



Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Ciências Humanas – IH
Departamento de Geografia – GEA
Programa de Pós-Graduação em Geografia

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**Dinâmica espacial da Raça Girolando no Brasil, análise da
integração genética e fatores ambientais.**

Nathalia Silva da Costa
Dissertação de Mestrado

Brasília- DF: Setembro/2016



Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Ciências Humanas – IH
Departamento de Geografia – GEA
Programa de Pós-Graduação em Geografia

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**Dinâmica espacial da Raça Girolando no Brasil, análise da
integração genética e fatores ambientais.**

Nathalia Silva da Costa

Orientador: Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães
Co-Orientadora: Prof.^a Dra. Concepta Margaret McManus Pimentel

Dissertação de Mestrado

Brasília- DF: Setembro/2016



Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Ciências Humanas – IH
Departamento de Geografia – GEA
Programa de Pós-Graduação em Geografia

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**Dinâmica espacial da Raça Girolando no Brasil, análise da integração
genética e fatores ambientais.**

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Geoprocessamento, opção Acadêmica.

Aprovado por:

Renato Fontes Guimarães, Doutor (Geografia - UnB)
(Orientador)

Concepta Margaret McManus Pimentel, Doutora (Biologia - UnB)
(Co-Orientadora)

João Batista Gonçalves Costa Junior, Doutor (Zootecnia - FAZU)
(Examinador Externo)

Marcos Vinícius Gualberto Barbosa da Silva, Doutor (EMBRAPA - Gado de leite)
(Examinador Externo)

Potira Meirelles Hermuche, Doutora (Geografia - UnB)
(Examinador Interno/ Suplente)

Brasília- DF: Setembro/2016



Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Ciências Humanas – IH
Departamento de Geografia – GEA
Programa de Pós-Graduação em Geografia

FICHA CATALOGRÁFICA

Costa, Nathalia Silva

Título: Dinâmica espacial da Raça Girolando no Brasil, análise da integração genética e fatores ambientais.

Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Instituto de Humanas, Departamento de Geografia.

1. Paisagem genética 2. Características ambientais 3. Geoprocessamento
4. Análise genética e geográfica

I. UnB/IH/GEA

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Embrapa Gado de leite pelo fornecimento dos dados dos animais utilizados nos programas de melhoramento da raça.

Agradeço a Associação Brasileira dos Criadores de Girolando pelo fornecimento dos dados utilizados na produção desta dissertação.

Agradeço ao Dr. Marcos Vinícius Gualberto Barbosa da Silva pelos dados, pela confiança investida no trabalho e por acreditar na pesquisa que seria desenvolvida.

Agradeço muito ao meu orientador, Dr. Renato Fontes Guimarães, pelo incentivo, pela confiança e por acreditar no meu potencial, apesar das adversidades ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Muito obrigada a melhor Co-orientadora que eu poderia ter, professora Dra. McManus Pimentel, que foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Desde o início apoiou-me e acreditou mais no trabalho que eu mesma, demonstrando carinho extremo e paciência ímpar.

Obrigada a Potira Meirelles Hermuche por ajudar-me em todos os momentos e por ser um exemplo de pessoa. Sou grata pelo seus incentivos e seus conselhos.

Agradeço a minha família maravilhosa, em especial, à "Mamadi" e ao "Paizão" por me incentivarem em todos os momentos. Aos meus irmãos Lucas, Tayana e Airton por me acompanharem nessa jornada e compreenderem os momentos de estresse.

Sou grata à Argélica Saiaka, Pedro Coutinho e Anesmar pela amizade, pela confiança, suporte, ideias de layout e companheirismo. Aos amigos do LSIE, pelo incentivo, pelo apoio e por compartilhar o conhecimento em todos os momentos.

Aos melhores amigos que uma pessoa poderia ter na vida "Abiugas", "Bagas", "amigas da Gea", "Biscas", "Brasis", "DDM", "Miguis", "Miguinhas", "Aranha", Mariana Carv, Rebecca Maranhão, Camila D'Ávila e Fernanda Figueiredo que mesmo distante geograficamente sempre esteve presente me apoiando.

RESUMO

O Brasil é destaque mundial na produção de leite. Para aumentar a produção uma série de estudos científicos vêm sendo desenvolvido relacionado a análise da paisagem, que combina dados genéticos de populações adaptativa ou neutra com dados da estrutura da paisagem. A estimativa de tendências genéticas em uma população permite visualizar a eficiência dos procedimentos de seleção e assegurar que a pressão da seleção seja direcionada para as características de importância econômica, além de auxiliar na definição dos objetivos de escolha. A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar a relação entre aspectos genéticos, ambientais e socioeconômicos, bem como verificar os padrões espaciais da diversidade genética na raça Girolando no Brasil. Foram utilizados valores genéticos e de confiabilidade de 46.289 animais e informações de DNA de 310 animais da raça Girolando. Análises canônicas, discriminantes e de cluster foram realizadas no programa SAS. Outro agrupamento foi realizado utilizando o método K-médias no software Arcgis 10.3. A relação entre a distância genética e geográfica foi analisada utilizando diferentes métodos no software Alleles in Space ®. Os clusters com animais com maiores valores genéticos para produção de leite estão localizados em municípios com menor Produto Interno Bruto, menor número de estabelecimentos de agricultura familiar e menor Índice de Desenvolvimento Humano. Estes agrupamentos são associados a regiões com maior área de lavoura (incluindo permanente), menor área de pastagem, menor área degradada, maior umidade relativa, menor amplitude de temperatura, e menores valores de NDVI. Observou se ainda que, quanto maior a distância geográfica entre os grupos de animais, maior tende a ser a distância genética entre os mesmos com diferenciação significativa em cima de 504km. Há grande heterogeneidade genética entre os animais. A partir desses resultados, será possível desenvolver metodologias para melhor avaliação dos animais dentro dos sistemas de produção.

Palavras chave: Paisagem genética, Características ambientais, Geoprocessamento, Análise genética e geográfica.

ABSTRACT

Brazil is the world's premier milk production. To increase production a number of scientific studies have been developed related to analysis of the landscape that combines genetic data adaptively neutral or populations landscape structure data. The estimated genetic trends in a population allows you to view the efficiency of selection procedures and ensure that the selection pressure is directed to the characteristics of economic importance, and assist in defining the choice of goals. This research has as main objective to analyze the relationship between genetic, environmental and socio-economic aspects, as well as verify the spatial patterns of genetic diversity in Girolando in Brazil. Genetic values were used and reliability of 46,289 animals and information from DNA of 310 animals Girolando. Canonic, discriminant and cluster analyzes were conducted in SAS. Another group was performed using the K-means method in Arcgis 10.3 software. The relationship between genetic and geographic distance was analyzed using different methods in software Alleles in Space ®. Clusters with animals with higher genetic values for milk production are located in municipalities with lower gross domestic product, less familiar establishments and smaller agriculture Human Development Index. These clusters are associated with regions with higher crop area (including permanent), the lower pasture, less degraded area, higher humidity, lower temperature range, and lower NDVI values. Was also observed that the greater the geographical distance between groups of animals, the greater will be the genetic distance between them with a significant distinction over 504km. There is great genetic heterogeneity among animals. From these results, it will be possible to develop methodologies for better evaluation of the animals within the production systems.

Key words: Genetic Landscape, Environmental Characteristics, GIS, Genetic and geographic analysis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
2.1 Obtenção de dados.....	3
2.2 Tratamento estatístico dos dados.....	5
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
3.1 ANÁLISES DE GRUPOS.....	7
3.1.1 Análise de agrupamento, utilizando o método PROC FASTCLUS.....	7
3.1.2 Método K-médias.....	10
3.1.3 Análise de correlação.....	12
3.1.4 Análise Canônica.....	17
3.2 ANÁLISE GENÉTICA.....	19
3.2.1 Análise de Mantel.....	20
3.2.2 Spatial Autocorrelation analysis (Unequal).....	21
3.2.3 Spatial Autocorrelation analysis (Equal).....	22
3.2.4 Interpolate Genetic Landscape Shape.....	24
3.2.5 Monmonier Maximum Difference Algorithm.....	26
CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
ANEXO I - siglas utilizadas nas tabelas.....	34

Lista de Figuras

FIGURA 1- (a) número de animais da raça girolando por município no brasil (fonte abcg) (b) produção de leite em 2014 por frequência de animais (fonte ibge2014)...	6
FIGURA 2- Espacialização de clusters por valor genético dos animais da raça girolando.....	9
FIGURA 3- Espacialização de clusters por confiabilidade dos animais da raça girolando.....	10
FIGURA 4- Espacialização do valor genético dos animais da raça girolando por meio do método k-médias.	11
FIGURA 5- Espacialização da confiabilidade dos animais da raça girolando por meio do método k-médias.	12
FIGURA 6- Análise canônica dos valores genéticos. Significado das siglas apresentadas está disponível no anexo i.	18
FIGURA 7- Análise canônica de confiabilidade. o significado das siglas apresentadas está disponível no anexo i.	18
FIGURA 8- Mapa de localização dos pontos de coleta de dna de animais da raça girolando.....	20
FIGURA 9- Gráfico da distância genética e log da distância geográfica pelo método de mantel.....	21
FIGURA 10- Spatial autocorrelation analysis método unequal. gráfico (a) cinco classes, (b) dez classes, (c) quinze classes e (d) vinte classes.....	22
FIGURA 11- Spatial autocorrelation analysis pelo método equal. gráfico (a) cinco classes, (b) dez classes, (c) quinze classes e (d) vinte classes.....	23
FIGURA 12- Superfície 3d resultado da espacialização das distâncias genéticas em diferentes perspectivas.	24
FIGURA 13- Ponto médio geográfico de comparação entre valores genéticos dos animais da raça girolando.....	25
FIGURA 14- Rede de conectividade de monmomier formado a partir de dados dos animais da raça girolando de a- i.....	27

Lista de Tabela

TABELA 1-Clusters e médias de confiabilidade e valor genético.....	8
TABELA 2- Porcentagem de animais classificados corretamente nos clusters de valor genético e confiabilidade.....	8
TABELA 3-Clusters e médias de confiabilidade e valor genético através do método k-médias.....	10
TABELA 4- Características significativas ($p < 0,001$) de separação dos clusters a partir do valor genético em bovinos da raça girolando.....	13
TABELA 5- Características dos clusters separação a partir da confiabilidade em bovinos da raça girolando.	17

1. Introdução

O Brasil é destaque mundial na produção de leite. Em 2014, o país ocupava a quinta posição no *ranking* mundial da produção de leite, com um total de 24,747 bilhões de litros (USDA, 2015). Com a demanda mundial crescente, é necessário cada vez mais o aumento deste tipo de produção para competir no mercado internacional. O país ainda necessita adequar-se às mudanças tecnológicas de mercado e elevar a eficácia produtiva, assim como a qualidade da produção. Segundo Villela (2011), a organização da informação e o acesso aos acervos tecnológicos são essenciais para a orientação dos produtores de leite, visando capacitá-los para a gestão empresarial de sua unidade de produção e permitindo o alcance de maiores níveis de produtividade e de qualidade da matéria-prima.

Para aumentar a produção, uma série de estudos científicos vem sendo desenvolvidos no que se refere à análise da paisagem, que combina dados genéticos de populações adaptativas ou neutras com dados da estrutura da paisagem (HOLDEREGGER e WAGNER, 2008), ou seja, uma fusão de ecologia da paisagem e genética de populações (MANEL et al., 2003). Segundo Storfer et al. (2007), a genética da paisagem pode ser definida como pesquisa que quantifica explicitamente os efeitos da composição da paisagem, configuração e qualidade da matriz sobre o fluxo gênico e a variação genética espacial.

Assimilar as estruturas genéticas populacionais e os padrões de variabilidade dos animais é fundamental para avaliar a expressão desses fatores nas diferentes paisagens. Segundo Manel (2003), esse entendimento é crucial, não só para melhorar o conhecimento ecológico, mas também para gerir adequadamente a diversidade genética de espécies ameaçadas e em perigo.

Em razão de conjunturas econômicas e agrárias, muitas vezes, uma região possui diferenças entre o perfil de agricultores e os tipos de agricultura e pecuária praticados (BROWDER et al., 2004; BROWDER et al., 2008). Os fatores determinantes para essas diferenças foram o IDH e o PIB. Ainda segundo Silva et al (2013), os fatores ambientais e climáticos associados às oscilações da incidência solar, precipitação e diferentes solos interferem na produção animal.

Os animais da raça Girolando estão inseridos em várias regiões brasileiras e em diversas paisagens submetidas a características ambientais distintas. Pesquisas recentes, apresentam uma relação entre raças naturalizadas geneticamente e particularidades

ambientais, como altitude, umidade do ar e tolerância ao calor (OLIVEIRA et al., 2008; MCMANUS et al., 2009; COSTA et al., 2014).

Os principais problemas encontrados para aumentar a produção dos bovinos leiteiros são a indisponibilidade de animais de alto valor genético criados no país e a dificuldade de adaptação das raças de origem europeia (Silva et al., 2002). Para solucionar este entrave, os produtores recorrem ao melhoramento genético, que tem como objetivo a obtenção de animais com alta capacidade na produção de leite, utilizando sêmen de animais selecionados no exterior (Costa, 2005).

