bolígon et al., 2007). Contudo, a eficiência reprodutiva das fêmeas torna-se primordial, considerando que todo criador objetiva que cada matriz produza um bezerro saudável por ano, na tentativa de alcançar maior produtividade, competitividade e eficiência, otimizando a produção (Azevêdo et al., 2006).

A característica reprodutiva mais utilizada como critério de seleção é o perímetro escrotal, visto que esse apresenta facilidade de mensuração, variabilidade genética, alta confiabilidade e repetibilidade, sendo utilizada como indicador da produção de sêmen, além de estar associado a libido dos touros e, conseqüentemente, maior fertilidade (Pereira et al., 2002; Lopes et al., 2016). Entretanto, alguns trabalhos demonstraram baixa correlação genética com outras características medidas em fêmeas, como dias para o primeiro parto e duração da primeira gestação, nos leva a ponderar a utilização do perímetro escrotal isoladamente, pois talvez não seja a mais adequada alternativa para seleção de matrizes visando melhoria do desempenho reprodutivo (Bolígon et al., 2007).

Em virtude da necessidade de mais informações, visando melhorar a produção dos rebanhos de corte, outras características que se expressam diretamente nas fêmeas e que sejam

indicadoras de precocidade e fertilidade tem sido estudadas, como a idade ao primeiro parto (IPP), por estar relacionada com a puberdade dos animais, além da obtenção dessa característica não implicar em custo para o sistema (Dias et al., 2004), sendo um parâmetro de importância econômica expressiva ao estar relacionado ao início da vida produtiva da fêmea (Brcko et al., 2010). Segundo Nepomuceno et al. (2012) a IPP demonstrou correlação negativa e de média magnitude com PE, sugerindo que a seleção para aumentar PE pode levar a seleção de fêmeas com menor idade ao primeiro parto.

Outra importante característica reprodutiva é o intervalo entre partos (IEP), que em conformidade com Carolino et al. (2000) um único valor de forma simples e eficaz, combina o intervalo entre partos, o tempo de gestação, o primeiro estro, o número e a duração dos ciclos estrais até a concepção, sendo totalmente relacionado a rentabilidade do sistema, pois a alteração dessa característica, impacta de forma direta no número de bezerros produzidos. Tal afirmação foi completada por Perotto et al. (2006), onde expressaram que menores intervalos entre partos resultarão em maior retorno sobre os custos fixos e operacionais envolvidos no rebanho de cria, pois a taxa de natalidade reflete-se no aumento de receita, proporcionando ao pecuarista maior quantidade de bezerros a longo prazo.

Sabidamente existem na literatura outras características ligadas a eficiência reprodutiva, todavia entre as características determinantes para os rebanhos bovinos de corte, destacam-se as citadas anteriormente que estão relacionadas à taxa de natalidade e à longevidade produtiva das vacas, pois quanto mais jovem a novilha tem o primeiro parto, mais rápido será o retorno do investimento feito nesse animal (Silveira et al., 2014). Contando como indispensável o conhecimento das tendências genéticas e fenotípicas de uma população, pois são importantes para se avaliar o resultado dos programas de seleção adotados, servindo como elementos norteadores de ações futuras (Passaforo et al., 2016).

2.5 Interação genótipo ambiente (IGA)

Os sistemas de produção de gado brasileiros são muito heterogêneos devido à grande diversidade de biomas, o que torna um desafio para definição eficaz de critérios de seleção para escolha de reprodutores adequados a cada sistema de produção, especialmente quando a avaliação genética do rebanho é realizada nacionalmente (Nepomuceno *et al.*, 2013). Devido a IGA ser um dos principais problemas dentro de um processo de seleção, os estudos do

comportamento dos genótipos quanto às variações ambientais tornam-se imprescindíveis para o desenvolvimento da pecuária (Rodríguez & Guerra, 2013). Os programas de melhoramento genético comumente pressupõem a ausência de interação genótipo-ambiente, contudo, evidências têm sido encontradas (Diaz *et al.*, 2011; Ambrosini *et al.*, 2014; Chiaia *et al.*, 2015; Ribeiro *et al.*, 2015) de que a IGA esteja presente quando os dados avaliados em programas de seleção se originam de diferentes regiões geográficas e de diferentes sistemas de manejo.

A IGA se caracteriza pela resposta diferenciada dos genótipos às variações das condições ambientais, o que pode ocasionar alteração do ordenamento de desempenho dos genótipos no gradiente ambiental (Falconer & Mackay, 1996), ou seja, o fenótipo que é o valor observado de uma característica dependente do potencial genético do indivíduo e do ambiente no qual é produzido, sendo esta uma simplificação do que ocorre biologicamente, o que significa dizer que a genética e o ambiente influenciam de forma aditiva e independente no fenótipo (Faria *et al.*, 2011). Isto posto, ainda temos que grande parte das características de maior importância econômica no gado de corte são quantitativas e caracterizadas pelo fato de serem determinadas por diversos genes, onde posteriormente sua expressão fenotípica poderá ser significativamente afetada (Martínez-González *et al.*, 2016), ou seja, os melhores genótipos em um ambiente podem não ser em outro (Verde, 2010).

Nas avaliações genéticas, ainda hoje, encontra-se a IGA como apenas um modelo com homogeneidade de variância genética e residual, (Ambrosini *et al.* 2012), contudo, algumas pesquisas verificaram a existência de heterogeneidade de variância genética em taurinos (Mattar *et al.*, 2011 e Cardoso & Tempelman, 2012), levando a aferir que a IGA pode provocar alterações nas variâncias genéticas, fenotípicas e ambientais, resultando em mudanças nas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos (Alencar *et al.*, 2005), tornando importante avaliar a magnitude do efeito desta interação e suas consequências econômicas para se garantir viabilidade a atividade produtiva.

Ferreira *et al.* (2014b) afirmaram que implementação de programas de melhoramento genético específico para regiões semelhantes, especialmente em relação a variáveis climáticas, é essencial para se obter níveis de produção mais elevados, consistentes e apropriados ao meio ambiente local. Assim como Ambrosini *et al.* (2016), onde complementaram que as avaliações dos ganhos genéticos ao longo do gradiente ambiental podem trazer informações importantes para nortear futuras ações quanto ao uso de materiais genéticos mais apropriados para cada região do Brasil.

2.6 A interdisciplinaridade de diferentes campos na pecuária moderna

O Brasil tem experimentado um grande desenvolvimento tecnológico e produtivo no agronegócio (Macedo *et al.*, 2009), em muito alavancado pela pressão vinda do mercado desfavorável que vem forçando o desenvolvimento de ferramentas e o aumento da interdisciplinaridade, como os campos da geografia (geoprocessamento) e produção animal.

Segundo Rodrigues (1993), o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltado para um objetivo específico. Como uma das ferramentas tem-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG), que permite a integração de bases de dados espaciais e a implementação de diversas análises dos mesmos, portanto, qualquer atividade relacionada com componente espacial pode se beneficiar com este trabalho (Peña Llopis, 2006).

Inovações tecnológicas em análises espaciais associadas com maior disponibilidade de dados resultaram em grandes avanços na capacidade de estudar a influência de variáveis da paisagem, como topografia, altitude e cobertura do solo, em relação com as variações genéticas e as estruturas populacionais (Storfer *et al.*, 2010). Sendo assim, variáveis ambientais podem servir como discriminantes de estruturas genéticas distintas de diversas populações e, nesse sentido, estudos têm sido feitos com utilização de SIGs para análise e compreensão espacial da distribuição das espécies, além de análises sistêmicas da paisagem e sua relação com características genéticas dos animais (Melo *et al.*, 2002 e Costa *et al.*, 2014).

O estudo combinado das populações, com suas variadas estruturas genéticas, juntamente com as diferentes características da paisagem levou ao surgimento de um novo campo de pesquisa, o “*landscape genetics*”. O termo surgiu em trabalhos que associavam as adaptações de plantas e animais selvagens aos controles ambientais da paisagem (Manel *et al.*, 2010). Ao ser traduzido para o português, ainda em trabalhos de ecologia e genética, adotou-se o termo “genética de paisagem”. Segundo Pariset *et al.* (2012), a genética de paisagem consiste na análise de características geográficas e ambientais que afetam a estrutura genética das populações, sendo de fundamental importância para a compreensão de como as características da paisagem podem limitar ou facilitar o desenvolvimento dos indivíduos.

Ainda assim, Barbujani (2000) cita que de modo geral, os estudos de genética de paisagem são realizados para testar a relação entre frequências alélicas e localidades geográficas. Quando constatada esta relação, indica “estruturação geográfica” (Barbujani, 2000) ou

“estruturação genética na escala de paisagem” (Telles; Bastos, 2009), que possibilita investigar variações (gradientes) ou isolamento por distância. Caso não constatada, implica na identificação de zonas de maior discrepância (restrição ao fluxo gênico) ou um indício de quais variáveis geográficas poderiam ser mais informativas na compreensão da diversidade genética (Barbujani, 2000).

Tradicionalmente, três áreas tiveram maior destaque na compreensão de processos históricos, ecológicos e de padrões de variabilidade genética, sendo elas a biologia populacional (dividida em genética de populações e ecologia de populações), a biogeografia (que descreve a distribuição das espécies e biomas em termos do espaço geográfico e do tempo geológico) e a sistemática (que descreve a biodiversidade e relações filogenéticas entre organismos). Essas três áreas serviram como base para o maior desenvolvimento e visibilidade das áreas da filogeografia, ecologia molecular e genética geográfica, sendo essas duas últimas áreas de influências diretas na emergência da linha de pesquisa denominada genética de paisagem (Diniz Filho *et al.*, 2008).

Entretanto, analisar dados genéticos e dados geográficos conjuntamente, parece ser um dos principais assuntos no desenvolvimento das disciplinas relacionadas ao estudo de populações, considerando-se um desafio colocar “a paisagem na genética de paisagem” (Storfer *et al.*, 2007). Segundo Balkenhol *et al.* (2009), quatro desafios principais estão relacionados às perspectivas futuras do desenvolvimento da linha de pesquisa em genética de paisagem: 1) escalas espaciais e temporais adequadas; 2) limitações de ordem analítica; 3) disseminação e expansão do foco dado a genética de paisagem; 4) educação e comunicação interdisciplinar. Todavia, não se deve diminuir sua importância no cenário pecuário, pois unir variáveis ambientais e climáticas em um modelo espacial para a produção de rebanhos pode indicar quais fatores são mais significativos para a produção animal (Joost *et al.*; McManus *et al.* 2010), podendo levar a mudanças efetivas no meio.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE ZEBUINOS – ABCZ. Disponível no site: <http://www.abcz.org.br> (Acessado em 18.05.2016).

ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S.; FREITAS, A.R. Evidências de interação Genótipo x Ambiente sobre características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.489-495, 2005.

AMBROSINI, D. P.; CARNEIRO, P. L. S.; BRACCINI NETO, J.; MALHADO, C. H. M.; MARTINS FILHO, R.; CARDOSO, F. F. Interação genótipo× ambiente para peso ao ano em bovinos Nelore Mocho no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.10, p.1489-1495, 2012

AMBROSINI, D.P.; MALHADO, C.H.M.; BRACCINI NETO, J.; MARTINS FILHO, R.; AFFONSO, P.R.A. de M.; CARNEIRO, P.L.S. Reaction norms of direct and maternal effects for weight at 205 days in Polled Nellore cattle in north-eastern Brazil. **Archiv Tierzucht**, v.57, p.1-11, 2014. DOI: 10.7482/0003-9438-57-032.

AMBROSINI, D. P.; MALHADO, C. H. M.; MARTINS FILHO, R.; CARNEIRO, P. L. S. Genotype x environment interaction via models of reaction norms for growth traits in Nelore cattle. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.2, p.177-186, 2016.

AZEVEDO, D. M. M. R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. N. B.; MALHADO, C. H. M.; LÔBO, R. B.; MOURA, A. D. A. A.; PIMENTA FILHO, E. C. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n. 3, p. 988-996, 2006.

BALKENHOL, N.; GUGERLI, F.; CUSHMAN, S. A.; WAITS, L. P.; COULON, A.; ARNTZEN, J. W.; HOLDEREGGER, R.; WAGNER, H. H. Identifying future research needs in landscape genetics: where to from here? **Landscape Ecology**, v. 24, p. 455-463, 2009.

BARBUJANI, G. Genetic patterns: How to identify them and why. **Human Biology**, Detroit, v. 72, n. 1, p. 133-153, 2000.

BARCELLOS, A. D. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; JUNIOR, M.; BUENO, G. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de

leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 37, (SPE), p. 51-67, 2008.

BARROS JÚNIOR, C. P.; da SILVA BORGES, L.; de SOUSA, P. H. A. A.; de OLIVEIRA, M. R. A.; CAVALCANTE, D. H., de ANDRADE, T. V.; BARROS, C. D.; de SOUSA JÚNIOR, S. C. Melhoramento Genético em Bovinos de Corte (*Bos indicus*). v. 13, n. 01, 2016, ISSN: 1983-9006.

BERTAZZO, R. P.; FREITAS, R. T. F. de; GONÇALVES, T. de M.; PEREIRA, I. G.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; OLIVEIRA, A. I. G. de; ANDRADE, I. F. de. Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p. 1118-1127, 2004.

BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P.; RONCHI, B.; NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v.4, n.7, p.1167-1183, 2010.

BERNABUCCI, U. Impact of hot environment on nutrient requirements. **Environmental Physiology of Livestock**, p.101-128, 2011.

BOLIGON, A. A., RORATO, P. R. N.; ALBUQUERQUE, L. G. D. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 36, n. 3, p. 565-571, 2007.

BRCKO, C.C.; ARAÚJO, C.V.; ARAÚJO, S.I.; RENNÓ, F.P. e MARCONDES, C.R. Estimação de parâmetros genéticos da produção leiteira e idade ao primeiro parto de vacas Pardo-Suíças por meio de inferência bayesiana. *Revista de Ciências Agrárias*, n. 53, p. 59-53, 2010.

CARDOSO, F. F.; TEMPELMAN, R. J. Linear reaction norm models for genetic merit prediction of Angus cattle under genotype by environment interaction. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 7, p. 2130-2141, 2012.

CARNEIRO, A. P. S.; Torres, R. de A.; LOPES P. S.; EUCLYDES, R. F.; CARNEIRO, P. L. S.; CUNHA, E. E. Erros na classificação de touros, vacas e touros jovens geneticamente superiores avaliados na presença de heterogeneidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1907-1914, 2006.

CAROLINO, N.; GAMA, L.; CAROLINO, R. Efeitos genéticos e ambientais no intervalo entre partos num efectivo bovino Mertolengo. **Veterinária Técnica**, v. 10, p. 16-23, 2000.

CASTRO-PEREIRA, V. M. De; ALENCAR, M. M. De; BARBOSA, P. F. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características de crescimento de machos e fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 36, n. 4, p. 1029–1036, 2007.

CHIAIA, H.L.J.; LEMOS, M.V.A. de; VENTURINI, G.C.; ABOUJAOUDE, C.; BERTON, M.P.; FEITOSA, F.B.; CARVALHEIRO, R.; ALBUQUERQUE, L.G.; OLIVEIRA, H.N. de; BALDI, F. Genotype × environment interaction for age at first calving, scrotal circumference, and yearling weight in Nelore cattle using reaction norms in multitrait random

regression models. **Journal of Animal Science**, v.93, p.1503-1510, 2015. DOI: 10.2527/jas.2014-8217.

CORRÊA, M.B.B.; LAURINO, J.N.; CARDOSO, F.F. Caracterização da interação genótipo ambiente e comparação entre modelos para ajuste de ganho pós-desmama de bovinos Devon via normas de reação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1460-1467, 2009.

COSTA, N. S.; HERMUCHE, P.; COBUCI, J. A.; PAIVA, S. R.; GUIMARAES, R. F.; CARVALHO JR, O. A.; GOMES, R.A.T.; COSTA, C.N.; MCMANUS, C. M. Georeferenced evaluation of genetic breeding value patterns in Brazilian Holstein cattle. **Genetics and Molecular Research**, v.13, n.4, p. 9806-9816, 2014.

DELFINO, L.J.B.; SOUZA B.B.; SILVA, R.M.N.; SILVA, W.W. Efeito do estresse calórico sobre o eritrograma de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.2, 2012.

DIAS, L. T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. D. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 97-102, 2004.

DIAS E SILVA, T. P.; JÚNIOR, S. C. S. Produção de leite de vacas submetidas a diferentes períodos de exposição à radiação solar no sul do Piauí. **Revista Agrarian**. v.6, n.21, p.320-325, 2013.

DIAZ, I.P.S.; OLIVEIRA, H.N.O.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; Genotype by environment interaction in Nelore cattle from five Brazilian states. **Genetics and Molecular Biology**, v.34, n.3. p.435-442, 2011.

DINIZ FILHO, J. A. F.; TELLES, M. P. C.; BONATTO, S. L.; EIZIRIK, E.; FREITAS, T. R. O.; JUNIOR, P. M.; SANTOS, F. R. SOLE-CAVA, A.; SOARES, T. N. Mapping the evolutionary twilight zone: molecular markers, populations and Geography. **Journal of Biogeography**, v. 35, n.5, p.753–763, 2008.

DOMINGOS, H. G. T.; MAIA, A. S. C.; SOUZA JR, J. B. F.; SILVA, R. B.; VIEIRA, F. M. C.; SILVA, R. G. Effect of shade and water sprinkling on physiological responses and milk yields of Holstein cows in a semi-arid region. **Livestock Science**, v.154, p.169-174, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual técnico do programa Geneplus. Disponível no site: <http://geneplus.cnpqg.embrapa.br/> (Acessado em 08.12.2017).

FAÇANHA, D. A. E.; CHAVES, D. F.; MORAIS, J. H. G.; DE VASCONCELOS, Â. M.; COSTA, W. P.; GUILHERMINO, M. M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, 2013.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. Introduction to quantitative genetics. Longmans Green, Harlow, Essex, UK. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. Longmans Green, Harlow, Essex, UK., 1996.

FARIA, C.U.; TERRA, J.P.; YOKOO, M.J.I.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; LÔBO, R.B. Interação genótipo-ambiente na análise genética do peso ao desmame de bovinos Nelore sob enfoque bayesiano. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.33, n.2, p.213-218, 2011.

FERREIRA, J. L.; LOPES, F. B.; DE ASSIS, A. S.; LÔBO, R. B. 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*, v. 35, n. 4, p. 2197-2210, 2014a.

FERREIRA, J. L.; LOPES, F. B.; EVERLING, D. M.; DA SILVA, M. C.; LIRA, T. S. D.; PEREIRA, L. D. S.; MINHARRO, S. Impacto da heterogeneidade de variância residual na avaliação genética de rebanho Nelore no Bioma Amazônia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 15, n. 2, 2014b.

FRIDRICH, A. B.; SILVA, M. A.; VALENTE, B. D.; SOUZA, J. E. R.; CORRÊA, G. S. S.; FERREIRA, I. C.; SILVA, L. O. C. 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*, v.60, n.4, p.917-925, 2008.

FURTADO, D.A.; PEIXOTO, A.P.; REGIS, J.E.F.; NASCIMENTO, J.W.B.; ARAUJO, T.G.P.; LISBOA, A.C.C. Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá, no agreste paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.9, p.1022–1028, 2012.

GAUGHAN, J.; LACETERA, N.; VALTORTA, S. E.; KHALIFA, H. H.; HAHN, L.; MADER, T. **Response of domestic animals to climate challenges**. Ed.. *Biometeorology for adaptation to climate variability and change*: Springer, 2009. p.131-170. ISBN 1402089201.

GENEPLUS. Disponível no site: <http://geneplus.cnpqc.embrapa.br/> (Acessado em 08.12.2017).

GLÉRIA, A. A.; SILVA, R. M.; SANTOS, A. P. P.; SANTOS, K. J. G.; PAIM, T. G. Produção de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura pecuária. *Archivos de Zootecnia*, vol.66, n.253, p.141-150, 2017.

IPCC - **Climate change: Impacts, adaptation and vulnerability**. Summary for policy makers. <http://www.ipcc.cg/SPM13ap07.pdf>. 2011.

JONES, P. G.; THORNTON, P. K. The potential impacts of climate change in tropical agriculture: The case of maize in Africa and Latin America in 2055. *Global environmental change*, v.13, n.1, p.51-59, 2003. doi:10.1016/S0959-3780(02)00090-0

JOOST, S; COLLI, L; BARET, PV. Integrating geo-referenced multiscale and multidisciplinary data for the management of biodiversity in livestock genetic resources. *Animal Genetics*, v. 41, p.47-63, 2010.

KADIM, T.; MAHGOUB, O.; AL-AJMI, D.S.; AL-MAQBALY, R.S.; AL-MUGHEIRY, S.M.; BARTOLOME, D.Y. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef m. longissimus thoracis. *Meat Science*, v.66, p.831–836, 2004.

LAUREANO, M. M. M.; BOLIGON, A. A.; COSTA, R. B.; FORNI, S.; SEVERO, J. L. P.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 63, n. 1, p. 143–152, 2011.

LIMA, P. R. M.; PAIVA, S. R.; COBUCI, J. A.; NETO, J. B.; MACHADO, C. H. C.; MCMANUS, C. Genetic parameters for type classification of Nelore cattle on central performance tests at pasture in Brazil. **Tropical animal health and production**, vol. 45, n.7, p. 1627-1634, 2013.

LIRA, de T., ROSA, E. M., GARNERO, V. A. del. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, vol. 9, n. 1, p. 1–22, 2008.

LOPES, F. G.; JUNIOR, C. K.; FERREIRA, M. B.; MENEGASSI, S. R. O.; GUIDONI, P. B.; DA SILVA CORREA, L.. Avaliação da Maturidade Sexual e Classificação Andrológica por Pontos (CAP) de Touros Jovens da Raça Nelore, Criados no Noroeste do Estado do Paraná. **UNICIÊNCIAS**, vol. 20, n. 2, p. 110-114, 2016.

LOPES, J. S.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T.; BOLIGON, A. A.; COMIN, J. G.; DORNELLES, M. A. Efeito da Interação Genótipo-Ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.54-60, 2008.

LOPES, M. A. B.; DE REZENDE, E. M. M. ABCZ: história e histórias. ABCZ: História e histórias, 2001.

LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R. Avaliação de métodos de padronização dos pesos corporais as idades de 205, 365 e 550 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1695-1706, 2002.

MACEDO, Manuel Claudio Motta. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.133-146, 2009.

MAGNABOSCO, C. D. U.; CORDEIRO, C. M. T.; TROVO, J. D. F.; MARIANTE, A. D. S.; LÔBO, R. B.; JOSAHKIAN, L. A. Catalogo de linhagens do germoplasma zebuino: raca Nelore, Documentos, 23. Brasília: Embrapa-Cenargen; 1997. p. 1–52

MANEL, S.; JOOST, S.; EPPERSON, B.K.; HOLDEREGGER, R.; STORFER, A.; ROSENBERG, M.S.; SCRIBNER, K.T.; BONIN, A.; FORTIN, M.J.E. Perspectives on the use of landscape genetics to detect genetic adaptive variation in the field. **Molecular Ecology**, v.19, n.17, p.3760-72, 2010.

MARAI, I.; HAEEB, A. Buffalo's biological functions as affected by heat stress—a review. **Livestock Science**, v.127, n.2, p.89-109, 2010.

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, J. C.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, N., PARRA-BRACAMONTE, G. M.; CIENFUEGOS-RIVAS, E. G. Importancia de la interacción genotipo x ambiente en rasgos de producción en ganado lechero. **CienciaUAT**, v.10, n.2, p.72-7, 2016. ISSN 2007-7521.

MARQUES, E. G.; MAGNABOSCO, C. U.; LOPES, F. B.; SILVA, M. C. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento, carcaça e perímetro escrotal de animais da raça nelore avaliados em provas de ganho em peso em confinamento. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 159-167, 2013.

MATTAR, M.; SILVA, L. O. C.; ALENCAR, M. M.; CARDOSO, F. F. Genotype x environment interaction for long-yearling weight in Canchim cattle quantified by reaction norm analysis. **Journal of Animal Science**, v.89, n.8, p.2349-2355, 2011.

MATOS, A. de S.; SENA, J. do S. da S.; MARCONDES, C. R.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; RORATO, P. R. N.; CUCCO, D. de C.; ARAÚJO, R. O. de. Interação genótipo-ambiente em rebanhos nelore da Amazônia Legal. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.599-608, 2013.

MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; PAIVA, S. R.; DE OLIVEIRA, A. A.; AZEVEDO, H. C.; DE MELO, C. B. Genetic factors of sheep affecting gastrointestinal parasite infections in the Distrito Federal, Brazil. **Veterinary parasitology**, v.166, n.3, p.308-313, 2009.

MCMANUS, C.; PAIVA, S. R.; ARAÚJO, R. O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.236-246, 2010.

MCMANUS, C.; DIAS, E. A.; PAIVA, S. R.; BRACCINI NETO, J.; COBUCCI, J. A.; BARCELLOS, J. O. J.; LOUVANDINI, H. Os desafios da produção animal frente às mudanças climáticas. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v.18, p.142-148, 2011a.

MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; PAIM, T.; MARTINS, R.; BARCELLOS, J. O. J.; CARDOSO, C.; GUIMARÃES, R. F.; SANTANA, O. A. The challenge of sheep farming in the tropics: Aspects related to heat tolerance. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.40, p.107-120, 2011b.

MCMANUS, C. M.; HERMUCHE, P.; PAIVA, S. R.; DALTRO, D.; ALFONZO, E. M.; FACÓ, O. Distribution of goat breeds in Brazil and their relationship with environmental controls= Distribuição de raças de caprinos no Brasil e sua relação com controles ambientais. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, 2014a.

MCMANUS, C.; HERMUCHE, P.; PAIVA, S. R.; MORAES, J. C. F.; DE MELO, C. B.; MENDES, C. Geographical distribution of sheep breeds in Brazil and their relationship with climatic and environmental factors as risk classification for conservation. **Brazilian Journal of Science and Technology**, v.1, n.1, p.1, 2014b.

MELO, L. A. M. P.; BURLE, M. L.; NORONHA, S. E. Sistema de Informação Geográfica Aplicado a Recursos Genéticos. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M. S.; BERNABUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v. 130, n.1-3, p. 57-69, 2010.

NASCIMENTO, C. C. N.; NASCIMENTO, M. R. B. de M.; DA SILVA, N. A. M. Ocorrência de ondas de calor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e seu efeito na produção leiteira e consumo alimentar em bovinos. **Bioscience Journal**, v.30, n.5, 2014.

NEPOMUCENO, L. L.; DE ANDRADE, R. J.; LOPES, F. B.; DE LIRA, T. S.; VIEIRA, L. F.; DE JESUS SANTOS, G. C.; FERREIRA, J. L. Genetic associations between scrotal circumference and productive and reproductive traits in herd Nelore raised in northern Tocantins State, Brazil. **Ciência Animal**, vol. 10, n. 3, p. 253-261, 2017.

NEPOMUCENO, L. L.; LIRA, T. S. de; LOPES, F. B.; LÔBO, R. B.; FERREIRA, J. L. Interação genótipo-ambiente para características sob efeito maternal na raça Nelore nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.2, p.269-276, 2013.

NEPOMUCENO, L. L.; DE ANDRADE, R. J.; LOPES, F. B.; DE LIRA, T. S.; VIEIRA, L. F.; DE JESUS SANTOS, G. C.; PEREIRA, L. de S.; FERREIRA, J. L. EFEITOS GENÉTICOS E AMBIENTAIS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS EM REBANHO NELORE CRIADO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS Genetic and environmental effects on productive traits of Nelore cattle raised in northern Tocantins State, Brazil. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 10, n. 4, p. 373-382, 2012.

OLIVEIRA, M. R. A. de; CAMPELO, J. E. G.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; PIRES, L. C.; de SOUSA JÚNIOR, S. C. Modelagem ponderal de bovinos da raça Tabapuã utilizando modelos de regressão aleatória. **Acta Tecnológica**, vol. 10, n. 2, p. 39-58, 2017.

PARISET, L.; JOOST, S.; GARGANI, M.; VALENTINI, A. **Landscape Genomics in Livestock. Analysis of Genetic Variation in Animals**. Ed. Mahmut Caliskan, ISBN: 978-953-51-0093-5, 2012.

PASSAFARO, T. L.; FRAGOMENI, B. D. O.; GONÇALVES, D. R.; MORAES, M. M. D.; TORAL, F. L. B. Genetic analysis of body weight in a Nelore cattle herd. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 51, n. 2, p. 149-158, 2016.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 37, n. 5, p. 703–708, 2002.

PEÑA LLOPIS, J. “Sistemas de Información Geográfica Aplicados a la Gestión del Territorio.” Universidade de Alicante – España, 2006.

PEREIRA, J. C. C. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. FEPMVZ, 2005. ISBN 8587144197.

PEROTTO, D.; MIYAGI, A.P.; SOUZA, J.C.; MOLETTA, J.L.; FREITAS, J.A. Estudos de características reprodutivas de animais da raça Canchim, criados a pasto, no estado do Paraná, Brasil. **Arch Vet Sci**, n. 11, p. 1-6, 2006.

PONZONI RW; NEWMAN, S. Developing breeding objectives for Australian beef cattle production. *Animal Production*, n. 49:p. 35–47, 1989.

QUEIROZ, S. A. de; ALBUQUERQUE, L. G. de; LANZONI, N. A. Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raça Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online]. v. 29, n.4, pp. 1014-1019, 2000.

RAIDAN, F.S.S.; PASSAFARO, T.L.; FRAGOMENI, B.O.; JOSAHKIAN, L.A.; PEREIRA, I.G.; TORAL, F.L.B. Genotype \times environment interaction in individual performance and progeny tests in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.93, p.920-933, 2015. DOI: 10.2527/jas.2014-7983.

RIBEIRO, S.; ELER, J.P.; PEDROSA, V.B.; ROSA, G.J.M.; FERRAZ, J.B.S.; BALIEIRO, J.C.C. Genotype \times environment interaction for weaning weight in Nelore cattle using reaction norm analysis. **Livestock Science**, v.176, p.40-46, 2015. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.03.032

ROBERTO, J. V. B.; DE SOUZA, B. B.; DA SILVA, A. L. N.; JUSTINIANO, S. V.; FREITAS, M. M. S. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, 2010.

RODRIGUES, M. Geoprocessamento: um retrato atual. **Revista Fator GIS**, v.1, n.2, p.20-23, 1993.

RODRÍGUEZ, Y. y GUERRA, D. Evidencia de interacción genotipo-ambiente para peso final en prueba de comportamiento en el Cebú Cubano. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. v.47, n.1,p.13-17, 2013.

ROSA, A. D. N.; MARTINS, E. N.; MENEZES, G. D. O.; DA SILVA, L. O. C. (2013). Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus-Embrapa. Embrapa Gado de Corte-*Livro científico (ALICE)*.

SALA, V.E.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; BOLIGON, A.A.; BONILHA, S.F.M. Eficiência produtiva em vacas da raça Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v.66, n.2, p.107-113, 2009.

SANTANA JR., M.L.; ELER, J.P.; BIGNARDI, A.B.; MENÉNDEZ-BUXADERA, A.; CARDOSO, F.F.; FERRAZ, J.B.S. Multi-trait linear reaction norm model to describe the pattern of phenotypic expression of some economic traits in beef cattle across a range of environments. **Journal of Applied Genetics**, v.56, p.219-229, 2015. DOI: 10.1007/s13353-014-0242-9.

SANTOS, R. “O Zebu” Edição comemorativa dos 60 anos de Registro Genealógico da ABCZ. Ed. Agropecuária Tropical: Uberaba, MG, 1998, 856p.

SANTOS, R. Os Cruzamentos na Pecuária Tropical. Livro de edição comemorativa de 100 anos de pesquisas oficiais sobre cruzamentos (1899-1999). Ed. Agropecuária Tropical: Uberaba, MG, 1999, 672p.

SANTOS, R. **Nelore: A Vitória Brasileira**. Ed. Agropecuária Tropical: Uberaba, MG, 2000, 560p.

SANTOS, R. **O Nelore do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul**. Ed. Agropecuária Tropical: Uberaba, MG, 2004, 408p.

SANTOS, J. O. dos; SANTOS, R. M. de S.; FERNANDES, A. de A.; SOUSO, J. da S.; BORGES, M. da G. B.; FERREIRA, R. T. F. V.; SALGADO, A. B. Os impactos produzidos pelas mudanças climáticas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.1, p.09-16, 2013.

SCHOLTZ, M. M., MCMANUS, C., LEEUW, K. J., LOUVANDINI, H., SEIXAS, L., MELO, C. D., THEUNISSEN, A.; NESER, F. W. C. The effect of global warming on beef production in developing countries of the southern hemisphere. **Natural Science**, v.5, n.1, 2013

SILVA, R.G. Biofísica Ambiental “Os animais e seu ambiente”. São Paulo: Funep. 2008. 450p.

SILVA, B. P. A. da. Avaliação fenotípica qualitativa como critério para implantação de programas de acasalamentos em rebanhos da raça Curraleiro Pé-duro. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Goiás, 2013.

SILVEIRA, M. V.; SOUZA, J. D.; SILVA, L.; FREITAS, J. A.; GONDO, A.; FERRAZ FILHO, P. Interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas Nelore. **Archivos de Zootecnia**, vol. 63, n. 241, p. 223-226, 2014.

SOUZA, J.C.; DOSKA, M.C.; SILVA, L.O.C.; GONDO, A.; RAMOS, A.A.; MALHADO, C.H.M.; SANTOS, I.W.; FREITAS, J.A.; FERRAZ FILHO, P.B.; SERENO, J.R.B. Interacción genótipo x ambiente sobre el peso al destete de bovinos Nelore em Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.218, p.171-177, 2008.

SOUZA, B. B. D.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.3, p.06-10, 2012.

STORFER, A.; MURPHY, M.A.; EVAN, J.S.; GOLDBERG, C.S.; ROBINSON, S.; SPEAR, S.F.; DEZZANI, R.; DELMELLE, E.; VIERLING, L.; WAITS, L.P. Putting the ‘landscape’ in landscape genetics. **Heredity**, v.98, p.128-142, 2007.

TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.; DIAS, L.T. Interação genótipo-ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1677-1683, 2006.

TELLES, M. P. C.. BASTOS, R. P. Estruturação genética na escala de paisagem. **Megadiversidade**, v. 5, n.1-2, p. 101-110, 2009.

THORNTON, P; HERRERO, M.; FREEMAN, A.; MWAI, O.; REGE, E.; JONES, P.; MCDERMOTT, J. Vulnerability, climate change and livestock - research opportunities and challenges for poverty alleviation. **SAT e Journal**, v.4, p.1-23, 2007.

VENTURA, H. T.; MACHADO, C. H. C.; JOSAHKIAN, L. A.; HORTOLANI, B.; CARNEIRO, I. J. Endogamia e tamanho efetivo populacional das raças Guzerá, Indubrasil, Tabapuã e Sindi. X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL – **Anais...**Uberaba, MG, 2013.

VERDE, O. Interacción genotipo x ambiente para peso a 548 días en bovinos de carne. **Zootecnia Tropical**, v.28, n.4, p.507-512, 2010.

WHEELOCK, J. B., RHOADS, R. P.; VANBAALE, M. J.; SANDERS, S. R.; BAUMGARD, L. H. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.2, p.644-655, 2010.

**CAPITULO 2 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE RAÇAS ZEBUÍNAS NO BRASIL E
SUA RELAÇÃO COM FATORES AMBIENTAIS E INDICADORES DE
DESENVOLVIMENTO HUMANO**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição de raças zebuínas no Brasil, correlacionando suas ocorrências com fatores ambientais e indicadores de desenvolvimento humano. A localização de todos os rebanhos puros de zebuínos no Brasil veio do banco de registro genealógico da ABCZ (Associação Brasileira de Criadores de Zebus), classificadas como tipo carne (Brahman, Brahman mocho, Nelore, Nelore mocho, Nelore importado e Tabapuã), tipo leiteira (Gir e Gir mocho), e dupla aptidão (Guzerá, Indubrasil, Indubrasil mocho, Sindi e Sindi mocho) sendo espacializados no programa ArcGIS 10.5 juntamente com fatores ambientais (precipitação, índice de vegetação por diferença normalizada – IVDN ou *NDVI*, umidade relativa - UR, temperatura, índice de temperatura e umidade – ITU, altitude, regiões com e sem agricultura familiar, áreas plantadas com forrageiras de corte, áreas com agrossilvipastoril, áreas com manejo de rotação de pastagens), e os indicadores de desenvolvimento humano (índice de desenvolvimento humano – longevidade / educação). As análises estatísticas incluíram análise de variância para visualizar as variáveis significativas e regressão logística para se determinar a influência dos fatores ambientais sobre os tipos bovinos (SAS[®] 9.4). A maior concentração de animais zebuínos está na região Centro-Oeste do Brasil, seguido pelo Sudeste e Norte, onde Pará se destaca. A região Sul houve uma menor frequência de raças zebuínas por estes estados tradicionalmente usarem raças européias. Nos estados do Nordeste, a menor distribuição de zebuínos em comparação com outros locais é, provavelmente, devido ao seu clima extremo, altamente suscetível a longos períodos de altas temperaturas e ausência de precipitação, o que afeta diretamente o rebanho local. As raças de carne foram uniformemente distribuídas em todo o país. O local de uso das raças de corte diferiu devido às variáveis ambientais, mostrando uma maior incidência com o aumento da chuva, *NDVI*, temperatura, umidade relativa e ITU, bem como as variáveis ambientais: estabelecimentos sem a agricultura familiar e rios e córregos protegidos. As raças dupla aptidão e leiteira mostraram efeitos significativos das superfícies plantadas com forragens, os sistemas agrossilvopastoris e manejo de

pastagens de rotação, indicando uma ocupação maior em terras férteis. A raça Gir, a única com a exploração leiteira neste trabalho, mostrou rebanhos nas regiões com maior agricultura familiar, caracterizada por pequenas e médias explorações agrícolas, e em regiões com maior altitude. A distribuição geográfica das diversas raças zebuínas pode vir a contribuir para melhor entender sua adaptação ao ambiente inserido, auxiliando no desenvolvimento de índices ambientais, em possíveis correções de manejo produtivo, nas avaliações genéticas, escolha da raça para determinados ambientes, correções de parâmetros genéticos equivocados, entre outros.

Palavras-chave: zebuínos, fatores ambientais, análise de variância, regressão logística.

ABSTRACT

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF ZEBU BREEDS IN BRASIL AND THEIR RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENTAL FACTORS AND HUMAN DEVELOPMENT INDICATORS

The objective of the present study was to evaluate the distribution of different zebu breeds in Brazil, correlating their occurrence with environmental variables and human development indicators. The location of all pure herds of zebu cattle in Brazil were made available the ABCZ (Brazilian Association of Zebu Breeders), classified as meat type (Brahman, Polled Brahman, Nelore, Polled Nelore, imported Nelore and Tabapuã), milk type (Gir and Polled Gir), and dual purpose (Guzerá, Indubrasil, Polled Indubrasil, Red Sindi and Polled Red Sindi) being spacialized in ArcGIS program along with environmental variables (precipitation, Normalized Difference Vegetation Index - NDVI, relative humidity, temperature, Temperature Humidity Index – THI, altitude, establishments with and without family agriculture, areas planted with cutting forage, areas with agrosilvopastoral systems, areas with rotational pasture handling), and human development indicators (Human development Index – longevity / education). The statistical analysis included analysis of variance to visualize significant variables and logistic regression to determine the influence of environmental factors on bovine types (SAS® 9.4). In the states in the Northeast the lower distribution of zebu cattle in compared to other locations is probably due to its extreme climate, highly susceptible to long periods of high temperatures and absence of rainfall, which directly affects local livestock. The meat breeds were evenly spread throughout the country. The location used for meat breeds had differed due to environmental variables, showing a higher incidence with increased rainfall, NDVI, temperature, relative humidity and THI, as well as the environmental variables: establishments without family agriculture and rivers and streams

protected. The dual purpose and dairy breeds, showed significant effects of areas planted with forage, agrosilvopastoral systems and rotational pasture management, indicating a higher occupation in lands fertile. The Gir breed, the only with dairy exploration in this research, showed herds in regions with higher family agriculture, characterized by small to medium farms, and in regions with higher altitude. The geographical distribution of the various zebu breeds may contribute to better understanding of their adaptation to the environment, assisting in the development of environmental indices, possible corrections of production management, genetic evaluations, breed choice for certain environments, among others.

Keywords: zebu breeds, environmental factors, analysis of variance, logistic regression.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente encontra-se em destaque no cenário mundial pelo seu enorme potencial agropecuário, mas esta evidência também se deu muito pelo aumento na demanda do consumo mundial de alimentos, levando os criadores a buscar sistemas de produção mais eficientes, com o objetivo de oferecer um produto de ótima qualidade e baixo custo (Faria et al., 2008). Isto posto, os pecuaristas têm buscado animais melhores e mais eficientes, o que incentivou a introdução de diferentes raças bovinas no país, dentre elas, as raças zebuínas que por sua flexível adaptabilidade representam hoje entorno de 80% do rebanho nacional (Abiec, 2015). Entretanto, pouca atenção é dada a distribuição destes diferentes perfis genéticos pelo Brasil correlacionados ao ambiente. Segundo Carneiro et al. (2006) as diferenças entre rebanhos quanto à variabilidade de produção geralmente têm sido atribuídas às diferenças nos fatores climáticos locais ou regionais e nos tipos de manejo de cada rebanho.

Devido ao país possuir proporções continentais, apresenta sistemas de exploração bovina heterogêneos, determinados em grande parte pelas diferenças climáticas, econômicas e sua disponibilidade de recursos naturais relacionados à produção animal. Esta diversidade de ambientes proporciona oportunidades para o mesmo genótipo se expressar de modo diferente, dificultando a identificação de indivíduos geneticamente superiores, (Lopes et al., 2008) independentemente da raça. Sendo assim, esta interação genótipo ambiental, atribuída à distribuição geográfica no Brasil, deve ser analisada em seus diferentes ambientes para determinar seu efeito sobre o animal (Baye et al., 2011), já que pode provocar alterações nas variâncias genéticas, fenotípicas e ambientais, conseqüentemente, modificando os parâmetros genéticos e fenotípicos estimados (Diaz et al., 2011)

Segundo Thornton et al. (2007) as vertiginosas mudanças nas condições climáticas podem gerar desconhecidas alterações sobre a adaptação dos animais, especialmente nos países em

desenvolvimento, onde os estressores são mais intensos e o volume de mudanças esperado é maior. Além disso, faltam informações sobre os impactos do estresse climático sobre a grande variedade de raças utilizadas para produção de alimentos na América do Sul (McManus et al., 2011). Os primeiros trabalhos que buscaram resultados sobre a influência de fatores climáticos e ambientais na distribuição e produção de espécies comerciais no Brasil obtiveram resultados indicando que há influência climática-ambiental e que medidas preventivas devem ser consideradas (McManus et al., 2014ab e Costa et al., 2014).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espacial das raças zebuínas registradas no Brasil e buscar uma possível ligação com os fatores ambientais e indicadores de desenvolvimento humano.

2 MATERIAS E MÉTODOS

A localização de todos os rebanhos de zebuínos puros no Brasil foram espacializados por município a partir do banco de registro genealógico da ABCZ (Associação Brasileira de Criadores de Zebus) consultado no ano de 2014. As raças foram classificadas como de corte (Brahman, Brahman mocho, Nelore, Nelore mocho, Nelore importado e Tabapuã), leiteiras (Gir e Gir mocho), e dupla aptidão (Guzerá, Indubrasil, Indubrasil mocho, Sindi e Sindi mocho) (Tabela 1).

Tabela 1 – Raças zebuínas puras no Brasil, sua classificação, número de animais, número de rebanhos e o número médio de animais/rebanho.

Raças	Tipo	Nº de animais	Nº de rebanhos	Nº médio de animais/rebanho
Brahman	Carne	524666	1918	274
Brahman mocho	Carne	82	26	3
Gir	Leite	637639	5772	110
Gir mocho	Leite	55938	1413	40
Guzerá	Duplo	605811	2556	237
Indubrasil	Duplo	47020	426	110
Indubrasil mocho	Duplo	317	10	32
Nelore import.	Carne	64	17	4
Nelore	Carne	20962071	18224	1150
Nelore mocho	Carne	3055239	9135	334
Sindi	Duplo	42220	309	137
Sindi mocho	Duplo	884	21	42
Tabapuã	Carne	640763	1914	335

O trabalho em questão utilizou as variáveis ambientais *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) ou *IVDN* (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), temperatura, umidade relativa (UR), altitude média, *Temperature Humidity Index* (*THI*) ou Índice de Temperatura e Umidade (ITU), informações sobre o tipo de vegetação por município, a percentagem de cobertura de pasto (natural, plantado, degradado), forrageiras de corte, manejo de

rotação de pastagens, cobertura rasteira de proteção, áreas de floresta, estabelecimentos com e sem agricultura familiar, IDHM e número de unidades animais por exploração, sendo todos compilados e organizados em (Hermuche et al., 2013).