Nesse contexto, destaca-se o melhoramento genético realizado no Brasil utilizando um cruzamento entre as raças Holandesa e Gir. Ressalta-se que, atualmente, a associação das características de produção de leite dos animais da raça holandesa e a rusticidade dos animais da raça Gir traz como resultado os principais produtores de leite no Brasil. Cerca de 80% do leite produzido no território nacional é proveniente desta raça (ABCG, 2014), sendo essa também a que mais cresce na produção de sêmen no Brasil, chegando a marca de 641.360 doses produzidas no ano de 2015. Esse dado representa um aumento de mais que 70% em relação ao ano de 2013 (Silva et al 2016).

Associações representativas traçaram as normas para formação do Girolando - Gado Leiteiro Tropical (5/8 Holandês + 3/8 Gir), transformando-o em prioridade nos programas de melhoramento genético de gado leiteiro (CANAZA et al. 2014). No Brasil, esta raça possui grande aceitação, inclusive são capazes de manter um bom nível de produção em diferentes sistemas de manejo e de condições climáticas (Silva et al 2016).

Mundialmente os trabalhos relacionados à produção animal vêm demonstrando que existirá uma necessidade de substituir raças e espécies em sistemas de produção nos próximos 30 anos, devido às mudanças no ambiente e às demandas de mercado (YAHDJIAN e SALA, 2008). Portanto, a melhoria da qualidade dos rebanhos pode ser alcançada por meio do estudo de genética da paisagem, uma vez que promove o entendimento de como as características ambientais interferem na estrutura da variação genética dos animais.

A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar a relação entre aspectos genéticos, ambientais e socioeconômicos, bem como verificar os padrões espaciais da diversidade genética na raça Girolando no Brasil.

Como objetivo específico pretende-se: (a) espacializar os valores genéticos para produção de leite dos animais da raça Girolando no Brasil, (b) correlacionar as variáveis

ambientais e socioeconômicas com as características genéticas dos animais da raça Girolando e (c) avaliar a dispersão genética e geográfica dos animais no território brasileiro.

2. Material e métodos

2.1 Obtenção de dados

Neste estudo foram utilizados os valores genéticos (VG) formados a partir da combinação de características genéticas (genótipos) voltadas à expressão do fenótipo relacionadas à produção de leite, bem como a confiabilidade (confi), que é a acurácia do valor genético. A estimativa obtida é relacionada com o valor genético real dos animais, representada, em parte, pela quantidade de informação usada na estimativa e indicando, em porcentagem, a confiança que se pode ter na capacidade prevista de transmissão estimada para cada touro (De Freitas 2008).

Os valores genéticos e de confiabilidade são provenientes da Associação Brasileira dos Criadores de Girolando (ABCG), que possui registro de 46.289 animais presentes em 551 municípios do Brasil. Os dados foram georreferenciados através do Sistema de Informação Geográfica (software ArcGis 10.3), considerando um sistema de coordenadas geográficas e *datum* WGS 84.

Os dados dos marcadores moleculares de DNA foram processados no software Alleles in Space, com o objetivo de realizar diferentes procedimentos estáticos para analisar os padrões inter-individuais de variação genética e geográfica na amostra de Girolando.

Os dados ambientais e sócio econômicos foram adquiridos em diferentes fontes:

- Cobertura vegetal: média anual de 2011 do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), derivado de imagens do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) adquiridas da página da internet da NASA (2012) e processadas no software ENVI 4.7. O NDVI é determinado de acordo com a razão entre a diferença da medida da refletância nos canais do infravermelho próximo (NIR) e vermelho (RED) e a soma desses, podendo ser determinado pela equação:

$$NDVI = (NIR - \text{vermelho}) / (NIR + \text{vermelho})$$

Esse índice é sensível a clorofila e a presença da vegetação sadia e seu intervalo varia entre -1 e 1, sendo o valor 1 o de maior resposta de vegetação fotossinteticamente ativa. NDVI; Rouse et al. (1973).

- Precipitação: média dos valores de precipitação provenientes de imagens do sensor TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) dos anos 2000 a 2010, com resolução espacial de 0,25°, ou aproximadamente 27 km, adquiridas da página da internet da NASA (2012) e processadas no software Envi 4.7.
- Temperatura: média do período de 2000 a 2010 proveniente de imagens do sensor MODIS, produto MOD11, que consiste na média da temperatura de superfície mensal com resolução espacial de 1km. As imagens originais foram adquiridas no sítio da internet da NASA (2012) e foram reprojctadas no programa MODIS Reprojection Tool (MRT) com extensão geotif, projeção geográfica Lat/Long e Datum WGS 84.
- Altitude média: obtida com base em dados da missão SRTM (*Shuttle Radar TopographyMission*), que consistiu na aquisição de dados de radar de toda a superfície da terra (com exceção das latitudes extremas) com resolução de 90 metros adquiridas da página da NASA (2012) da internet.
- Umidade relativa: provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2012) são o resultado da média de um intervalo de aproximadamente 30 anos de observação de 283 estações climatológicas distribuídas ao longo de todo o território.
- Produto Interno Bruto - PIB: Adquirido da página do IBGE (2012);
- População: Número de habitantes do ano de 2010 por região adquiridos da página da internet do IBGE (2012) referentes ao censo demográfico 2000-2010
- Área municipal: Adquirido da página do IBGE (2012)
- Os dados relativos às variáveis: pastagem, terras degradadas, áreas de pesca, poços ou cisternas, homens com determinado tempo de trabalho, recursos hídricos e horticultura são resultados do censo agropecuário (2006) adquiridos na página do IBGE (2012);
- Dados de produção de leite no ano de 2014 provenientes da pesquisa pecuária municipal, adquiridos na página do IBGE (2015).
- Dados genéticos de marcadores moleculares referentes a 310 animais da raça Girolando são provenientes da Embrapa Gado de leite.
- Índice de Temperatura e Umidade - ITU: calculado a partir dos dados de temperatura e umidade por meio da seguinte fórmula:

$$ITU = T_a + (0.36 \times T_o) + 41.5$$

Onde: Ta = temperatura ambiente (°C) e To = temperatura do ponto de orvalho (°C).

2.2 Tratamento estatístico dos dados

As variáveis ambientais e socioeconômicas foram normalizadas pelo método Z-score com o objetivo de minimizar os problemas causados pelo uso de unidades diferentes considerando a seguinte formulação $f(X) = (X - \text{média}) / \sigma$ onde σ = desvio padrão.

As médias de VG e de confiabilidade foram calculadas por município utilizando como base a análise de cluster, e o método PROC FASTCLUS do programa SAS v. 9.3 (*Statistical Analysis System Institute, Cary, North Carolina*). Segundo Valentin (2000), esse método é considerado altamente eficiente e indicado para a formação de agrupamentos. Além dessa avaliação, também foi realizada uma análise de grupos dos dados empregando o método K-médias por meio da ferramenta Grouping analysis no software Arcgis 10.3. Nesse tipo de análise, o objetivo é formar grupos minimizando a variabilidade intra grupos e maximizando a variabilidade entre os grupos formados.

Estudos de variância foram realizados para determinar se existem diferenças entre clusters para características ambientais e produtivas. Também foram realizadas análises canônicas (CANDISC) e discriminantes (DISCRIM) entre os grupos com atributos distintos utilizando o SAS.

Marcadores moleculares de DNA podem aperfeiçoar os programas de melhoramento genético. Para Martinez (2002), a utilização de marcadores relacionados às características de interesse econômico auxilia na identificação do potencial genético dos animais, evitando custos com animais de baixo potencial genético. Ainda segundo Weber (2009), a estimativa de tendências genéticas em uma população permite visualizar a eficiência dos procedimentos de seleção e assegurar que a pressão de seleção seja direcionada às características de importância econômica. Além disso, auxilia na definição dos objetivos de escolha.

O software Alleles In Space (AIS) permite um estudo amplo no que se refere aos valores genéticos e à distância geográfica dos animais utilizando os dados contidos nos marcadores genéticos. A pesquisa contou com a amostra de DNA de 310 animais da raça Girolando distribuídos em 202 municípios. O teste de Mantel tem por objetivo identificar a congruência entre matrizes de similaridade e de dissimilaridade com

logaritmo na base 10 (Mantel 1967), utilizado nos estudos de SOKAL (1979), autor referência em estatística espacial e genética de populações.

O algoritmo Monmonier (1973), de diferença máxima, tem o objetivo de identificar barreiras genéticas. O método define limites genéticos delineando barreiras onde há diferenciação genética máxima entre as localidades de amostra, esse procedimento é bastante usado por facilitar visualmente a descrição dos padrões de diversidade genética, além de localizar pontualmente discontinuidades no padrão espacial das populações.

O método de Auto Correlação Espacial é utilizado para verificar a dependência espacial dos valores genéticos e das distâncias geográficas dos animais. No AIS essa apreciação pode ser realizada de duas formas, por meio do método Equal, que apresenta classes com tamanhos semelhantes, porém números diferentes de observações, e por meio do método Unequal, que apresenta classes com tamanhos diferentes, entretanto, com o mesmo número de observações em cada classe. Foram delimitados quatro grupos de análise para os dois métodos, o primeiro com cinco classes, o segundo com dez classes, o terceiro com quinze classes e o quarto com vinte classes.

3- Resultados e discussão

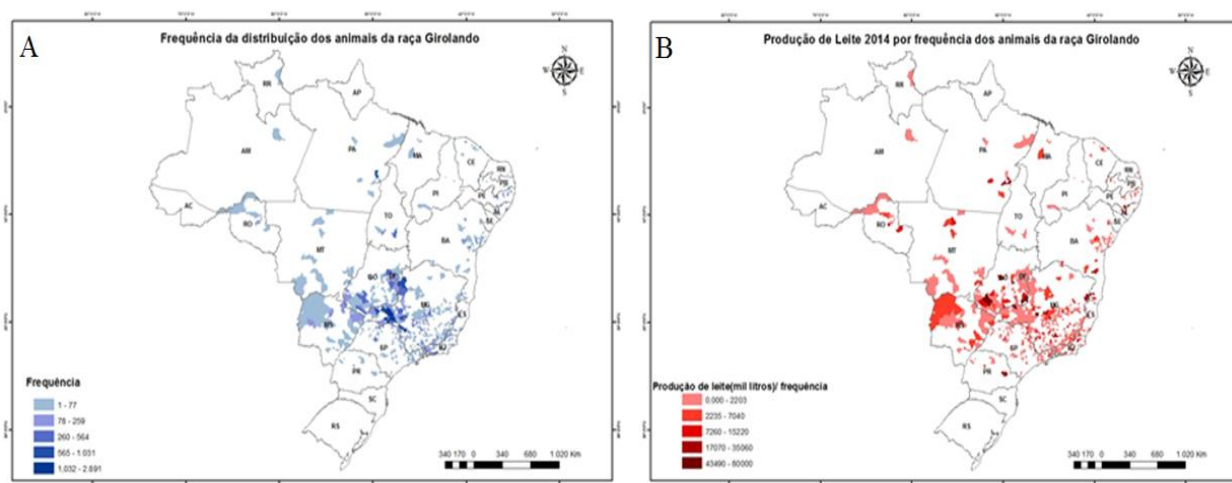


Figura 1 (A) Número de animais da raça Girolando por município no Brasil (fonte ABCG) (B) Produção de leite em 2014 por frequência de animais (fonte IBGE2014).

Para melhorar a produção nas regiões de temperatura elevada e de estiagem prolongada é necessário escolher uma raça com maior grau de aptidão (Souza e Silva, 2008). O cruzamento de raças especializadas na produção de leite, com raças zebuínas

com aptidão leiteira é uma alternativa viável para o país, como, por exemplo, a raça Girolando resultante de cruzamentos da raça Holandesa com a Gir leiteira (Canaza-Cayo et al., 2014), tendo em vista que se trata de uma raça que congrega as qualidades genéticas para produção de leite de ambas as raças, e a capacidade de tolerância ao calor da raça Gir (Cardoso et al., 2015). A raça Gir, originária de climas quentes, já tem em seu genótipo as qualidades intrínsecas para suportar temperaturas elevadas em comparação às raças europeias originárias de climas frios, como a Holandesa.

Os animais da raça Girolando estão distribuídos nas cinco regiões brasileiras, possuindo os rebanhos mais numerosos nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, como demonstrado na Figura 1. Essas regiões apresentam menor custo com logística dos insumos utilizados na alimentação dos animais e mão de obra mais barata. Segundo Zoccal (2016), o expressivo crescimento da produção de leite nas regiões Sudeste e Centro Oeste é decorrente do menor custo de produção, em razão do menor preço de alguns insumos e da prioridade ao pasto como alimento volumoso do rebanho.

A Figura 1 evidencia que a produção de leite não está somente relacionada à quantidade de animais por rebanho, já que é possível verificar que municípios com baixa frequência apresentaram uma produção expressiva de leite no ano de 2014. Os ganhos de produtividade por animal derivam da adoção de tecnologias que melhoram a eficiência e o uso dos fatores de produção, o aprimoramento das raças, bem como das técnicas de manejo (EMBRAPA, 2007). É importante ressaltar, ainda, que os animais da raça Girolando são capazes de manter bom nível de produção em diferentes sistemas de manejo (ABCG, 2012).

3.1 Análises de Grupos.

3.1.1 Análise de agrupamento, utilizando o método PROC FASTCLUS

Os agrupamentos por valores genéticos resultaram em três clusters para produção de leite e cinco para confiabilidade (Tabela 1). A confiabilidade dos clusters de alto valor genético para característica da produção de leite foi significativamente maior que a confiabilidade dos clusters adjacentes. A correlação apresentada entre os clusters de valor genético e confiabilidade são indicativos de que os animais com maior produção de leite possuem mais informação genética no pedigree, expressando alta confiabilidade. Desta forma, as vacas que apresentam essas características tendem a ficar mais tempo no rebanho.