O modelo final incluiu precipitação, *NDVI*, UR, altitude, rios e riachos com e sem preservação das matas, estabelecimentos sem agricultura familiar, áreas plantadas com forrageiras de corte (ha), pastagens plantadas degradadas e em boas condições, cultivo agrosilvopastoril, rotação de pastagens, IDHM longevidade / educação. Todas as variáveis foram espacializadas com projeção geográfica Lat / Long e Datum WGS 84 no ArcGIS 10.5, assim como o centro de média ponderada (latitude e longitude) que foi calculado para cada raça nesta pesquisa com o número de rebanhos e animais registrados por município pelo mesmo programa computacional.

Os dados foram transformados para raiz quadrada e logarítmica buscando a normalização pelo coeficiente de variação. Os fatores ambientais e indicadores de desenvolvimento humano por raça considerando rebanho e o animal como referência foram comparados por meio de uma análise de variância (PROC GLM) na versão 9.4 do SAS[®] (*Analysis System Institute*, Cary NC, EUA). As diferenças foram testadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A regressão logística (PROC LOGISTIC) foi realizada para testar os tipos (carne, leite, e dupla aptidão) de acordo com os fatores climáticos, controles ambientais e indicadores de desenvolvimento humano.

3 RESULTADOS

A maior concentração de animais por área encontra-se na região Centro-Oeste, seguidos da região Sudeste e parte da Norte, alavancado pelo estado do Pará, Nordeste e por último a região Sul que visualizamos uma menor frequência de raças zebuínas (Anexo 1). Segundo os mesmos mapas de distribuição geográfica pode-se verificar que a raça Nelore se encontra amplamente distribuída pelo país, corroborado pelo ponto médio da raça que se encontra no centro geográfico do país (Figura 1). Diferente da raça Sindi (padrão) onde seu ponto médio encontra-se mais para Nordeste, área central da Bahia (BA) e a raça Brahman mais ao Sul, próxima a junção de Mato Grosso do Sul (MS), São Paulo (SP) e Minas Gerais (MG). Todavia, existe uma tendência a centralização dos pontos médios das raças pelo país.

A correlação entre os pontos médios geográficos calculados com referência ao número de rebanhos e o número de animais foi acima de 0.90, tanto para latitude como longitude, mostrando que o uso de qualquer um irá exemplificar satisfatoriamente os resultados (Figura 1).

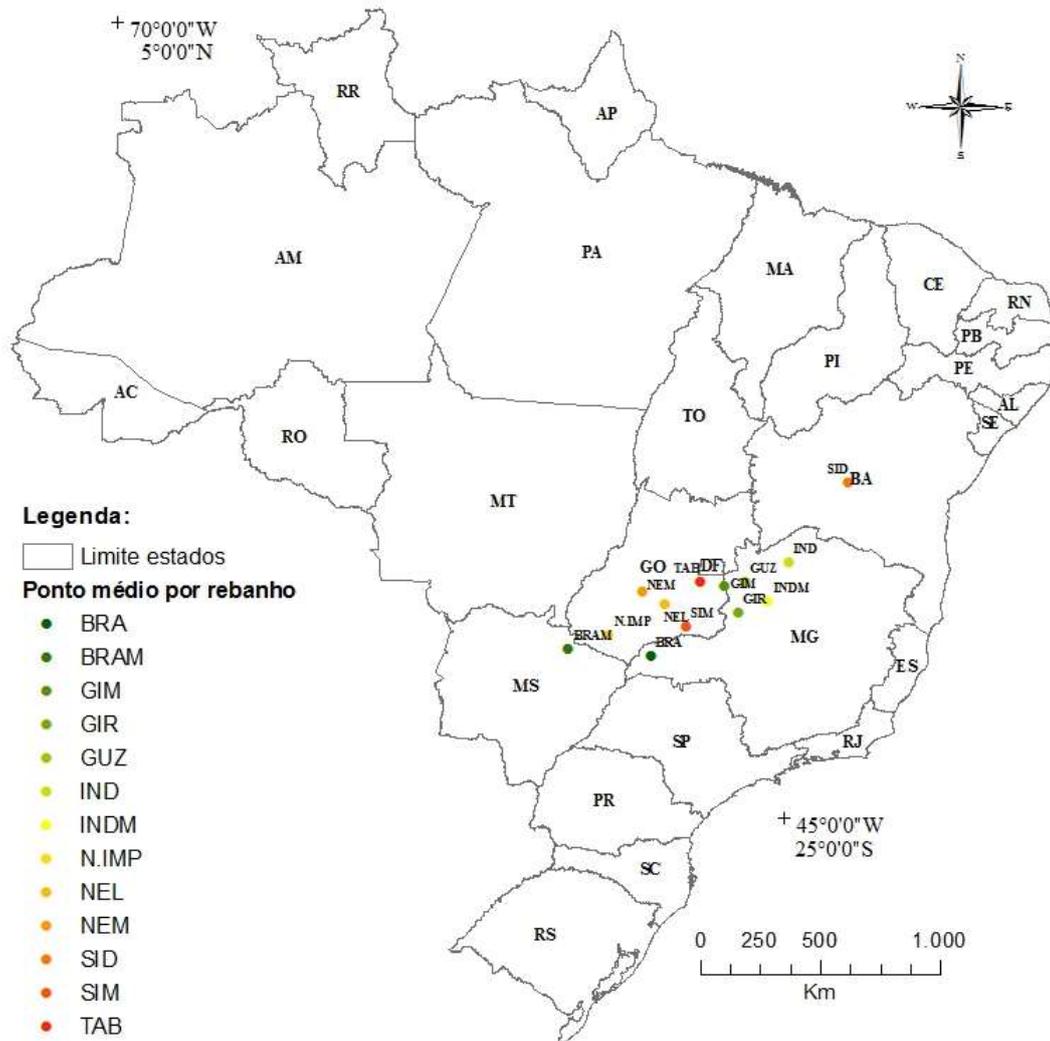
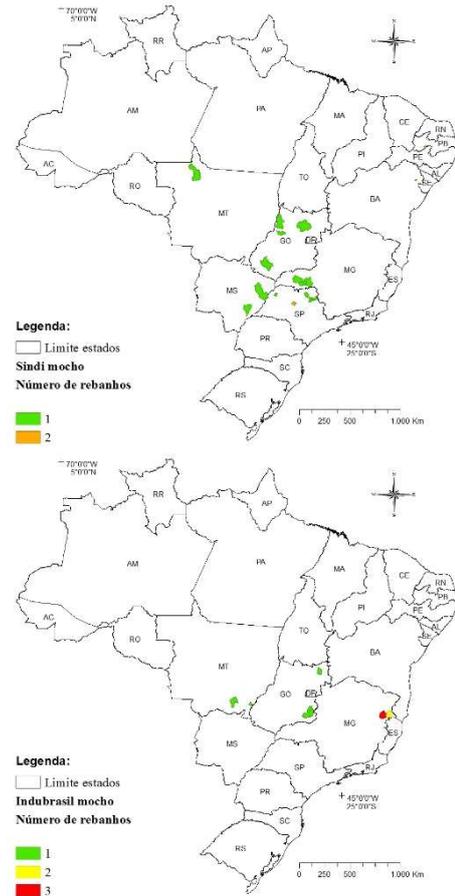
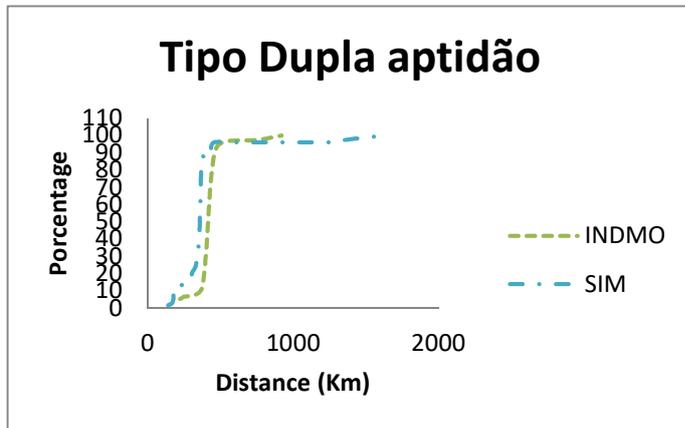


Figura 1 – Ponto médio geográfico dos rebanhos de raças zebuínas no Brasil.

BRA – Brahman padrão; BRAM – Brahman mocho; GIR – Gir padrão; GIM – Gir mocho; GUZ – Guzerá; IND – Indubrasil padrão; INDM – Indubrasil mocho; NEL – Nelore padrão; NEM – Nelore mocho; N.IMP – Nelore importado; SID – Sindi padrão; SIM – Sindi mocho; TAB – Tabapuã.

Ao analisar a distribuição nacional das raças zebuínas, por tipo produtivo, para o tipo corte e dupla-aptidão (Figura 3) foi observado que 80% dos rebanhos encontram-se a menos de 1000 Km do ponto médio das raças, e no tipo leiteiro 80% dos rebanhos estão até 800 Km do ponto médio, salvo as raças Sindi e Indubrasil mochas (tipo dupla aptidão) que apresentam 80% dos rebanhos a menos de 500 Km do ponto médio (Figura 2).



Raças	Km do ponto médio		
	N de animais	N de rebanhos	N de animais / rebanho
Indubrasil mocho (INDMO)	317	10	32
Sindi mocho (SIM)	884	21	42
			Média
			494
			493

Figura 2 – Representação da conjuntura das raças Indubrasil e Sindi mocho no Brasil.

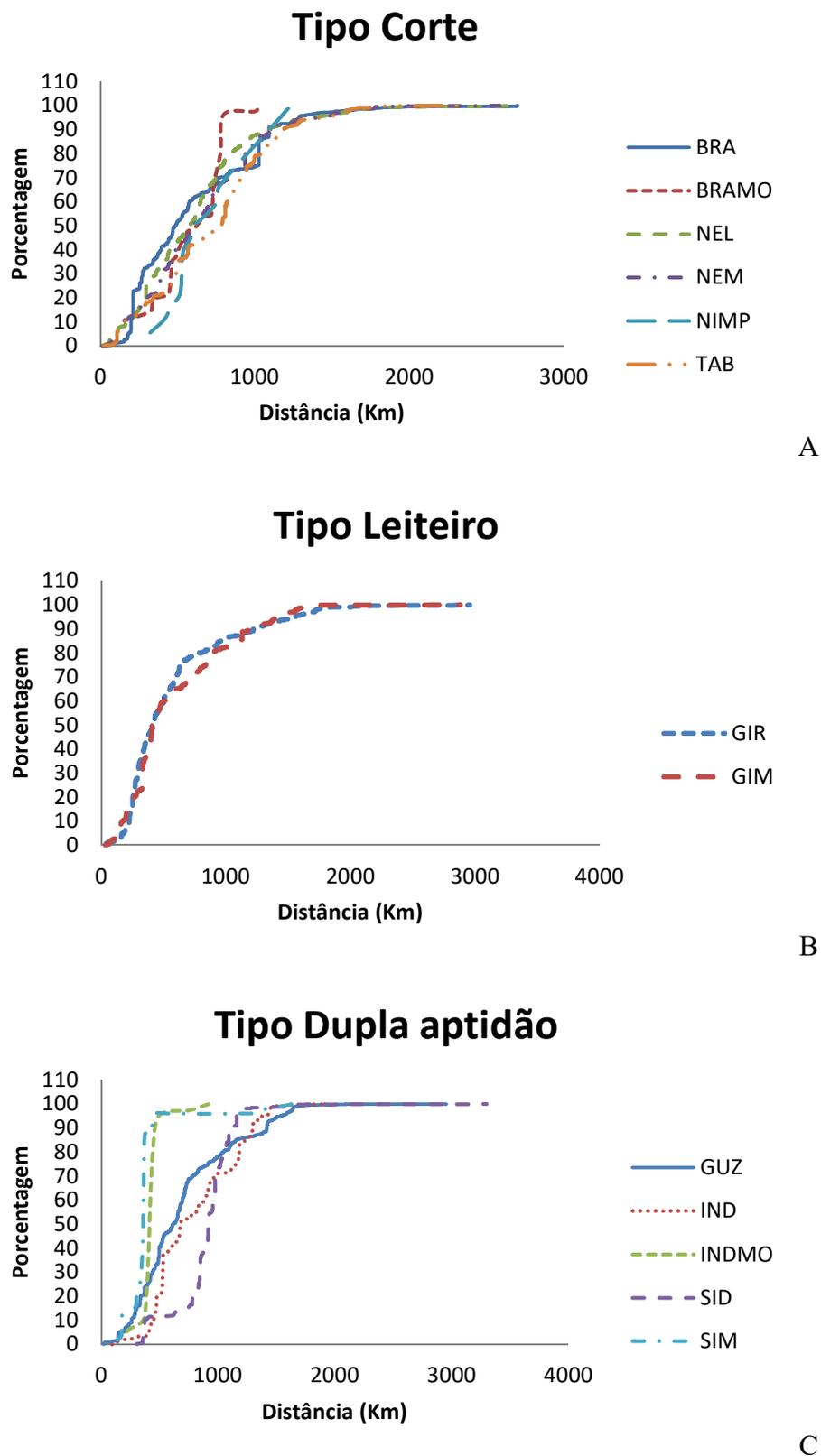


Figura 3 – Quantidade de rebanhos (%) do ponto médio a ocorrência da raça no raio de distancia (Km), demonstrados por tipo exploratório. A – raças de corte, B – raça leiteira, C – raças dupla aptidão.

A análise de variância (ANOVA) feita com as variáveis dos controles climáticos por raça mostrou que somente precipitação apresentou diferença significativa entre as raças Nelore (padrão e mocho), Brahman (padrão) e Tabapuã (Tabela 2), influenciando em uma maior distribuição por regiões com índices mais elevados dessa variável. Quando analisamos por tipo (carne, leite ou dupla aptidão) verificou-se que animais do tipo corte geralmente ocorrem em áreas que tendem a um aumento de precipitação, *NDVI* e umidade relativa, subsequentes pelos demais tipos, leite e dupla aptidão (Tabela 2). Assim, como pode ser visto nos resultados gerados pela regressão logística, onde acrescentado a temperatura e *THI*, verificou-se que o aumento das variáveis favoreceram as raças de tipo corte (Anexo 3).

Tabela 2 – Comparação entre as raças e tipos bovinos em relação a condições climáticas no Brasil.

Raças	Precip	<i>NDVI</i>	UR	Temp	<i>THI</i>
Brahman	0.429 ^a	0.60 ^a	72.25 ^a	28.06 ^a	77.67 ^a
Brahman mocho	0.418 ^{ab}	0.57 ^a	72.07 ^a	29.23 ^a	79.24 ^a
Gir	0.415 ^{ab}	0.60 ^a	71.78 ^a	28.70 ^a	77.81 ^a
Gir mocho	0.416 ^{ab}	0.59 ^a	71.07 ^a	28.19 ^a	78.45 ^a
Guzerá	0.417 ^{ab}	0.60 ^a	72.29 ^a	28.15 ^a	77.79 ^a
Indubrasil	0.398 ^b	0.59 ^a	70.76 ^a	28.79 ^a	78.55 ^a
Indubrasil mocho	0.408 ^{ab}	0.58 ^a	69.94 ^a	29.25 ^a	79.12 ^a
Nelore importado	0.415 ^{ab}	0.61 ^a	72.63 ^a	29.05 ^a	79.03 ^a
Nelore	0.422 ^a	0.60 ^a	72.28 ^a	28.21 ^a	77.87 ^a
Nelore mocho	0.425 ^a	0.60 ^a	72.09 ^a	28.47 ^a	78.20 ^a
Sindi	0.397 ^b	0.58 ^a	70.51 ^a	29.27 ^a	79.19 ^a
Sindi mocho	0.422 ^{ab}	0.56 ^a	68.67 ^a	29.86 ^a	79.86 ^a
Tabapuã	0.425 ^a	0.60 ^a	71.83 ^a	28.50 ^a	78.22 ^a
CV (%)	10.83	11.76	6.75	9.00	4.18
Tipo					
Dupla aptidão	0.412 ^c	0.598 ^b	71.81 ^b	28.40 ^a	78.10 ^a
Carne	0.424 ^a	0.603 ^a	72.16 ^a	28.31 ^a	78.00 ^a
Leite	0.415 ^b	0.596 ^b	71.59 ^b	28.33 ^a	78.00 ^a
CV (%)	10.86	11.77	6.76	9.04	4.20

Precip – precipitação, *NDVI* – índice vegetativo, UR – umidade relativa, temp – temperatura, *THI* – índice de temperatura e umidade, a / ab / b / c – grau de significância, sendo a > b > c; CV – coeficiente de variação

Na precipitação, o aumento crescente até 0.4 mm/dia, gerou um aumento de ± 25 unidades percentuais (%) na ocorrência das raças de corte, em *NDVI* o aumento de até 0.8 refletiu em um acréscimo de $\pm 40\%$, para UR 30% de aumento gerou uma variação de $\pm 20\%$, em temperatura um aumento de 20°C provocou um aumento de $\pm 20\%$ e *THI* um aumento de 25% no índice levou a um aumento de $\pm 35\%$. (Anexo 3).

Para os demais fatores e indicadores de desenvolvimento humano segundo a ANOVA feita por raça, pastagens plantadas com boas condições (*utt_ppar*) e o IDHM demonstraram diferença estatística para as raças Brahman (mocho) e Sindi (padrão), influenciando na distribuição geográfica das mesmas. Assim como na ANOVA feita por tipo, onde se verificou que o IDHM apresentou diferença estatística nos tipos carne e leite em relação ao tipo dupla aptidão, mas diferente na variável pastagens plantadas com boas condições (*utt_ppar*), onde verificou-se diferença estatística influenciando o tipo carne em relação as demais (Tabela 3).

Tabela 3 - Comparação entre as raças e tipos bovinos em relação a condições ambientais e indicadores do desenvolvimento humano no Brasil.

Raças	alt	reh_rpm	reh_rspm	eaf_afar	eaf_nfar	utt_plar	utt_papa	utt_ppar	utt_siaa	mag_ropa	IDHM
Brahman	5.89 ^a	29.03 ^a	21.17 ^a	6.24 ^a	9.61 ^a	2.24 ^a	2.41 ^a	7.10 ^{ab}	2.21 ^a	1.50 ^a	0.83 ^{abc}
Brahman mocho	5.98 ^a	29.25 ^a	20.23 ^a	5.57 ^a	10.34 ^a	2.13 ^a	2.38 ^a	7.52 ^a	2.19 ^a	1.46 ^a	0.85 ^a
Gir	5.94 ^a	27.78 ^a	21.96 ^a	6.39 ^a	9.35 ^a	2.29 ^a	2.40 ^a	6.97 ^{ab}	2.24 ^a	1.53 ^a	0.80 ^{abc}
Gir mocho	5.91 ^a	28.67 ^a	21.72 ^a	6.20 ^a	9.50 ^a	2.27 ^a	2.43 ^a	7.13 ^{ab}	2.24 ^a	1.52 ^a	0.81 ^{abc}
Guzerá	5.82 ^a	28.08 ^a	22.20 ^a	6.28 ^a	9.42 ^a	2.28 ^a	2.42 ^a	6.93 ^{ab}	2.25 ^a	1.53 ^a	0.80 ^{abc}
Indubrasil	5.84 ^a	28.69 ^a	22.70 ^a	6.37 ^a	9.46 ^a	2.34 ^a	2.43 ^a	7.03 ^{ab}	2.31 ^a	1.59 ^a	0.79 ^{bc}
Indubrasil mocho	6.27 ^a	29.74 ^a	24.76 ^a	5.67 ^a	9.88 ^a	2.33 ^a	2.47 ^a	7.29 ^{ab}	2.50 ^a	1.46 ^a	0.83 ^{abc}
Nelore importado	5.74 ^a	28.07 ^a	20.69 ^a	5.50 ^a	10.76 ^a	2.15 ^a	2.63 ^a	7.68 ^a	2.24 ^a	1.45 ^a	0.82 ^{abc}
Nelore	5.86 ^a	28.08 ^a	21.55 ^a	6.35 ^a	9.48 ^a	2.24 ^a	2.43 ^a	7.03 ^{ab}	2.22 ^a	1.53 ^a	0.80 ^{abc}
Nelore mocho	5.88 ^a	28.36 ^a	21.42 ^a	6.29 ^a	9.59 ^a	2.22 ^a	2.45 ^a	7.14 ^{ab}	2.21 ^a	1.52 ^a	0.80 ^{abc}
Sindi	5.63 ^a	27.36 ^a	21.98 ^a	6.35 ^a	9.40 ^a	2.36 ^a	2.30 ^a	6.48 ^a	2.40 ^a	1.64 ^a	0.77 ^c
Sindi mocho	6.25 ^a	30.10 ^a	20.69 ^a	5.81 ^a	10.59 ^a	2.20 ^a	2.47 ^a	7.17 ^{ab}	2.23 ^a	1.51 ^a	0.83 ^{ab}
Tabapuã	5.84 ^a	28.90 ^a	21.71 ^a	6.30 ^a	9.66 ^a	2.23 ^a	2.46 ^a	7.24 ^{ab}	2.22 ^a	1.51 ^a	0.81 ^{abc}
CV (%)	14.62	18.37	18.24	15.78	16.62	16.90	17.68	16.43	17.06	15.28	9.16
Tipo											
Dupla aptidão	5.81 ^c	28.12 ^{ab}	22.24 ^a	6.29 ^a	9.44 ^b	2.30 ^a	2.41 ^b	6.90 ^c	2.27 ^a	1.55 ^a	0.79 ^b
Carne	5.87 ^b	28.39 ^a	21.48 ^c	6.31 ^a	9.56 ^a	2.23 ^b	2.44 ^a	7.10 ^a	2.21 ^c	1.52 ^b	0.80 ^a
Leite	5.93 ^a	28.02 ^b	21.90 ^b	6.34 ^a	9.39 ^b	2.29 ^a	2.41 ^b	7.01 ^b	2.24 ^b	1.53 ^b	0.80 ^a
CV (%)	14.63	18.41	18.25	15.81	16.64	16.91	17.69	16.48	17.07	15.31	9.21

alt – altitude, reh_rpm/rspm – rios com e sem proteção de matas, eaf_afar/nfar – áreas com e sem agricultura familiar, utt_plar – áreas plantadas com forrageiras de corte, - utt_papa – pastagens degradadas, utt_ppar – pastagens em boas condições, utt_siaa – sistemas ILPF (agroflorestais), mag_ropa – rotação de pastagem, IDHM – índice de desenvolvimento humano, a / ab / abc / b / bc / c – grau de significância, sendo a > b > c; CV – coeficiente de variação.

Altitude apresentou diferença estatística pela ANOVA com a raça leiteira, seguidas das raças tipo carne e dupla aptidão (Tabela 3), assim como visto na análise de regressão logística onde a variação para 1500 metros levou a um aumento de $\pm 50\%$ na probabilidade de ocorrência da raça tipo leite. Para as raças de corte o resultado foi contrário, onde o aumento na altitude provocou uma queda na probabilidade de ocorrência das mesmas. Para raças de dupla aptidão não houve diferença o aumento na altitude (Anexo 3).

O fator ambiental rios e riachos protegidos por matas (reh_rpm), na ANOVA demonstrou uma diferença estatística entre os tipos corte seguido do tipo leiteiro, essa pequena diferenciação também pode ser vista nos resultados de regressão, onde a probabilidade de ocorrência dos tipos não alteraram significativamente com o aumento de áreas protegidas. Quando verificado o fator rios e riachos sem proteção de matas (reh_rspm), a diferença estatística ocorreu para o tipo dupla aptidão em relação às demais (Tabela e Anexo 3).

Em áreas plantadas com forrageiras de corte (ha) (utt_plar), os resultados estatísticos pela ANOVA demonstraram diferença do tipo dupla aptidão e leiteiro em relação ao tipo carne. O aumento de área plantada levou a um aumento linear positivo na probabilidade de ocorrência para raça leiteira, seguido das raças de dupla aptidão, onde a partir de 50 ha plantados o aumento na probabilidade foi alto, atingindo $\pm 50\%$ de ocorrência do tipo e por último as raças tipo carne, que mostraram serem antagônicos ao aumento desse tipo de área plantada (Anexo 3).

Ao observar o fator pastagens plantadas degradadas (utt_papa), e pastagens plantadas em boas condições (utt_ppar), ambas apresentaram diferença estatística pela ANOVA para raças de tipo corte em relação às demais (Tabela 3 e Figura 4) tendendo a uma distribuição geográfica favorável as raças de corte.

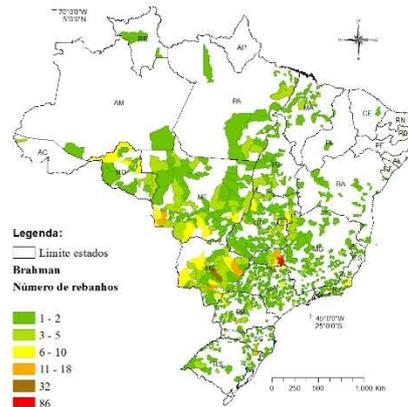
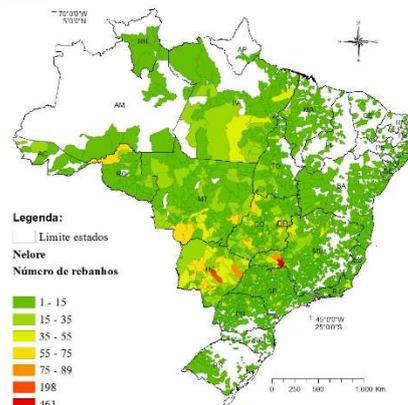
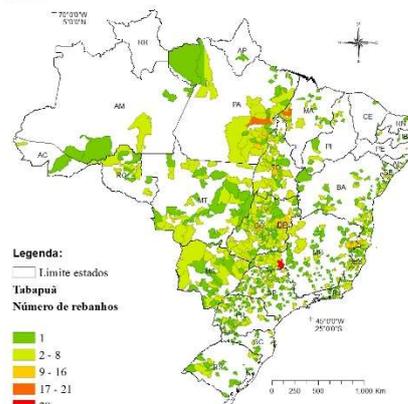
Brahman**Nelore****Tabapuã**

Figura 4 – Distribuição geográfica das raças Brahman, Nelore e Tabapuã e suas similaridades de pelagens.

Áreas com cultivo agrosilvopastoril (utt_siaa) segundo ANOVA mostraram diferença estatística indicando maior ocorrência para raças dupla aptidão, seguida da raça leiteira e aptidão corte (Tabela 3). Assim como observado na regressão logística, onde verificamos que para raças dupla aptidão a ocorrência na região mostrou-se mais favorecida a partir de 20 ha plantados, dando um salto de $\pm 12.5\%$ para $\pm 95\%$ de ocorrência do tipo com 80 ha. Na raça leiteira o crescimento foi positivo, mas gira em torno de 50% na probabilidade de ocorrência com 80 ha, ocorrendo o contrário para as raças de corte, onde quanto maior a área nesse sistema menor a ocorrência das mesmas (Anexo 3).

Estabelecimentos com agricultura familiar (eaf_afar), não demonstraram diferença estatística pela ANOVA, já pelos resultados da regressão logística verificou-se uma tendência pela exploração leiteira. Em contrapartida estabelecimentos sem agricultura familiar (eaf_nfar), apresentaram diferença estatística para o tipo carne em relação aos demais, corroborando com a análise de regressão onde propriedades latifundiárias mostraram direcionar mais para exploração com raças tipo corte (Tabela e Anexo 3).

O emprego de tecnologias de manejo, como a rotação de pastagem (mag_ropa) mostrou pela ANOVA uma diferença estatística para o tipo dupla aptidão, quando comparada com os demais, sendo esta diferença mais visível nos resultados obtidos pela regressão logística, onde a partir de 5 ha com manejo de rotação o aumento foi representativo, indo de ± 5 a $\pm 75\%$ na probabilidade de ocorrência do tipo com 20 ha, ao contrário das raças tipo corte que demonstraram uma queda na probabilidade da ocorrência deste tipo devido ao aumento de rotação de pastagens (Anexo 3).

4 DISCUSSÃO

Lembrando que os animais que compõem o banco de dados analisado são todos puros de origem (PO), ou seja, registrados por associação de raça, verificamos que a maior concentração de animais se apresentaram na região Centro-Oeste, seguidos do Sudeste e Norte, explicado pela sua conhecida aptidão pecuária, assim como visto por Teixeira & Hespanhol, (2014) e McManus et al. (2016), que observaram a mesma localização do centro médio de localização de gado no Brasil. Afirmado pela posição do ponto médio dessas raças encontrado nesse trabalho, estando quase todas localizadas na região central do país (Figura 1).

Para a região Sul visualizamos uma menor frequência de raças zebuínas simplesmente por estes estados tradicionalmente utilizarem raças europeias, assim como verificado por Braga et al. (2015), onde atestaram que independentemente do tipo de exploração, a proporção de criações que utilizam raças europeias aumenta quanto mais se avança em direção aos estados do Sul do país (Anexo 1).

Quando nos deparamos com os estados do Nordeste verificamos uma menor distribuição dos rebanhos zebuínos nessa região, local conhecido como polígono da seca, altamente suscetível a longos períodos de altas temperaturas e ausência de precipitação (Lôbo et al. 2011), fato este que afeta diretamente a seleção da pecuária local (Anexo 1). Entretanto, podemos visualizar um maior direcionamento da raça Sindi (padrão) para essa região, indicando uma ocupação mais local (ABCSindi, 2016), devido segundo Turco et al. (2006), Souza et al. (2007), Furtado et al. (2012) os animais da raça Sindi mostrarem grande rusticidade e tolerância ao estresse térmico, mantendo alta eficiência produtiva e reprodutiva no ambiente adverso dessa região.

Nos mapas de distribuição geográfica (Anexo 1) pode-se verificar uma tendência esperada, onde a raça Nelore se encontra amplamente distribuída pelo país, possivelmente pelas

suas características de adaptação a distintos ambientes, como relatado por Bianchini et al., (2006). Ao contrário da raça Indubrasil, que em meados do século passado foi uma das raças mais utilizadas (Santiago, 1975), por ter sido desenvolvida no país, hoje apresenta baixa representatividade numérica (Tabela 1) pela diminuição no interesse dos criadores pela raça (Carneiro et al., 2009).

A distribuição nacional das raças zebuínas, sendo analisadas por tipo produtivo, corte, leite e dupla-aptidão (Figura 3 e Anexo 2) mostrou que na sua maioria 80% dos rebanhos encontram-se a menos de 1000 Km do ponto médio das raças. Essa distância geral das raças pode implicar em problemas, como possíveis epidemias, aumento da consanguinidade, entre outros. Segundo McManus et al. (2014b) doenças, especialmente infecciosas, podem ser catastróficas para uma raça muito localizada, bem como observado por Mudadu et al. (2016), onde evidenciaram um alto grau de parentesco em amostras genômicas de animais da raça Nelore criados próximos. Especial atenção deve ser dada as raças Sindi e Indubrasil mochas (Figura 2), que devido apresentarem as menores distância (média < 500 Km) poderão sofrer maiores impactos quando comparadas as demais raças melhores distribuídas.

De acordo com a ANOVA feita por raça, somente a variável precipitação mostrou diferença significativa para o Nelore (padrão e mocho), Brahman (padrão) e Tabapuã (Tabela 2 e Figura 4) todas raças do tipo corte, convém ressaltar sua abrangente distribuição pelo país, provavelmente pelas semelhanças nas características físicas (pigmentação de pelame e pelagem) adaptadas aos efeitos climáticos nessas raças (geralmente com pele escura e pelagem clara), assim como verificado por Shiota et al. (2013), Barbosa et al. (2014a) e Barbosa et al. (2014b) que da mesma forma indicaram adaptação de animais de exploração de corte ao clima.

Resultados complementares aos anteriores foram verificados quando analisamos por tipo (carne, leite e dupla aptidão), onde animais do tipo corte geralmente ocorrem em áreas com maior precipitação, *NDVI*, temperatura, *THI* e umidade relativa, ou seja, em locais mais úmidos e quentes, confirmado pela regressão logística e em parte pela ANOVA (Tabela 2 e Anexo 3), estando em consonância com McManus et al. (2016), onde em pesquisa feita com bovinos, verificaram formatação climática similar.

Para as variáveis ambientais: pastagens com boas condições (*utt_ppar*) e IDHM os resultados da ANOVA mostraram diferença significativa para raça, onde pode-se verificar que houve influência sobre a distribuição do Brahman (mocho), o Nelore (importado) e o Sindi (padrão). Isto posto, pode-se presumir que a raça Brahman (mocho) e Sindi (padrão) tendem a serem selecionadas em propriedades com acesso a tecnologias de produção, mas cercadas por

regiões distintas no que se refere ao desenvolvimento sócio econômico (Tabela 3), sendo o Brahman com o maior IDHM entre as raças e o Sindi com o menor.

Em relação às variáveis ambientais, pastagens em boas condições (ppar) e pastagens degradadas (papa), a ANOVA mostrou diferença significativa para o tipo corte, sendo confirmada pela regressão logística, possivelmente por essas raças estarem presentes em boa parte do território nacional, sendo experimentadas em vários ambientes e consequentemente em situações distintas de qualidade de pastagens (Tabela e Anexo 3). Em trabalho feito por McManus et al. (2014b) trabalhando com ovinos, verificaram que raças de corte tiveram um grande avanço pelo território influenciadas pelo *marketing* feito pelas associações de classe, fato este que também pode ter favorecido as raças bovinas de corte.

Para o tipo leite e dupla aptidão as variáveis que mostraram significância, tanto na análise de variância como na regressão logística foram: altitude, áreas plantadas com forrageiras de corte (ha) (utt_plar), cultivo agrossilvipastoril (utt_siaa) e rotação de pastagem (mag_ropa) (Tabela e Anexo 3), características estas de solos mais férteis, assim como visto por McManus et al. (2016) e McManus et al. (2014a) onde verificou um aumento pela aptidão leiteira em regiões mais produtivas. Além disso, os resultados observados para altitude mostraram que a produção leiteira pode ser mais favorecida em ambientes com maior elevação em relação ao nível do mar.

Especificamente para o tipo leite, representado neste trabalho somente pela raça Gir leiteiro, a variável: estabelecimentos com agricultura familiar (eaf_afar) apresentou significância pela análise de variância, mostrando uma tendência histórica, onde pequenas e médias propriedades geridas por famílias tendem a exploração leiteira (Anexo 3), como encontrado em Guilhoto et al. (2006) e Wilkinson (2013), corroborados pelos dados de pesquisa agropecuária (IBGE, 2012), onde mais de 80% das propriedades se enquadram nessa categoria.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que as raças zebuínas apresentam fatores que indicam sua alta adaptabilidade ao clima tropical, sendo de grande importância o conhecimento mais aprofundado das variáveis que possuem forte ligação com a distribuição de cada raça zebuína existente no Brasil.

Verificou-se que a raça Sindi tende a estar mais localizada na região Nordeste, conhecida por uma formatação ambiental mais adversa, sendo assim, devendo ser considerada a importância dessa raça para a região. Ficou claro também a predisposição da aptidão leiteira para regiões de maior altitude a nível do mar e que tendem a utilização de tecnologias que auxiliam na melhora da produção, em especial a raça Gir, única considerada de exploração leiteira nesse trabalho, raça esta que demonstrou estar intimamente ligada a estabelecimentos familiares, que representam fatia considerável no mercado agropecuário.

A partir dos resultados, ficou claro que maior atenção deve ser direcionada para as raças Sindi e Indubrasil mochas, devido ao seu reduzido efetivo, além da menor proximidade entre os rebanhos quando comparadas as demais raças do estudo, pois medidas preventivas podem garantir a manutenção saudável da variabilidade genética desses rebanhos de raças puras.

A correta interpretação desses resultados pode contribuir para melhor entender a adaptação de cada raça individualmente aos diferentes ambientes, auxiliando na correta escolha da raça a ser explorada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC (2015) **Rebanho bovino brasileiro**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/3_rebanho.asp>. Acesso em: 28/05/2015.

ABCSINDI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SINDI, 2016. “A raça: história”, Disponível em: <<http://www.sindi.org.br>> Acesso em : 15/06/2016

BARBOSA, B. R. P.; SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P. D.; EGITO, A. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; JULIANO, R. S.; PAIVA, S. R.; MCMANUS, C. Heat tolerance in Nelore branco, Nelore vermelho and Pantaneira breeds in the Pantanal region, Brazil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.4, p.854-865, 2014a.

BARBOSA, F. A. BORGES, D. N.; CABRAL FILHO, S. L. S.; GRAÇA, D. S.; ANDRADE, V. J.; SOUZA, C. E.; MANDARINO, R. A. Desempenho de bovinos Tabapuã e seus cruzados em pastagens de braquiária no estado da Bahia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.1, p.253-258, 2014b.

BAYE, T. M.; ABEBE, T.; WILKE, R. A. Genotype–environment interactions and their translational implications. **Personalized Medicine**, v.8, n.1, p.59-70, 2011.

BIANCHINI, E.; MCMANUS, C. M.; LUCCI, C. M.; FERNANDES, M. C. B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A. D. S.; EGITO, A. A. D. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.

BRAGA, G. B.; NETO, J. S. F.; FERREIRA, F.; AMAKU, M. e DIAS, R. A. Caracterização dos sistemas de criação de bovinos com atividade reprodutiva na região Centro-Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.52, n.3, p.217-227, 2015.

CARNEIRO, A. P. S.; TORRES, R. D. A.; LOPES, P. S.; EUCLYDES, R. F.; CARNEIRO, P. L. S. e CUNHA, E. E. Erros na classificação de touros, vacas e touros jovens geneticamente superiores avaliados na presença de heterogeneidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1907-1914, 2006.

CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; MARTINS FILHO, R.; CARNEIRO, A. P. S.; SILVA, F.; TORRES, R. D. A. A raça Indubrasil no Nordeste brasileiro: melhoramento e estrutura populacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2327-2334, 2009.

COSTA, N. S.; HERMUCHE, P.; COBUCI, J. A.; PAIVA, S. R.; GUIMARAES, R. F.; CARVALHO JR, O. A.; GOMES, R.A.T.; COSTA, C.N.; MCMANUS, C. M. Georeferenced evaluation of genetic breeding value patterns in Brazilian Holstein cattle. **Genetics and Molecular Research**, v.13, n.4, p. 9806-9816, 2014.

DELFINO, L. J.;SOUZA, B. B. D.;SILVA, R. e SILVA, W. W. Efeito do estresse calórico sobre o eritrograma de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 2, p. 01-07, 2012.

DIAZ, I. D. P. S.; OLIVEIRA, H. N. D.; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Genotype by environment interaction in Nelore cattle from five Brazilian states. **Genetics and molecular biology**, v.34, n.3, p.435-442, 2011.

FARIA, C. U. D.;LÔBO, R. B.;MAGNABOSCO, C. D. U.;DIAS, F. J. D. S. e SAENZ, E. A. C. Impactos da pesquisa científica no melhoramento genético de bovinos de corte para qualidade da carne. **PUBVET**, v. 2, n.31, p. 1982-1263, 2008.

FURTADO, D. A.; PEIXOTO, A. P.; DO NASCIMENTO, J. W. B.; REGIS, J. E. F. Environmental comfort in constructions for Sindi and Guzera calves in the agreste region of the state of Paraíba. **Engenharia Agrícola**, v.32, p.1-9, 2012.

GUILHOTO, J. J. M.; SILVEIRA, F. G.; ICHIHARA, S. M.; AZZONI, C. R. A importância do agronegócio familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural** [online]. v.44, n.3, p.355-382, 2006. ISSN 0103-2003.

HERMUCHE, P.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, O. A.; GOMES, R. A. T.; PAIVA, S. R.; MCMANUS, C. M. Environmental factors that affect sheep production in Brazil. **Applied Geography**, v.44, p.172-181, 2013.

IBGE (2012a) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Censo Agropecuário**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. Acesso em: 02/2012.

IBGE (2012b) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências Geografia**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default.shtm>>. Acesso em: 02/2012.

IBGE (2012c) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 05/2012.

LÔBO, R. N. B.;PEREIRA, I. D. C.;FACÓ, O. e MCMANUS, C. M. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, v.96, n.2, p.93-100, 2011.

LOPES, J. S.;RORATO, P. R. N.;WEBER, T.;BOLIGON, A. A.;COMIN, J. G. e DORNELLES, M. D. A. Efeito da interação genótipo ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.37, n.1, p.54-60, 2008.

MCMANUS, C.;DIAS, E. A.;PAIVA, S. R.;BRACCINI NETO, J.;COBUCCI, J. A. e BARCELLOS, J. O. Os desafios da produção animal frente às mudanças climáticas. **Revista Veterinária e Zootecnia**, vol.18, n. p. 142-148, 2011.

MCMANUS, C. M.; HERMUCHE, P.; PAIVA, S. R.; DALTRO, D.; ALFONZO, E. M.; FACÓ, O. Distribution of goat breeds in brazil and their relationship with environmental controls= Distribuição de raças de caprinos no brasil e sua relação com controles ambientais. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, 2014a.

MCMANUS, C.; HERMUCHE, P.; PAIVA, S. R.; MORAES, J. C. F.; MELO, C. B.; MENDES, C. Q. Geographical distribution of sheep breeds in Brazil and their relationship with climatic and environmental factors as risk classification for conservation. **Brazilian Journal of Science and Technology**, v.1, n.1-3, p.1-15, 2014b.

MCMANUS, C.; BARCELLOS, J. O. J.; FORMENTON, B. K.; HERMUCHE, P. M.; de CARVALHO JR, O. A.; GUIMARÃES, R.; ... ; NETO, J. B. Dynamics of Cattle Production in Brazil. **Plos One**, v.11, n.1, p.e0147138, 2016.

MUDADU, M. A., PORTO-NETO, L. R., MOKRY, F. B., TIZIOTO, P. C., OLIVEIRA, P. S., TULLIO, R. R., ... ; HIGA, R. H. (2016). Genomic structure and marker-derived gene networks for growth and meat quality traits of Brazilian Nelore beef cattle. **BMC genomics**, v.17, n.1, p.1, 2016.

SANTIAGO, A.A. **Os cruzamentos na pecuária bovina**. São Paulo: Instituto de Zootecnia, 1975. 549p.

SHIOTA, Á. M.; dos SANTOS, S. F.; de MATTOS NASCIMENTO, M. R. B.; MOURA, A. R. F.; OLIVEIRA, M. V.; FERREIRA, I. C. Physiological parameters, hair coat characteristics and thermal gradients in nellore heifers in summer and winter in tropical environment. **Bioscience Journal**, v.29, n.5, 2013.

SOUZA, B. B.; SILVA, R. M. N. da; MARINHO, M. L.; SILVA, G. A.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, A. P. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.883-888, 2007.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N.. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, v.1, n.36, p.26-38, 2014.