Os clusters formados pela confiabilidade apresentam correlação com o valor genético, assim os animais de maior produção de leite possuem mais informação genética no pedigree, apresentando alta confiabilidade. Quando os clusters foram divididos a partir do valor genético, o coeficiente de correlação foi $r=85\%$; por outro lado, quando a principal variável para divisão dos clusters foi a confiabilidade, o valor do coeficiente foi de $r=65\%$. Logo, o resultado foi mais significativo quando a variável foi o valor genético porque a seleção dos animais foi realizada utilizando essa característica como fator determinante.

Tabela 1 - Clusters e médias de confiabilidade e valor genético.

Cluster	Clusters formados por Valor Genético - VG		Clusters formados por Confiabilidade	
	Média VG	Média Confiabilidade	Média Confiabilidade	Média VG
Baixo (B)	-405,23 ^c	68,66 ^b	50,97 ^e	24,89 ^{ab}
Baixo Médio (BM)			62,16 ^d	6,78 ^b
Médio (M)	37,10 ^b	69,67 ^b	68,69 ^c	48,84 ^{ab}
Médio Alto (MA)			76,32 ^b	103,26 ^a
Alto (A)	446,56 ^a	74,13 ^a	86,21 ^a	219,42 ^a

Médias seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P<0.05$).

Em termos de confiabilidade, os clusters de baixo e baixo médio apresentam melhores classificações comparadas com os outros. O cluster de médio valor genético foi o melhor classificado, todavia, nenhum cluster apresentou mais de 75% das observações corretamente classificado no cluster de origem o que gerou uma grande sobreposição com os clusters adjacentes.

Essa tendência na classificação dos clusters pode estar relacionada ao número de informações presentes em cada animal e ao nível de compartilhamento de genes dos animais.

Tabela 2. Porcentagem de animais classificados corretamente nos clusters de valor genético e confiabilidade.

Para o cluster	Dentro do Cluster							
	Valor Genético			Confiabilidade				
	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio Baixo	Médio	Médio Alto	Alto
Baixo (B)	40,00	60,00	0,00	62,50	12,50	12,50	12,50	0,00
Baixo Médio(BM)				2,11	55,79	21,05	21,05	0,00
Médio (M)	9,42	73,45	17,13	0,39	16,14	53,94	27,17	2,36

Médio Alto (MA)				1,16	16,18	30,06	52,02	0,58
Alto (A)	7,41	42,59	50,00	0,00	0,00	9,09	36,36	54,55

Verneque et al. (2011) afirmaram que, nos últimos anos, a raça Girolando foi a que apresentou maior crescimento na quantidade de sêmen comercializada no Brasil, demonstrando o grande interesse do mercado pela utilização desses animais. A expansão da raça Girolando tem como consequência utilização de animais que expressam um valor genético médio (Figura 3).

A não linearidade da resposta de alguns genótipos, quanto à mudança de ambiente, pode resultar na existência de fenótipos distintos como produtos desta interação com o ambiente, apresentando como resultado animais que expressam com mais frequência um valor genético médio. Este resultado pode estar relacionado à uma seleção pouco efetiva ou do acasalamento dos animais fora do programa de seleção.

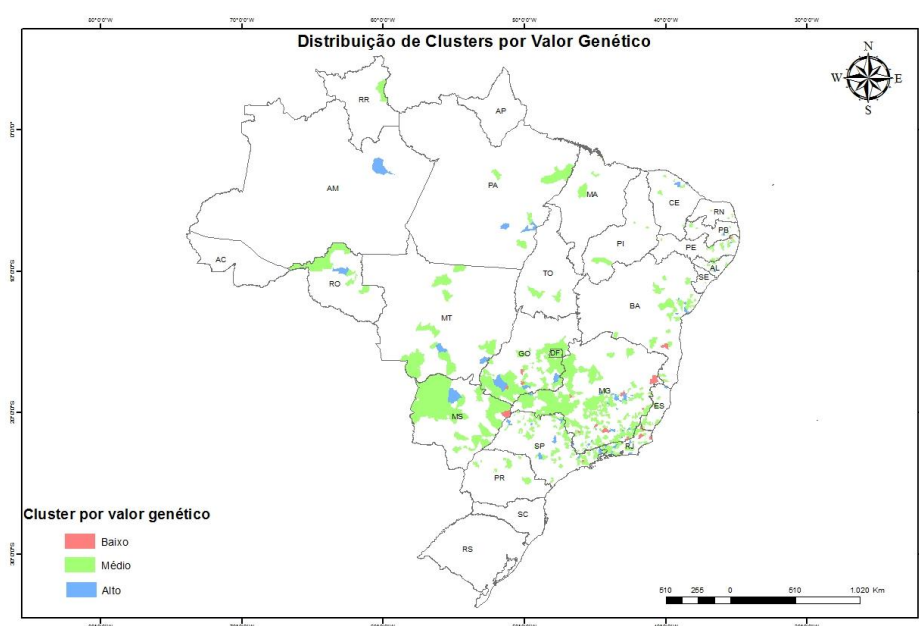


Figura 2-Espacialização de clusters por valor genético dos animais da raça Girolando.

Os clusters relacionados à confiabilidade do valor genético dos animais da raça Girolando expressam uma confiabilidade média ou média alta para os animais com maior produção, concentrados nos estados de Minas Gerais e de Goiás que são berços da raça (Figura 3). Esse fator pode estar relacionado ao maior número de animais com mais conexões genéticas entre eles, aumentando assim, a confiabilidade o que permite ao produtor realizar melhores cruzamentos. Com o aprimoramento do cruzamento os

produtores poderão usufruir do sêmen de touros Girolando, com alta capacidade de produzir leite em diversas condições de pasto (Freitas et al 2002)

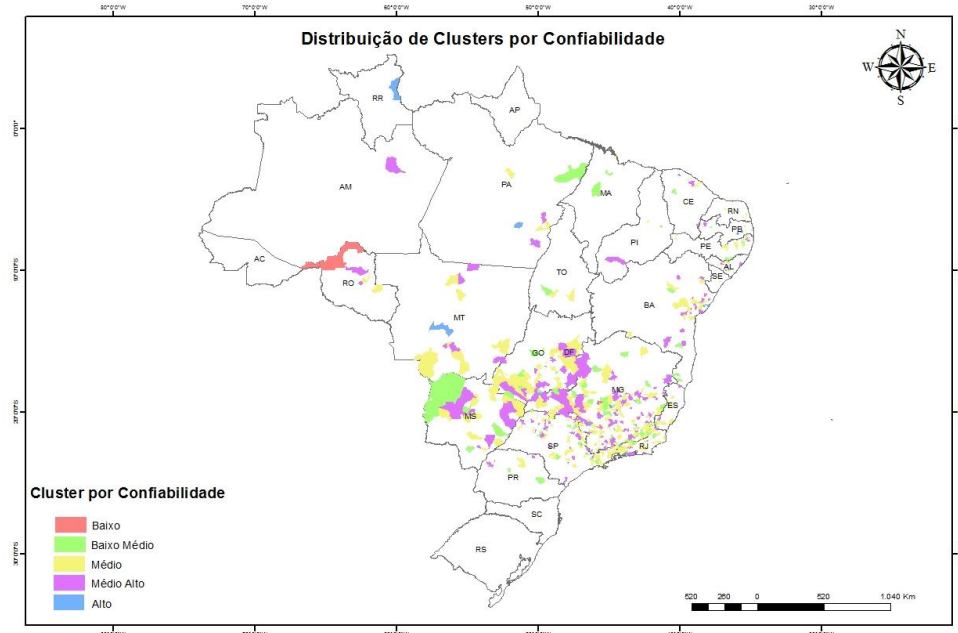


Figura 3. Espacialização de clusters por confiabilidade dos animais da raça Girolando.

3.1.2 Método K-médias

O método K-médias (Tabela 3) confirmou que os animais da raça Girolando de maior valor genético apresentam maior confiabilidade e estão concentrados nas regiões Centro-Oeste e Sudeste (Figura 5), assim como os resultados da análise de variância (Tabela 3). No estudo de confiabilidade, observa-se que a média dos valores genéticos ficou dispersa nos grupos, sendo mais significativa nos animais com alta e média confiabilidade (tabela 3).

Tabela 3-Clusters e médias de confiabilidade e valor genético através do método K-médias.

Cluster	Valor de Clusters através do método K-médias			
	Clusters formados por Valor Genético		Clusters formados por confiabilidade	
	Média VG	Média Confiabilidade	Média Confiabilidade	Média VG
Baixo (B)	44,87 ^a	69,66 ^a	1,64 ^a	67,00 ^a
Baixo Médio (BM)			21,45 ^b	75,15 ^b
Médio (M)	68,57 ^b	69,27 ^a	23,62 ^b	65,92 ^a
Médio Alto (MA)			55,67 ^c	68,72 ^a
Alto(A)	70,95 ^b	70,37 ^a	259,06 ^d	76,03 ^b

Médias seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0.05).

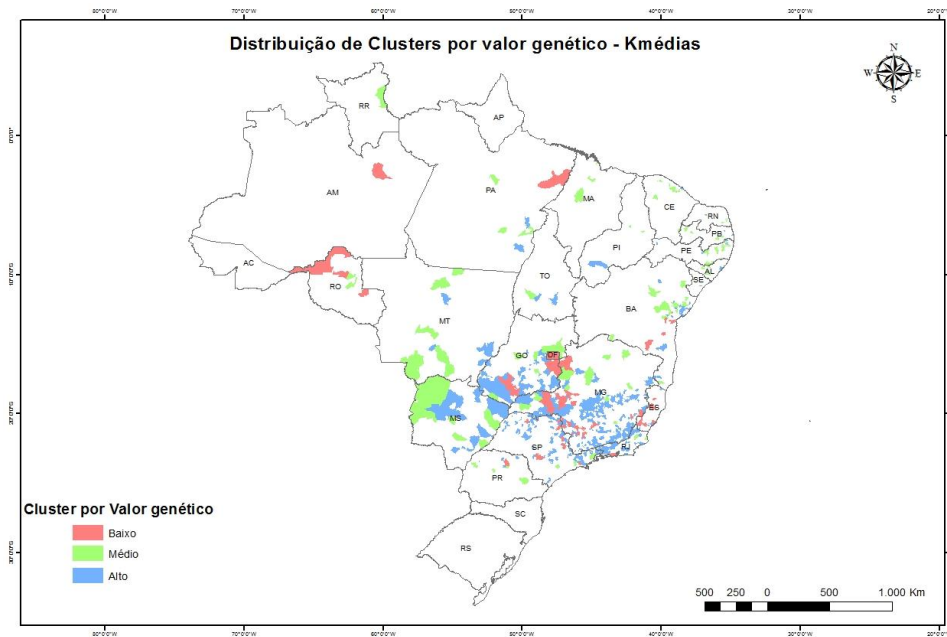


Figura 4-Espacialização do valor genético dos animais da raça Girolando por meio do método K-médias.

O cluster baixo médio apresentou os valores genéticos mais baixos da análise, concentrando-se na região Nordeste e em alguns municípios da região Centro-Oeste. Nota-se, conforme ilustrado na Figura 5, baixa confiabilidade na região do Pantanal, o que pode representar condições ambientais que dificultam o desempenho dos animais inseridos nessa região (Abreu *et al.*, 2010). Este resultado pode estar relacionado ainda a problemas na acurácia do valor genético que não representa o potencial genético dos animais nessa região.

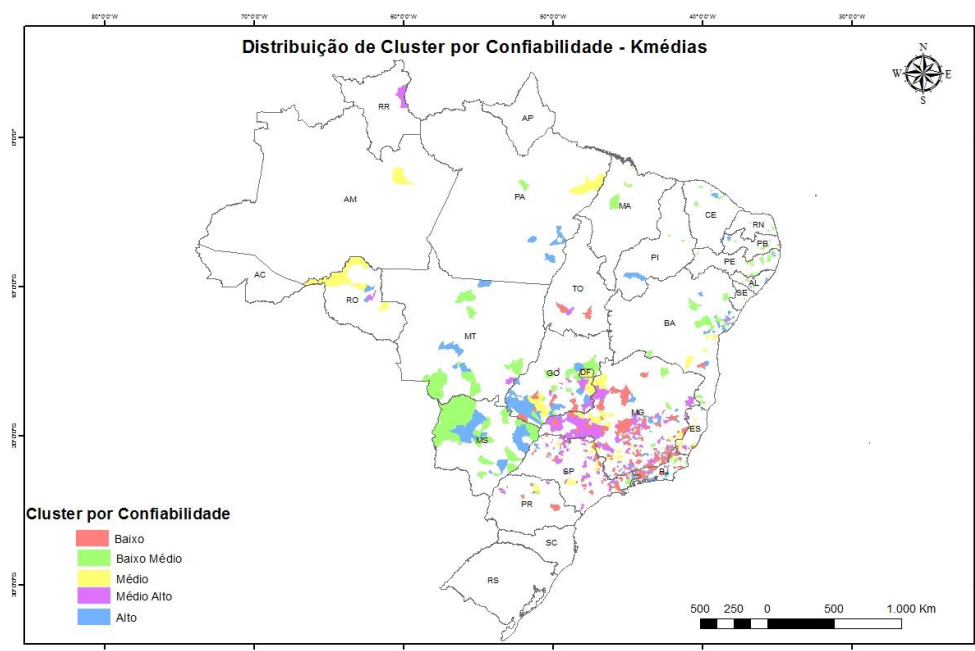


Figura 5-Espacialização da confiabilidade dos animais da raça Girolando por meio do método K-médias.

O efeito do ambiente e dos fatores socioeconômicos nas atividades de criação pode variar conforme a região geográfica ou o contexto político no qual a região está inserida. Algumas metodologias de estatística têm sido empregadas a fim de compreender melhor esse tipo de interferência, por permitirem a verificação das relações entre as variáveis e a contribuição de cada uma nas variações existentes (MINGOTI, 2005; ORAVCOVA *et al.*, 2005). O Brasil apresenta uma grande extensão territorial e diferentes altitudes do relevo, que ocasionam diferenças térmicas e pluviométricas em todas as regiões brasileiras (Neto, 2005).

3.1.3 Análise de correlação

Observa-se que os clusters com maior VG para produção de leite estão localizados em municípios com as seguintes características: menor PIB, menor número de estabelecimentos de agricultura familiar, menor IDHm, e menor número de homens trabalhando, num intervalo entre 5 e 10 anos contínuos ou não (Tabela 4). Os agrupamentos de maior valor genético são encontrados em regiões com maior área de lavoura (incluindo permanente), menor área de pastagem, menor área degradada, em fazendas com menor área, maior umidade relativa-RH, menor temperatura máxima em janeiro, menor amplitude de temperatura, menores valores de NDVI, com água proveniente de poços comuns, ao invés de lagoas e poços artesianos, e com maior quantidade de nascentes protegidos por mata.

Conforme pode ser verificado no resultado da análise de cluster vários fatores interferem na produção animal, como, por exemplo, o fator climático, que é um dos principais agentes de modificação, podendo ser expresso por oscilações na incidência solar e na variação dos índices pluviométricos. (GUSEWELL et al., 2005; TITTONELL et al., 2008; MACHADO et al., 2010).

A amplitude da temperatura é a diferença entre as temperaturas máximas e mínimas. Os animais de maior valor genético estão situados em regiões com menor amplitude térmica e maior umidade relativa.

Tabela 4- Características significativas ($p < 0,001$) de separação dos clusters a partir do valor genético em bovinos da raça Girolando.

Característica	Cluster		
	Baixa	Média	Alta
Produto interno bruto	802187 ^b	3826537 ^a	753532 ^b
Estabelecimentos com agricultura familiar	10214 ^b	13553 ^a	8283 ^c
Índice de desenvolvimento humano municipal	0,739 ^a	0,742 ^a	0,706 ^b
Homens de 5 a menos de 10 de trabalho.	151,82 ^b	146,49 ^b	140,75 ^a
Lavoura por área	2702,9 ^a	2902,9 ^a	6547,6 ^b
Pastagem permanente por área	79,45 ^b	98,79 ^a	49,25 ^c
Lavoura permanente	3135,0 ^a	1337,4 ^b	1882,4 ^b
Terra degradada por área	135,56 ^b	270,63 ^a	114,85 ^b
Área	1337,4 ^b	925,9 ^{ab}	796,6 ^a
Pesca por área	1,959 ^b	0,365 ^b	58,461 ^a
Horticultura e floricultura	43438,4 ^c	5530,6 ^b	6886,4 ^a
Umidade relativa	72,37 ^{ab}	71,96 ^a	73,89 ^b
Temperatura máxima de janeiro	28,95 ^{ab}	29,17 ^a	28,82 ^b
Amplitude da temperatura	8,18 ^b	8,00 ^b	7,73 ^a
NDVI	0,590 ^a	0,591 ^a	0,586 ^b
Lagoas protegidas por mata	81,69 ^b	104,46 ^a	56,60 ^c
Recursos hídricos poços comuns	184,77 ^a	201,84 ^a	342,80 ^b
Aquicultura por área	133,69 ^b	416,67 ^c	63,95 ^a
Poços artesianos ou cisternas	79,45 ^b	98,79 ^a	49,25 ^c
Nascentes protegidas por mata	75,89 ^a	83,19 ^a	145,95 ^b

Médias seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

Alguns resultados apresentados na tabela 4 estão de acordo com Costa *et al* (2014), já pois mostraram que os maiores valores genéticos para produção de leite nos

animais da raça holandesa encontram-se em regiões com mais altos nos animais da raça Holandesa encontrados em regiões com maior umidade e temperaturas mais amenas.

O uso de geotecnologias para acompanhamento da agricultura permite um monitoramento do desenvolvimento das culturas em diferentes períodos, de acordo com Rizzi e Rudorff, (2007). A dinâmica espectro-temporal das culturas agrícolas tem sido monitorada por meio da aplicação multitemporal de índices de vegetação. A produção agrícola foi um fator importante na distribuição dos animais da raça Girolando, pois é possível associar que os animais estão inseridos em locais com produções de lavoura permanente e ou temporária.

O menor custo com transporte e mão de obra mais barata na integração lavoura pecuária ajuda a diminuir os custos das atividades, gerando ganho em produtividade, tanto das lavouras quanto das pastagens (ALVARENGA, 2004). Estudos recentes demonstram que a utilização dos subprodutos de diversas lavouras pode ser utilizada na alimentação animal com um ganho expressivo na produção de leite. (ABDALLA *et al* 2007; RODRIGUEZ *et al* 2013; KLUTHCOUSKI11 *et al* 2006.)

Os valores genéticos mais altos ocorrem em áreas com baixos valores de NDVI, em razão da perda de vegetação fotossinteticamente ativa nas etapas de colheita e de preparo do solo para um novo plantio. Essa constatação é corroborada por Adami (2010) demonstrando que, nesse período da entressafra, o solo permanece exposto e ocorre uma redução do valor de NDVI.

O Censo Agropecuário do IBGE definiu o termo agricultura familiar, conforme a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, em que a gestão da unidade produtiva e os investimentos são realizados por indivíduos com laços sanguíneos ou de casamento, o trabalho e a propriedade dos meios de produção pertencem a família.

Ainda de acordo com o Censo Agropecuário de 2006, a agricultura familiar ocupa uma área de 24,3% dos estabelecimentos destinados à agricultura. Esse dado confirma que a estrutura agrária no país ainda é concentrada em estabelecimentos não familiares (IBGE 2006). Na agricultura familiar, de modo geral, os produtores apresentam baixo nível de escolaridade e diversificam as atividades para aproveitar as potencialidades da propriedade e aumentar a renda (Zoccal *et al* 2005).

Como a agricultura familiar tende a associar diversas áreas de produção, os estabelecimentos apresentam a criação de animais com o valor genético médio e baixo e maiores áreas destinadas à pastagem permanente. Segundo Batalha (2005), mesmo sendo responsáveis por grande parte da oferta de leite no mercado interno, os pequenos

produtores não dispõem de conhecimentos e de tecnologias que permitam o seu desenvolvimento. Para mudar esse quadro, há necessidade de transferir tecnologias e conhecimentos aos produtores e aos extensionistas que sejam adequadas às circunstâncias de escassez de capital e às adversidades físico-produtivas das propriedades.

TKAEZ et al. (2004) expressa que as propriedades com maior produção leiteira frequentemente produzem leite de melhor qualidade, quando comparadas àquelas com menor produção. Esse resultado corrobora os dados apresentados na tabela 4, em que os animais de maior valor genético estão menos relacionados à agricultura familiar, geralmente, desenvolvida em pequenas e médias propriedades. (Melhorar a discursão)

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e utiliza três indicadores para mensurá-lo: longevidade, educação e renda.

Os animais de maior valor genético estão localizados em municípios que apresentam o menor IDHM (Tabela 4), onde os custos de mão de obra tendem a ser mais baixos, em razão do nível de desenvolvimento do município. Segundo LOPES et al. (2001), a análise de rentabilidade de um sistema de produção de leite é responsável por 25,81% do total das despesas operacionais efetivas.

A mão de obra utilizada na criação dos animais com maior valor genético tende a ser mais especializada com maior tempo de trabalho, ao contrário dos animais de baixo valor genético que são associados a homens com tempo de trabalho entre 5 a 10 anos. Este fator pode estar relacionado a pouca experiência desses produtores.

Os animais de alto valor genético estão concentrados em regiões com menores áreas e terras degradadas, assim como, menor pastagem permanente por área. Ainda de acordo com Matos (2002), o produtor que busca mais de eficiência produtiva, deve fazê-lo com a formação e o manejo de pastagens produtivas. O objetivo é buscar maior eficiência nas terras que apresentam menos solos degradados a fim de evitar a perda de pastos, além de alternar a pastagem.

Os animais de menor valor genético estão associados às áreas de pastagem permanente por área e lavoura permanente. Essa flexibilização do sistema de produção leiteira está relacionada à diminuição dos custos de produção Deresz (2001).

Atualmente, nota-se certa tendência para produção de leite a pasto, visando a redução dos custos de produção devido, principalmente, ao elevado preço do

concentrado principalmente para animais de baixa e média produção. Já para os animais de alta produção o concentrado é essencial para alcançar altos índices produtivos.

Ao analisar os recursos hídricos, nota-se que os animais de maior valor genético estão situados em regiões com mais recursos hídricos de poços comuns, mais nascentes protegidas por matas e menos poços ou cisternas, aquicultura por área e lagoas protegidas por matas. O estudo de Cerqueira *et al* (2006) apresentou resultados insatisfatórios para 80,17% das amostras dos recursos hídricos, originadas de poço artesiano, mina, cisterna e riacho, nas propriedades que produzem leite nas regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Os recursos hídricos, que estão relacionados aos animais de maior valor genético, podem apresentar melhores condições ambientais e nutricionais, já que a origem está associada às nascentes protegidas por matas e poços comuns. As propriedades que possuíam poço ou rede apresentaram valores satisfatórios com cerca de 50% da água considerada potável e de boa qualidade (Cerqueira *et al* 2006).

No meio acadêmico não existe um número grande de estudos relacionando a qualidade da água na pecuária ou os modos de obtenção dos recursos hídricos. De acordo com Amaral *et al* (2004), a água utilizada em propriedades leiteiras pode ser veículo de microrganismos patogênicos para o leite e para a glândula mamária.

A criação dos bovinos da raça Girolando é feita por meio de um sistema diferente dos animais da raça Holandesa. Que se desenvolve nas regiões Sul e Sudeste com diversos fatores afetando a produção, principalmente, fatores relacionados às características de temperatura e de altitude (Costa *et al* 2014). A seleção dos animais é um fator importante já que a raça está em constante desenvolvimento. De acordo com Facó *et al.* (2005), o baixo desempenho de alguns animais é esperado em uma raça em construção e demonstra a necessidade de um rigoroso e bem conduzido processo seletivo durante a formação.

Os padrões para separação dos clusters utilizando a característica confiabilidade (tabela 5) não são expressos de forma clara, mas apresentam uma tendência para alta confiabilidade em regiões com mais recursos hídricos, áreas de nascente, assim como, o valor genético apresentado na tabela anterior, aliado às áreas de lavoras, produção de mudas e sementes e menores altitudes médias, visa maior conforto térmico para o animal.

Tabela 5- Características dos clusters separação a partir da confiabilidade em bovinos da raça Girolando.

Característica	Baixo	Baixo Médio	Médio	Médio Alto	Alto
Lavoura por área	9314 ^b	2753 ^a	2687 ^a	3030 ^a	2887 ^a
Pesca por área	145.40 ^a	1.54 ^b	1,90 ^b	1.35 ^b	0.38 ^b
Produção de mudas e sementes por área	0.87 ^b	29.60 ^b	64.27 ^b	81.43 ^b	9883.53 ^a
Recurso hídrico	74.6 ^b	71.9 ^a	72.3 ^a	71.8 ^a	74.0 ^b
Poços artesianos	51.4 ^a	64.4 ^a	82.9 ^b	92.8 ^b	54.7 ^a
Horticultura e floricultura por área	10339 ^a	3537 ^b	4549 ^b	5438 ^b	3647 ^b
Altitude média	449.4 ^c	534 ^b	571.8 ^a	574.6 ^a	426.2 ^c
Nascentes sem proteção de matas	41.00 ^a	107.9 ^b	90.28 ^b	67.63 ^a	57.27 ^a

Médias seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0.05).

3.1.4 Análise Canônica

A análise canônica das distâncias dos animais da raça Girolando para valor genético, utilizando-se variáveis socioeconômicas e ambientais (figura 7) demonstram que o cluster de alto valor genético está associado a baixo índice de temperatura e umidade e alto valor de umidade relativa, características da paisagem que propicia maior conforto térmico para o animal. Os clusters médio e baixo estão associados às diversas características com valores próximos. Aquelas que obtiveram mais destaque na separação do cluster baixo foram: a pecuária e a criação de outros animais. No cluster médio, a característica de utilização de área por estabelecimento se destaca com um alto valor.

Quando a análise canônica foi realizada utilizando os valores de confiabilidade e as variáveis ambientais e socioeconômicas, (figura 8), nota-se que a maioria das variáveis estão próximas, assim como os clusters, de um modo geral. Os clusters médio e médio alto estão associados às características de precipitação, áreas de pesca e temperatura no mês de maio. O cluster baixo médio está associado aos baixos índices de temperatura e de umidade - ITU, fatores relacionados à temperatura e à utilização da área.