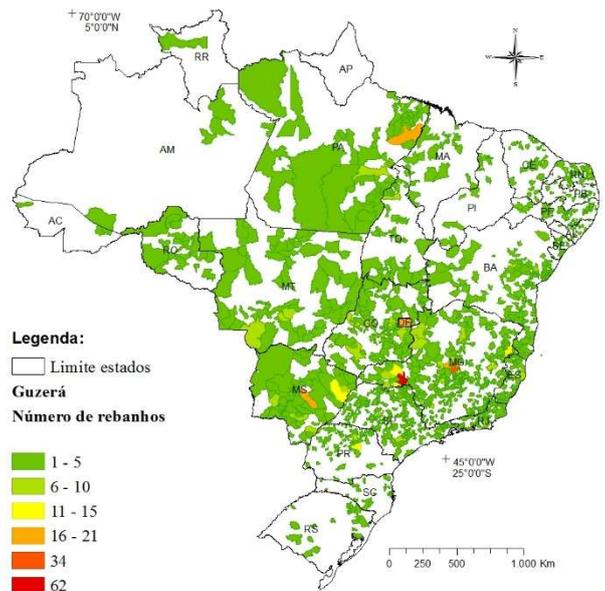
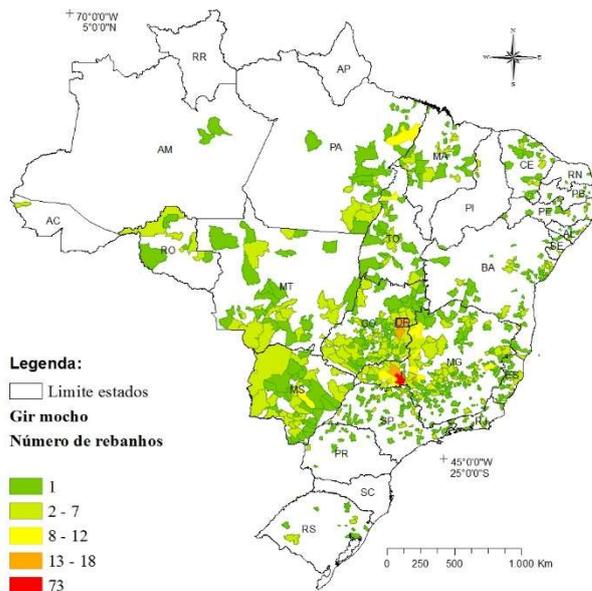
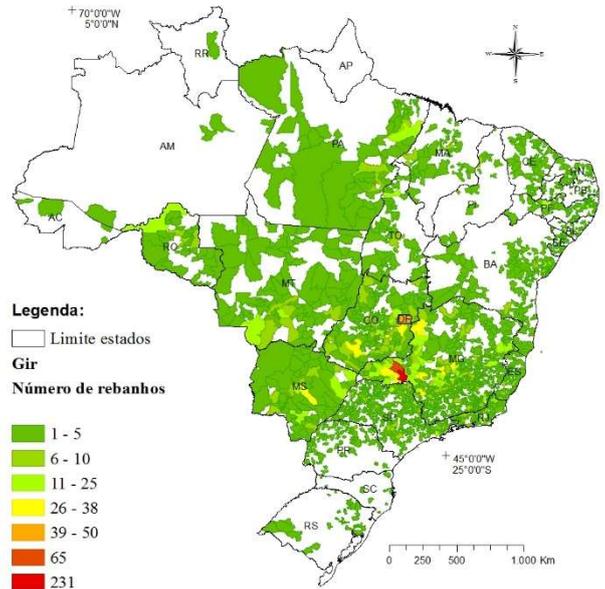
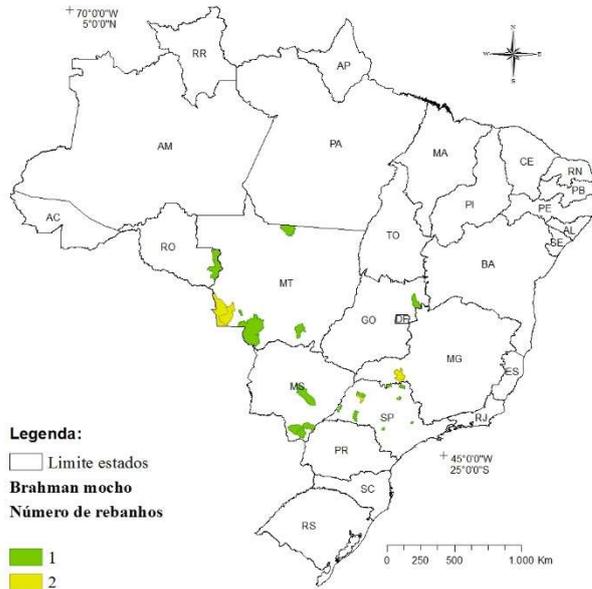
THORNTON, P.;HERRERO, M.;FREEMAN, H.;MWAI, A.;REGE, E.;JONES, P. e MCDERMOTT, J. Vulnerability, Climate change and Livestock – Research Opportunities and Challenges for Poverty Alleviation. **International Livestock Research Institute**, vol.4, n.1, p.1-23, 2007.

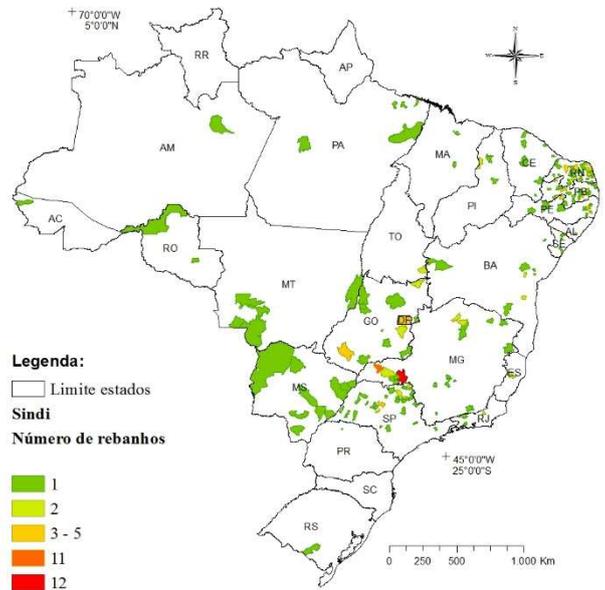
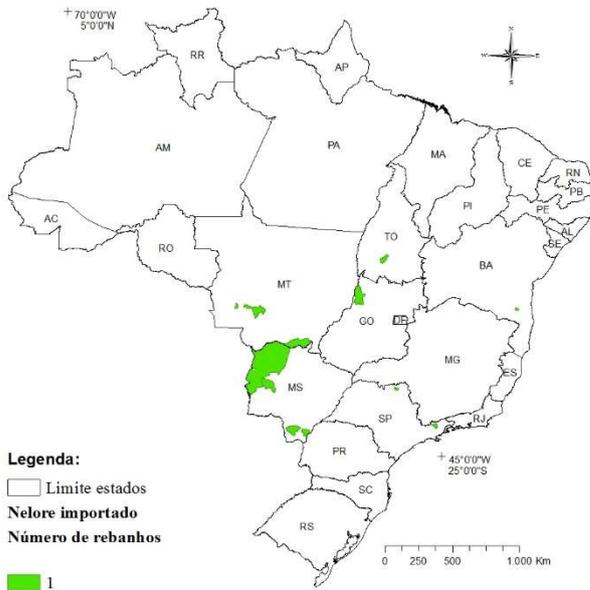
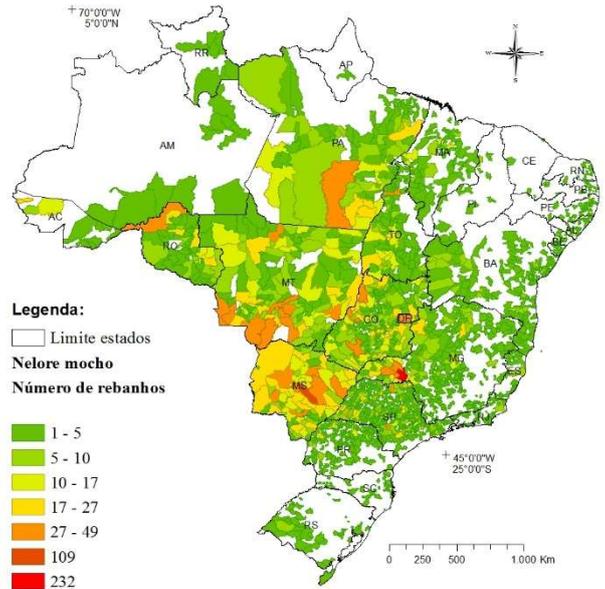
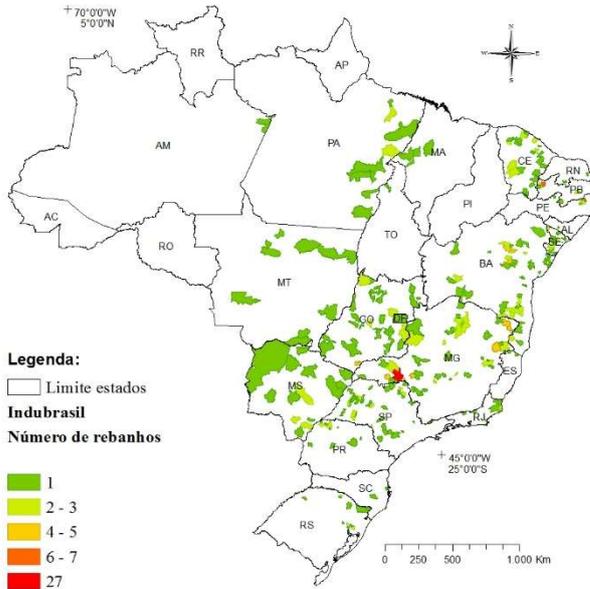
TURCO, S. H. N.; SILVA, T. G. F.da; SANTOS, L. F. C. dos; RIBEIRO, P. H. B.; ARAÚJO, G. G. L de; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; AGUIAR, M. A. Zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no estado da Bahia. **Engenharia Agrícola**, v.26, p.20-27, 2006.

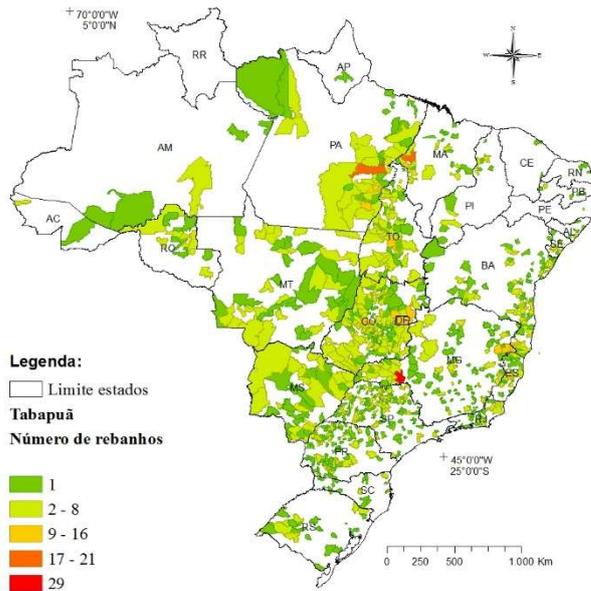
WILKINSON, J. Mercosul e produção familiar: abordagens teóricas e estratégias alternativas. **Estudos sociedade e agricultura**, 2013.

ANEXO 1

Mapas de distribuição por município das raças zebuínas pelo Brasil







ANEXO 2

Distância em quilômetros (Km) do ponto médio a ocorrência da raça zebuína pelo Brasil.

Raças	Km do ponto médio			
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Brahman	724	461	19	2699
Brahman mocho	562	214	241	1027
Gir	790	460	34	2958
Gir mocho	758	432	32	2883
Guzerá	857	428	22	2954
Indubrasil	818	378	95	1906
Nelore import.	628	245	323	1232
Nelore	863	462	15	2681
Nelore mocho	848	452	14	2584
Sindi	993	359	305	3299
Tabapuã	788	410	21	2329

ANEXO 3

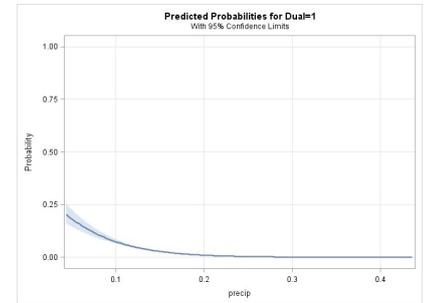
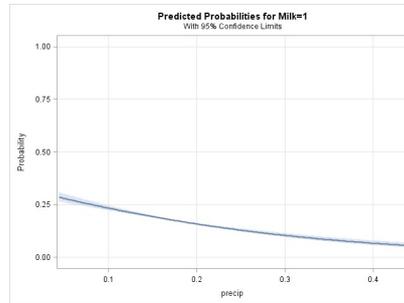
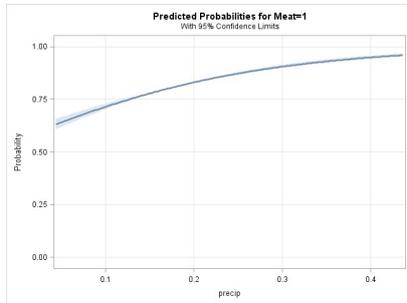
Efeito dos fatores climáticos ambientais na distribuição de tipos de raças zebuínas no Brasil.

Carne

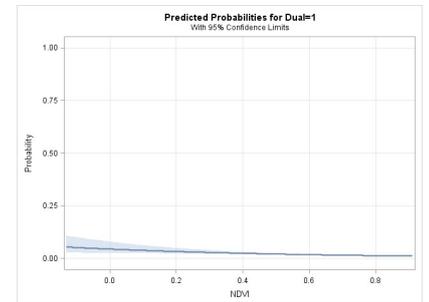
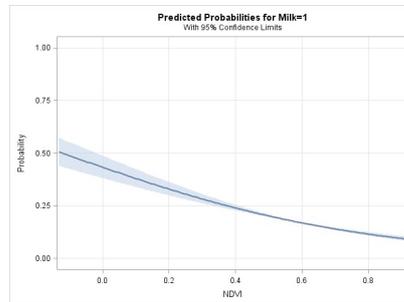
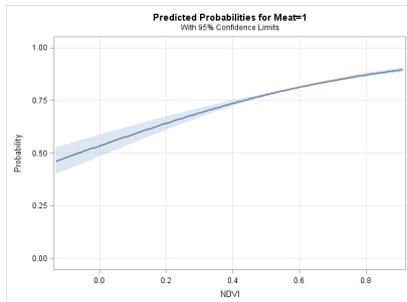
Leite

Dupla aptidão

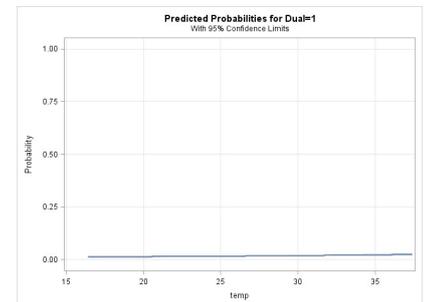
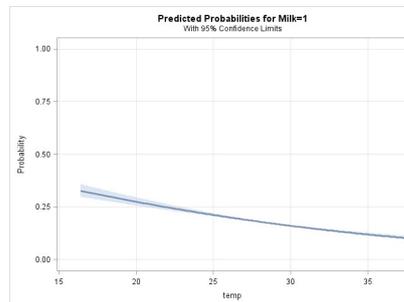
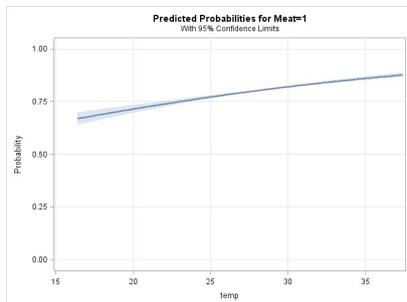
Precipitação



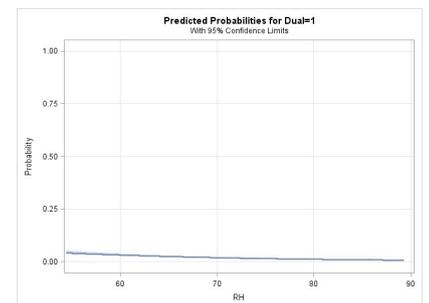
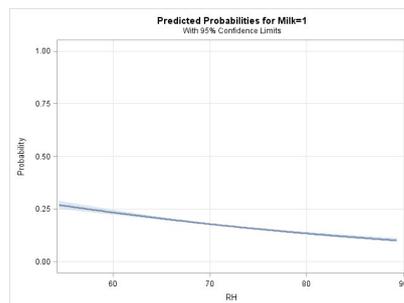
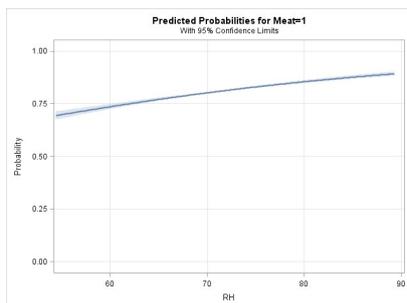
NDVI



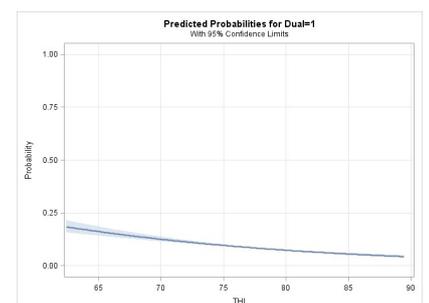
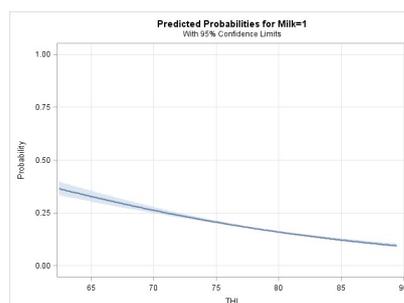
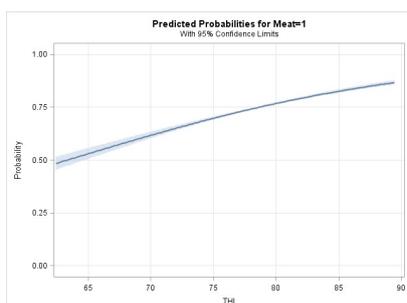
temperatura



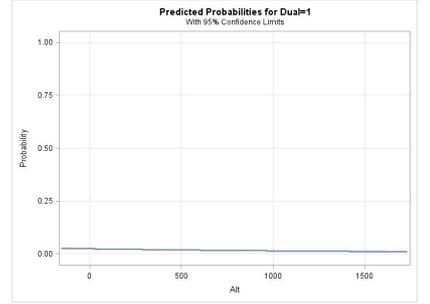
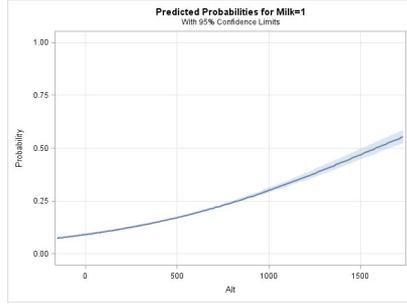
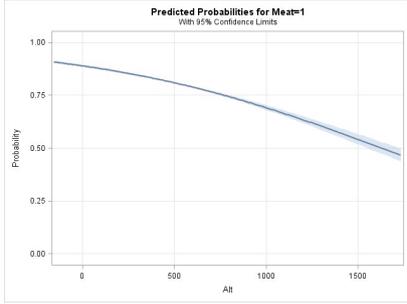
Umidade relativa



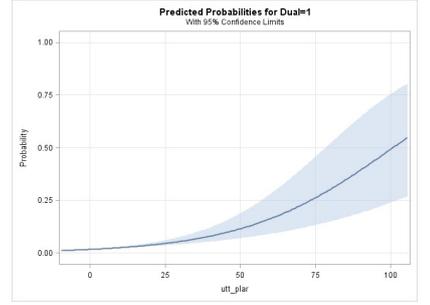
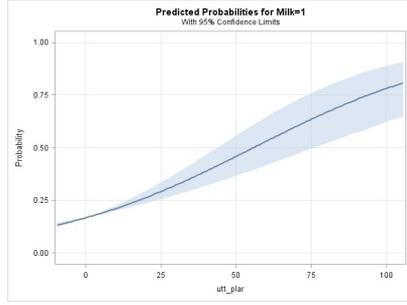
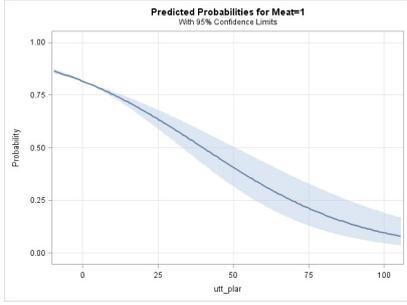
THI



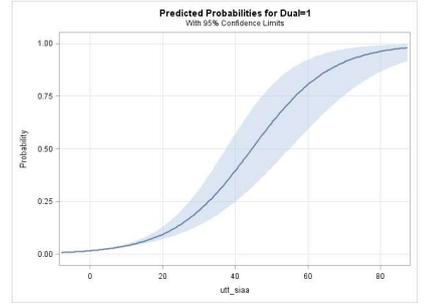
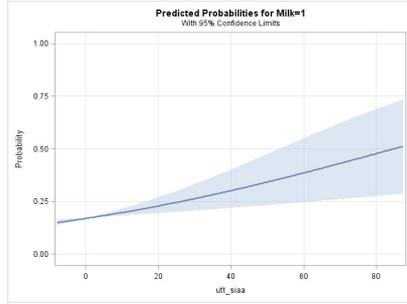
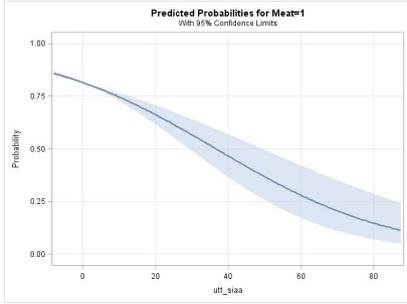
Altitude



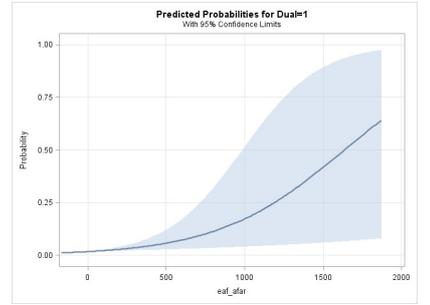
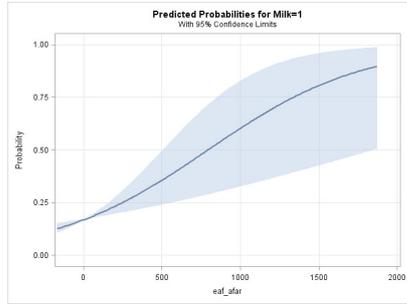
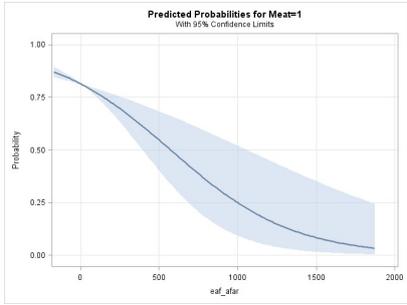
Utt_plar