Da mesma forma, o cluster de baixo está associado ao tempo de trabalho do homem na lavoura e à baixa receita dos animais por estabelecimento. Os animais de baixa confiabilidade apresentam menor qualidade genética, o que tende a diminuir a produção de leite, ocasionando uma renda mais baixa por estabelecimento. As

distâncias apresentadas por meio da análise canônica corroboram os resultados apresentados (tabela 5).

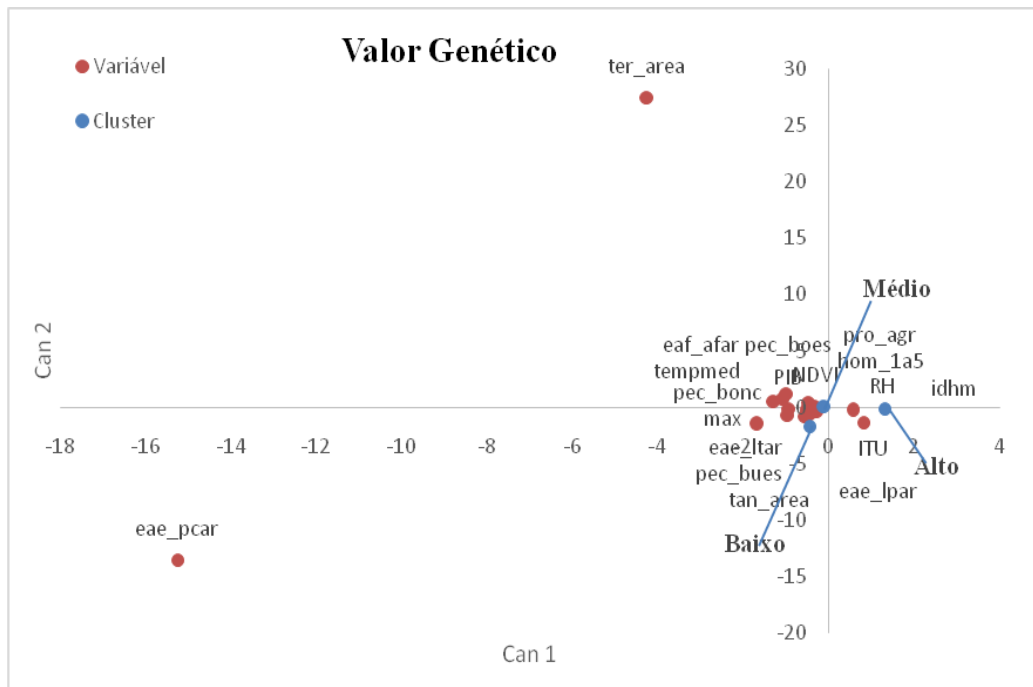


Figura 6- Análise canônica dos valores genéticos. Significado das siglas apresentadas está disponível no Anexo I.

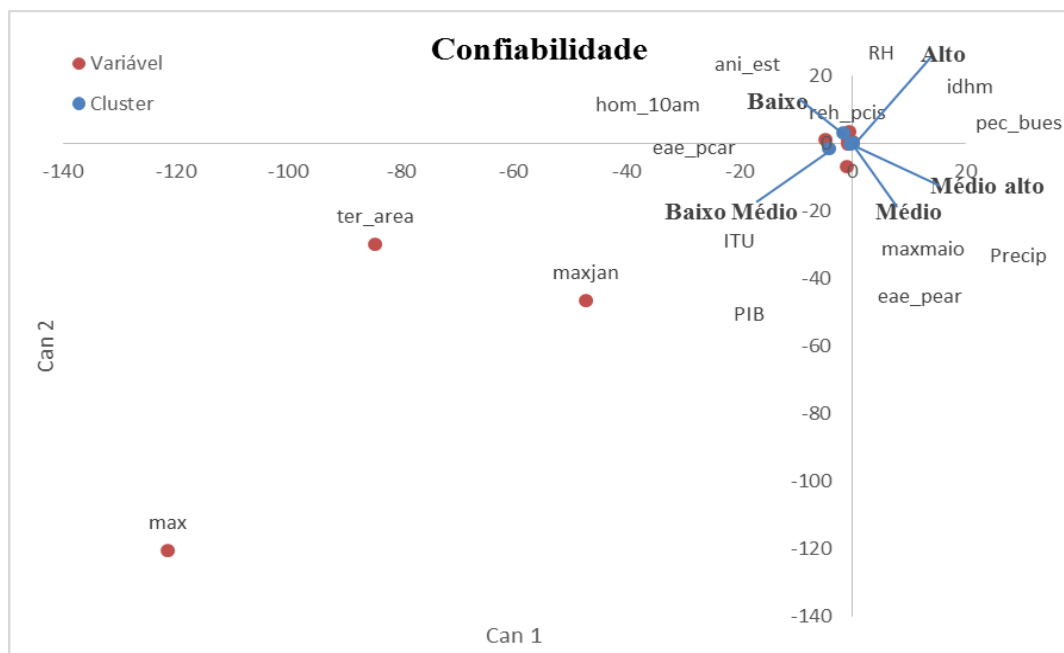


Figura 7- Análise canônica de confiabilidade. O significado das siglas apresentadas está disponível no Anexo I.

Os estudos das características socioeconômicas e ambientais por meio das estatísticas espaciais foram importantes para determinar as principais características que interferem no valor genético e na confiabilidade dos animais da raça Girolando. O método de análise das principais componentes apresentou, de forma mais detalhada, as características ambientais e socioeconômicas, o que permite uma apreciação mais minuciosa da região onde os animais estão inseridos.

O método K-means apresentou características semelhantes ao método anterior como recursos hídricos, associação com lavoura, associação com outras atividades do setor primário, porém com um menor grau de detalhamento. Segundo Epperson et al. (2010), as tecnologias computacionais podem ser utilizadas para auxiliar os estudos de genética de paisagens, podendo ser uma importante ferramenta de decisão para auxiliar diversas produções.

3.2 Análise genética

Os dados genéticos dos animais da raça Girolando foram coletados em 202 municípios brasileiros (Figura 8). As informações do DNA animal foram obtidas por meio de marcadores do tipo SNPs. Segundo Caetano (2009), eles possuem como parâmetro as alterações em bases únicas da cadeia de bases nitrogenadas (Adenina, Citosina, Timina e Guanina).

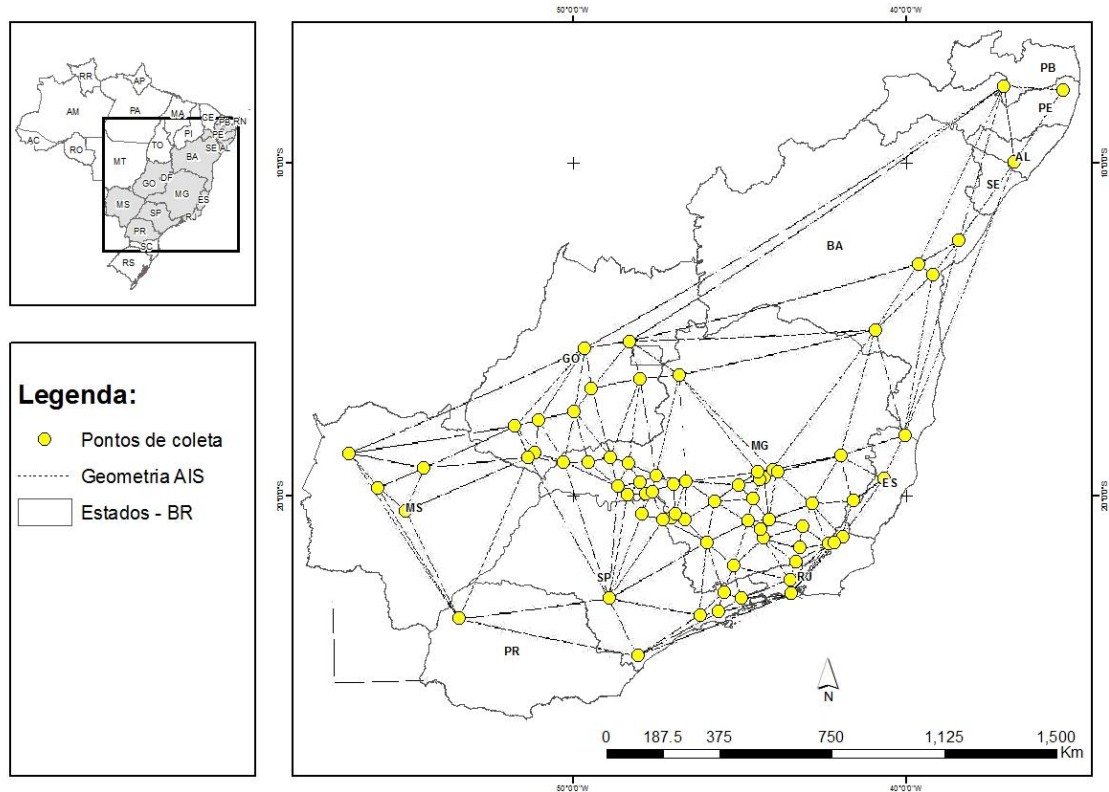


Figura 8- Mapa de localização dos pontos de coleta de DNA de animais da raça Girolando.

3.2.1 Análise de Mantel

O teste de Mantel foi realizado com objetivo de identificar a correlação entre as distâncias genéticas e geográficas dos animais usando as informações do DNA obtidos por meio dos marcadores SNPs. A correspondência foi de $r=0.914$, mostrando elevado encadeamento entre as distâncias genéticas e geográficas ($P=0.009$). O teste demonstrou um resultado diretamente proporcional (Figura 9), já que quanto maior a distância genéticas maior será a distância geográfica entre os animais. O conhecimento da diversidade genética é fundamental para realização da seleção e melhoramento dos animais (VILLANUEVA et al., 2010).

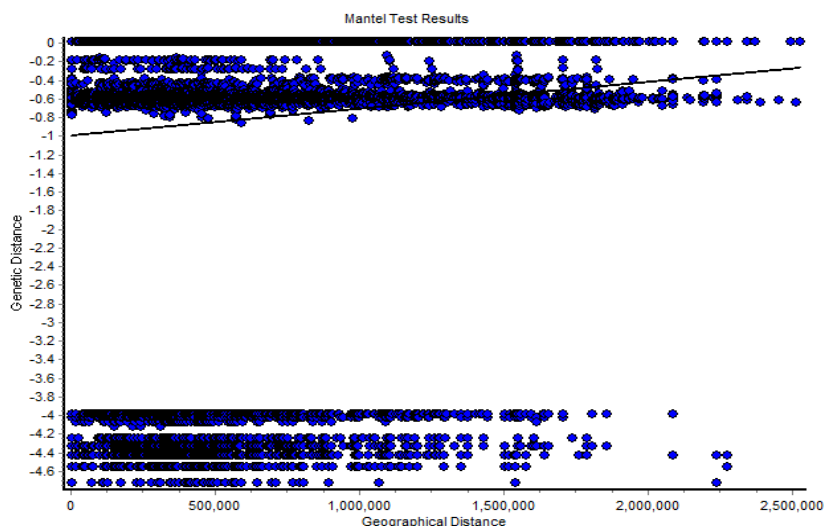


Figura 9- Gráfico da distância genética e log da distância geográfica pelo método de Mantel.

3.2.2 Spatial Autocorrelation analysis (Unequal)

Para analisar os dados a partir da autocorrelação espacial no método Unequal foram gerados quatro grupos que variavam de cinco a vinte classes. Com cinco classes, foram verificadas, em média, 9579 combinações possíveis por grupo de animais e a partir de 372 km, observou-se uma diferença genética significativa com valor de $p=0$.

Dez classes apresentaram em média 471 combinações com a melhor classificação para distância genética significativa a partir de 372 km ($P=0.03$). Quinze classes apresentaram uma média de 3100 combinações e a partir de 372 km os grupos apresentam distâncias genéticas significativas ($P=0.01$). Vinte classes apresentaram, em média, 2460 combinações entre os grupos de animais e a partir de 372 km os grupos apresentam distâncias genéticas significativas.

Na figura 10, é possível verificar diferentes níveis de interação genética nos valores até 500 km, após essa distância, os valores genéticos dos animais aparecem mais espaçados, demonstrando maior diferença genética.