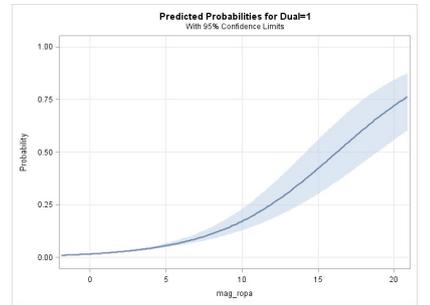
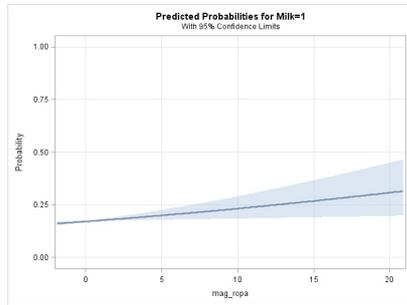
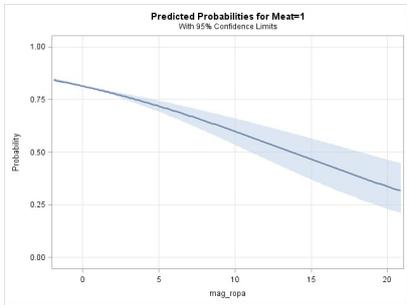
Utt_siaa



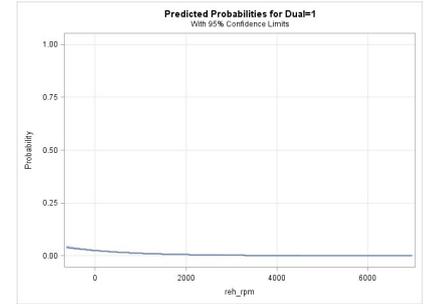
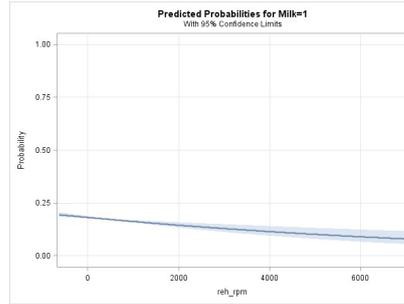
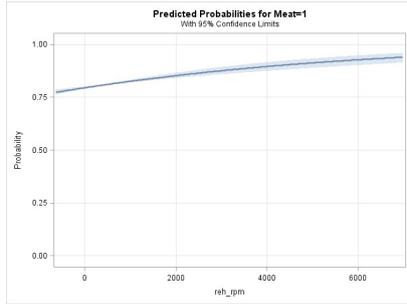
Eaf_afar



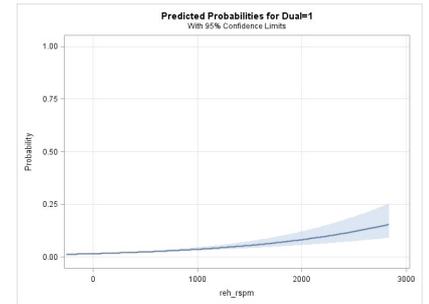
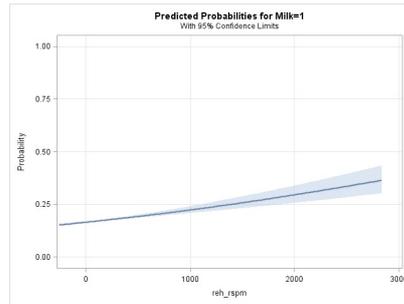
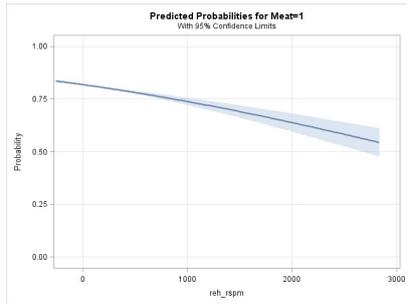
Mag_ropa



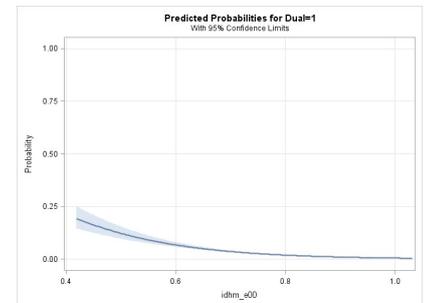
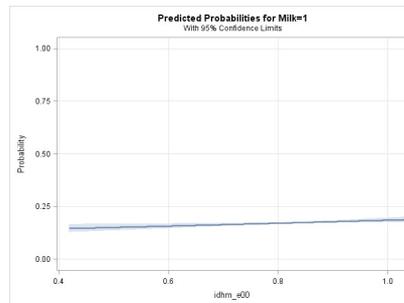
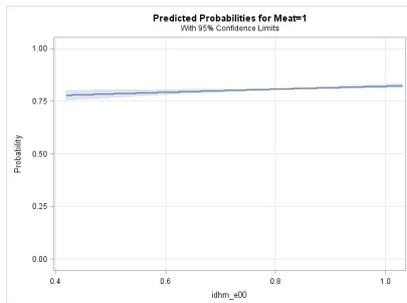
Reh_rpm



Reh_rspm



IDHM



Utt_plar – áreas plantadas com forrageiras de corte; Utt_siaa – cultivo agrossilvopastoril; Eaf_afar – áreas com agricultura familiar; Mag_ropa – rotação de pastagens; Reh_rpm – rios com proteção de matas; Reh_rspm – rios sem proteção de matas; IDHM – índice de desenvolvimento humano

**CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES GENÉTICOS DA
RAÇA NELORE NO BRASIL**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição espacial geográfica dos *clusters* de valores genéticos da raça Nelore no Brasil discriminados pelos fatores ambientais e indicadores de desenvolvimento humano. Os dados avaliados incluem valores genéticos de 1.462.485 animais entre machos e fêmeas do programa de melhoramento genético GENEPLUS da Embrapa gado de corte, onde foram utilizados as médias por município de dezesseis características agrupadas por tipo, características de peso (peso aos 120 dias_efeito materno; total materno; peso à desmama; total materno à desmama; peso ao nascimento, peso ao sobreano; ganho de peso diário), de qualidade da carcaça (conformação frigorífica à desmama; conformação frigorífica ao sobreano; área de olho de lombo; espessura de gordura; marmoreio), reprodutivas (perímetro escrotal à desmama; perímetro escrotal ao sobreano; idade ao primeiro parto; peso da vaca à desmama da cria) e as acurácias. Sendo esses espacializados no programa ArcGIS 10.5 juntamente com fatores ambientais (precipitação, índice de vegetação por diferença normalizada – IVDN ou *NDVI*, umidade relativa – UR, temperatura, índice de temperatura e umidade – ITU, altitude, regiões com e sem agricultura familiar, áreas plantadas com forrageiras de corte, áreas com agrossilvipastoril, áreas com manejo de rotação de pastagens, dentre outras), e os indicadores de desenvolvimento humano (índice de desenvolvimento humano). As estatísticas incluíram análises discriminantes, canônicas, *clusters*, agrupar os animais pelos fatores ambientais, verificar a distribuição canônica dos grupos com os fatores, além de avaliar quais fatores ambientais são mais importantes em separar os grupos, utilizando os procedimentos STEPDISC, DISCRIM, CANDISC, CLUSTER, TREE e FASTCLUS no programa SAS® 9.4. Dentre os *clusters* criados para características de peso foram 3, para qualidade 5, nos reprodutivos 4 e nas acurácias 5 foram representativas, onde as melhores médias dos valores genéticos foram sempre representados a partir do 1, diminuindo a média na sequência. Os *clusters* demonstraram ótima distribuição pelo país, em destaque para os

melhores *clusters* de cada grupo de características, os grupamentos mostraram diferença estatística quando os grupos de valores genéticos foram analisados entre si, demonstrando que o melhor cluster de cada grupo também apresentava os maiores valores das outras características. Forte discriminação foi verificada para ambientes tendenciosos a exploração bovina de corte a pasto, com formatação climática desafiadora, por apresentarem altos índices. A distribuição espacial da raça Nelore pode favorecer o melhor entendimento da real situação da raça nos diferentes climas e ambientes brasileiros, corrigindo possíveis erros de programas de seleção genética que utilizam os mesmos reprodutores e matrizes para distintos ambientes.

Palavras-chave: zebuínos, fatores climáticos, fatores ambientais, *clusters*, georreferenciamento, genética de paisagem.

ABSTRACT

SPATIAL DISTRIBUTION OF GENETIC VALUES OF NELLORE BREED IN BRAZIL

The objective of the present study was to evaluate the distribution of different zebu breeds in Brazil, correlating their occurrence with environmental variables and human development indicators. The data evaluated included genetic values of 1,462,485 animals among males and females of the genotype breeding program GENEPLUS of Embrapa beef cattle, where the averages were used by municipality of sixteen characteristics grouped by type, weight characteristics (weight at 120 days_ maternal effect; maternal total at 120 days; weaning weight; total maternal at weaning; birth weight; post-yearling weight; daily weight gain), carcass quality (slaughter conformation at weaning; slaughter conformation at post-yearling; longissimus muscle area; subcutaneous fat thickness; marbling), reproductive (scrotal perimeter at weaning; scrotal perimeter at post-yearling; age at first birth; cow weight at weaning) and accuracy. These are spatialized in the ArcGIS program along with environmental factors (rainfall, normalized difference vegetation index - NDVI, relative humidity - RH, temperature, temperature and humidity index – UTI, altitude, regions with and without family farming, areas planted with cutting forages, areas with agrosilvopastoral system, areas with pasture rotation management, among others), and human development indicators (human development index - longevity / education / income). The statistical included discriminant, canonical and clusters to group the animals by environmental and climatic factors, to verify the canonical distribution of the clusters with the factors, as well as to evaluate which environmental and climatic factors are most important in separating the clusters, using the procedures STEPDISC, DISCRIM, CANDISC, CLUSTER, TREE and FASTCLUS procedures in the SAS® 9.4 program. Among

the clusters created for weight 3, quality 5, reproductive 4 and accuracy 5 characteristics were representative, where the best averages of genetic values were always represented from 1, decreasing the mean in the sequence. The clusters showed excellent distribution across the country, highlighting the best clusters of each bloc of characteristics, the clusters showed statistical difference when the groups of genetic values were analysed, showing that the best cluster in each group also had the highest values other characteristics. Strong discrimination was verified for tendentious environments for beef cattle on pasture, with challenging climatic formatting, for having high rates. The spatial distribution of the Nelore breed may favor a better understanding of the real situation of the breed in different Brazilian climates and environments, correcting possible errors of genetic selection programs that use the same breeders and matrices for different environments.

Keywords: zebu breeds, climatic factors, environmental factors, analysis of variance, logistic regression.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção de alimentos buscando atender a um contexto de mudanças e crescimento da população mundial torna imperativo o desafio da compatibilização da produção agropecuária com a questão ambiental (Amaral et al., 2011). Para tal, tornou-se prioritário a busca por modelos de produção agropecuários sustentáveis que desenvolvam uma harmonia entre ambiente e o genótipo explorado. Dentre uma variedade de genótipos bovinos distribuídos pelo país, os zebuínos se destacaram pelas suas qualidades inerentes, sendo indiscutível a sua importância para o Brasil, pois demonstraram estarem plenamente adaptados às condições edafoclimáticas. Dentre essas raças zebuínas, a de maior impacto neste processo de ocupação do Brasil foi a raça Nelore (Silva et al., 2012).

Os primeiros registros de entrada da raça no Brasil vêm de 1973 a 1978 (Santos, 2004; 1998), por animais da raça Ongole, o nome atual originou-se mais tarde, entre 1900 e 1920, onde os próprios brasileiros foram buscar o Ongole na Índia, escolhendo os “melhores” e reservando-os na província de Nelore antes do embarque, surgindo assim o nome "Nelore" para esse gado, ou seja, o gado "Nelore" era o "Ongole destinado aos brasileiros" que ficava na província de Nelore enquanto aguardava o navio (Santos, 1999). Com a importação de 1930, por Ravísio Lemos, o Nelore ganhou um reforço, chegando à fisionomia que, endossada pelo Registro Genealógico a partir de 1938, chegou até os dias de hoje (Santos, 1998).

Na década de 1950, surgiram as primeiras Provas de Ganho de Peso destacando a raça Nelore, mostrando ser um animal realmente precoce e de alta velocidade de ganho de peso. Foi um período marcado pela expansão na Amazônia, Nordeste, Espírito Santo e Centro-Oeste, todos disseminando a raça Nelore (Santos, 2000). O advento da inseminação artificial propiciou uma maior difusão de material genético pelo país, mas sem saber qual real impacto um reprodutor geraria sendo acasalado em fêmeas de uma região completamente diferente da sua

origem. Frente a essa questão, muitos trabalhos (Ambrosini et al., 2012; Cardoso; Tempelman, 2012; Pegolo et al., 2011; Souza et al., 2016; Streit et al., 2012) vêm discutindo a relação entre o genótipo e seu ambiente de criação, a conhecida interação genótipo ambiente – IGA.

Todavia se faz necessário detalhar melhor o que seria esse ambiente, pois existem outros fatores que também influenciam no desenvolvimento desses genótipos, não apenas o ambiente (como manejo, efeito materno, alimentação, etc), mas também os índices socioeconômicos (IDHMs, uso da terra, trabalho feminino ou masculino, fontes de água protegidas por matas) e os efeitos climáticos (temperatura, radiação solar, umidade relativa, precipitação, etc), composição esta que pode influenciar no progresso genético das populações trabalhadas (Fonseca et al., 2015).

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a interação das variáveis ambientais e socioeconômicas com os valores genéticos existentes dos diferentes grupamentos de animais da raça Nelore no Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os valores genéticos dos animais da raça Nelore foram obtidos via parceria com o Geneplus - programa de melhoramento da Embrapa Gado de Corte, que disponibilizou do seu banco de dados os valores genéticos de 16 características e suas acurácias por animal, de um total de 1.462.485 indivíduos dentre machos e fêmeas, onde para as análises foram utilizadas as médias desses valores por município. Os valores genéticos utilizados foram o peso aos 120 dias, efeito materno, kg - P120_EM; total maternal aos 120 dias - TM120; peso à Desmama, efeito direto, kg - PD; total maternal à desmama - TMD; peso ao Sobreano, efeito direto, kg - PS; peso ao nascimento, efeito direto, kg - PN; ganho médio diário pós-desmama, efeito direto, g/dia - GPD; conformação frigorífica à desmama, efeito direto, (1-6) - CFD; conformação frigorífica ao sobreano, efeito direto, (1-6) - CFS; perímetro escrotal à desmama, efeito direto, cm - PED; perímetro escrotal ao sobreano, efeito direto, cm - PES; idade ao primeiro parto, efeito direto, dias - IPP; peso da vaca à desmama da cria, efeito direto, kg - IPV; área de olho de lombo, efeito direto, cm² - AOL; espessura de gordura subcutânea, efeito direto, mm - ESG; marmoreio, efeito direto, (0-10) - MAR e suas respectivas acurácias.

A pesquisa utilizou as variáveis ambientais *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) ou *IVDN* (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), temperatura, umidade relativa (UR), altitude média, *Temperature Humidity Index* (*THI*) ou Índice de Temperatura e Umidade (ITU), informações sobre o tipo de vegetação por município, a percentagem de cobertura de pasto (natural, plantado, degradado), forrageiras de corte, manejo de rotação de pastagens, cobertura rasteira de proteção, áreas de floresta, estabelecimentos com e sem agricultura familiar, IDHM e número de unidades animais por exploração, sendo todos compilados e organizados em (Hermuche et al., 2013).

Todas as variáveis foram espacializadas com projeção geográfica Lat / Long e Datum WGS 84 no ArcGIS 10.5, os valores genéticos foram separados em 4 grupos de características para serem analisados separadamente, sendo representados como características de peso, de qualidade da carcaça, reprodutivas, e suas acurácias. As análises estatísticas incluíram análises de variância, discriminantes e de clusters, para verificar se existia interferência do ambiente nos *clusters* e quais características mais influenciaram na formação dos grupamentos, através dos procedimentos GLM, STEPDISC, DISCRIM, CLUSTER, TREE e FASTCLUS na versão 9.4 do SAS® (*Analysis System Institute, Cary NC, EUA*).

3 RESULTADOS

As análises estatísticas dos valores genéticos em grupos resultaram em diferentes *clusters*, sendo todos representados espacialmente no mapa do Brasil (Figura 1), com 3, 5, 4 e 5 *clusters* representativos, respectivamente, para as características de peso, qualidade, reprodutivas e acurácias, onde os valores genéticos foram ranqueados de 1 a 5, sendo os *clusters* de número 1 os maiores valores genéticos médios e os de número 5 os menores valores.

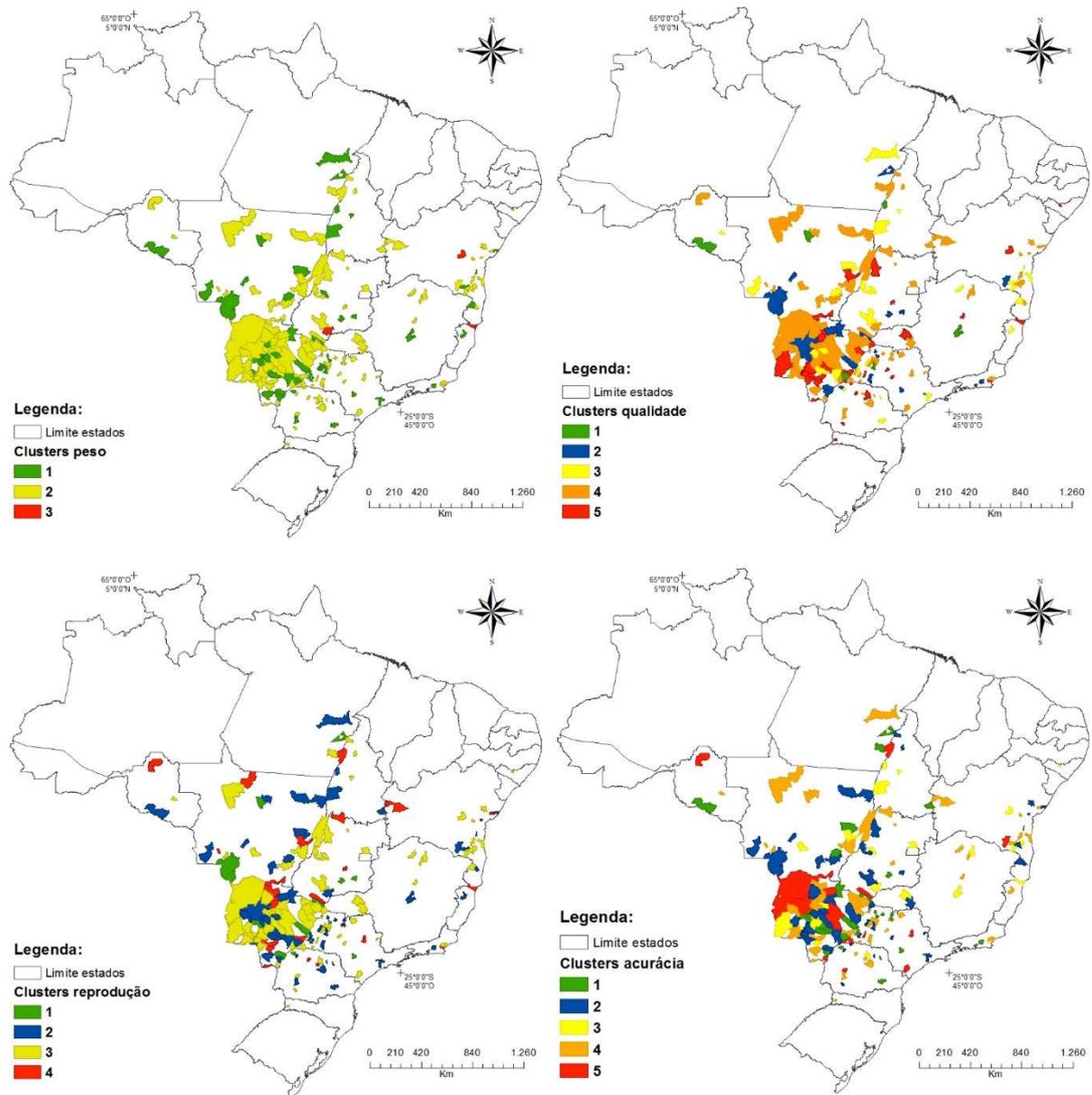


Figura 1 – Mapas de agrupamentos com base nos valores genéticos e acurácia da raça Nelore no Brasil discriminados pelas variáveis climáticas e ambientais.

Os *clusters* gerados através das análises foram discriminados a partir das mesmas características climáticas, ambientais e sócio econômicas, sendo descritas quais foram relevantes para cada grupo de características (Tabela 1).

Tabela 1 – Características ambientais e socioeconômicas que discriminaram os clusters de peso, qualidade, reprodução e acurácias.

	Peso	Qualidade	Reprodução	Acurácia
Dados sociais				
Atividade fora da propriedade - pro_est	*			
Proprietário em atividade agropecuária e não - pro_aena			*	
Proprietário em atividade não agropecuária - pro_nagr				*
Áreas urbanas - utt_coes / utt_coar	*			*
Orientação de técnico de cooperativa - ort_coop	*	*		*
Orientação de técnico de empresas privadas - ort_epri		*		
Orientação de técnico de outra origem - ort_oori			*	
Orientação técnica própria - ort_prop		*	*	
Orientação de técnico do governo - ort_gov				*
Homens com menos de um ano no comando - hom_me1		*		
Homens de 1 a menos de 5 anos no comando - hom_1a5		*		
Homens de 5 a menos de 10 anos no comando - hom_5a10				*
Mulheres de 1 a menos de 5 anos no comando - mul_1a5				*
IDHM		*	*	*
Dados ambientais				
<i>NDVI</i> - índice de vegetação	*			
Temperatura				*
rios sem proteção de matas - reh_rspm	*	*		
nascentes sem proteção de matas - reh_nspm	*			
lagos sem proteção de matas - reh_lspm	*			
Dados ligados a propriedade				
Áreas com agricultura familiar - eaf_afes / eaf_afar	*	*	*	
Áreas plantadas com forrageiras de corte – utt_plar				*
Áreas degradadas - utt_tdar	*			
Áreas com lavouras permanentes - utt_lapa / eae_lpar/lpes	*	*	*	
Áreas com lavouras temporárias - eae_ltes/ eae_ltar				*
Áreas inapropriadas para agropecuária - utt_tees				*
Tratamento de esterco em biodigestor - mag_tefb		*		
Tratamento de esterco em composteira - mag_tefc				*
Tratamento de esterco em esterqueira - mag_tefe				*
Controle de doenças e/ou parasitas nos animais - mag_cdp				*
Pastagens plantadas degradadas - utt_papa		*		
Pastagens naturais - utt_pnes				*
Silvicultura - eae_fpar / utt_fpar	*	*		
Aquicultura - utt_tles / eae_aqes	*		*	
Rotação de pastagem - mag_ropa		*		

Na análise canônica foram gerados mais resultados a respeito da distribuição dos valores genéticos discriminados pelas características ambientais e socioeconômicas (Figuras 2, 3, 4 e 5).

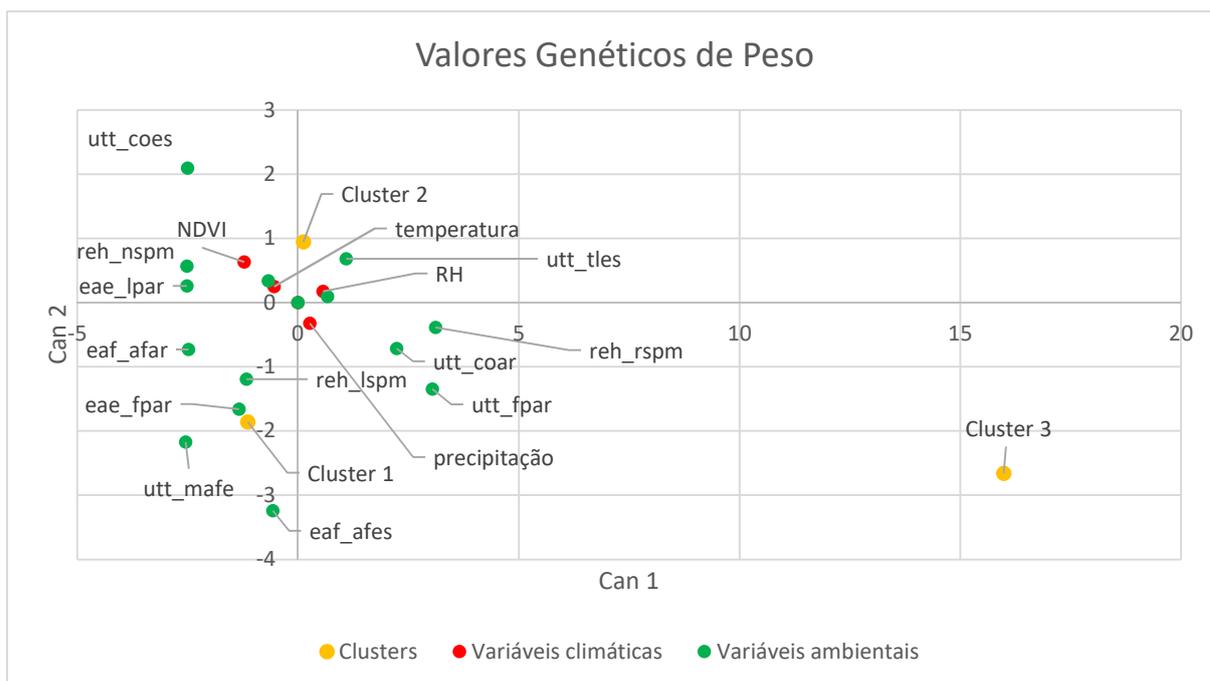


Figura 2 – Análise canônica dos valores genéticos de peso.

NDVI – índice de vegetação; *UR* – umidade relativa; *THI* – índice de temperatura e umidade; *re_h_nspm/re_h_rspm/re_h_lspm* – nascentes, rios e lagos sem proteção de matas; *ort_coop* – orientação de técnico de cooperativa; *eae_lpar* – áreas com lavouras permanentes; *eae_fpar/ utt_fpar* – silvicultura; *utt_tles/eae_aqes* – aquicultura; *eaf_afes/eaf_afar* – área com agricultura familiar; *utt_mafe* - APPs; *utt_coes/ utt_coar* – áreas urbanas próximas; *utt_tdar* – pastagens degradadas.

Nos *clusters* de peso o número 1 demonstrou maior associação com regiões que possuíam lagos sem proteção de matas, áreas com silvicultura e locais com APPs (áreas de proteção permanentes), no que diz respeito as demais variáveis ambientais, os valores genéticos mostraram uma associação negativa, exceto precipitação. Para o *cluster 2*, as variáveis demonstraram uma associação positiva, sendo *NDVI*, *UR* e temperatura as que melhor o discriminaram, juntamente com a variável ambiental aquicultura. Em relação ao *cluster 3*, ou as menores médias de valores genéticos, pode-se verificar baixa associação com qualquer característica inserida nessa análise (Figura 2).

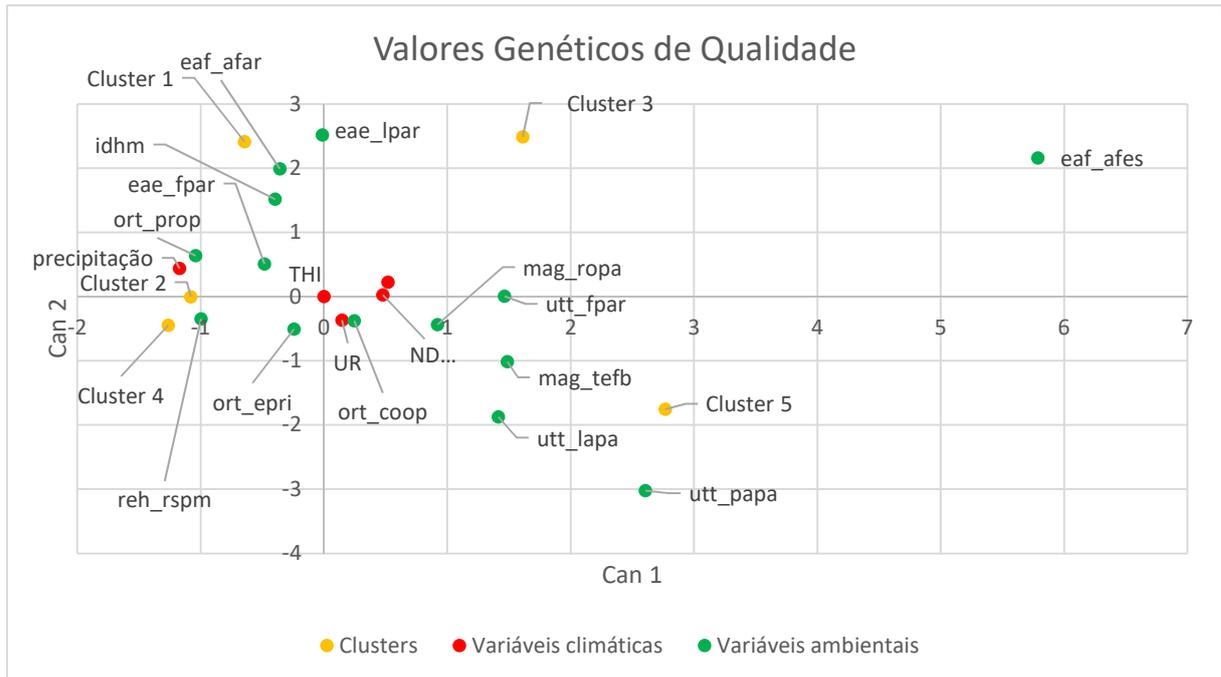


Figura 3 – Análise canônica dos valores genéticos de qualidade.

NDVI – índice de vegetação; *UR* – umidade relativa; *THI* – índice de temperatura e umidade; *reh_rspm* – rios sem proteção de matas; *ort_prop* - orientação de técnico próprio; *ort_coop* – orientação de técnico de cooperativa; *ort_epri* – orientação técnica de empresa; *eae_lpar/ utt_lapa* – áreas com lavouras permanentes; *eae_fpar/ utt_fpar* – silvicultura; *eaf_afes/eaf_afar* – área com agricultura familiar; *utt_papa* – pastagens degradadas; *mag_tefb* – biodigestor; *mag_ropa* – rotação de pastagens; *idhm* – índice de desenvolvimento humano.

Nos *clusters* de qualidade as análises apontaram associações positivas do número 1 com locais que possuem agricultura familiar, áreas com silvicultura e com bom IDHM, e dentre as características ambientais temperatura, *NDVI* e precipitação demonstraram associação positiva, sendo apenas umidade relativa antagônica. Nos *clusters* 2 e 4 as associações verificadas foram bastante similares, devido a sua proximidade como pode ser visto na figura 3, onde as variáveis precipitação, orientação técnica própria e rios sem proteção de mata foram fortes discriminantes. Os *clusters* 3 e 5 demonstraram serem antagônicos entre si, ou seja, as características associadas positivamente com um, estão em associação negativa com outro e vice-versa, várias são estas características, como exemplo as ambientais como temperatura e precipitação que estão associadas positivamente ao *cluster* 3 e negativamente ao 5, já *UR* e *NDVI* se mostram contrárias a esta observação (Figura 3).

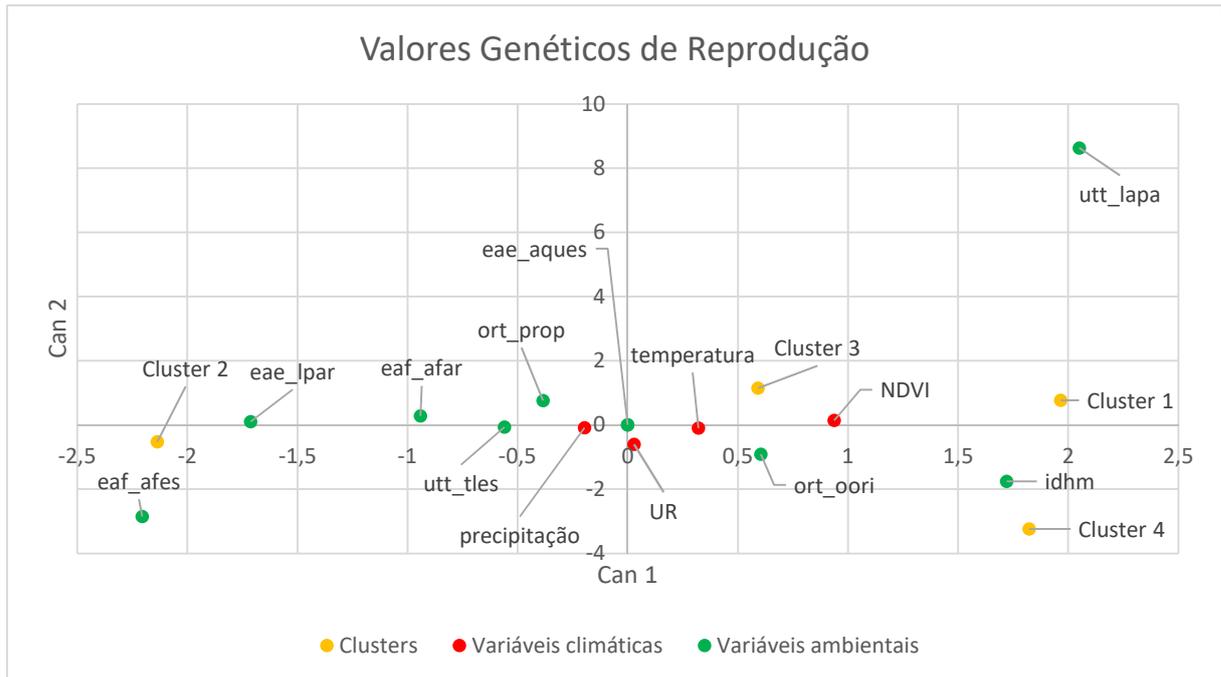


Figura 4 – Análise canônica dos valores genéticos de reprodução.

NDVI – índice de vegetação; *UR* – umidade relativa; *THI* – índice de temperatura e umidade; *pro_aena* – proprietário em atividade agropecuária e não; *ort_prop* - orientação de técnico próprio; *ort_oori* – orientação técnica outra origem; *eae_lpar* – áreas com lavouras permanentes; *eae_aques* – aquicultura; *eaf_afes/eaf_afar* – área com agricultura familiar; *utt_lapa* – áreas com lavoura permanente; *utt_tles* – aquicultura; *idhm* – índice de desenvolvimento humano.

Dentre os *clusters* de reprodução a análise não ficou tão evidente como nos demais, pois sua distribuição comportou-se de forma linear ao longo do eixo canônico, mas pode-se verificar uma relação positiva do cluster 1 com as variáveis ambientais *NDVI*, temperatura e *UR*, bem como sócio econômica (Figura 4). Assim como visto nos *clusters* das acurácias, o *cluster 1* demonstrou que as características ambientais foram as que apresentaram maior associação positiva, pela sua proximidade, em especial a *UR*, *NDVI* e temperatura (Figura 5).

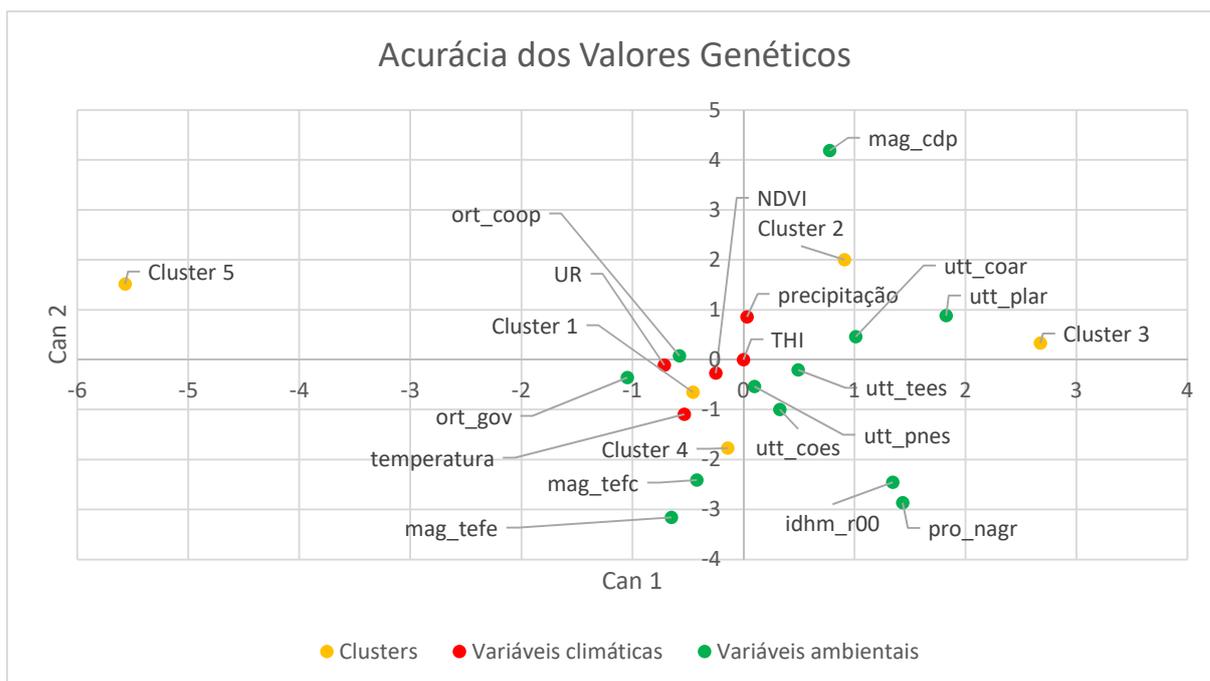


Figura 5 – Análise canônica das acurácias dos valores genéticos.

NDVI – índice de vegetação; *UR* – umidade relativa; *TH1* – índice de temperatura e umidade; *pro_nagr* – proprietário em atividade não agropecuária; *ort_gov* – orientação técnica do governo; *ort_coop* – orientação de técnico de cooperativa; *utt_plar* – áreas com forrageiras de corte; *utt_pnes* – pastagens naturais; *utt_coes/ utt_coar* – áreas urbanas próximas; *utt_tees* – áreas inapropriadas para agropecuária; *mag_cdp* – controle de doenças e parasitas nos animais; *mag_tefe* – esterqueiro; *mag_tefc* – compsteira; *idhm* – índice de desenvolvimento humano.

Na análise de variância os resultados não apresentaram diferença estatística quando os clusters foram comparados às características climáticas, ambientais e índices de desenvolvimento, mas os melhores *clusters* tenderam aos maiores índices de cada característica analisada (Tabelas 2, 3 e 4). Todavia quando nos referimos a variância de cada cluster com os demais valores genéticos foi observada diferença estatística em todas análises (Tabelas 5, 6 e 7).

Tabela 2 – Média das características analisadas dentro de cada cluster de peso.

Clusters	1	2	3
Precipitação	0,18	0,17	0,15
<i>NDVI</i>	0,595	0,589	0,562
UR	72,2	71,8	71,6
Temperatura	28,8	29,2	28,3
<i>THI</i>	78,6	79,2	77,9
Altitude	396	413	345
reh_nspm	92	50	84
reh_rspm	147	86	334
reh_lspm	195	164	171
pro_est	288	347	287
utt_coes	500	617	307
utt_coar	1644	2308	1970
ort_coop	27	50	25
utt_mafe	144	120	119
eaf_afes	695	687	931
eaf_afar	22132	18204	24042
utt_tdar	172	399	138
utt_lapa	2326	2872	7927
eae_lpes	51	48	58
eae_lpar	4299	4935	3626
eae_fpar	2089	1988	10102
utt_fpar	1267	971	5420
utt_tles	85	95	212
eae_aqes	1,9	2,3	3,7

NDVI- índice de vegetação; UR – umidade relativa; rios sem proteção de matas - reh_rspm; nascentes sem proteção de matas - reh_nspm; lagos sem proteção de matas - reh_lspm; atividade fora da propriedade - pro_est; áreas urbanas - utt_coes / utt_coar; orientação de técnico de cooperativa - ort_coop; APPs - utt_mafe; com agricultura familiar - eaf_afes / eaf_afar; áreas degradadas - utt_tdar; áreas com lavouras permanentes - utt_lapa / eae_lpar/lpes; silvicultura - eae_fpar / utt_fpar; aquicultura - utt_tles / eae_aqes.

Tabela 3 – Média das características analisadas dentro de cada cluster de qualidade.

Clusters	1	2	3	4	5
Precipitação	0,186	0,171	0,174	0,175	0,171
<i>NDVI</i>	0,588	0,596	0,599	0,592	0,572
UR	72,5	71,7	72,6	71,9	71,4
Temperatura	28,6	29,3	28,7	29,3	28,8
<i>THI</i>	78,4	79,3	78,5	79,3	78,6
Altitude	412	415	387	402	428
reh_nspm	45	59	127	48	55
ort_coop	10	23	35	37	86
ort_epri	22	45	57	35	78
ort_prop	74	112	102	123	101
eaf_afes	552	701	830	670	660
eaf_afar	25527	20956	24181	18792	14602
utt_lapa	1355	2316	5149	2555	1917
eae_lpes	36	56	57	41	61
eae_lpar	3365	2311	5954	4608	5888
mag_tefb	0,50	0,55	1,31	0,34	1,26
utt_papa	2930	7384	9899	8145	7283
eae_fpar	2547	3633	756	2421	1629
utt_fpar	2919	1511	546	1106	1070
mag_ropa	264	345	272	291	270

NDVI- índice de vegetação; UR – umidade relativa; nascentes sem proteção de matas - reh_nspm; orientação de técnico de cooperativa - ort_coop; orientação de técnico de empresas privadas - ort_epri; orientação técnica própria - ort_prop; índice de desenvolvimento humano – IDHM; com agricultura familiar - eaf_afes / eaf_afar; áreas com lavouras permanentes - utt_lapa / eae_lpar/lpes; tratamento de esterco em biodigestor - mag_tefb; pastagens plantadas degradadas - utt_papa; silvicultura - eae_fpar / utt_fpar; rotação de pastagem - mag_ropa.

Tabela 4 - Média das características analisadas dentro de cada cluster de reprodução.

Clusters	1	2	3	4
Precipitação	0,182	0,174	0,170	0,181
NDVI	0,599	0,596	0,585	0,589
UR	71,4	72,6	71,4	72,5
Temperatura	29,0	28,8	29,2	29,3
THI	78,9	78,6	79,2	79,4
Altitude	445	400	405	390
pro_aena	5	14	15	7
ort_oori	4	8	9	13
ort_prop	90	103	126	98
idhm_r00	0,71	0,67	0,66	0,69
eaf_afes	546	788	666	658
eaf_afar	22658	22052	15988	24821
utt_lapa	2340	2699	3139	1733
eae_lpar	2884	4860	5150	4059
eae_lpes	30	63	43	48
utt_tles	64	99	101	79
eae_aqes	2,4	2,1	1,8	3,7

NDVI- índice de vegetação; UR – umidade relativa; proprietário em atividade agropecuária e não - pro_aena; orientação de técnico de outra origem - ort_oori; orientação técnica própria - ort_prop; índice de desenvolvimento humano – IDHM; com agricultura familiar - eaf_afes / eaf_afar; áreas com lavouras permanentes - utt_lapa / eae_lpar/lpes; aquicultura - utt_tles / eae_aqes.

Tabela 5 – Características significativas de separação dos clusters de peso a partir do valor genético em bovinos da raça Nelore

Clusters	1	2	3
CFDm	0,063a	0,002b	-0,005b
CFSm	0,062a	0,001b	-0,002b
AOLm	0,284a	0,001b	-0,056b
ESGm	0,215a	0,016a	-0,073b
MARm	0,012a	0,001b	0,002b
PEDm	0,062a	0,001b	0,015b
PESm	0,131a	-0,006b	0,061ab
IPVm	-10,076b	0,110a	0,112a
IPVm	1,826a	0,116b	0,360b

CFDm = valor genético médio da Conformação Frigorífica à Desmama; CFSm = valor genético médio da Conformação Frigorífica ao Sobreano; AOLm = valor genético médio da Área de Olho de Lombo; ESGm = valor genético médio da Espessura de Gordura Subcutânea; MARm = valor genético médio do Marmoreio; PEDm = valor genético médio do Perímetro Escrotal à Desmama; PESm = valor genético médio do Perímetro Escrotal ao Sobreano; IPPm = valor genético médio da Idade ao Primeiro Parto; IPV = valor genético médio do Peso da Vaca à Desmama da Cria; a / b / c – grau de significância.