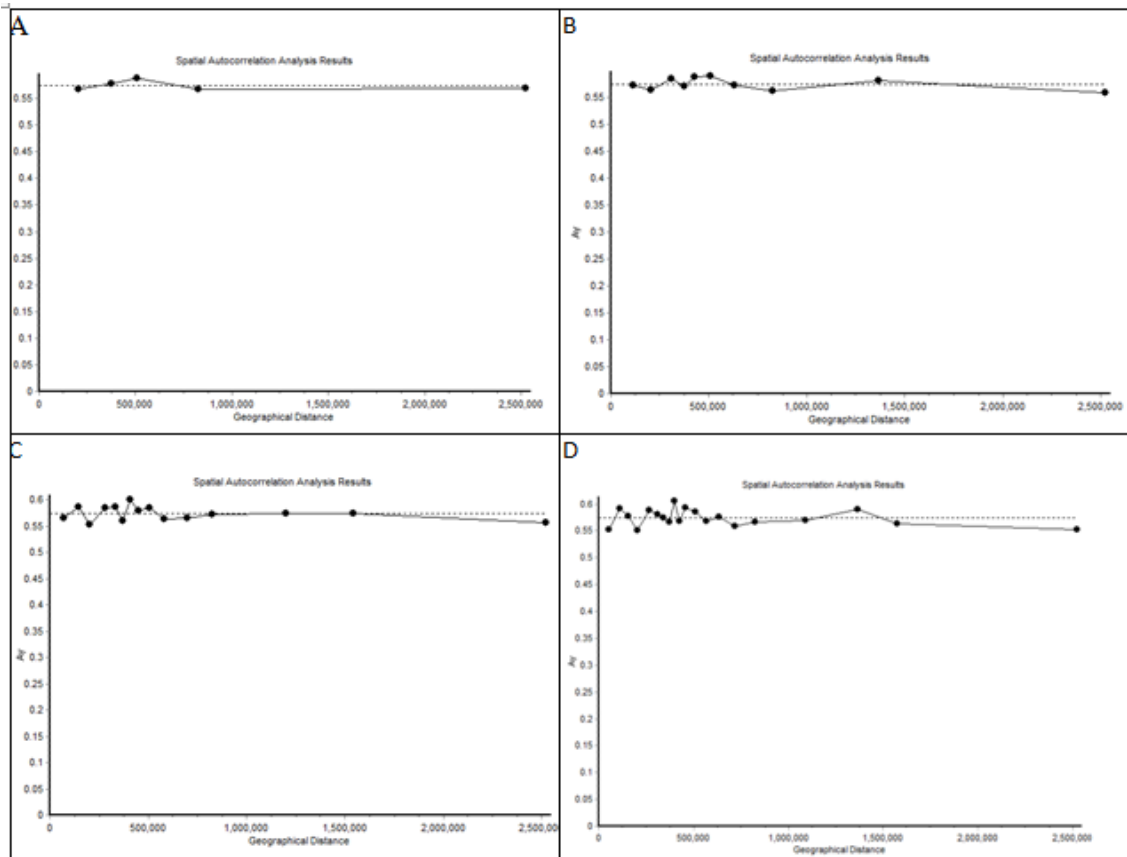


Figura 10-Spatial Autocorrelation analysis pelo método Unequal. Gráfico (A) cinco classes, (B) dez classes, (C) quinze classes e (D) vinte classes.

3.2.3 Spatial Autocorrelation analysis (Equal)

Para analisar os dados a partir da autocorrelação espacial no método Equal foram geradas quatro situações representadas na (figura 11) com intervalos semelhantes e número de observações diferentes. A primeira divisão com cinco classes apresentou a melhor classificação entre 0 até 504 km com número de combinações de 28203 ($P=0.03$). Com dez classes a distância varia a partir de 252 km até 504 km com número de combinações de 16716 ($P=0.03$). Com quinze classes, a distância varia de 336 km até 504 km com número de combinações de 11822 ($P=0.05$). Já com vinte classes, os valores variam de 378 km até 504 km com número de combinações de 8775 ($P=0.01$). Importante perceber que até 504 km, independentemente do número de observações por classes, os resultados foram mais satisfatórios.

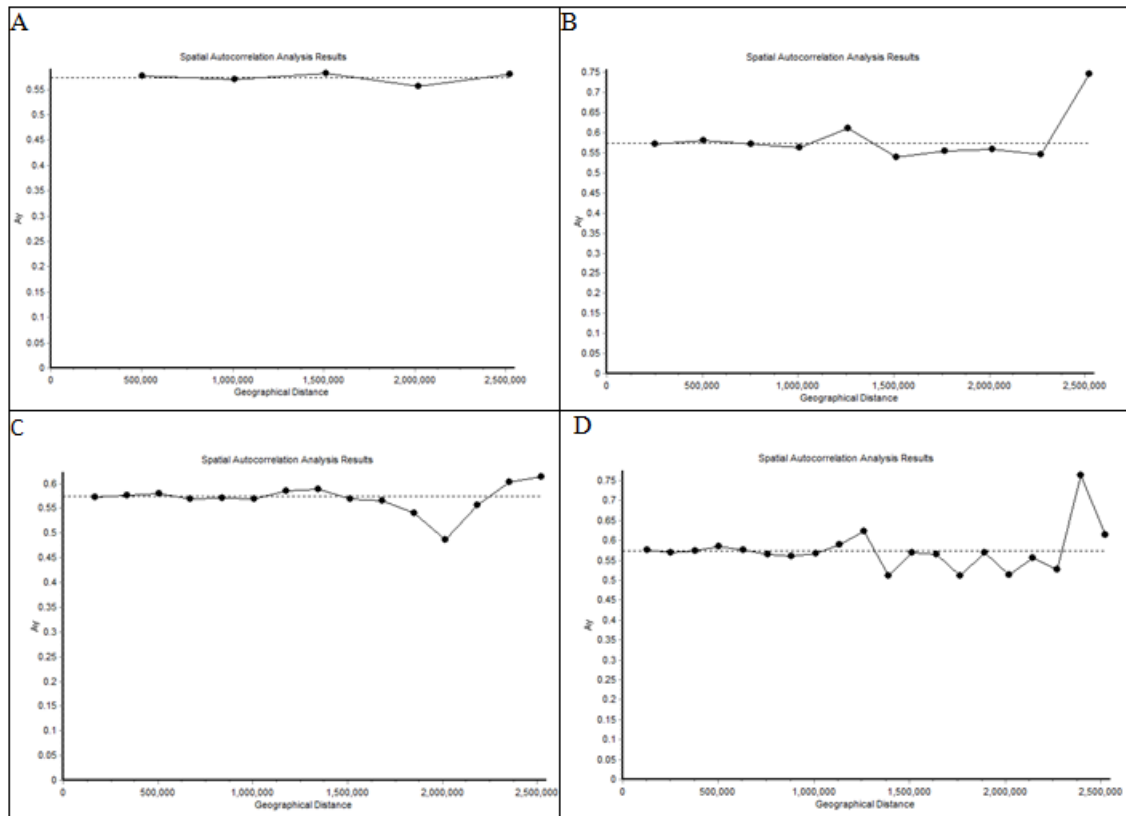


Figura 11-Spatial Autocorrelation analysis pelo método Equal. Gráfico (A) cinco classes, (B) dez classes, (C) quinze classes e (D) vinte classes.

As análises de autocorrelação realizadas utilizando dois métodos distintos, Equal e Unequal, foram importantes para descrever os padrões geográficos de variação genética nos bovinos da raça Girolando. Os padrões espaciais apresentados nos resultados demonstram que para grupos de análises com mesmo número de classes no método Equal size, a partir de 372 km de distância, os animais apresentam valores genéticos significativamente diferentes. Ao analisar os gráficos (figura 10), pode-se notar uma variabilidade mais acentuada no valor genético dos grupos de animais até 500 km.

Quando analisado os mesmos grupos com número de observações distintas pode-se notar que, até 504 km de distâncias, os níveis genéticos não apresentam uma diferença significativa, porém, após esse valor, as análises com mais de dez classes apresentaram uma diferença genética significativa. Segundo Egito (2007), os dados genéticos mostram que as raças crioulas brasileiras constituem um importante reservatório da diversidade genética dos bovinos, que pode ser utilizada para melhoramento.

A diferença em pequenas distâncias pode ser causada pelo uso de reprodutores em monta natural, aumentando a diferença de acordo com a distância. Isso pode ocorrer pelo fato da raça ainda está em formação com alta heterogeneidade entre rebanhos e pelo desafio ambiental enfrentado por animais em regiões distintas.

3.2.4 Interpolação da Genetic Landscape Shape

As figuras 12a, 12b e 12c apresentam uma superfície em três dimensões sob três ângulos diferentes; os eixos X e Y representam a localização geográfica e, o valor Z representa as distâncias genéticas entre os grupos de animais. O gráfico aponta o padrão de distribuição dos animais da raça Girolando, os picos ascendentes demonstram áreas com grande descontinuidade genética entre os animais e os picos descendentes apresentam alta similaridade genética entre os animais. A representação da geometria gerada através dos pontos médios das distâncias genéticas dos animais está representada por meio da (figura 9).

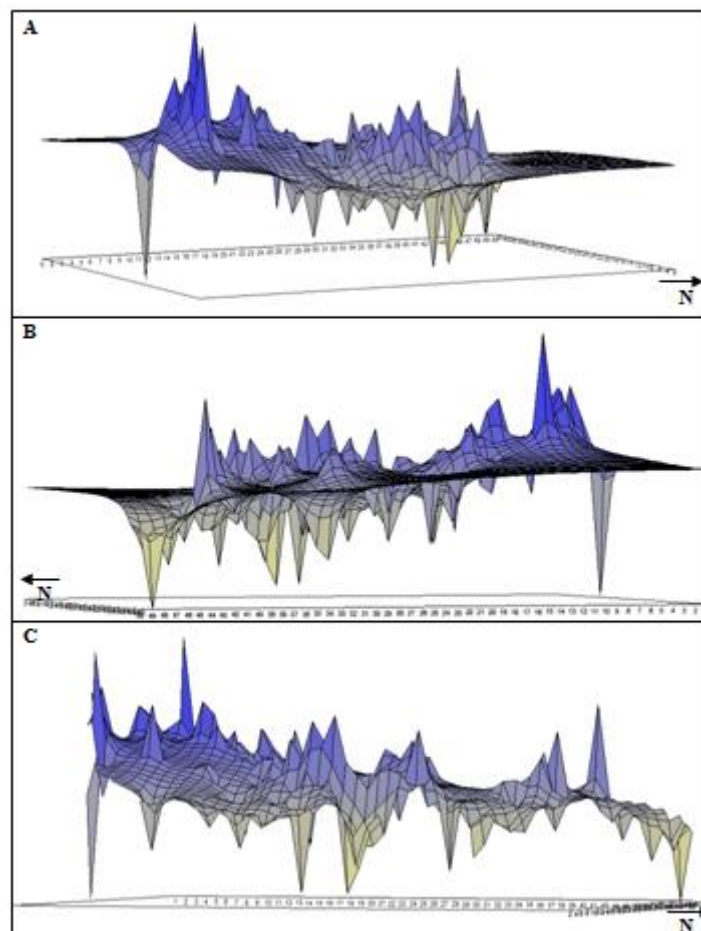


Figura 12 - Superfície 3D resultado da espacialização das distâncias genéticas em diferentes perspectivas.

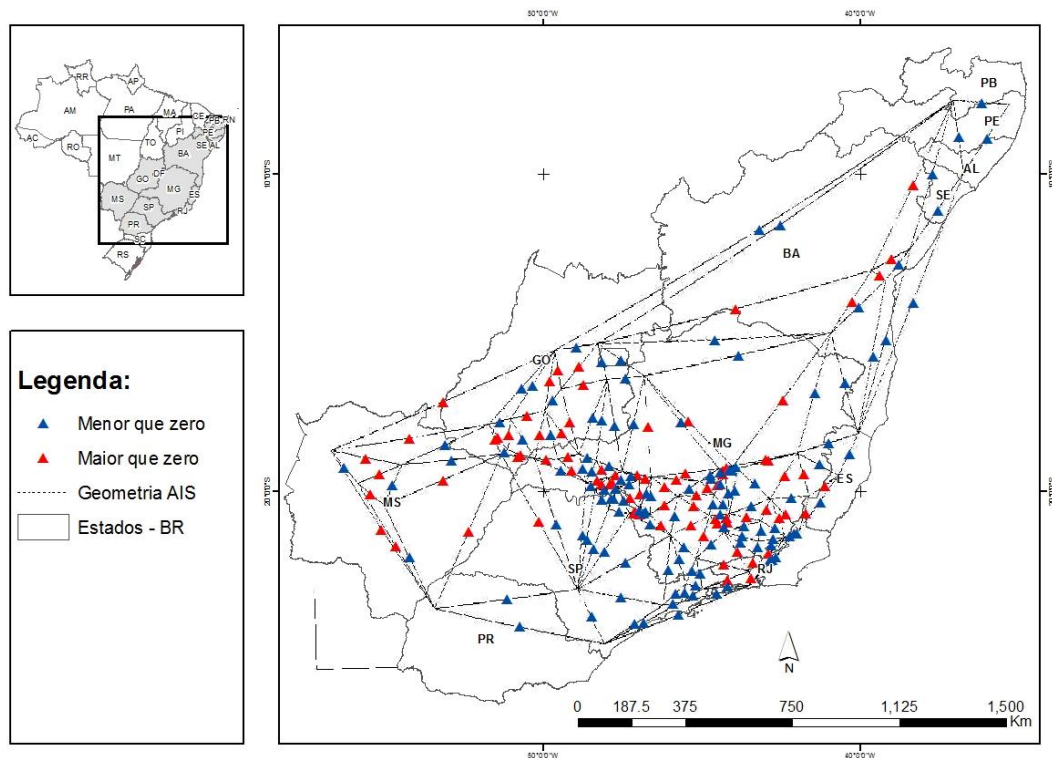


Figura 13- Ponto médio geográfico de comparação entre valores genéticos dos animais da Raça Girolando.

Analisando os valores das distâncias genéticas e geográficas dos animais é possível verificar um grande pico descendente que reflete uma proximidade genética entre os animais presentes nos municípios de Aquidauana e Corumbá, no Mato grosso do Sul. Porém, de modo geral, no Estado existe uma grande diferença genética entre os animais.

A região Sudeste apresenta a maior concentração de picos descendentes e ascendentes (Figura 13) o que configura grande diversidade genética, principalmente no Estado de Minas Gerais. A grande heterogeneidade da pecuária leiteira de Minas Gerais coloca grandes desafios aos gestores públicos e agentes privados (principalmente a indústria laticinista) Lemos (2003).

A produção de leite no Estado apresenta um grande padrão de diversidade, portanto, o estudo das distâncias genéticas e geográficas da raça Girolando é importante já que essa raça se destaca como principal responsável na produção de leite. O constante aumento da produção de leite nas áreas de cerrado pode ser associado ao menor custo de produção proveniente da integração lavoura pecuária, assim como demonstrado na (tabela 4).

De acordo com Zocal et al. (2009), além de menor custo, os sistemas de produção podem suportar um preço menor do leite para sua sobrevivência e são menos vulneráveis às crises do mercado de lácteos, em razão da maior flexibilidade.

Na região Nordeste, em geral, existem poucos picos ascendentes. A região apresenta pequenos picos descendentes, principalmente, na Bahia e em Sergipe, este resultado pode estar relacionado ao maior investimento em genética trazidos de outras regiões, o que propicia uma maior variação genética dos animais, permitindo assim a ocorrência do melhoramento genético que tem como resultado a expressão de animais mais parecidos geneticamente e com valor genético entre médio e alto.

Em Pernambuco, pode-se visualizar um grande pico descendente expressando uma proximidade genética entre os animais, demonstrando uma menor variabilidade genética que pode ocorrer devido ao pouco investimento na inserção de material genético.

Um desafio para a criação de animais da raça Girolando no Nordeste é a qualidade da forragem e a temperatura ambiental. De acordo com o Moreira et al (2007), os animais da raça Girolando apresentam maior consumo de matéria seca e maior produção de leite que os animais da raça Guzerá.

3.2.5 Monmonier Maximum Difference Algorithm

O gráfico de Monmonier apresenta as barreiras genéticas encontradas na paisagem, entre os animais da raça Girolando. A primeira barreira está na região Centro-Oeste, no Estado de Mato Grosso do Sul. A segunda barreira está localizada entre os Estados de Goiás e Minas Gerais.

As barreiras encontradas por meio do método de Monmonier expressam diferenças significativas entre os distintos grupos de animais. As maiores discontinuidades aparecem em regiões com mais desafios ambientais como temperatura, qualidade dos recursos hídricos, qualidade do pasto. As barreiras genéticas apresentadas no programa também podem ser influenciadas pelo grau de cruzamento dos animais coletados nas regiões.

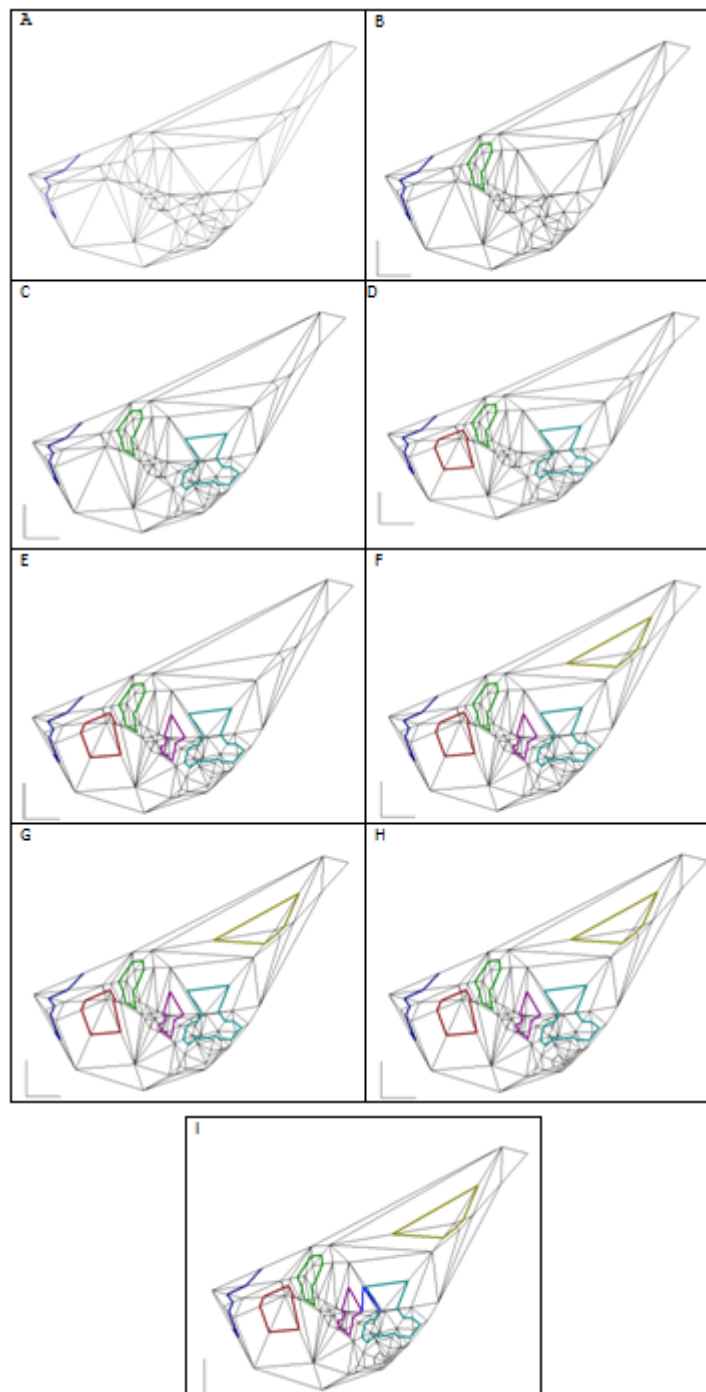


Figura 14-Rede de conectividade de Monmomier formado a partir de dados dos animais da raça Girolando de A- I.

Conclusão

A interação entre valores genéticos e confiabilidade com os fatores ambientais que formam as diferentes paisagens brasileiras foram importantes para reconhecer os ambientes que favorecem a criação dos animais da raça Girolando. Os maiores valores genéticos foram encontrados em ambientes com recursos hídricos de qualidade, com utilização de subprodutos da lavoura e menores índices de temperatura e umidade.

Após analisar os resultados estatísticos, é possível afirmar que os animais de maior valor genético estão localizados nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás. As regiões Norte e Nordeste apresentam maior tendência quanto à criação de animais com valor genético baixo e médio, fator que está relacionado às características ambientais dessas regiões e ao baixo investimento em melhoramento genético.

As apreciações dos dados genéticos dos animais foram fundamentais para avaliar a dispersão genética da raça Girolando no Brasil. Ao ponderar os grupos formados a partir de dois métodos, ficou nítido que os animais a partir de 504 km de distância expressam grande variabilidade genética. Maior distância genética, permite a utilização de animais de diferentes regiões em programas de melhoramento genético, com o objetivo de incentivar a produção de leite.

Por meio dos estudos genéticos foi possível verificar as regiões com maior heterogeneidade genética e as principais barreiras entre os animais da raça. A partir desses resultados, é possível avaliar o progresso genético dos animais e desenvolver melhorias para superar essas barreiras.

Referências

- ABDALLA, A.L.; LONGO, C.; HUMMEL, J. et al. Effects of tanniniferous plants on in vitro enteric methane and other rumen fermentation products. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2007, Christchurch. Australian Journal of Experimental Agriculture. East Melbourne: CSIRO, 2008. v. 48. Abdalla et al. 2007: 3GGAA
- ABREU, U.GP; MCMANUS, C.; SANTOS, SA (2010) Cattle ranching, conservation and transhumance in Brazilian Pantanal. Pastoralism - Research, Policy and Practice, 1, 99-114.
- ALVARENGA, R. C. Integração Lavoura – Pecuária. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE. 3. Anais. Belo Horizonte - MG: UFMG, 2004.
- AMARAL, L. A.; ROMANO, A.P.M.; NADER FILHO, A.; ROSSI JÚNIOR, O.D. Qualidade da água em propriedades leiteiras como fator de risco à qualidade do leite e à saúde da glândula mamária. Arquivo do Instituto Biológico, v.71, n.4, p.417- 421, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE GIROLANDO (ABCG). Produção de leite no Brasil e participação da genética Girolando com ênfase em reprodução. Disponível em: <http://www.girolando.com.br/index.php?paginasSite/girolando,3,pt>. Acesso em: 08 fevereiro de 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL - ASBIA (2013). Relatório Anual de importação, exportação e comercialização de sêmen 2012. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/novo/upload/mercado/index2012.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2015.
- BATALHA, Mário Otávio; BUAINAIN, Antônio Márcio; SOUZA FILHO, HM de. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. BATALHA, M. O e FILHO, HM de S (org). Gestão Integrada da Agricultura Familiar. São Carlos. EdUFSCar, 2005.
- BERTONCELLI, P. et al. Conforto térmico alterando a produção leiteira. Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 17, p.0-762, 2013. Semestral.
- BORILLI, S. P.; BORDIGNON, J. C.; LANGE, E. C.; DALLABONA, C. Matriz produtiva do setor agropecuário do município de Toledo (PR). In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 34, 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, 2009.
- BROWDER, J. O.; PEDLOWSKI, M. A.; SUMMERS, P. M. Land use patterns in the Brazilian Amazon: comparative farm-level evidence from Rondônia. Human Ecology, Nova York, v. 32, n. 2, p. 197-224, 2004.
- BROWDER, J. O.; PEDLOWSKI, M. A.; WALKER, R. Revisiting theories of frontier expansion in the Brazilian Amazon: a survey of the colonist farming population in Rondônia post-frontier, 1992–2002. World Development, Oxford, v. 36, n. 8, p. 1469-1492, 2008.
- CARDOSO, C.C. ; V. PERIPOLLI, S.A. AMADOR, E.G. BRANDÃO, G.I.F. ESTEVES, C.M.Z. SOUSA, M.F.M.S. FRANÇA, F.G. GONÇALVES, F.A. BARBOSA, T.C. MONTALVÃO, C.F. MARTINS, A.M. FONSECA NETO AND C. MCMANUS, Physiological and thermographic response to heat stress in zebu cattle, Livestock Science, <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.10.022>. Acesso em 28 de agosto de 2015.

- CAETANO, ALEXANDRE RODRIGUES. "Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro." *Revista Brasileira de Zootecnia* 38.8 (2009): 64-71
- CANAZA-CAYO, A. W.; LOPES, P. S.; SILVA, M. V. G. B.; COBUCI, J. A.; TORRES, R. DE A.; MARTINS, M. F.; ARBEX, W. A. Estrutura populacional da raça Girolando. *Ciência Rural*, v. 44, n. 11, p. 2072-2077, 2014
- CERQUEIRA, M.M.O.P., PICININ, L. C. A., FONSECA, L.M., SOUZA, M. R., LEITE, M.O., PENNA, C.F.A.M. Qualidade da água e seu impacto na qualidade microbiológica do leite. In MESQUITA, A.J., DURR, J.W., COELHO, K.O. *Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil*. Goiânia: Talento, 2006, v.1, p. 273-290
- COSTA, C. N. Impacto das importações de sêmen na melhoria genética da raça Holandesa no Brasil. Disponível em <http://www.milkpoint.com.br/?actA=7&areaID=61&secaoID=171¬iciaID=25031>. 2005. Acesso em: 05 de março de 2014
- COSTA, C. N.; TEIXEIRA, N. M.; FREITAS A. F. et. al Sumário Nacional de Touros da raça Holandesa – 2003, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003, 40 p. (Série Documentos, 93).
- COSTA, N. S., et al. "Georeferenced evaluation of genetic breeding value patterns in Brazilian Holstein cattle." *Genetics and Molecular Research* 13.4 (2014): 9806-9816.
- DE FREITAS, A. F., COSTA, C., de MENEZES, C. R. A., PAIVA, L. D. C., SILVA, M., GUIMARAES, M., ... & MOURA, L. D. M. (2009). Programa de melhoramento genético da raça Girolando: teste de progênie: Sumário de Touros 2009. *Embrapa Gado de Leite. Documentos*.
- DERESZ, FERMINO. "Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas." *Revista Brasileira de Zootecnia* 30.1 (2001): 197-204.
- EGITO, A.A., PAIVA, S.R., ALBUQUERQUE, M.S.M., MARIANTE, A.S., ALMEIDA, L.D., CASTRO S.R., GRATTAPAGLIA, D. Microsatellite based genetic diversity and relationships among ten and commercial cattle breeds raised in Brazil. *BMC Genetics*, 8, 83. 2007b.
- EMPRESA Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. Trabalhador na bovinocultura de leite: Manual técnico. Belo Horizonte: SENAR-AR/MG / Embrapa. 272 p.
- EPPERSON, B.K.; MCRAE, B.H.; SCRIBNER, K.; CUSHMAN, S.A.; ROSENBERG, M.S.; FORTIN, M.; JAMES, P.M.A.; MURPHY, M.; MANEL, S.; LEGENDRE, P.; DALE, M.R.T. Utility of computer simulations in landscape genetics. *Molecular Ecology*, v.19, p3549–3564, 2010.
- FACÓ, O.; LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R. et al.. Idade ao primeiro parto e intervalo de partos de cinco grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n6, p1920-1926, 2005.
- FACÓ, Olivardo, et al. "Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil." *Revista Brasileira de Zootecnia* 31.5 (2002): 1944-1952.
- FAO - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Statistics: animal productions. Disponível em: <http://http://www.fao.org/index_en.htm>. Acesso em: 28 de Novembro de 2012.