Tabela 6 – Características significativas de separação dos clusters de qualidade a partir do valor genético em bovinos da raça Nelore

Clusters	1	2	3	4	5
P120_Em	1,171a	0,719b	0,378c	0,110d	-0,217e
TM120m	2,268a	1,724a	0,995b	0,285c	-0,488d
PDm	3,874a	3,450a	2,084b	0,638c	-0,912d
TMDm	3,238a	2,707a	1,474b	0,479c	-0,643d
PSm	4,957a	3,446b	2,519c	0,648d	-1,144e
PNm	0,109ab	0,124a	0,109ab	0,053b	0,006b
GPDm	9,580a	5,995b	4,455b	1,171c	-2,152d
PEDm	0,108a	0,0598b	0,046b	0,009c	-0,026d
PESm	0,250a	0,129b	0,110b	0,0131c	-0,084d
IPVm	-11,780d	-14,172d	-5,928c	-0,631b	3,203a
IPVm	1,612a	1,909a	1,146a	0,343b	-0,112b

P120_EMm = valor genético médio do Peso aos 120 dias, efeito materno; TM120m = valor genético médio do total maternal aos 120 dias; PDm = valor genético médio do Peso à Desmama; TMDm = valor genético médio do total maternal à desmama; PSm = DEP para Peso ao Sobreano, efeito direto; PNm = valor genético médio do Peso ao Nascimento; GPDm = valor genético médio do Ganho médio diário pós-desmama, PEDm = valor genético médio do Perímetro Escrotal à Desmama; PESm = valor genético médio do Perímetro Escrotal ao Sobreano; IPPm = valor genético médio da Idade ao Primeiro Parto; IPV = valor genético médio do Peso da Vaca à Desmama da Cria; a / ab / b / c / d / e – grau de significância.

Tabela 7 – Características significativas de separação dos clusters de reprodução a partir do valor genético em bovinos da raça Nelore

Clusters	1	2	3	4
CFDm	0,081a	0,048b	0,005c	-0,021d
CFSm	0,074a	0,046b	0,005c	-0,021d
AOLm	0,326a	0,222a	0,011b	-0,098c
ESGm	0,302a	0,169b	0,017c	-0,066d
MARm	0,017a	0,010b	0,001c	-0,002c
P120_EMm	0,749a	0,525a	0,0714b	-0,278c
TM120m	1,962a	1,213b	0,193c	-0,615d
PDm	4,201a	2,324b	0,475c	-1,168d
TMDm	3,136a	1,852b	0,332c	-0,967d
PSm	4,537a	2,587b	0,374c	-0,943d
PNm	0,200a	0,106b	0,043c	-0,022d
GPDm	7,570a	4,590b	0,684c	-1,400d

CFDm = valor genético médio da Conformação Frigorífica à Desmama; CFSm = valor genético médio da Conformação Frigorífica ao Sobreano; AOLm = valor genético médio da Área de Olho de Lombo; ESGm = valor genético médio da Espessura de Gordura Subcutânea; MARm = valor genético médio do Marmoreio; P120_EMm = valor genético médio do Peso aos 120 dias, efeito materno; TM120m = valor genético médio do total maternal aos 120 dias; PDm = valor genético médio do Peso à Desmama; TMDm = valor genético médio do total maternal à desmama; PSm = DEP para Peso ao Sobreano, efeito direto; PNm = valor genético médio do Peso ao Nascimento; GPDm = valor genético médio do Ganho médio diário pós-desmama; a / b / c / d – grau de significância.

Os resultados demonstraram que o *cluster* melhor ranqueado dentro de seu conjunto de características, também apresentava as melhores médias para os demais valores genéticos

analisados, ou seja, o melhor cluster de peso, apresentou os melhores valores genéticos de qualidade e reprodução, resultados que se repetiram nas análises com os clusters de qualidade e reprodução. As cidades que apresentaram o grupo de indivíduos com as médias mais altas dos valores genéticos foram Santana de Parnaíba – SP e Sinop – MT com respectivamente 372 e 543 animais, sendo apenas Santana de Parnaíba – SP quem apresentou também as maiores acurácias.

4 DISCUSSÃO

O estudo das características ambientais e socioeconômicas por meio das estatísticas espaciais foram importantes para visualizar a distribuição dos *clusters* estudados pelo país, além de determinar quais foram as principais características que colaboraram na discriminação dos valores genéticos desses diferentes grupos, e respectivas acurácias em animais da raça Nelore. Pode-se verificar na figura 1 que os melhores *clusters* de peso estão bem distribuídos pelo país, sendo encontrados núcleos no Centro Oeste, Sudeste, Norte e Nordeste, mas com maior concentração nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde segundo Faria et al. (2017); Teixeira & Hespanhol, (2014) são estados que posicionam-se como líderes nacionais na produção de carne bovina, devido em parte pelos seus elevados índices de tecnificação, além da região dispor de extensas áreas de planaltos com altitudes médias e clima tropical favorável ao desenvolvimento pecuário.

Quando apontamos os melhores *clusters* de qualidade e reprodução, também encontramos o mesmo padrão de distribuição visto nos *clusters* de peso, mas em menor quantidade de municípios (Figura 1), podendo ser explicado por Fialho et al. (2015); Oliveira et al. (2015); Barros Júnior et al. (2016) que apontaram a dificuldade em se trabalhar na seleção de características reprodutivas e de qualidade pela influência de vários fatores (ambientais, interação do meio, idade, sexo, composição genético racial, entre outros) além da baixa herdabilidade no caso das reprodutivas, podendo impactar assim no número de dados gerados. Na acurácia dos valores genéticos, verificaram que em Mato Grosso do Sul e São Paulo se concentrou o maior número de municípios com altas acurácias, ou seja, maior confiabilidade nesses valores, tanto os altos como os baixos.

Lima et al. (2013); Junior et al. (2016); Tineo et al. (2016), informaram que características produtivas, como pesos obtidos em diferentes idades, apresentam correlações

positivas entre outras características de interesse econômico, como características de qualidade da carcaça, e reprodutivas, explicando os resultados da análise de variância com diferença estatística (Tabelas 5, 6 e 7), mostrando que o *cluster* melhor ranqueado dentro de seu conjunto de características, também apresentava as melhores médias para os demais valores genéticos analisados.

Nos *clusters* de peso, os melhores estão localizados (Tabela 2) em regiões com relativa umidade, temperaturas mais elevadas, baixa exploração agrícola, pastagens pouco degradadas, bem como em áreas com média ocupação por produtores familiares, diferente do visto por Costa et al. (2014) onde trabalhando com a raça Holandesa, altamente especializada em exploração leiteira, encontraram que os maiores valores genéticos estavam em regiões úmidas com temperaturas mais amenas, além de acompanhados por maior concentração de lavouras, explicado pela dependência de grãos para ração animal, combinado ao período de vazio da terra.

Segundo Nepomuceno et al. (2012); Teixeira & Hespanhol, (2014) a expansão da atividade pecuária pelo país, principalmente a de corte, não foi bem acompanhada pela melhoria nos sistemas de criação, permanecendo em grande parte no sistema tradicional, onde o gado é criado em pastagens (naturais ou plantadas) pelo sistema extensivo. No presente trabalho, a análise nos *clusters* de qualidade, assim como visto nos clusters de peso, mostrou que a criação do Nelore está concentrada em regiões quentes com umidade considerável, áreas com baixo uso de rotação de pastagens, com menor quantidade de lavouras permanentes, menor área de pastagens degradadas, além de exploração de madeira (Tabela 3), combinação esta propícia ao relatado por Paciullo et al. (2014); Cordeiro et al. (2015); Lopes et al. (2017) que indicaram potenciais resultados ao advento da integração lavoura pecuária floresta (ILPF) no sistema, como aumento da fertilidade do solo, melhoria na qualidade da forragem, entre outros.

Teixeira & Hespanhol, (2014) relataram concentração da atividade pecuária de corte nas grandes propriedades, indicando um poder aquisitivo substancial deste setor, ou seja, o desenvolvimento da região pode ser favorecido pela concentração de renda local, que por sua vez melhora as condições sociais elevando assim os índices de desenvolvimento populacional (Atlas Brasil, 2013). Explicando os resultados obtidos nesse trabalho, onde nos índices socioeconômicos o melhor *cluster* de qualidade e reprodutivo se concentrou em regiões com consideráveis IDHMs (Tabela 3 e 4).

Nos *clusters* das acurácias as análises seguiram uma tendência esperada, onde as regiões com as maiores médias de acurácias mostraram um padrão próximo aos demais *clusters*, áreas com índices ambientais mais elevados (discriminado pela temperatura), direcionadas para

criação bovina (presença de forrageiras de corte, lavouras temporárias, pastagens naturais, controle de endo e ectoparasitas e tratamento de dejetos animais por composteira e esterqueira), corroborado por Dick et al. (2015) onde relataram que no Brasil os rebanhos bovinos são mantidos quase que exclusivamente a pasto com baixo aporte nutricional externo (suplementação).

Como visto nos *clusters* de qualidade e reprodução, as variáveis socioeconômicas para as acurácias (Tabela 1), indicaram uma região com bom desenvolvimento, devido aos bons IDHMs, Chediek, (2014) fortalece que melhores índices indicam maior acesso ao conhecimento e possibilidade de garantir melhores padrões de vida, explicando as demais características discriminantes (maior influência das áreas urbanas, uso de orientação de técnico, com proprietários em outras atividades não agropecuárias).

A análise canônica (Figuras 2, 3, 4 e 5) mostrou de forma mais distinta a distribuição das diversas características estudadas, o que permitiu outra forma de visualizar a interação dos diferentes grupamentos genéticos com as características ambientais. Para os *clusters* de peso 1 e 3 a análise não mostrou clareza em suas interações, necessitando de melhores estudos, exceto para os cluster 2 (valores genéticos médios) que demonstraram interações mais próximas com temperatura, UR, *NDVI*, assim como visto por Costa et al. (2016), onde trabalhando com bovinos da raça Girolando, obtiveram resultado de irrelevante explicação.

Costa et al. (2017) desvendando o balanço térmico da raça Nelore, verificaram que os indivíduos em uma faixa média de 30 °C \pm 5 e umidade relativa de 60%, suas funções termorreguladoras se comportaram de forma estável, indicando uma adaptação ao ambiente, tal combinação climática próxima a verificada nesse estudo, onde demonstrou uma faixa média de 28,7 °C e UR de 71,5%. Pressupõe-se que na média o melhoramento genético do Nelore está selecionando indivíduos mais eficientes, sem perder suas características adaptativas peculiares à raça McManus et al. (2011), como a tolerância ao calor. Explicando o visualizado nos *clusters* de qualidade (Figura 3), onde o melhor *cluster* mostrou estar em associação positiva com precipitação, seguida com menor associação pela temperatura, e *NDVI*, e negativa com umidade relativa, indicando que fora UR a intensificação das demais variáveis favorece o *cluster* 1.

Nos *clusters* de reprodução (Figura 4), a associação não ficou tão evidente, devido a distribuição linear das características, podendo ser explicado pela baixa herdabilidade dessas características Mello Costa et al. (2016); Barbosa et al. (2017), ainda sim, verificou-se uma tendência positiva do cluster 1 com as variáveis climáticas *NDVI*, temperatura e UR. Entretanto, nos *clusters* das acurácias (Figura 5), o *cluster* 1 demonstrou que as características ambientais

foram as que apresentaram maior associação positiva, além de sua proximidade, em especial com temperatura, UR e *NDVI*. Esta combinação ambiental indica que os valores genéticos mais robustos, ou seja, com menor erro, estão fortemente ligados ao clima, indicando uma adaptação estável para os indivíduos nessa determinada região.

5 CONCLUSÕES

O conhecimento da distribuição espacial da raça Nelore pode auxiliar no desenvolvimento de índices ambientais que venham a ser utilizados em programas de melhoramento genético com o intuito de diminuir possíveis erros causados pela interação genética ambiental, no uso dos mesmos reprodutores e matrizes em distintos ambientes. Ficou claro que o setor pecuário ainda apresenta forte ligação com manejos extensivos a pasto, mas todavia mostram tendências a especialização do setor, pelo advento de tecnologias que venham a contribuir para o aumento produtivo.

O trabalho em questão demonstrou a conhecida adaptação da raça Nelore, pois os melhores *clusters* de cada grupo de valores genéticos avaliado (características de peso, de qualidade e reprodução) mostraram-se bem distribuídos pelo país, sendo encontrados em distintos ambientes. Todavia cabe estudos mais aprofundados a respeito para se assegurar todas as afirmações desse estudo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D. D.; CORDEIRO, L. A. M.; GALERANI, P. R. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – PLANO ABC. *Revista Brasileira de Geografia Física* v. 06, p. 1266-1274, 2011.

AMBROSINI, D. P.; CARNEIRO, P. L. S.; NETO, J. B.; MALHADO, C. H. M.; MARTINS FILHO, R.; CARDOSO, F. F. Interação genótipo × ambiente quanto ao peso ao ano em bovinos Nelore Mocho no Nordeste do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1489-1495, 2012.

ATLAS Brasil. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br. Acesso: 10 ago. de 2017.

BARBOSA, A. C. B.; CARNEIRO, P. L. S.; REZENDE, M. P. G.; RAMOS, I. O.; MARTIN-FILHO, R.; MALHADO, C. H. M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore no Brasil. *Archivos de Zootecnia*, v. 66, n. 255, p. 447-450, 2017.

BARROS JÚNIOR, C. P.; da SILVA BORGES, L.; de SOUSA, P. H. A. A.; de OLIVEIRA, M. R. A.; CAVALCANTE, D. H., de ANDRADE, T. V.; BARROS, C. D.; de SOUSA JÚNIOR, S. C. Melhoramento Genético em Bovinos de Corte (*Bos indicus*). v. 13, n. 01, 2016, ISSN: 1983-9006.

CARDOSO, F. F.; TEMPELMAN, R. J. Linear reaction norm models for genetic merit prediction of Angus cattle under genotype by environment interaction. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 90, p. 2130-2141, 2012.

CHEDIEK, J. Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras – Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2014. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br. Acesso: 10 de agosto de 2017.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; JÚNIOR, G. B. M. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 32, n.1/2, p. 15-53, 2015.

COSTA, N. S.; HERMUCHE, P.; COBUCI, J. A.; PAIVA, S. R.; GUIMARAES, R. F.; CARVALHO JR, O. A.; GOMES, R.A.T.; COSTA, C.N.; MCMANUS, C. M. Georeferenced evaluation of genetic breeding value patterns in Brazilian Holstein cattle. **Genetics and Molecular Research**, v.13, n.4, p. 9806-9816, 2014.

COSTA, C. C. DE M.; MAIA, A. S. C.; NASCIMENTO, S. T.; NASCIMENTO, C. C. N.; NETO, M. C.; FONSÊCA, V. D. F. C. Thermal balance of Nelore cattle. *International Journal of Biometeorology*, pág.1-9, 2017.

COSTA, N. S. Dinâmica espacial da Raça Girolando no Brasil, análise da integração genética e fatores ambientais. Brasília: POSGEA-UNB, 2016. (Dissertação de mestrado).

DICK, M.; DA SILVA, M. A.; DEWES, H. Life cycle assessment of beef cattle production in two typical grassland systems of southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, vol.96, pág.426-434, 2015.

FARIA, F. F.; SOCOLOSKI, S. N. G.; ZANE, A. C.; DOS SANTOS, R.; GOMES, S. C.; DE CASTRO, B. G. Levantamento de propriedades na região centro-oeste brasileira—aspectos sanitários, produtivos e reprodutivos em rebanho bovino de elite e comercial. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v.10, n.1, pag. 81-89, 2017.

FIALHO, F.R.L.; REZENDE, M.P.G.; SOUZA, J.C.; SILVA, R.M.; OLIVEIRA, N.M. e SILVEIRA, M.V. Performance in preweaning pure and crossbred calves in the Mato Grosso do Sul Pantanal region, Aquidauana, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.37, p.437-442, 2015.

FONSECA, W. J. L.; FONSECA, W. L.; LUZ, C. S. M.; TERTO, G. G.; DE OLIVEIRA, M. R. A.; DE SOUSA, K. J. V.; COSTA, M. B. G.; OLIVEIRA, A. M.; DE SOUSA JÚNIOR, S. C. Interaction of genotype-environment Nelore cattle using models of reaction norms. **Journal of Animal Behavior Biometeorology**, v.3, n.3, p.86-91, 2015.

HERMUCHE, P., GUIMARÃES, R. F., CARVALHO, O. A., GOMES, R. A. T., PAIVA, S. R., & MCMANUS, C. M. Environmental factors that affect sheep production in Brazil. **Applied Geography**, v.44, p.172-181, 2013.

JÚNIOR, C. P. B.; DA SILVA BORGES, L.; DE SOUSA, P. H. A. A.; DE OLIVEIRA, M. R. A.; CAVALCANTE, D. H.; DE ANDRADE, T. V.; BARROS, C. D.; DE SOUSA JÚNIOR, S. C. Melhoramento Genético em Bovinos de Corte (*Bos indicus*). **Nutritime Revista Eletrônica**, v.13, n.1, p.4558-4564, 2016.

LIMA, P. R. M., PAIVA, S. R., COBUCI, J. A., NETO, J. B., MACHADO, C. H. C., & MCMANUS, C. Genetic parameters for type classification of Nelore cattle on central performance tests at pasture in Brazil. **Tropical animal health and production**, v. 45, n. 7, p. 1627-1634, 2013.

LOPES, C. M.; PACIULLO, D.; ARAÚJO, S.; GOMIDE, C. D. M.; MORENZ, M.; VILLELA, S. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017.

MCMANUS, C.; CASTANHEIRA, M.; PAIVA, S. R.; LOUVANDINI, H.; FIORAVANTI, M. C. S.; PALUDO, G. R.; BIANCHINI, E.; CORRÊA, P. S. Use of multivariate analyses for determining heat tolerance in Brazilian cattle. **Tropical animal health and production**, v. 43, n. 3, p. 623-630, 2011.

MELLO COSTA, R. R. DE; FERREIRA, J. E.; DE SOUSA, S. L. G.; DE MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. Parâmetros genéticos de características reprodutivas em bovinos de corte e leite. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 40, n. 2, p. 65-72, 2016.

NEPOMUCENO, L. L.; DE ANDRADE, R. J.; LOPES, F. B.; DE LIRA, T. S.; VIEIRA, L. F.; DE JESUS SANTOS, G. C.; PEREIRA, L. de S.; FERREIRA, J. L. EFEITOS GENÉTICOS E AMBIENTAIS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS EM REBANHO NELORE CRIADO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS Genetic and environmental effects on productive traits of Nellore cattle raised in northern Tocantins State, Brazil. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 10, n. 4, p. 373-382, 2012.

OLIVEIRA, N.M.; REZENDE, M.P.G.; ABREU, U.G.P.; ROSA, A.N.; STERZA, F.A.M. e FIALHO, A.L.L. Environmental effects on reproductive performance of Nellore cows widely raised in the Cerrado/Pantanal ecotone. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.37, p. 77-82, 2015.

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; MAURÍCIO, R. M.; GOMIDE, C. A. M.; SILVEIRA, S. R. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass–legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1264-1271, 2014.

PEGOLO, N. T.; PEGOLO, N. T.; ALBUQUERQUE, L. G. D.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. de. Effects of sex and age on genotype x environment interaction for beef cattle body weight studied using reaction norm models. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 89, n.11, p. 3410-3425, 2011.

SANTOS, R. “**O Zebu**” Edição comemorativa dos 60 anos de Registro Genealógico da ABCZ. Ed. Agropecuária Tropical: Uberaba, MG, 1998, 856p.

SANTOS, R. Os Cruzamentos na Pecuária Tropical. Livro de edição comemorativa de 100 anos de pesquisas oficiais sobre cruzamentos (1899-1999). Ed. Agropecuária Tropical: Uberaba, MG, 1999, 672p.

SANTOS, R. **Nelore: A Vitória Brasileira**. Ed. Agropecuária Tropical: Uberaba, MG, 2000, 560p.

SANTOS, R. **O Nelore do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul**. Ed. Agropecuária Tropical: Uberaba, MG, 2004, 408p.

SILVA, M. C. da; BOAVENTURA, V. M.; FIORAVANTI, M. C. S. História do povoamento bovino no Brasil central. *Revista UFG / Dezembro 2012 / Ano XIII nº 13*, PAG 40.

SOUZA, L. D. A.; MALHADO, C. H. M.; BRACCINI NETO, J.; MARTINS FILHO, R.; CARNEIRO, P. L. S. Genotype-environment interactions on the weight of tabapua cattle in the northeast of Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 206-215, 2016.

STREIT, M.; REINHARDT, F.; THALLER, G.; BENNEWITZ, J. Reaction norms and genotype by environment interaction in the German Holstein dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, Malden, v. 129, n.5, p. 380-389. 2012.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, v.1, n.36, p.26-38, 2014.

TINEO, J. S. A.; RAIDAN, F. S. S.; SANTOS, D. C. C.; TORAL, F. L. B. Influência da idade e do peso no início do teste na análise genética de características de crescimento, reprodução e escores visuais de tourinhos Nelore em provas de ganho em peso a pasto. **Archivos de zootecnia**, v. 65, n. 249, p. 29-34, 2016.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises e resultados apresentados, além da literatura citada, ao longo do presente manuscrito, pode-se verificar que as características ambientais do Brasil apresentam interação com os genótipos zebuínos.

Conclui-se que as raças zebuínas apresentam fatores que indicam sua alta adaptabilidade ao clima tropical, sendo de grande importância o conhecimento mais aprofundado das variáveis que possuem forte ligação com a distribuição de cada raça zebuína existente no Brasil. A correta interpretação desses resultados pode contribuir para melhor entender a adaptação de cada raça individualmente aos diferentes ambientes, auxiliando na correta escolha da raça a ser explorada, além de, pensando em um contexto mais abrangente, na diminuição dos riscos de epidemias e manutenção saudável da variabilidade genética dos rebanhos de raças puras.

O conhecimento da distribuição espacial da raça Nelore pode auxiliar no desenvolvimento de índices ambientais que venham a ser utilizados em programas de melhoramento genético com o intuito de diminuir possíveis erros causados pela interação genética ambiental, no uso dos mesmos reprodutores e matrizes em distintos ambientes. Neste trabalho ficou evidente a conhecida adaptação da raça Nelore a ambientes desafiadores, pois os melhores *clusters* de cada grupo de valores genéticos avaliado (características de peso, de qualidade e reprodução) mostraram-se bem distribuídos pelo país.