- FREITAS, A.F.; DURÃES, M.C.; MENEZES, C. R. Girolando: raça tropical desenvolvida no Brasil 67º Circular técnica. Juiz de Fora, MG Novembro, 2002. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/>. Acesso em 09 de novembro de 2015.
- GUSEWELL, S.; JEWELL, P. L.; EDWARDS, P.J. Effects of heterogeneous habitat use by cattle on nutrient availability and litter decomposition in soils of an Alpine pasture. *Plant and Soil*, The Hague, v. 268, p. 135–149, 2005.
- HOLDEREGGER R, WAGNER HH. A brief guide to landscape genetics, 2006. *Land Ecol* 21: 793–796.
<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/brasil-e-quinto-colocado-no-ranking-mundial-da-producao-de-leite> acesso 17 de março de 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Pesquisa pecuária municipal 2014: efetivo dos rebanhos. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 20 de março de 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2008. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em março de 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal. 2010. Rio de Janeiro: IBGE, v. 38, p.1-65
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Relatórios metodológicos - Volume 6. Pesquisas agropecuárias / IBGE, Departamento de Agropecuária. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 92p. 2002.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acessado em: Março de 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em; <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria>. Acessado em: Março de 2014.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. Relatório de mudanças climáticas. Acesso em: Janeiro de 2013. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod_probio/Relatorio_4.pdf
- KLOSOWSKI, E. S. et al. Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.283-288, 2002.
- KLUTHCOUSKI11, JOÃO, LUÍS FERNANDO STONE, and Homero Aidar. "COBERTURA DO SOLO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA." (2006).
- LEMOS, Mauro Borges., GALINARI, R. CAMPOS, B. BIASI, E. SANTOS, F. Tecnologia, especialização regional e produtividade: um estudo da pecuária leiteira em Minas Gerais. *Rev. Econ. Sociol. Rural* [online]. 2003, vol.41, n.3, pp.117-138. ISSN 0103-2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032003000300006>
- LOPES, F. B. L. Índices e critérios de seleção para dois sistemas de criação de caprinos leiteiros no Brasil. Goiânia, 2008. 116f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás.
- LOPES, Marcos Aurélio et al. Efeito da escala de produção nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG): Um estudo multicaseiros. *Boletim da Indústria Animal*, v. 63, n. 3, p.177-188, 2006.
- MACHADO, R. L.; CEDDIA, M. B.; CARVALHO, D. F. CRUZ, E. S.; FRANCELINO, M. R. Spatial variability of maximum annual daily rain different

- return periods at the Rio De Janeiro State, Brazil. *Bragantia*, Campinas, v. 69, p. 77-84, 2010.
- MANEL S., SCHWARTZ M.K., LUIKART G., TABERLET P. Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics *Trends in Ecology and Evolution* 18, (4) 189-197. 2003.
- MATOS, L. M. "Estratégias para redução do custo de produção de leite e garantia de sustentabilidade da atividade leiteira." *Anais do Sul-Leite: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil/editores Geraldo Tadeu dos Santos et al.–Maringá: UEM/CCA/DZO–NUPEL* (2002).
- MCMANUS, C.M., PALUDO, G.R., LOUVANDINI, H., GUGEL, R., SASAKI, L.C.B., PAIVA, S.R. Heat tolerance in brazilian sheep: physiological and blood parameters. *Tropical Animal Health and Production*. 41, 95-101. 2009.
- MINGOTI, S. A. Análise de correlações canônicas. In: _____. Análise de dados através de estatística multivariada. Uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. cap. 5, p. 143-154.
- MOREIRA, J. N., DE ANDRADE LIRA, M., DOS SANTOS, M. V. F., DE ANDRADE FERREIRA, M., & DE ARRUDA SANTOS, G. R. (2007). Consumo e desempenho de vacas guzerá e girolando utilizando a vegetação da caatinga no sertão pernambucano. *Revista Caatinga*, 20(3).
- NETO, JOÃO LIMA SANT'ANNA. Decálogo da climatologia do Sudeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, n. 1, 2005.
- OLIVEIRA, L.A.; CAMPELO, J.E.G.; AZEVEDO, D.M.M.R. et al. Estudo de respostas fisiológicas de equinos sem raça definida e da raça quarto de milha às condições climáticas de Teresina, Piauí. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 4, p. 827-838, 2008.
- ORAVCOVA, M; GROENEVELD, E; KOVAC, M. Estimation of genetic and environmental parameters of milk production traits in Slovak purebred sheep using test-day model. *Small Ruminant research*, v.56, n.1-3, p.113-120, 2005.
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - 2005. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH.htm>. Acesso em: 08 de abril 2014.
- RISSO, JOEL ET AL. Índices de vegetação Modis aplicados na discriminação de áreas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 9, p. 1317-1326, 2012.
- RIZZI, R; RUDORFF, B.F.T. Estimativa de produtividade da soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul. In: Rudorff, B.F.T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J.C.(Ed.). O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil. São José dos Campos: Bookimage, 2007. p.145-151.
- RODRIGUES, FABIANA VINHAS; RONDINA, DAVIDE. Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel na alimentação de ruminantes: glicerina bruta. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 7, n. 2, p. 91-99, 2013.
- ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W.; HARLAN, J.C. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. *Greenbelt: National Aerospace Spatial Administration*, 1973. 371p. MD:., NASA/GSFC Type III, Final Report. Disponível em <<http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730017588.pdf>>. Acesso em 3 março. 2016.
- SILVA MARCOS VINICIUS G. B. ... [et al] PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA RAÇA GIROLANDO – Sumário de Touros – Resultado do Teste de Progênie - 4ª Prova de Pré-Seleção de Touros - Junho/2016]. – Juiz de

- Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. 72 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 189).
- SILVA, J.A.V.; ELER, J.P; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, H.N. Análise Genética da Habilidade de Permanência em Fêmeas da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.3, p.598-604,2003
- SILVA, I.J.O; PENDORFI, H.; ACARARO, I. et al. Efeitos da Climatização do Curral de Espera na Produção de Leite de Vacas Holandesas. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.
- SOUZA, E. D.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no Semi-Árido. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.1, p.177-184. 2005.
- SOUZA-SILVA, J. C; SCHOMMER, P. C. A pesquisa em comunidades de prática: panorama atual e perspectivas futuras. *Organizações e Sociedade*, v. 15, n. 44, p. 105-127, 2008.
- STORFER, A., M.A. MURPHY, J.S. EVANS, C.S. GOLDBERG, S. ROBINSON, S.F. SPEAR, R. DEZZANI, E. DELMELLE, L. VIERLING & L.P. Waits. 2007. Putting the 'landscape' in landscape genetics. *Heredity* 98:128-142.
- TITTONELL, P.; CORBEELS, M.; WIJK, M. T. V.; VANLAUWE, B.; GILLER, K. E. Combining organic and mineral fertilizers for integrated soil fertility management in smallholder farming systems of Kenya: explorations using the crop-soil model FIELD. *Agronomy Journal*, Madison, v. 100, p. 1511-1526, 2008.
- TKAEZ, M.; PEDRASSANI, D.; FEDALTO, L. M.; THIEM, E. M. B. Níveis microbiológicos e físico-químicos do leite in natura de produtores do estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 2004.
- UNDP. Desenvolvimento Humano e IDH. Disponível em: www.undp.org.br. Acesso em: 29 de março de 2015.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), Foreign Agricultural Service. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>. Acesso em 15 de Agosto de 2016.
- VALENTIM, J. L. Ecologia numérica: uma introdução a análise multivariada de dados: Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2000.
- VASCONCELOS, J.L.M.; DEMETRIO, D.G.B. Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico. *R. Bras. Zootec.*, v.40, p.396-401, 2011.
- VENTURINI, C.E., A Geografia do Leite Brasileiro 2014. Disponível em <http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/>. Acesso em 18 de agosto de 2015.
- VERNEQUE, RS, PEIXOTO, MGCD, PEREIRA, MC, MACHADO, MA, GUIMARÃES, MF, SILVA, MVGB 2011. Melhoramento Genético de Gado de Leite no Brasil, SBMA, <http://sbmaonline.org.br/anais/viii/palestras/pdfs/7.pdf> Acesso em 18 de agosto de 2015.
- VILLANUEVA, JESSIE ET AL. Acquired resistance to BRAF inhibitors mediated by a RAF kinase switch in melanoma can be overcome by cotargeting MEK and IGF-1R/PI3K. *Cancer cell*, v. 18, n. 6, p. 683-695, 2010.
- VILLELA, D. Sistemas de produção de leite para diferentes regiões do Brasil. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, Novembro de 2011. Disponível em <http://www.cnpqgl.embrapa.br> Acesso em: 18 de março de 2014.
- WEBER, TOMÁS ET AL. Parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas para características produtivas e de conformação na fase pré-desmama em uma população da raça Aberdeen Angus. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2009, vol.38, n.5,

pp.832-842. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000500008>.

YAHDJIAN, M.L., SALA, O.E. Climate change impacts on South America Rangelands. *Rangelands*, p.34-39. 2008.

ZOCCAL, R, AD DE SOUZA, AND .T. GOMES. Produção de leite na agricultura familiar. Embrapa Gado de Leite, 2005.

ZOCCAL, R.; GOMES, A.T.; CARVALHO, L.A. O Agronegócio do leite: análise e perspectiva. Homepage: www.sober.org.br/palestra/12/040252.pdf. Acessado em: 20 de Janeiro de 2016.

Anexo 1.

Siglas usadas nas tabelas

Receita de animais por estabelecimento 2006 (ani_est),
Área dos estabelecimentos de aquicultura (eae_aqar)
Estabelecimentos de aquicultura (eae_aqes)
Produção florestal florestas plantadas por área (eae_fpar),
Produção florestal floresta plantada por estabelecimento (eae_fpes),
Horticultura e floricultura por estabelecimento (eae_hfes)
Lavouras permanentes por área (eae_lpar),
Lavouras permanentes por estabelecimentos (eae_lpes),
Pecuária e criação de outros animais por área (eae_pcar),
Pecuária e criação de outros animais por estabelecimento (eae_pces),
Produção de sementes e mudas por área (eae_smar),
Produção de sementes e mudas por estabelecimentos (eae_smes),
Estabelecimentos de agricultura não familiar (eaf_nfes),
Estabelecimentos de agricultura familiar (eaf_afar),
Produção de esterco por estabelecimentos (este_est)
Produção de esterco por valor (este_val)
Floresta plantada área por hectare (flo_area)
Floresta plantada por estabelecimentos (flo_est)
Índice de desenvolvimento humano ano 2000 (idhm_00)
Lavoura áreas de cultivo por hectare (lav_aca)
Lavoura área de cultivo por estabelecimento (lav_ace)
Lavoura área plantada por hectares (lav_apa)
Lavoura permanente por hectares (lav_pare)
Matas e ou florestas por hectares (mat_area)
Matas e ou florestas por estabelecimentos (mat_esta)
Efetivo de muare por cabeças (mua_ncab)
Orientação técnica recebida por estabelecimentos, origem de orientação cooperativa (ort_coop)
Orientação técnica recebida por estabelecimentos, origem de orientação empresas privadas de planejamento (ort_epri)
Orientação técnica recebida por estabelecimentos, por origem de orientação organização não governamental (ort_ong)
Orientação técnica recebida por estabelecimentos, por origem de orientação própria ou do próprio produtor (ort_prop)
Pastagens plantadas por hectares (pas_par)
Efetivo da pecuária em 2012 asininos por número de cabeças (pec_asnc)
Efetivo da pecuária em 2012 aves por número de cabeças (pec_avnc)
Efetivo da pecuária em 2012 bovinos por número de cabeças (pec_bonc)
Efetivo da pecuária em 2012 bubalinos por número de cabeças (pec_bunc)
Efetivo da pecuária em 2012 caprinos por número de cabeças (pec_canc)
Efetivo da pecuária em 2012naquinos por número de cabeças (pec_eqnc)
Efetivo da pecuária em 2012 ovinos por número de cabeças (pec_ovnc)
Precipitação ao quadrado (Precip ²)

Estabelecimento por tipo de atividade, agropecuária e não agropecuária (pro_aena)
Estabelecimento por tipo de atividades total de estabelecimentos (pro_est)
Estabelecimento por tipo de atividade, não agropecuária (pro_nagr)
Receitas obtidas pelos estabelecimentos no ano de 2006 por valor 1000 (rec_val)
Recursos hídricos existentes no estabelecimento lagos naturais protegidos por matas (reh_lpm)
Recursos hídricos existentes no estabelecimento nascentes protegidas por matas (reh_npm)
Recursos hídricos existentes no estabelecimento poços artesanais, semi-artesanais ou tubulares (reh_pasa)
Recursos hídricos existentes no estabelecimento cisternas (reh_pcis)
Recursos hídricos existentes no estabelecimento rios ou riachos sem proteção de matas (reh_rspm)
Utilização das terras nos estabelecimentos sistema de área cultivada por hectare (sis_aca)
Utilização das terras nos estabelecimentos sistema de área cultivada por estabelecimento (sis_ace) Temperatura superficial (temp)
Índice de Temperatura e Umidade (ITU)
Utilização de terra nos estabelecimentos, área total (ha) (ter_area)
Área destinada a pesca (eae_pear)